



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

**AUDITORÍA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL ALA SUR,
HOSPITAL GENERAL SAN JUAN DE DIOS**

José María Chacón López

Asesorado por el Ing. Gustavo Benigno Orozco Godínez

Guatemala, febrero de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**AUDITORÍA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL ALA SUR,
HOSPITAL GENERAL SAN JUAN DE DIOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JOSÉ MARÍA CHACÓN LÓPEZ

ASESORADO POR EL ING. GUSTAVO BENIGNO OROZCO GODÍNEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO ELECTRICISTA

GUATEMALA, FEBRERO DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton De León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Luis Manuel Pérez Archila
EXAMINADOR	Ing. Marvin Marino Hernández Fernández
EXAMINADOR	Ing. Jorge Gilberto González Padilla
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**AUDITORÍA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL ALA SUR, HOSPITAL GENERAL
SAN JUAN DE DIOS**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, con fecha abril de 2018.

José María Chacón López

Guatemala, 27 de noviembre de 2019.

Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

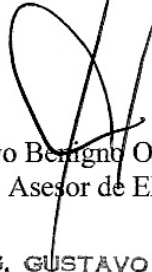
Estimado Ingeniero Argueta

Por este medio atentamente le informo que como Asesor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **José María Chacón López** de la Carrera de Ingeniería Eléctrica, Registro Académico No. **200516048** y CUI **1585 97001 0106**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“AUDITORÍA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL ALA SUR, HOSPITAL GENERAL SAN JUAN DE DIOS”**.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,



Ing. Gustavo Benigno Orozco Godínez
Asesor de EPS

ING. GUSTAVO B. OROZCO
COLEGIADO 1879

Universidad de San Carlos de
Guatemala



Facultad de Ingeniería
Unidad de EPS

Guatemala, 26 de mayo de 2021.
Ref.EPS.DOC.250.05.2021.

Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Argueta Hernández.

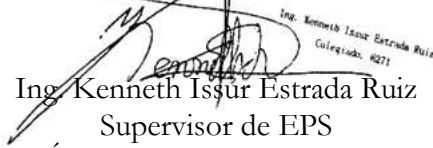
Por este medio atentamente le informo que como Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **José María Chacón López** de la Carrera de Ingeniería Eléctrica, Registro Académico No. **200516048** y CUI **1585 97001 0106**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“AUDITORÍA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL ALA SUR, HOSPITAL GENERAL SAN JUAN DE DIOS”**.

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
Colegiado: #271

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

c.c. Archivo
KIER/ra

Universidad de San Carlos de
Guatemala



Facultad de Ingeniería
Unidad de EPS

Guatemala 26 de mayo de 2021.
Ref.EPS.D.95.05.2021.

Ing. Armando Alonso Rivera Carrillo
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Rivera Carrillo.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"AUDITORÍA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL ALA SUR, HOSPITAL GENERAL SAN JUAN DE DIOS"** que fue desarrollado por el estudiante universitario, **José María Chacón López**, quien fue debidamente asesorado por el Ing. Gustavo Benigno Orozco Godínez 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 de EPS, en mi calidad de Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS

/ra



REF. EIME 105. 2021.

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; JOSÉ MARÍA CHACÓN LÓPEZ titulado; AUDITORÍA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL ALA SUR, HOSPITAL GENERAL SAN JUAN DE DIOS, procede a la autorización del mismo.


Ing. Armando Alonso Rivera Carrillo



GUATEMALA, 29 DE JUNIO 2,021.

LNG.DECANATO.OI.083.2022

La Decana 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: **AUDITORÍA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL ALA SUR, HOSPITAL GENERAL SAN JUAN DE DIOS**, presentado por: **José María Chacón López**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
DECANA
FACULTAD DE INGENIERÍA

Decana

Guatemala, febrero de 2022

AACE/gaoc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** A quien ya conocía desde el vientre de mi madre y en quien mi existencia es destinada.
- Mis padres** Juan Chacón (q.e.p.d.) y Julia López de Chacón, con su ejemplo a no rendirse en los retos de la vida.
- Mis hermanos** Luis y Juan Chacón López, por ser mi inspiración en una vida profesional.
- Mis hermanas** Pablina, Alvina, Reyna y Beatriz Chacón López, por su amor incondicional y paciencia en mis años de estudio.
- Mi tía** Sor Daniela López con sus oraciones desde Roma, Italia.
- Mis sobrinos** Queridos todos.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser una casa de estudios a la que me enorgullece representar.
Facultad de Ingeniería	Por tener tan maravillosa carrera y maestros tan excelentes.
Dirección General de Energía	Por darme la oportunidad de aplicar mis conocimientos en campo.
Hospital General San Juan de Dios	Por permitirme ingresar a sus instalaciones.
Ing. Jonathan Estrada	Por su carisma y motivación a continuar con mis estudios.
Ing. Gabriel Velásquez	Por su amistad y permitir realizar este trabajo en el Ministerio de Energía y Minas.
Ing. Francisco González	Por sus consejos en mi vida profesional.
Ing. Gustavo Orozco	Por sus consejos, conocimiento y paciencia en su asesoría para la elaboración de este documento.
Ing. Kenneth Estrada	Por su amabilidad y supervisión en mi EPS.

Ing. Cristian Samayoa	Por su amabilidad en atención y apoyo técnico en mi auditoría energética por parte del MEM.
Ing. Doroteo Tzul	Por sus recomendaciones y tiempo a las revisiones a mi trabajo de graduación.
Ing. Saúl Cabezas	Por sus recomendaciones y tiempo a las revisiones a mi trabajo de graduación.
Ing. Luis Lepe	Por su supervisión a mi auditoría energética por parte del MEM-USAID.
Arq. Sylvia Pinto	Por sus atención y conocimientos en los planos del ala sur.
Lic. Lorena Morán	Por las gestiones de autorización en el hospital.
Br. Raúl Vicente	Por su ayuda en la toma de datos y colaboración técnica.
Br. Francisco Cajbón	Por su amistad y compañerismo.
Ing. Armando Rivera	Por su tiempo a las revisiones a mi trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. FASE PRELIMINAR	1
1.1. Antecedentes Hospital General San Juan de Dios.....	1
1.1.1. Reseña histórica	1
1.1.2. Misión	2
1.1.3. Visión.....	3
1.1.4. Especialidades y servicios que presta	3
1.1.5. Días para consultar especialidades	4
1.1.6. Historial de consumo energético.....	5
1.1.7. Tipo de contrato ante la empresa distribuidora.....	7
1.1.8. Revisión de penalizaciones por bajo factor de potencia	8
1.2. Calidad de la energía	11
1.2.1. Interrupciones	12
1.2.2. Armónicos.....	12
1.2.3. Factor de potencia	13
1.2.4. Transitorios en sistemas eléctricos.....	16
1.2.5. Tormentas eléctricas	17
1.2.6. Caídas montañas de tensión Sags.....	17

1.2.7.	Elevación momentánea de tensión <i>Swell</i>	18
1.2.8.	Efecto de parpadeo <i>flicker</i>	19
1.2.9.	Variaciones de frecuencia	20
1.3.	Normativos	20
1.3.1.	Política energética 2013–2027	20
1.3.2.	Convenio MEM-USAC.....	21
1.3.3.	Acuerdo Gubernativo 229–2014.....	22
1.3.4.	Norma ISO–50 001	22
1.3.5.	Norma ISO–50 002	23
1.3.6.	Normas NTSD	24
2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	25
2.1.	Alimentación principal	25
2.1.1.	Diagrama unifilar	25
2.1.2.	Conductores de los alimentadores	26
2.2.	Levantamiento de planos eléctricos	27
2.3.	Verificación del estado de las luminarias	29
2.4.	Índice de densidad de carga existente	29
2.5.	Encuesta sobre el uso de la energía eléctrica.....	30
2.5.1.	Personal	31
2.5.2.	Encuestas.....	31
2.6.	Identificación de la franja horaria de consumo	38
2.7.	Proyección del consumo energético	39
2.8.	Verificación de tableros de distribución	41
2.9.	Verificación de los tipos de carga.....	45
2.10.	Toma de datos de los tipos de carga	45
2.11.	Análisis de la red eléctrica usando analizador de red	55
2.12.	Mediciones térmicas.....	61

2.12.1.	Patrón de temperatura de transformadores y motores.....	61
2.12.2.	Patrón de temperatura de los alimentadores	72
2.13.	Mediciones lumínicas	76
3.	FASE DE ANÁLISIS DE MEDICIONES	87
3.1.	Corrientes en alimentadores de tableros	87
3.2.	Voltaje en tableros	88
3.3.	Factor de potencia en tableros	89
3.4.	Armónicos en tableros	90
3.4.1.	Distorsión armónica THDV	90
3.4.2.	Distorsión armónica THDA	91
3.4.3.	Efectos de los armónicos en la red eléctrica	91
3.5.	Estados de lámparas y luminarias	92
3.6.	Inventario de tomacorrientes	103
4.	PROPUESTA DE MEJORAS	113
4.1.	Balance de tableros	113
4.2.	Sistema de iluminación.....	113
4.2.1.	Costo de agregar lámparas faltantes por lámparas tipo led	114
4.3.	Prueba de aislamiento a ramales	115
4.4.	Pruebas al transformador seco.....	115
4.4.1.	Eléctricas	115
4.4.2.	Mecánicas.....	116
4.5.	Utilización de energía renovable	116
4.5.1.	Análisis técnico y económico de la propuesta, y de energía renovable.....	117
4.5.1.1.	Energía solar	117

4.6.	Ahorro en emisiones de gases de efecto invernadero	122
CONCLUSIONES.....		125
RECOMENDACIONES		127
BIBLIOGRAFÍA.....		129

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Banco de condensadores.....	8
2.	Diagrama vectorial de potencias	14
3.	Sag en sistema de subtransmisión.....	18
4.	Elevación de tensión	19
5.	Diagrama unifilar alimentadores torre sur y torre elevadores.....	26
6.	Resultados pregunta uno	32
7.	Resultados pregunta dos	33
8.	Equipos eléctricos pregunta dos	33
9.	Resultados pregunta tres	34
10.	Resultados pregunta cuatro	34
11.	Resultados pregunta cinco.....	35
12.	Resultados pregunta seis.....	35
13.	Resultados pregunta siete.....	36
14.	Resultados pregunta ocho	36
15.	Resultados pregunta nueve	37
16.	Resultados pregunta diez.....	38
17.	Franja horaria 30/05/2018 tablero CDP T1	39
18.	Proyección 2018 - 2025	40
19.	Proyección 2026 - 2032	40
20.	Tablero CDP T1	41
21.	Tablero CDPE T1.....	42
22.	Tablero NDP F 1A.....	43
23.	Tablero CDP T2	44

24.	Tablero CDPE T2.....	44
25.	Analizador de red.....	55
26.	Analizador de red conectado a tablero principal CDP T1	56
27.	Analizador de red conectado a tablero principal CDPE T1	57
28.	Analizador de red conectado al tablero de distribución NDP F 1A.....	58
29.	Analizador de red conectado a tablero principal CDP T2	59
30.	Analizador de red conectado a tablero principal CDPE T2	60
31.	Placa de características TR CDP T1	62
32.	Imagen termográfica TR CDP T1.....	62
33.	Placa de características TR CDPE T1	64
34.	Imagen termográfica TR CDPE T1	64
35.	Placa de características TR CDP T2	66
36.	Imagen termográfica TR CDP T2.....	66
37.	Placa de características TR CDPE T2	68
38.	Imagen termográfica TR CDP T2.....	68
39.	Motor eléctrico elevador uno.....	69
40.	Placa de características motor elevador	70
41.	Imagen termográfica motor elevador uno	70
42.	Motor eléctrico elevador siete	71
43.	Placa de características motor elevador	71
44.	Imagen termográfica motor elevador siete.....	72
45.	Alimentadores tablero CDP-T1	73
46.	Alimentadores tablero NDP F-1A.....	74
47.	Alimentadores tablero CDP-T2	75
48.	Alimentadores tablero CDPE-T2.....	76
49.	Techo ala sur	116
50.	Horas de irradiación solar estimado para un año	117
51.	Diagrama general	118

52.	Panel marca AMERISOLAR modelo AS-6P.....	119
53.	Inversor marca INGECON SUN 20TL.....	119
54.	Toneladas CO ₂	124

TABLAS

I.	Especialidades y servicios	3
II.	Atención consulta externa de adultos.....	4
III.	Consumo eléctrico Hospital General San Juan de Dios.....	5
IV.	Datos factor de potencia registrado en contadores	9
V.	Lámparas totales.....	29
VI.	Índice de prestación energética	30
VII.	Personal total del ala sur.....	31
VIII.	Carga nivel sótano	46
IX.	Carga nivel I.....	47
X.	Carga nivel II.....	48
XI.	Carga nivel III.....	49
XII.	Carga nivel IV.....	50
XIII.	Carga nivel V.....	51
XIV.	Carga nivel VI.....	52
XV.	Carga nivel VII.....	53
XVI.	Carga área elevadores.....	54
XVII.	Mediciones nivel sótano	77
XVIII.	Mediciones nivel I.....	78
XIX.	Mediciones nivel II.....	79
XX.	Mediciones nivel III.....	80
XXI.	Mediciones nivel IV	81
XXII.	Mediciones nivel V	82
XXIII.	Mediciones nivel VI	83

XXIV.	Mediciones nivel VII	84
XXV.	Mediciones rampa elevadores	85
XXVI.	Mediciones, niveles elevadores	86
XXVII.	Desbalance en tableros de distribución	87
XXVIII.	Voltaje en tableros	88
XXIX.	Factor de potencia medido en tableros.....	89
XXX.	Mediciones de THDV en tableros	90
XXXI.	Medición de distorsión armónica THDA en tableros	91
XXXII.	Luminarias nivel sótano	92
XXXIII.	Luminarias nivel I	93
XXXIV.	Luminarias nivel II.....	94
XXXV.	Luminarias nivel III	95
XXXVI.	Luminarias nivel IV.....	96
XXXVII.	Luminarias nivel V.....	97
XXXVIII.	Luminarias nivel VI.....	98
XXXIX.	Luminarias nivel VII.....	99
XL.	Luminarias totales ala sur	99
XLI.	Luminarias rampa elevadores.....	100
XLII.	Luminarias área de elevadores.....	101
XLIII.	Tomacorrientes nivel sótano	103
XLIV.	Tomacorrientes nivel I.....	104
XLV.	Tomacorrientes nivel II.....	105
XLVI.	Tomacorrientes nivel III.....	106
XLVII.	Tomacorrientes nivel IV	107
XLVIII.	Tomacorrientes nivel V	108
XLIX.	Tomacorrientes nivel VI	109
L.	Tomacorrientes nivel VII	110
LI.	Tomacorrientes rampa elevadores	111
LII.	Tomacorrientes área de elevadores	112

LIII.	Lámparas totales faltantes	114
LIV.	Costo de sustitución y ahorro operativo	114
LV.	Costos.....	121
LVI.	Ahorro anual para 25 804,8 kWh/mes.....	122
LVII.	Ahorro de potencia con lámparas <i>led</i>	123
LVIII.	Potencia total al año.....	123

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
THW	Aislación vinilo termoplástico
AWG	<i>American wire gauge</i> , calibre de alambre americano
A	Amperio
Hp	Caballo de fuerza
CA	Corriente alterna
CO₂	Dióxido de carbono
°C	Grados Celsius
Hz	Hertz
KW	Kilo <i>watt</i>
KV	Kilovoltio
m²	Metros cuadrados
MCM	Mil circular mils, indica área transversal de los conductores
P	Potencia activa
S	Potencia aparente
Q	Potencia reactiva
Lux	Unidad de intensidad de iluminación en el sistema internacional
V	Voltio
VA	Voltio amperio
W	<i>Watt</i>

GLOSARIO

Ala sur, torre sur o Torre 1	Referencia al mismo edificio del hospital en este documento.
Capacitancia	Es la medida de la capacidad para almacenar carga y energía potencial eléctrica.
Carga lineal	La tensión y corriente relacionadas por un factor constante, no hay desfase.
CNEE	Comisión Nacional de Energía Eléctrica.
Cociente	Resultado en la operación aritmética de la división.
Corrientes parasitas	Con la variación del flujo magnético se induce una corriente en piezas metálicas como un efecto de la variación.
DGE	Dirección General de Energía.
EEGSA	Empresa Eléctrica de Guatemala Sociedad Anónima.
EPS	Ejercicio Profesional Supervisado.

Estrella	Conexión de banco de transformadores uniendo los devanados a un punto común nombrando neutro y conectado sólidamente a tierra.
Histéresis	Es un tipo de pérdida de energía que se manifiesta en forma de calor en los materiales magnéticos.
IEEE	Institutor de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos.
Inductancia	Es la medida de oposición a un cambio de corriente en un inductor que almacena energía en presencia de un campo magnético.
ISO	Organización Internacional de Normalización.
<i>Joule</i>	Unidad de trabajo, energía y cantidad de calor.
MEM	Ministerio de Energía y Minas.
NTSD	Normas técnicas del servicio de distribución.
<i>Recloser</i>	Interrupor de potencia con recierre automático ajustable, monitoreo y operación teledandada.
<i>Skin</i>	Efecto que produce mayor densidad de corriente en la superficie de un conductor.
SSO	Salud y Seguridad Ocupacional.

USAC

Universidad de San Carlos de Guatemala.

UTC

Tiempo Universal Coordinado, siglas en inglés.

RESUMEN

Buscando mejorar la calidad de vida de la población, se implementa la política energética 2013-2027 del estado de Guatemala a través del Ministerio de Energía y Minas y, por medio del subsector eléctrico y específicamente por la dirección general de energía.

Se tiene la finalidad de reducir el consumo de energía eléctrica en un 30 % en el conjunto total de todas las instituciones gubernamentales, para este caso de estudio será el Ala Sur del Hospital General San Juan de Dios.

Para la realización de este trabajo se llevó a cabo un estudio del sistema eléctrico actual en el Ala Sur del Hospital General San Juan de Dios a través de una auditoría energética, verificando el estado del sistema eléctrico.

Con los resultados obtenidos, se espera que las autoridades correspondientes del Ministerio de Energía y Minas y del Hospital General San Juan de Dios tomen las decisiones pertinentes para efectuar mantenimientos a corto, mediano y largo plazo, así como para lograr el fin esperado en la política energética 2013-2027.

OBJETIVOS

General

Analizar el sistema eléctrico del Ala Sur en el Hospital General San Juan de Dios a través de una auditoría energética que permita verificar el funcionamiento y estado actual de dicho sistema.

Específicos

1. Analizar el estado actual del sistema eléctrico.
2. Realizar una evaluación técnica con el apoyo de normas y el conocimiento adquirido en la carrera de Ingeniería Eléctrica.
3. Detectar malas prácticas en cuanto al uso de energía eléctrica.
4. Implementar la política energética 2013-2027.
5. Ser un documento que sirva de consulta a las autoridades correspondientes.

INTRODUCCIÓN

En este trabajo se determina el estado actual del sistema eléctrico en el Ala Sur del Hospital General San Juan de Dios, debido a que es de vital importancia para el buen funcionamiento de dicha institución y así pueda dar un buen servicio de salud, vital para el desarrollo de Guatemala.

Se realiza una revisión técnica, así como el análisis de la red por medio de un analizador de red para saber la calidad de la energía en el sistema eléctrico de la institución, así como la verificación de todo el sistema eléctrico en el Ala Sur del Hospital General San Juan de Dios.

Con los datos obtenidos se realiza un análisis de la red para determinar su estado actual y de ser necesario algún tipo de mantenimiento, así mismo proponer mejoras en cuanto al uso de la energía eléctrica y el sistema eléctrico de la institución, para mantener y buscar mejorar la calidad, por medio de la tecnología disponible en la actualidad.

Este documento tiene la finalidad de servir de apoyo técnico para las autoridades correspondientes del Ministerio de Energía y Minas y del Hospital San Juan de Dios de acuerdo a sus competencias.

1. FASE PRELIMINAR

1.1. Antecedentes Hospital General San Juan de Dios

Es importante tener conocimiento acerca de la historia de la institución, ya que es de vital importancia para Guatemala y la calidad de vida de la población en general, ubicada en la Nueva Guatemala de la Asunción.

1.1.1. Reseña histórica

La Orden Hospitalaria San Juan de Dios, declarada así por el Papa Pio V cuyos orígenes se desarrollan en la ciudad de Granada España, la historia inicia con Juan Ciudad (*João Cidade*, en portugués) de origen portugués cuyo año de nacimiento fue 1495 en Novo.

Se enlista como soldado al servicio del conde de Oropesa y éste al servicio del emperador Carlos V. Luego de años de servicio regresa a su tierra natal solo para recibir la información del fallecimiento de sus padres, de parte de su tío, por lo que decide trasladarse a España para realizar una nueva vida.

Se instala en una hacienda de Sevilla como pastor, luego a Gibraltar y a Ceuta como albañil y, de nuevo a Gibraltar se desempeña como vendedor de libros. Es aquí donde conoce y escucha predicar a San Juan de Ávila (clérigo). Es recluido en el Hospital Real Granadino en el área para dementes, Juan Ciudad le acompaña y observa en primera persona como son torturados de diversas formas, según ellos para que los dementes regresen a la normalidad. Es aquí donde Juan Ciudad hace un pacto en su corazón con Jesús Cristo en que le

conceda la gracia de tener un hospital para dementes donde él pueda servirles con amor y no torturas.

Juan Ciudad se pone bajo la dirección espiritual de San Juan de Ávila, funda una casa en donde atiende a diversa clase de enfermos sosteniendo está a través de limosnas que mendiga en la ciudad de Granada. Bajo guía y petición del obispo de Tuy, Miguel Muñoz, es renacido bajo el nombre de Juan de Dios y viste una túnica de hábito y entonces se le unen más compañeros que quieren seguir su tipo de vida, fundando así su primer hospital.

En su viaje a Castilla para recaudar fondos ayuda en el desalojo de enfermos del Hospital Real de Granada. Resulta con una pulmonía al arrojarse al río Genil para salvar a un joven que se estaba ahogando y, fallece en 1550. Es sepultado en la Iglesia Granadina de los Mínimos, beatificado en 1630 por Urbano VIII y Canonizado en 1690 por Alejandro VIII, el papa León XIII lo declara patrono de los hospitales y enfermos del mundo.

Bajo la guía del Sacerdote Fray Carlos Cívico arriban desde México a Guatemala, en el año de 1630, los hermanos hospitalarios de la Orden San Juan de Dios solicitando la administración hospitalaria de Santiago de los caballeros, siendo esta aceptada. Debido al terremoto de 1976 el hospital sufrió serios daños y, hasta el año de 1981 se inaugura las nuevas instalaciones actuales en el gobierno del general Fernando Romeo Lucas García.¹

1.1.2. Misión

Somos un hospital general nacional, docente asistencial, de referencia y cobertura nacional, dependencia del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de Guatemala, responsable de brindar atención integral de salud, con calidez y calidad, mediante la promoción de la salud, prevención de enfermedades, recuperación y

¹ Hospital General San Juan de Dios [en línea]. <https://es.wikipedia.org/wiki/Hospital_San_Juan_de_Dios> (Guatemala)> .Consulta: 26 de marzo de 2018.

rehabilitación de usuarias y usuarios, contando con recurso humano calificado y tecnología moderna para el mejoramiento de la calidad de vida.²

1.1.3. Visión

Ser el hospital líder a nivel nacional, comprometido a brindar atención especializada e integral de servicios de salud, mediante un sistema certificado de gestión de calidad apoyado con personal calificado, tecnología moderna y pertinente, orientada a satisfacer las necesidades y expectativas de usuarias y usuarios³.

1.1.4. Especialidades y servicios que presta

En la tabla I se realiza un detalle de las especialidades y servicios que presta al servicio de la comunidad guatemalteca el Hospital General San Juan de Dios.

Tabla I. **Especialidades y servicios**

Cardiología	Fisioterapia y Rehabilitación
Cirugía	Gastroenterología
Cirugía Ambulatoria	Ginecología y Obstetricia
Cirugía cardiovascular	Hematología
Cirugía de colon y recto	Infectología
Cirugía de Tórax	Maxilofacial
Cirugía Plástica	Medicina interna
Clínica de Ulceras	Nefrología
Coloproctología	Neumología
Dermatología	Neurocirugía
Endocrinología	Neurología

Fuente: Hospital General San Juan de Dios. *Especialidad y servicios*.

<http://www.hospitalsanjuandediosguatemala.com/pages/especialidades-y-servicios.php#.WxW-CO6FPIU>. Consulta: abril de 2018.

² Hospital General San Juan de Dios. Misión, Visión. [en línea]. < <http://hospitalsanjuandedios.mspas.gob.gt/index.php/pages/mision-y-vision>>. Consulta: marzo de 2018.

³ Ibid.

1.1.5. Días para consultar especialidades

Los horarios y días de atención para acceder a pacientes son los siguientes:
martes, jueves y domingo de 14:00 a 15:30 horas.

Tabla II. Atención consulta externa de adultos

	Lunes	Martes	Miércoles	jueves	Viernes
Medicina interna					
Hematología					
Psiquiatría					
Reumatología					
Psicología					
Dermatología					
Endocrinología					
Neumología					
Cardiología					
Neurología					
Nefrología					
Traumatología					
Oftalmología					
Odontología					
Cirugía general					
Cirugía ambulatoria					
Infectología					
Cirugía cardiovascular					
Gastroenterología					
Urología					
Neurocirugía					
Otorrinolaringología					
Traumatología (post operados mujeres)					
Coloproctología					
Clínica de úlceras					
Traumatología (post operados hombres)					
Máxilo facial					
Cirugía tórax					
Cirugía plástica					
Especialistas en mamas					

Fuente: Hospital General San Juan de Dios.

<http://www.hospitalsanjuandediosguatemala.com/pages/horario-de-atencion.php#.WxW-I-6FPIU>

Consulta: Abril de 2018.

1.1.6. Historial de consumo energético

El Hospital General San Juan de Dios cuenta con cuatro contadores de energía eléctrica, T-01128 con número de correlativo 658981, L-94722 con número de correlativo 658992, J-39547 con número de correlativo 673375, K-21080 con número de correlativo 664382 y el contador L-18980 el cual sustituye al contador L-94722 que es retirado por falla de la misma manteniendo el mismo número de correlativo 658992, los datos presentados a continuación abarcan del 2017 a abril del 2018, a petición del MEM se determina el total anual para el 2017 y el total hasta abril de 2018, hasta esta fecha se obtuvieron las facturas eléctricas.

Tabla III. Consumo eléctrico Hospital General San Juan de Dios

AÑO 2017				
	Fecha de emisión	Contador	Correlativo	Consumo kWh
Enero	10/01/2017	T-01128	658981	9,280.00
	10/01/2017	L-94722	658992	10,050.00
	10/01/2017	J-39547	673375	390,600.00
	09/01/2017	K-21080	664382	1,119.00
TOTAL				411,049.00
Febrero	07/02/2017	T-01128	658981	9,920.00
	13/02/2017	L-94722	658992	5,935.00
	07/02/2017	J-39547	673375	358,400.00
	06/02/2017	K-21080	664382	982.00
TOTAL				375,237.00
Marzo	10/03/2017	T-01128	658981	11,200.00
	10/03/2017	L-94722	658992	6,611.00
	10/03/2017	J-39547	673375	407,400.00
	09/03/2017	K-21080	664382	994.00
TOTAL				426,205.00
Abril	08/04/2017	T-01128	658981	10,320.00
	08/04/2017	L-94722	658992	7,289.00
	08/04/2017	J-39547	673375	380,800.00
	07/04/2017	K-21080	664382	1,002.00
TOTAL				399,411.00
Mayo	10/05/2017	T-01128	658981	10,640.00
	10/05/2017	L-94722	658992	8,325.00
	10/05/2017	J-39547	673375	393,400.00

Continuación de la tabla III.

	09/05/2017	K-21080	664382	1,056.00
TOTAL				413,421.00
Junio	09/06/2017	T-01128	658981	11,120.00
	09/06/2017	L-94722	658992	6,803.00
	09/06/2017	J-39547	673375	394,800.00
	08/06/2017	K-21080	664382	976.00
TOTAL				413,699.00
Julio	10/07/2017	T-01128	658981	9,760.00
	13/07/2017	L-94722	658992	5,412.00
	10/07/2017	J-39547	673375	385,000.00
	08/07/2017	K-21080	664382	1,005.00
TOTAL				401,177.00
Agosto	09/08/2017	T-01128	658981	10,400.00
	09/08/2017	L-94722	658992	7,598.00
	09/08/2017	J-39547	673375	394,800.00
	08/08/2017	K-21080	664382	779.00
TOTAL				413,577.00
Septiembre	08/09/2017	T-01128	658981	10,080.00
	08/09/2017	L-94722	658992	6,060.00
	08/09/2017	J-39547	673375	386,400.00
	07/09/2017	K-21080	664382	742.00
TOTAL				403,282.00
Octubre	09/10/2017	T-01128	658981	3,960.00
	12/10/2017	L-94722	658992	5,894.00
	09/10/2017	J-39547	673375	380,800.00
	07/10/2017	K-21080	664382	674.00
TOTAL				391,328.00
Noviembre	08/11/2017	T-01128	658981	9,280.00
	08/11/2017	L-94722	658992	8,696.00
	08/11/2017	J-39547	673375	383,600.00
	07/11/2017	K-21080	664382	760.00
TOTAL				402,336.00
Diciembre	11/12/2017	T-01128	658981	9,600.00
	11/12/2017	L-94722	658992	6,445.00
	11/12/2017	J-39547	673375	383,600.00
	12/12/2017	K-21080	664382	737.00

Continuación de la tabla III.

TOTAL				400,382.00
TOTAL AÑO 2017				4,851,104.00
AÑO 2018				
	Fecha de emisión	Contador	Correlativo	Consumo kWh
Enero	10/01/2018	T-01128	658981	8,560.00
	10/01/2018	L-94722	658992	7,992.00
	10/01/2018	J-39547	673375	364,000.00
	09/01/2018	K-21080	664382	818.00
TOTAL				381,370.00
Febrero	07/02/2018	T-01128	658981	8,400.00
	07/02/2018	L -18980	658992	7,658.00
	07/02/2018	J-39547	673375	336,000.00
	06/02/2018	K-21080	664382	831.00
TOTAL				352,889.00
Marzo	12/03/2018	T-01128	658981	10,240.00
	12/03/2018	L -18980	658992	7,225.00
	12/03/2018	J-39547	673375	385,000.00
	09/03/2018	K-21080	664382	991.00
TOTAL				403,456.00
Abril	10/04/2018	T-01128	658981	9,840.00
	10/04/2018	L -18980	658992	7,261.00
	10/04/2018	J-39547	673375	372,400.00
	09/04/2018	K-21080	664382	978.00
TOTAL				390,479.00
TOTAL AÑO 2018				1,528,194.00

Fuente: Hospital San Juan de Dios. *Unidad de acceso a la información pública.*

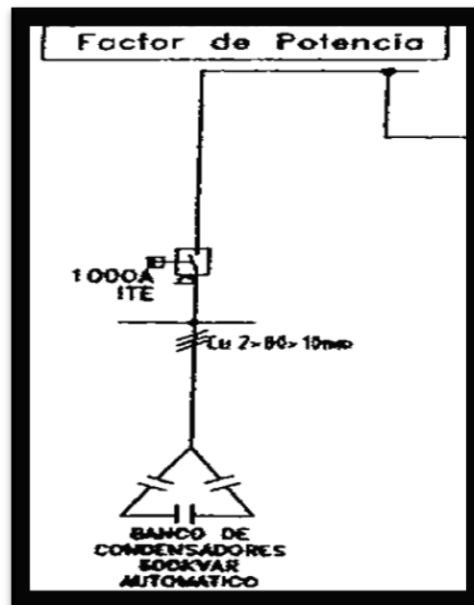
1.1.7. Tipo de contrato ante la empresa distribuidora

Por ser el hospital una entidad que forma parte del estado, no aplica con un contrato directo con la empresa distribuidora de energía eléctrica para esta área de cobertura perteneciente a EEGSA.

1.1.8. Revisión de penalizaciones por bajo factor de potencia

En el 2003 se dan las gestiones para la automatización del sistema eléctrico, incluyendo dentro del diseño de esta, un banco de condensadores de 600 kVAR para compensar la potencia reactiva y evitar así ser penalizados por bajo factor de potencia ante la EEGSA.

Figura 1. Banco de condensadores



Fuente: Hospital San Juan de Dios. *Diagramas Unifilares. Ministerio de Salud Pública.*

Sin embargo, para los cuatro contadores dentro del Hospital General San Juan de Dios, el contador L-18980 que sustituye al contador L-94722 que es retirado por falla y mantiene el mismo número de correlativo 658992, para el periodo 2017-2018, tiene cargo por incumplimiento a NTSD y el contador K-21080 con número de correlativo 664382 tiene cargo por incumplimiento a NTSD para el mes de abril del 2018.

Tabla IV. Datos factor de potencia registrado en contadores

AÑO 2017					
	Fecha de emisión	Contador	Correlativo	FP	Cargos por incumplimiento a NTSD
Enero	10/01/2017	T-01128	658981	0.9776	
	10/01/2017	L-94722	658992	0.8212	
	10/01/2017	J-39547	673375	0.9613	
	09/01/2017	K-21080	664382	0	
Febrero	07/02/2017	T-01128	658981	0.9885	
	13/02/2017	L-94722	658992	0.8628	
	07/02/2017	J-39547	673375	0.9607	
	06/02/2017	K-21080	664382	0	
Marzo	10/03/2017	T-01128	658981	0.9832	
	10/03/2017	L-94722	658992	0.8679	
	10/03/2017	J-39547	673375	0.9608	
	09/03/2017	K-21080	664382	0	
Abril	08/04/2017	T-01128	658981	0.9831	
	08/04/2017	L-94722	658992	0.8569	
	08/04/2017	J-39547	673375	0.9594	
	07/04/2017	K-21080	664382	0	
Mayo	10/05/2017	T-01128	658981	0.9755	
	10/05/2017	L-94722	658992	0.8337	
	10/05/2017	J-39547	673375	0.9523	
	09/05/2017	K-21080	664382	0	
Junio	09/06/2017	T-01128	658981	0.9664	
	09/06/2017	L-94722	658992	0.8519	

Continuación de la tabla IV.

	09/06/2017	J-39547	673375	0.9487	
	08/06/2017	K-21080	664382	0	
Julio	10/07/2017	T-01128	658981	0.9711	
	13/07/2017	L-94722	658992	0.8513	
	10/07/2017	J-39547	673375	0.9483	
	08/07/2017	K-21080	664382	0	
Agosto	09/08/2017	T-01128	658981	0.9776	
	09/08/2017	L-94722	658992	0.8448	
	09/08/2017	J-39547	673375	0.9487	
	08/08/2017	K-21080	664382	0	
Septiembre	08/09/2017	T-01128	658981	0.9692	
	08/09/2017	L-94722	658992	0.8425	
	08/09/2017	J-39547	673375	0.9466	
	07/09/2017	K-21080	664382	0	
Octubre	09/10/2017	T-01128	658981	0.9706	
	12/10/2017	L-94722	658992	0.8449	
	09/10/2017	J-39547	673375	0.9452	
	07/10/2017	K-21080	664382	0	
Noviembre	08/11/2017	T-01128	658981	0.974	
	08/11/2017	L-94722	658992	0.8246	
	08/11/2017	J-39547	673375	0.9372	
	07/11/2017	K-21080	664382	0	
Diciembre	11/12/2017	T-01128	658981	0.9773	
	11/12/2017	L-94722	658992	0.8563	
	11/12/2017	J-39547	673375	0.928	
	12/12/2017	K-21080	664382	0.9307	
AÑO 2018					
Enero	10/01/2018	T-01128	658981	0.9813	
	10/01/2018	L-94722	658992	0.8322	
	10/01/2018	J-39547	673375	0.8589	
	09/01/2018	K-21080	664382	0.9654	
Febrero	07/02/2018	T-01128	658981	0.9787	
	07/02/2018	L -18980	658992	0.8404	
	07/02/2018	J-39547	673375	0.9047	
	06/02/2018	K-21080	664382	0.9725	
Marzo	12/03/2018	T-01128	658981	0.9785	

Continuación de la tabla IV.

	12/03/2018	L -18980	658992	0.8563	
	12/03/2018	J-39547	673375	0.919	
	09/03/2018	K-21080	664382	0.9618	
Abril	10/04/2018	T-01128	658981	0.9576	
	10/04/2018	L -18980	658992	0.8373	
	10/04/2018	J-39547	673375	0.9204	
	09/04/2018	K-21080	664382	0.9582	
			Contador	Correlativo	FP Promedio
			T-01128	658981	0.9756375
			L -18980	658992	0.8453125
			J-39547	673375	0.9375125
			K-21080	664382	0.95772

Fuente: Hospital San Juan de Dios. *Unidad de Acceso a la Información Pública.*

1.2. Calidad de la energía

Se entiende por calidad de energía eléctrica a aquella que es perfectamente sinusoidal en sus tres fases de voltaje, corriente y sin sufrir variaciones de frecuencia que afecten a los equipos eléctricos y electrónicos.⁴

Desde la generación se busca una buena calidad de esta, pasando por la transmisión, distribución, grandes usuarios y usuarios residenciales. En cada uno de los casos tiene diferentes formas de estudio para garantizar una buena calidad de la energía eléctrica.⁵

Analizar y estudiar la calidad de la energía se ha convertido de mucha importancia en la actualidad, debido a los diferentes equipos electrónicos sensibles a cualquier variación, pudiendo así hacer que los equipos puedan reducir su eficiencia o tener fallas, poniendo en riesgo vidas humanas.

⁴ *Calidad de energía.* <https://www.grupoenergias.com/calidad-energia>. Consulta: 18 de marzo de 2021.

⁵ *Ibidem*

Con este estudio se tiene un panorama global del estado actual de todo el sistema eléctrico y se detectan áreas de mayor interés dependiendo de las necesidades del sistema eléctrico.

1.2.1. Interrupciones

Se considera interrupción a toda falta de energía eléctrica en el sistema eléctrico, pudiendo ser de corta duración que son de unos cuantos segundos y de larga duración que pueden ser de unas horas hasta días, dependiendo del sistema y tipo de falla, interna o externa, provenientes del sistema de distribución, transmisión o de la propia instalación eléctrica de la institución.⁶

“Artículo 54. Interrupciones. Se considerará como interrupción toda falta de servicio de energía eléctrica en el punto de entrega. Para efectos de estas Normas, no se considerarán las interrupciones menores de tres minutos; así como las que sean calificadas como casos de fuerza mayor”.⁷

1.2.2. Armónicos

Son distorsiones que afectan a la onda seno de voltaje, siendo estos múltiplos enteros de la frecuencia fundamental, sumándose o restándose, dependiendo del número de armónico creándose así la distorsión armónica.

Este tipo de fenómeno es causado por la interacción de las cargas no lineales al ingresar al sistema eléctrico, ya que utilizan la corriente eléctrica de manera no lineal con la senoidal fundamental, como son las reactancias capacitivas e inductivas respectivamente.

Se dice que los armónicos en estado estable es cuando se producen con la operación conectada continuamente al sistema eléctrico y los armónicos en

⁶ Comisión Nacional de Energía Eléctrica. *Normas Técnicas del Servicio de Distribución. Guatemala: CNEE, 2010. p. 46.*

⁷ Ibid.

estado transitorio es cuando se producen por agentes externos como rayos, cortos y maniobras propias para mantenimientos, en ambos casos equipos sensibles podrían tener una mala calidad de funcionamiento.

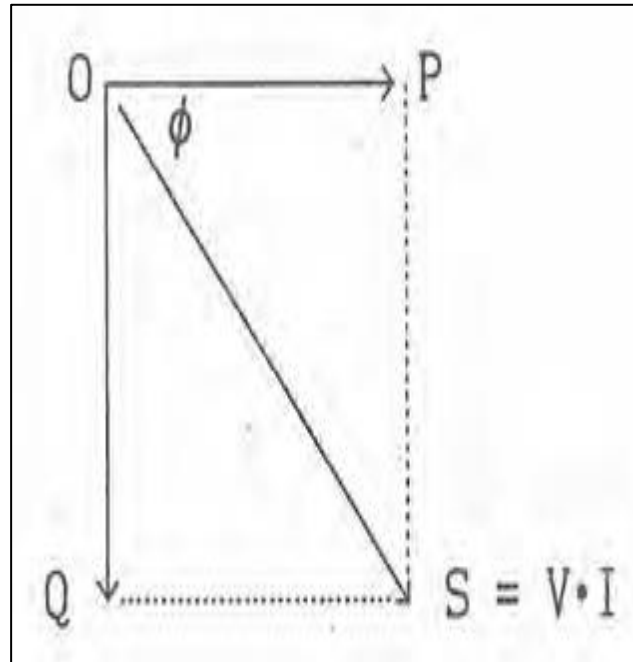
Entre los equipos dentro de una instalación eléctrica industrial que producen distorsión armónica se encuentran las lámparas fluorescentes, iluminación *led*, computadores, impresoras multifuncionales, ups, controladores automáticos entre otros.

1.2.3. Factor de potencia

Una característica muy importante por tomar en cuenta es que cuando la carga es predominantemente capacitiva la corriente se adelanta al voltaje, por otra parte cuando la carga es predominantemente inductiva el voltaje se adelanta a la corriente teniendo claro este concepto, entonces un sistema eléctrico está compuesto por este tipo de cargas en su mayoría no lineal. En las instalaciones eléctricas es predominante la carga inductiva por la naturaleza de los equipos.

La potencia aparente es la potencia total necesaria para que el sistema eléctrico funcione de manera normal. Está compuesta por diferentes tipos de carga capacitiva, inductiva y resistiva carga lineal que no produce un desfase entre el voltaje y la corriente, por lo tanto la potencia aparente se compone de potencia activa y reactiva.

Figura 2. **Diagrama vectorial de potencias**



Fuente: BRATU, Neagu y CAMPERO, Eduardo. *Instalaciones Eléctricas Conceptos Básicos y Diseño*. p. 111.

La cual a la vez se compone de:

$$S = P + Q$$

$$P = V \cdot I \cos \theta = \text{potencia activa}$$

$$Q = V \cdot I \sin \theta = \text{potencia reactiva}$$

$$S = V \cdot I$$

Ec. 1.1

$$S = V \cdot I \cos \theta + i \cdot V \cdot I \sin \theta$$

Dónde:

S = potencia aparente

V = voltaje

I = corriente

Cos θ = factor de potencia, ángulo de fase entre el voltaje y la corriente.

La potencia activa es la que se puede observar como: trabajo, calor, mientras que la potencia reactiva es esa que se almacena en la carga no lineal capacitiva o inductiva según sea el caso y es devuelta a la fuente. El factor de potencia es ese desfase entre el voltaje y la corriente que a su vez depende de la carga conectada.

Por lo que, el factor de potencia se aplica a la potencia aparente para saber qué cantidad de esta se está utilizando en potencia activa.

Entonces:

$$f.p = \cos \theta = \frac{P}{S} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}} = \frac{I_a}{\sqrt{I_a^2 + I_r^2}}$$

Dónde:

I_a = corriente de la potencia activa

I_r = corriente de la potencia reactiva

Por lo tanto, el factor de potencia se puede variar con la potencia reactiva desde los centros de generación, ya que la potencia activa está directamente relacionada con la carga final conectada a la red eléctrica.

Un factor de potencia bajo, producirá más pérdidas por efecto *joule* en las líneas de transmisión y distribución a una misma cantidad de potencia activa, que un factor de potencia cercano a uno. La solución más común utilizada es colocar un banco de capacitores en las instalaciones industriales, de ahí la importancia de mantener un buen factor de potencia en una instalación industrial y de no cumplirse esta será penalizada económicamente.

Artículo 49. Valor Mínimo para el factor de potencia. El valor mínimo admitido para el factor de potencia se discrimina de acuerdo a la potencia del usuario, de la siguiente forma:

Usuarios con potencias de hasta 11 kW, fp de 0,85

Usuarios con potencias superiores a 11 kW, fp de 0,90⁶.

1.2.4. Transitorios en sistemas eléctricos

Son cambios repentinos y muy rápidos en las condiciones de la red, suscitando grandes esfuerzos en la red de voltaje y corriente, pudiendo crear daños permanentes, desconexiones de áreas de manera indeseada e, incluso apagones.

Tienen su origen en diferentes acontecimientos siendo estos por maniobras de la red, apertura o cierre de interruptores de potencia, cambios en la red como lo pueden ser disparos de agentes generadores o de grandes usuarios de manera imprevista, por fallos en la red simétrica o asimétrica y descarga atmosférica.

1.2.5. Tormentas eléctricas

Es un fenómeno natural que se produce en las nubes por la interacción de las partículas de agua, produciendo cargas positivas y negativas en las mismas, hasta manifestarse como relámpago que se descarga eléctricamente intranube, de nube a nube o rayo que es descarga eléctrica de nube a tierra en pocos micro segundos.

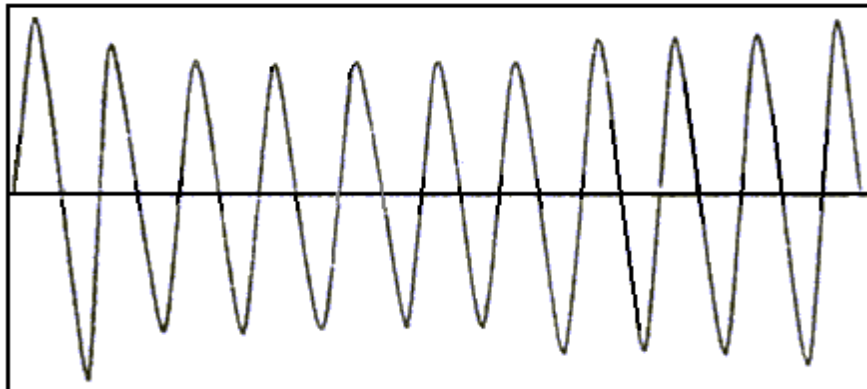
Los rayos pueden afectar a los sistemas eléctricos a través de ondas de sobretensión de las siguientes maneras: sobretensión conducida, es cuando esta impacta directamente en las líneas eléctricas, por lo general de transmisión, distribuyéndose por la red pudiendo ocasionar fallos en los dispositivos eléctricos hasta ser drenado por el sistema de tierras; sobretensión inducida es la que es inducida por el impacto cercano de un rayo como lo puede ser un árbol o la línea de guarda; aumento de potencial a tierra es cuando existe un sistema de tierra y en esta área impacta un rayo que produce una inducción del sistema de tierra a línea y finalmente con descarga a una edificación.

1.2.6. Caídas montañas de tensión Sags

Se dan en el estado estable de la tensión, es la disminución de voltaje de un tiempo corto en unos cuantos segundos, entre un estimado de 0,5 a 30 ciclos. Son ocasionados generalmente por el ingreso de grandes cargas, por ejemplo motores eléctricos, o por agentes externos a la instalación, como puede ser un reconector (*recloser*).

Puede ocasionar leves o fatales efectos dependiendo del nivel de reducción de tensión, pudiendo causar los disparos de equipo sensible y mal funcionamiento de estos.

Figura 3. **Sag en sistema de subtransmisión**

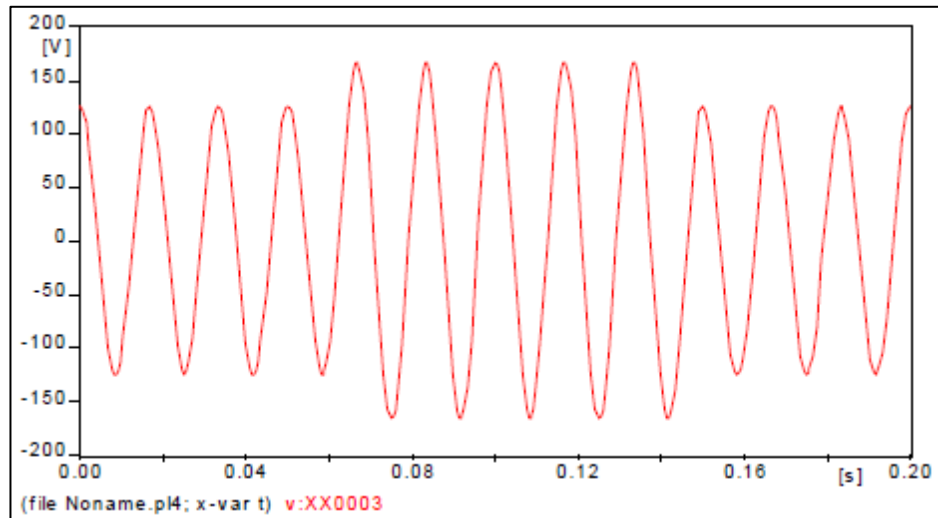


Fuente: RAMÍREZ, Samuel y CANO, Eduardo. *Calidad del servicio de energía eléctrica*.
<http://www.docentes.unal.edu.co/eacanopl/docs/Calidad%20del%20Servicio%20de%20Energia%20Electrica.pdf>. Consulta: 2 de mayo de 2018.

1.2.7. Elevación momentánea de tensión *Swell*

Son elevaciones de tensión de corta duración, máximo unos pocos minutos, que pueden ocasionar la falla o mala calidad de funcionamiento de los equipos, se estima un 30 % de sobretensión en sistemas conectados en estrella y un 70 % en sistemas conectados en delta, se produce cuando ocurre una falla de una línea a tierra produciendo el aumento de tensión en las otras fases.

Figura 4. Elevación de tensión



Fuente: RAMÍREZ, Samuel y CANO, Eduardo. *Calidad del servicio de energía eléctrica*. <http://www.docentes.unal.edu.co/eacanopl/docs/Calidad%20del%20Servicio%20de%20Energia%20Electrica.pdf>. Consulta: 2 de mayo de 2018.

1.2.8. Efecto de parpadeo *flicker*

Este efecto producto de las variaciones rápidas de tensión cuyo efecto se manifiesta en la iluminación, visible al ojo humano a través de variaciones del nivel de iluminación, las produce principalmente equipo conectado a la red interna del sistema eléctrico como refrigeradores, elevadores, hornos de arco eléctrico, soldadoras de arco eléctrico, y todo aquel quipo que se considere de influencia.

Los diseños de sistemas eléctricos deben y son diseñados considerando los equipos que pueden ocasionar este tipo de problema, por ejemplo el ingreso automatizado de los bancos de capacitores en instalaciones industriales, arranques de motores eléctricos, entre otros.

Según la NTSD de la CNEE se considera de mala calidad la energía eléctrica si el *flicker* presente en la tensión supera el cinco por ciento del nivel de tensión de distribución.

1.2.9. Variaciones de frecuencia

En Guatemala la frecuencia utilizada es de 60 Hz, en otras palabras sesenta ciclos de onda por segundo, Al variar la frecuencia se producen pérdidas por histéresis en relación directa a la frecuencia, pérdidas por corrientes parásitas en relación al cuadrado de la frecuencia, también la reactancia de dispersión aumenta en proporción a la frecuencia, mientras que la reactancia capacitiva se reduce en proporción a la frecuencia entre líneas, por lo que todos los equipos diseñados a cierta frecuencia pueden ver comprometida su calidad de operación.

1.3. Normativos

Son reglamentos de vital ayuda que guían y rigen la forma en que deben aplicarse para llegar a parámetros definidos en lo que se estudia. Dentro de ellos se incluyen leyes, que deben respetarse para realizar actividades de acuerdo a las características deseadas, y dictan reglas para tener un sistema eléctrico saludable.

1.3.1. Política energética 2013–2027

“Buscando el desarrollo de la nación de manera sostenible y respetando al medio ambiente, bajo la dirección del MEM conjuntamente con todas las

instituciones vinculadas al sector energético, se busca ser competitivo, eficiente y sostenible en cuanto al uso y aprovechamiento de los recursos”.⁸

Con esta política se tocan las áreas de importancia para ser competitivos respondiendo a las necesidades e intereses de la ciudadanía, el mercado nacional y los cambios del mercado internacional. Se busca priorizar la utilización de energías limpias, buscando un diálogo interinstitucional para gestionar la implementación, seguimiento y evaluación de la misma.

Debido a la creciente demanda mundial de energía y como fuente principal el petróleo, es que se busca con esta política un desarrollo sostenible, reducción de la contaminación ambiental y autoabastecimiento energético, buscando con esto la incorporación de energía limpia, amigable al medio ambiente.

1.3.2. Convenio MEM-USAC

Bajo la dirección del Ministerio de Energía y Minas, de brindar asesoría técnica a estudiantes de ingeniería eléctrica, mecánica eléctrica y brindar equipos para realizar una auditoría energética en instituciones en toda la república, se firma una carta de entendimiento entre la Facultad de Ingeniería, estudiantes y el MEM.⁹

En la carta de entendimiento se dan las condiciones y compromisos, específicamente entre el departamento de EPS, la institución, estudiante y MEM, dentro de la política energética 2013-2027, por medio de la aplicación de los conocimientos adquiridos a lo largo de los años en la universidad y realizando

⁸ Ministerio de Energía y Minas. *Política energética 2013-2027*. <http://mem.gob.gt/energia/proyectos/politica-energetica-2013-2027/>. Consulta: 26 de marzo de 2018.

⁹ Ministerio de Energía y Minas. *Convenio MEM-USAC*. <https://www.prensalibre.com>. Consulta: 26 de marzo de 2018.

una auditoria energética para verificar el estado actual del sistema eléctrico de las instituciones.

1.3.3. Acuerdo Gubernativo 229–2014

El reglamento de salud y seguridad ocupacional, por parte del Ministerio de Trabajo y Previsión Social de Guatemala, regula las condiciones de salud y seguridad ocupacional en la que ejecutan sus labores los trabajadores, cuya finalidad es proteger la vida, salud y la integridad laboral.¹⁰

En este se detalla las obligaciones del patrono en cuanto a la SSO, en cuanto a las comodidades mínimas en el ambiente laboral, espacios de trabajo, ambientes laborales, iluminación, tipo de estructuras, pasillos, maquinarias, entre otras.

También habla de las obligaciones de los trabajadores para con el patrono y en cuanto a su obligación de cumplir con las Normas SSO para su integridad física y psicológica, así como todas aquellas recomendaciones técnicas.

1.3.4. Norma ISO–50 001

“Es creada por la Organización Internacional para la Estandarización, con la participación y conocimiento de expertos de diversos países, es una federación mundial de organismos nacionales de normalización miembros ISO”.¹¹

¹⁰ Organización Mundial de la Salud. *Normas ISO-50,001*, <https://www.normas-iso.com/iso-50001/>. Consulta: 26 de marzo de 2018.

¹¹ Organización Internacional de la Internacionalización. <https://www.normas-iso.com/iso-50001/>. Consulta: 26 de marzo de 2018.

Esta norma trata sobre el sistema de gestión de la energía para el aumento de la eficiencia, reducción de los impactos ambientales y mejora en el desempeño energético, siendo más eficiente en el consumo y uso de la energía, sin que se vea afectada la productividad.

Se aplica haciendo un estudio del comportamiento energético de la institución, estableciendo puntos y objetivos buscando la mejoría de la institución, implementando los puntos y buscando los objetivos; mismos que serán verificados para evaluar los resultados y así tomar acciones para corregir o mejorar la dirección deseada de la institución.

Esta normativa está diseñada para ser adoptada por diferentes tipos de sectores: pequeño, mediano, grande y para adaptarse con otros sistemas de gestión. Este estándar explica como una organización puede tener un sistema de gestión de energía bien estructurado, independiente del tipo de actividad de la organización.

1.3.5. Norma ISO–50 002

Esta norma trata sobre las auditorías energéticas, requisitos con guía para su uso, busca la mejora de la eficiencia energética a través de analizar de manera detallada una organización, basándose en la aplicación de la observación, eficiencia y consumo de la energía.¹²

Se hace una planificación y una priorización de las oportunidades para mejorar la eficiencia energética, buscando con esto la reducción del mal uso de la energía y con esto se obtienen beneficios ambientales. Con dicha auditoria se obtienen el estado actual y rendimiento del sistema energético, mismos que será de utilidad para recomendaciones de eficiencia y beneficios económicos.

¹² Organización Internacional de la Normalización. *Norma ISO 50,002*. <https://pdfcoffee.com/iso-5002-5-pdf-free.html>. Consulta: 26 de marzo de 2018.

Fue diseñada para poderse adecuar a otras normativas o ser usada de manera independiente en diferentes tipos de energía, adecuándola a la organización a evaluar, buscando armonizar las características comunes de las auditorías energéticas.

1.3.6. Normas NTSD

Corresponde a las Normas Técnicas del Servicio de Distribución, en donde se establecen los derechos y obligaciones de los prestatarios y usuarios del sistema de distribución de energía eléctrica, junto con los indicadores para la calificación del sistema de distribución en el punto de entrega y utilización.¹³

También se detallan las tolerancias permitidas, métodos de control y sanciones bajo los parámetros de calidad de la energía suministrada, incidencia del usuario a la calidad de la energía, calidad del servicio técnico y calidad del servicio comercial. Esta normativa se aplica en cuatro etapas: preliminar, prueba, transición y régimen.

¹³ Comisión Nacional de Energía Eléctrica. *Nora NTSD*. <https://www.cnee.gob.gt/estudiosseletricos/Normas%20Tecnicas/03%20NTSD.pdf>. Consulta: 26 de marzo de 2018.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

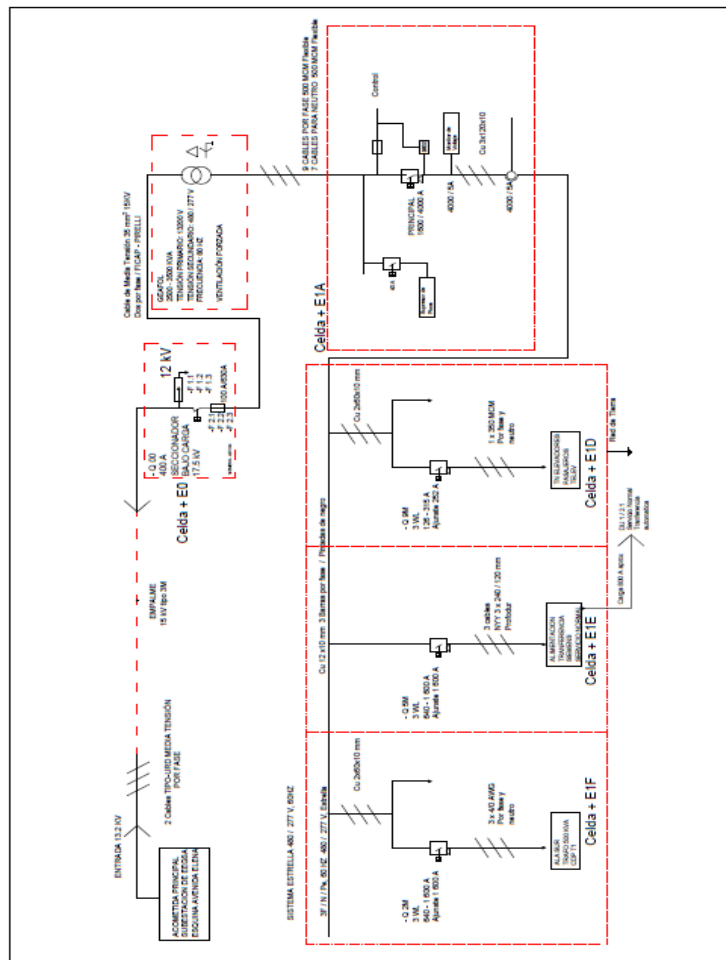
2.1. Alimentación principal

A continuación, se realiza una descripción de la alimentación principal del diagrama unifilar, conductores de los alimentadores, levantamiento de planos eléctricos, entre otros.

2.1.1. Diagrama unifilar

A continuación se presenta el diagrama unifilar del Ala Sur, Hospital General San Juan de Dios, el cual inicia en la acometida principal pasando por el transformador de distribución, celdas de distribución finalizando en los tableros de distribución en el Ala Sur y torre de elevadores.

Figura 5. Diagrama unifilar alimentadores torre sur y torre elevadores



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

2.1.2. Conductores de los alimentadores

Desde la acometida principal de la subestación EEGSA con un nivel de voltaje de 13,2 kV, hacia la celda E0, se utilizaron dos cables por fase tipo URD para media tensión, con nivel nominal de 15 kV.

Desde la celda E0 hacia el transformador Geafol: 2 500-3 500 kVA, 13 200/480/277 voltios, 60 Hz, conexión delta-estrella, con ventilación forzada, transformador principal para todo el hospital. Se utilizaron dos cables por fase marca *Ficap – Pirelli*, de 35 mm² para media tensión, con nivel nominal de 15 KV.

Del transformador Geafol, hacia la celda E1A se utilizaron nueve cables por fase y siete para el neutro calibre 500 MCM tipo flexible, con nivel nominal de 600 voltios.

De las barras de 120 x 10 mm pintadas de negro tres por fase, hacia el sótano de torre sur se utilizaron, tres cables por fase y tres cables para el neutro, tipo flexible calibre 4/0 AWG THW, con nivel nominal de 600 voltios.

De las barras de 120 x 10 mm pintadas de negro tres por fase, hacia el sótano de elevadores se utilizaron, un cable por fase y neutro, calibre 350 MCM THW, con nivel nominal de 600 voltios.

2.2. Levantamiento de planos eléctricos

Se realizó el levantamiento y actualización de los planos para fuerza e iluminación del ala sur y para el área de elevadores, dicha información se muestra en el anexo y se detalla a continuación.

- Torre elevadores
 - Torre elevadores nivel sótano
 - Fuerza e iluminación
 - Torre elevadores nivel I y II

- Fuerza e iluminación
 - Torre elevadores nivel III, IV y V
 - Fuerza e iluminación
 - Torre elevadores nivel VI
 - Fuerza e iluminación
 - Torre elevadores nivel VII
 - Fuerza e iluminación
 - Torre elevadores nivel VIII
 - Fuerza e iluminación

- Ala sur
 - Ala sur nivel sótano
 - Fuerza y alimentación a equipo
 - Iluminación
 - Ala sur nivel I
 - Fuerza y alimentación a equipo
 - Iluminación
 - Ala sur nivel II al VI
 - Fuerza
 - Alimentación a equipo
 - Iluminación
 - Ala sur nivel VII
 - Fuerza y alimentación a equipo
 - Iluminación

2.3. Verificación del estado de las luminarias

En promedio, más de la mitad del total de las luminarias se encuentran funcionando a la mitad de su capacidad, el 50,46 % se encuentran en buen estado. Diversos factores influyen en los resultados obtenidos, principalmente presupuestarios, ya que se detectaron partes faltantes como soportes para lámparas y la reducción de lámparas a la mitad de la capacidad total de la luminaria. Esto ha comprometido la calidad de la iluminación y es deficiente en muchas áreas.

Tabla V. Lámparas totales

Área	Lámparas totales	Lámparas funcionando	Lámparas malas o faltantes	Lámparas led funcionando
Ala sur	4 949,00	2 590,00	2 359,00	22,00
Rampa elevadores	350,00	126,00	224,00	
Área elevadores	705,00	303,00	402,00	
Total	6 026,00	3 041,00	2 985,00	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

2.4. Índice de densidad de carga existente

A requerimiento del MEM se presenta el cálculo del índice de prestación energética, el cual indica el consumo energético proyectado anual en relación a cada metro cuadrado del ala sur. Se calcula tomando los valores medidos por el

analizador de red, realizando la proyección energética anual del 2018 al 2032, según lo solicitado por el MEM, proyección presentada en el subtítulo 2.7, página 40. Dividido por el área útil total del ala sur el resultado se expresa en kWh/m², los resultados obtenidos se muestran en la tabla VI.

Tabla VI. **Índice de prestación energética**

Año	kWh/m ²
2018	36,23
2019	39,75
2020	40,71
2021	40,68
2022	40,75
2023	40,79
2024	40,63
2025	40,63
2026	40,75
2027	41,19
2028	40,68
2029	40,46
2030	40,39
2031	40,63
2032	41,69

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

2.5. Encuesta sobre el uso de la energía eléctrica

A requerimiento del MEM se realizaron las encuestas en la jornada matutina por ser la más importante y debido a las gestiones de autorización otorgados en el hospital. Se hace un recuento de la cantidad de trabajadores a través de conteo, se pasan las encuestas a trabajadores desocupados ya que por ser un

hospital y debido a la naturaleza de la misma el personal está en constante ocupación.

2.5.1. Personal

Se realiza el conteo y se determinó la cantidad de personal para el Ala Sur.

Tabla VII. Personal total del ala sur

Total personal Ala Sur	Sótano	Nivel I	Nivel II	Nivel III	Nivel IV	Nivel V	Nivel VI	Nivel VII	
Total matutina / Diurna	42	32	25	19	21	16	20	9	184
Total tarde	0	0	10	10	8	8	8	0	44
Total noche	0	0	8	6	6	6	6	0	32
Total									260

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

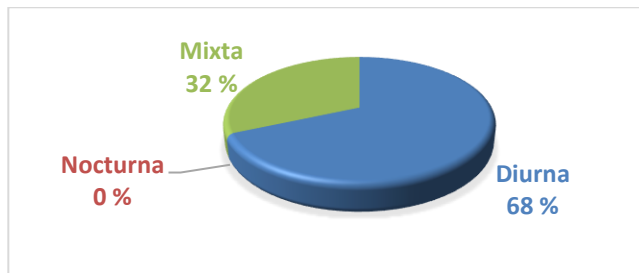
2.5.2. Encuestas

Los resultados de las encuestas se presentan a continuación: estas representan aproximadamente el 41 % del total estimado de trabajadores de la jornada matutina y diurna, por ser la principal, ya que el permiso autorizado por la institución solo incluía estas jornadas. Además de la naturaleza del trabajo que se realiza, las personas que laboran en esta área están siempre en constante ocupación, por lo que se trató de encuestar la mayor cantidad de personal posible, con el siguiente cuestionario:

A continuación se le presenta una serie de preguntas que debe marcar con una X, la respuesta.

- ¿Cuál es su jornada laboral?
 - a. Diurna
 - b. Nocturna
 - c. Mixta

Figura 6. **Resultados pregunta uno**



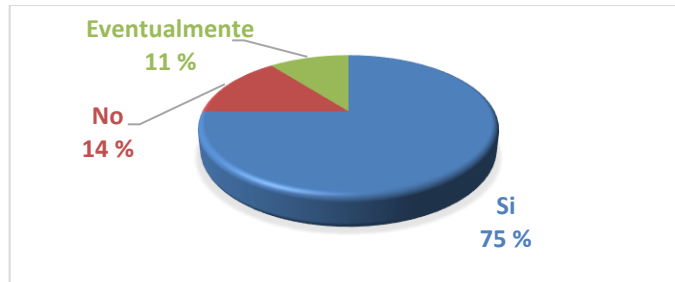
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

- ¿Utiliza equipos eléctricos para realizar sus tareas en el hospital?
 - a. Si
 - b. No
 - c. Eventualmente

Cuáles:

- a. Televisor
- b. Radiograbadora
- c. Ventilador
- d. Computadora
- e. Equipo médico
- f. Microondas

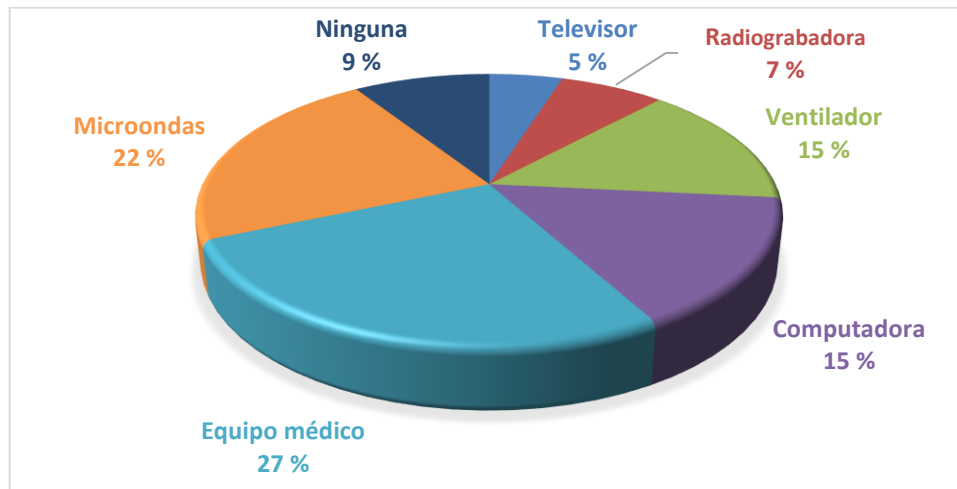
Figura 7. Resultados pregunta dos



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

De un total de 76 encuestados, 57 personas respondieron que si utilizan equipos eléctricos para realizar sus tareas laborales, 11 personas que no y 8 personas utilizan equipos eléctricos eventualmente.

Figura 8. Equipos eléctricos pregunta dos

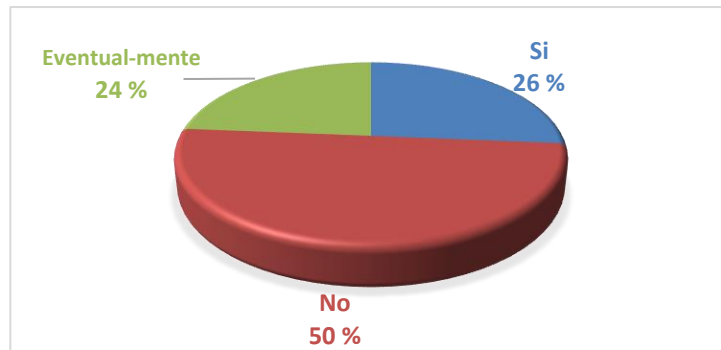


Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

- ¿Existen problemas con el servicio de la energía eléctrica (apagones u oscilaciones en el voltaje)?

- a. Si b. No c. Eventualmente

Figura 9. **Resultados pregunta tres**

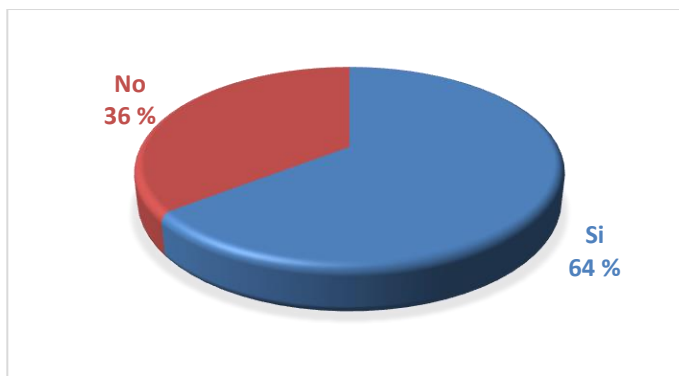


Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

- ¿Existen tomacorrientes en mal estado?

- a. Si b. No

Figura 10. **Resultados pregunta cuatro**



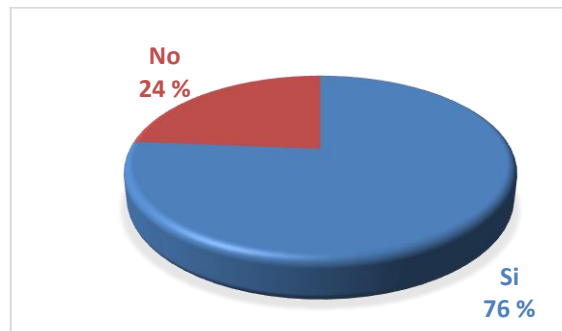
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

- ¿Existen lámparas en mal estado?

a. Si

b. No

Figura 11. Resultados pregunta cinco



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

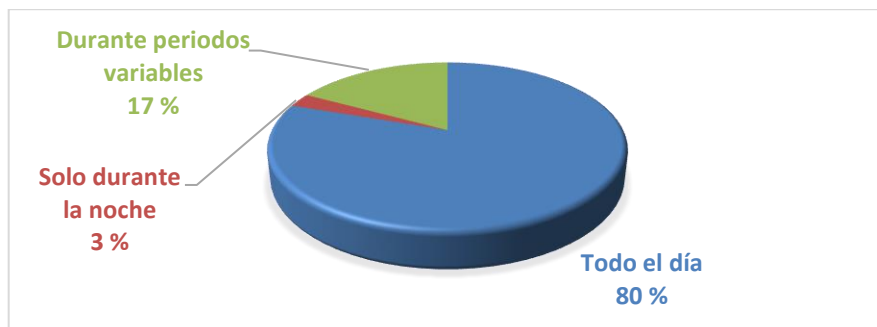
- En su área de trabajo, ¿cuánto tiempo utiliza la iluminación?

a. Todo el día

b. Solo durante la noche

c. Durante períodos variables

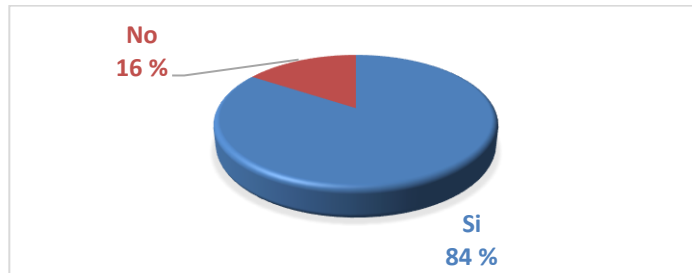
Figura 12. Resultados pregunta seis



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

- En su área de trabajo, ¿existen ventanas para iluminación natural?
a. Si b. No

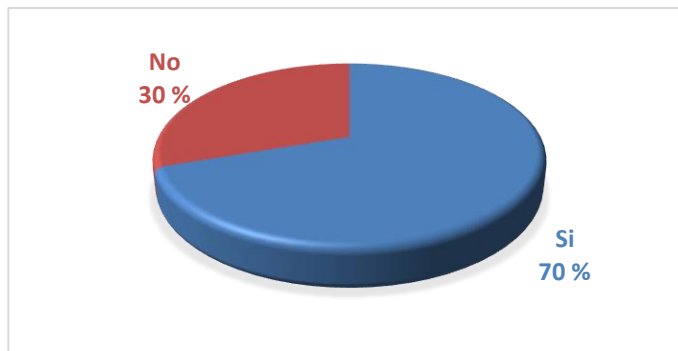
Figura 13. **Resultados pregunta siete**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

- ¿Conoce algunos hábitos para reducir el consumo de energía eléctrica?
a. Si b. No

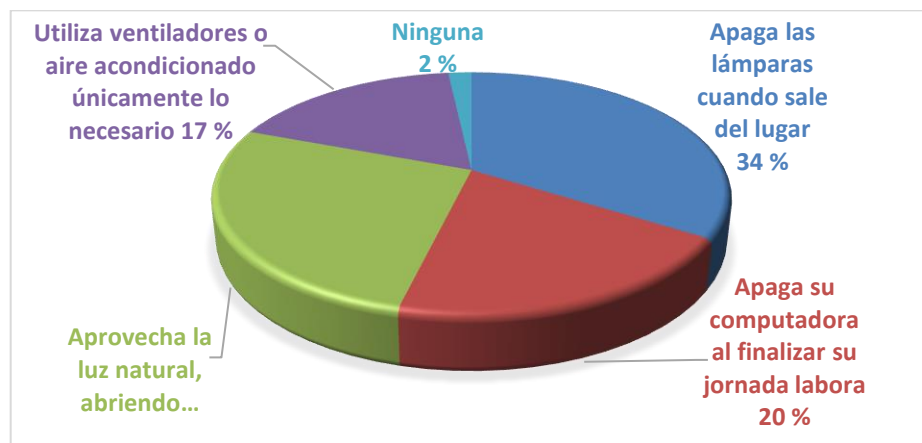
Figura 14. **Resultados pregunta ocho**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

- ¿Qué hábitos aplica para reducir el consumo de energía eléctrica?
 - a. Apaga las lámparas cuando sale del lugar.
 - b. Apaga su computadora al finalizar su jornada laboral.
 - c. Aprovecha la luz natural, abriendo las ventanas.
 - d. Utiliza ventiladores o aire acondicionado únicamente lo necesario.

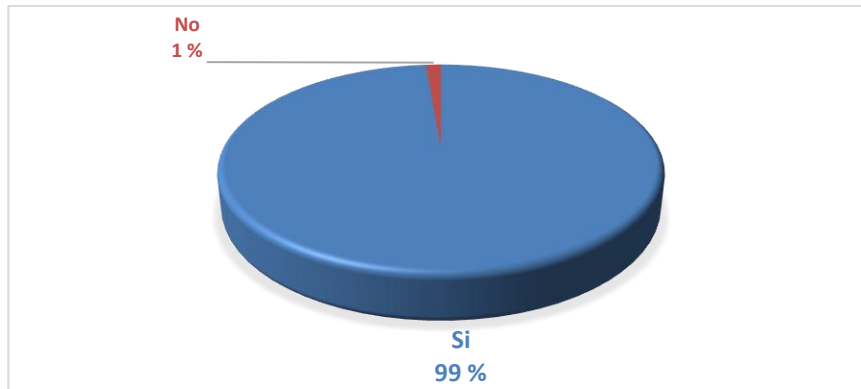
Figura 15. Resultados pregunta nueve



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

- ¿Está dispuesto a cambiar sus hábitos para reducir el consumo de energía eléctrica?
 - a. Si
 - b. No

Figura 16. **Resultados pregunta diez**

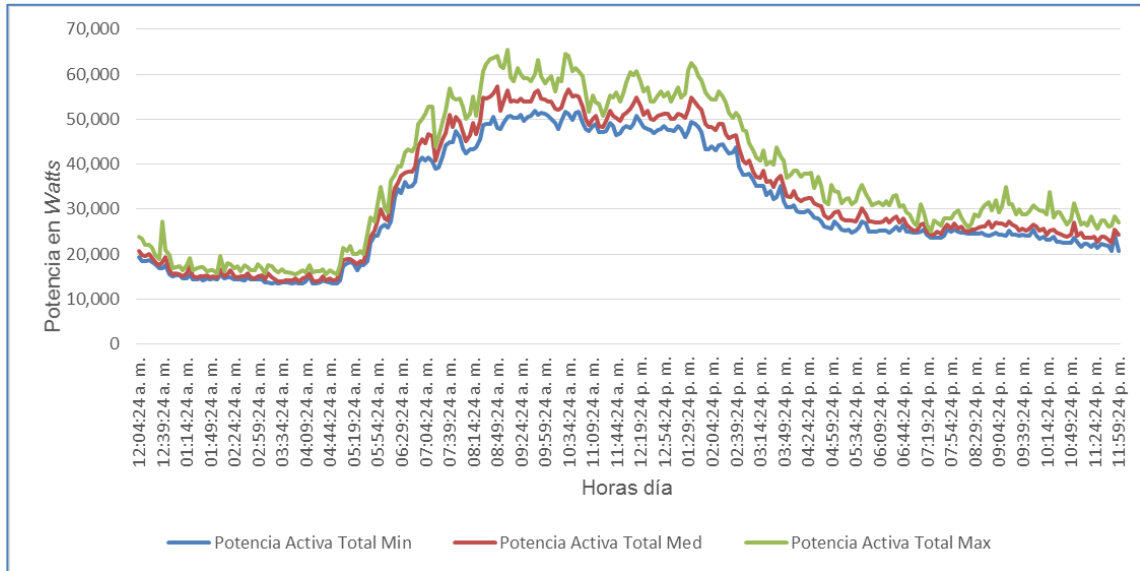


Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

2.6. **Identificación de la franja horaria de consumo**

A solicitud del MEM es identificada la franja horaria para el ala sur, con la finalidad de observar el comportamiento de demanda energética de un día típico. En la siguiente gráfica claramente se ve que el mayor consumo se da en las horas hábiles de trabajo entre las 8:00 horas a las 14:00 horas.

Figura 17. Franja horaria 30/05/2018 tablero CDP T1



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

2.7. Proyección del consumo energético

A solicitud del MEM se realiza la proyección de energía para el Ala Sur del 2018 al 2032 tomando los datos de energía proporcionados por el analizador de red. Las visitas en campo mostraron que todos los espacios para usos ya fueron ocupados, por lo que el crecimiento en el Ala Sur ya no es posible, a continuación, se presenta la proyección de consumo energético considerando los días hábiles, sábados, domingos y asuetos. Se determinó que en promedio que del 2019 al 2032 se tendrá un crecimiento de 1,04 % en consumo energético.

Figura 18. Proyección 2018 - 2025

	2018 kWh	2019 kWh	2020 kWh	2021 kWh	2022 kWh	2023 kWh	2024 kWh	2025 kWh
Enero	17,639.31	48,878.86	48,878.86	48,102.65	48,603.09	48,878.86	17,639.31	17,639.31
Febrero	22,132.71	15,697.67	16,883.02	15,697.67	15,697.67	15,697.67	22,720.27	22,132.71
Marzo	32,820.95	25,315.64	24,717.85	24,717.85	23,895.39	23,895.39	33,320.50	32,096.73
Abril	47,193.07	31,635.60	31,635.60	31,635.60	31,910.48	32,410.03	47,468.84	47,141.97
Mayo	17,639.31	48,878.86	48,102.65	48,603.09	48,878.86	48,878.86	17,639.31	18,558.85
Junio	11,791.51	18,293.04	17,373.50	17,373.50	17,373.50	17,373.50	24,728.08	24,952.75
Julio	24,717.85	23,895.39	23,895.39	24,493.18	25,315.64	25,315.64	31,322.30	31,322.30
Agosto	31,322.30	31,597.19	32,096.73	31,821.85	31,322.30	31,322.30	48,654.19	48,378.42
Septiembre	47,193.07	47,193.07	47,193.07	47,193.07	47,193.07	46,692.64	17,373.50	17,373.50
Octubre	16,719.77	16,495.10	18,558.85	19,703.06	19,703.06	18,783.52	23,895.39	24,717.85
Noviembre	23,307.83	16,495.10	24,130.29	24,130.29	24,130.29	24,130.29	31,186.26	31,410.93
Diciembre	32,596.28	32,321.40	31,821.85	31,546.97	31,597.19	32,596.28	48,603.09	48,878.86
Total	325,073.96	356,696.92	365,287.68	365,018.79	365,620.55	365,974.98	364,551.05	364,604.19
Crecimiento anual		9.73%	2.41%	-0.07%	0.16%	0.10%	-0.39%	0.01%

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

Figura 19. Proyección 2026 - 2032

	2026 kWh	2027 kWh	2028 kWh	2029 kWh	2030 kWh	2031 kWh	2032 kWh
Enero	18,558.85	19,703.06	18,783.52	17,639.31	17,639.31	17,639.31	25,315.64
Febrero	22,132.71	22,132.71	22,720.27	22,132.71	22,132.71	22,132.71	23,542.73
Marzo	31,821.85	33,095.83	31,322.30	32,820.95	32,096.73	32,096.73	32,546.07
Abril	47,141.97	47,468.84	46,365.76	47,193.07	47,141.97	47,141.97	47,468.84
Mayo	19,703.06	18,783.52	17,639.31	16,495.10	17,639.31	18,558.85	18,783.52
Junio	24,130.29	24,130.29	24,130.29	24,130.29	24,728.08	24,952.75	24,130.29
Julio	31,322.30	31,597.19	32,096.73	31,821.85	31,322.30	31,322.30	31,597.19
Agosto	48,378.42	48,878.86	49,154.63	49,154.63	48,654.19	48,378.42	48,878.86
Septiembre	17,373.50	17,373.50	18,293.04	18,517.71	17,373.50	17,373.50	17,373.50
Octubre	25,315.64	26,138.10	25,540.31	24,120.06	23,895.39	24,717.85	26,138.10
Noviembre	30,911.38	30,911.38	30,911.38	30,911.38	31,186.26	31,410.93	28,913.19
Diciembre	48,878.86	49,379.30	48,102.65	48,102.65	48,603.09	48,878.86	49,379.30
Total	365,668.84	369,592.58	365,060.20	363,039.71	362,412.85	364,604.19	374,067.21
Crecimiento anual	0.29%	1.07%	-1.23%	-0.55%	-0.17%	0.60%	2.60%

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

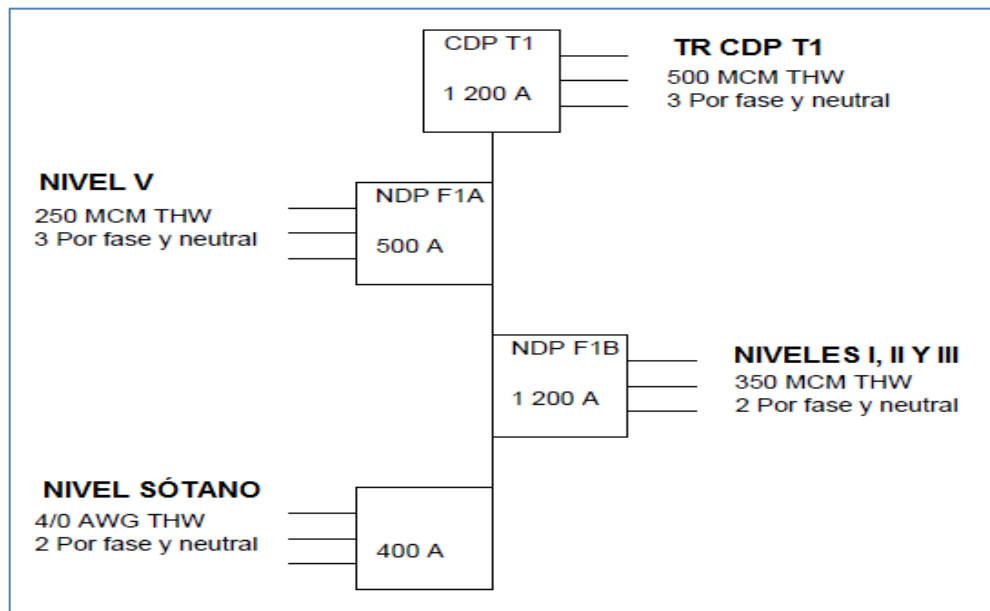
2.8. Verificación de tableros de distribución

A continuación se realizará la verificación de los tableros de distribución que son los siguientes: tablero CDP T1, tablero CDPE 12, y tablero CDP T2, tablero NDP F1^a.

- Tablero CDP T1

Tablero en el área de torre sur, ubicado en el área del sótano es energizado por el transformador TR CDP T1, este tablero distribuye a la torre sur. Se encuentra funcionando con normalidad sin presentar un historial de disparos y con una temperatura en el interruptor termo magnético principal del tablero CDP-T1, de 28,3 °C y una capacidad nominal de 1 200 A.

Figura 20. **Tablero CDP T1**

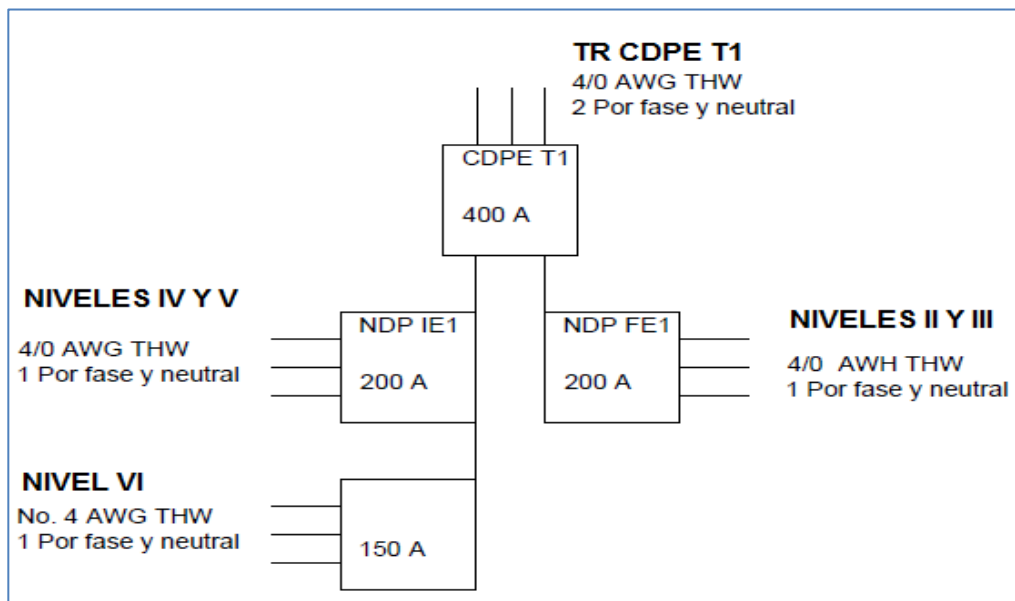


Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

- Tablero CDPE T1

Tablero para cargas especiales de torre sur, ubicado en el área del sótano es energizado por el transformador TR CDPE T1. Se encuentra funcionando con normalidad sin presentar un historial de disparos y con una temperatura en el interruptor termo magnético principal de 35 °C y una capacidad nominal de 400 A.

Figura 21. **Tablero CDPE T1**



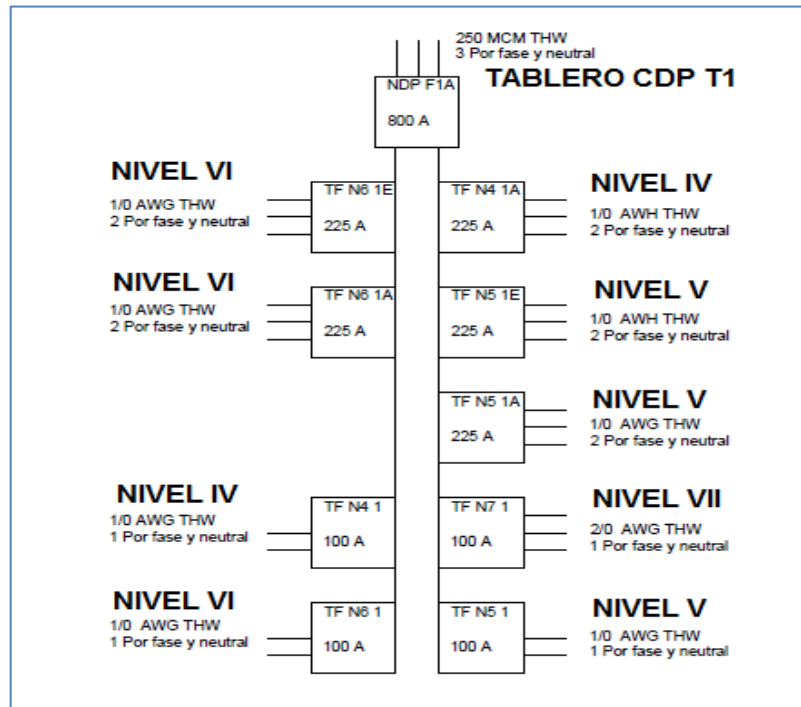
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

- Tablero NDP F 1ª

A petición de la jefatura de mantenimiento del hospital, se realiza el análisis del tablero NDP F 1A ubicado en el quinto nivel de torre sur y distribuye a los niveles cuarto, quinto, sexto y séptimo, es alimentado por el tablero CDP T1. Se

encuentra funcionando con normalidad sin presentar un historial de disparos y con una temperatura en el interruptor termo magnético principal de 24,6 °C y una capacidad nominal de 800 A.

Figura 22. **Tablero NDP F 1A**

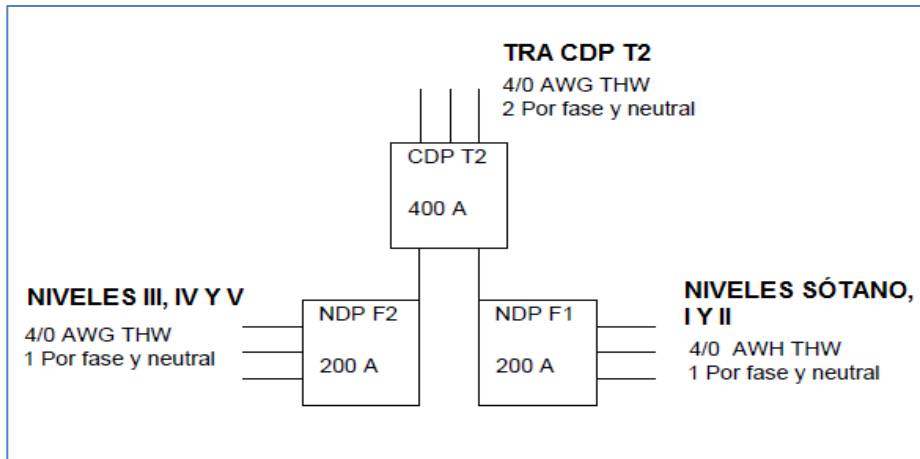


Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

- **Tablero CDP T2**

Tablero en el área de torre de elevadores, ubicado en el sótano distribuye energía a los niveles sótano, I, II, III, IV Y V. Se encuentra funcionando con normalidad sin presentar un historial de disparos y con una temperatura en el interruptor termo magnético principal del tablero CDP T2, de 22,8 °C y una capacidad nominal de 400 A.

Figura 23. **Tablero CDP T2**

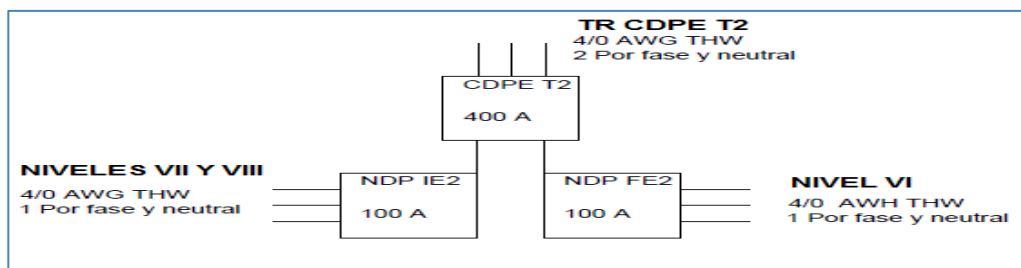


Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

- **Tablero CDPE T2**

Tablero en el área de torre de elevadores, se encuentra ubicado en el sótano, distribuye energía a los niveles VI, VII y VIII se encuentra funcionando con normalidad sin presentar un historial de disparos y con una temperatura en el interruptor termo magnético principal CDPE T2 de 35 °C y una capacidad nominal de 400 A.

Figura 24. **Tablero CDPE T2**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

2.9. Verificación de los tipos de carga

Para el ala sur, área de oficinas y mayormente encamamiento, existen dos tipos de cargas, no esencial y esencial. La no esencial es aquella que está alimentada eléctricamente por el suministro de la empresa distribuidora y la carga esencial es aquella alimentada desde la empresa distribuidora y los generadores de emergencia para mantener la seguridad y atención de aquellas cargas destinadas al funcionamiento efectivo del hospital. En el ala sur por ser un área destinada al encamamiento, no cuenta con muchas cargas esenciales mencionando las principales refrigeradores y respiradores artificiales como las principales, en áreas muy específicas.

2.10. Toma de datos de los tipos de carga

A continuación se presentan los datos recolectados en campo para el ala sur, el sótano (área administrativa), nivel I (área de consultas médicas y terapias) y nivel VII (áreas de estudiantes de medicina), no cuentan con cargas esenciales debido a la naturaleza de estas áreas.

- Carga conectada en el ala sur

Tabla VIII. Carga nivel sótano

Nivel	Área	Carga no esencial	Watts	Cantidad	Watts total
Sótano	Salud reproductiva y familiar	Seis computadoras	200.00	6.00	1,200.00
		Dos impresora	100.00	2.00	200.00
		Una fotocopiadora	900.00	1.00	900.00
		Un rauter	10.00	1.00	10.00
		Un microondas	1,000.00	1.00	1,000.00
		Una cafetera	700.00	1.00	700.00
		Una aire acondicionado pequeño	1,350.00	1.00	1,350.00
	Archivo de radiografías				0.00
	Epidemiología	Siete computadoras	200.00	7.00	1,400.00
		Una refrigeradora	1,000.00	1.00	1,000.00
Tres impresoras		100.00	3.00	300.00	
Cinco ups		15.00	5.00	75.00	
Un microondas		1,000.00	1.00	1,000.00	
Un ventilador pedestal		40.00	1.00	40.00	
Una impresora multifuncional		270.00	1.00	270.00	
Archivos médicos	Tres computadoras	200.00	3.00	600.00	
	Tres ups	15.00	3.00	45.00	
	Una impresora	100.00	1.00	100.00	
	Un microondas	1,000.00	1.00	1,000.00	
	Una cafetera	700.00	1.00	700.00	
	Un minicomponente	40.00	1.00	40.00	
	Una tv 24 pulgadas	43.00	1.00	43.00	
Registros médicos	Dieciocho computadora	200.00	18.00	3,600.00	
	Dieciocho ups	15.00	18.00	270.00	
	Un oasis	420.00	1.00	420.00	
	Un rauter grande	30.00	1.00	30.00	
	Una impresora	100.00	1.00	100.00	
Jefatura	Una computadora	200.00	1.00	200.00	
	Un ups	15.00	1.00	15.00	
Microfilmado	Un microondas	1,000.00	1.00	1,000.00	
Desechos hospitalarios	Cuatro computadora	200.00	4.00	800.00	
	Cuatro ups	15.00	4.00	60.00	
	Un microondas	1,000.00	1.00	1,000.00	
	Una impresora	100.00	2.00	200.00	
	Una fotocopiadora	900.00	1.00	900.00	
	Una impresora	100.00	1.00	100.00	
	Una cafetera	700.00	1.00	700.00	
	Archivo administrativo				
Total					21,368.00

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

Tabla IX. Carga nivel I

Nivel	Área	Carga no esencial	Watts	Cantidad	Watts total
Nivel I	Jefatura	Una computadora	200.00	1.00	200.00
		Una impresora	100.00	1.00	100.00
		Un oasis	420.00	1.00	420.00
		Una refrigeradora pequeña	500.00	1.00	500.00
	Clínica médica I				0.00
	Clínica médica II				0.00
	Área de clases				0.00
	Recepción	Un ventilador pedestal	40.00	1.00	40.00
Un oasis		420.00	1.00	420.00	
Dos computadoras		200.00	2.00	400.00	
	Terapia ocupacional	Un aire acondicionado	1,300.00	1.00	1,300.00
		Un equipo de rehabilitación virtual	800.00	1.00	800.00
	Clínica medica III	Un negatoscopio para rayos X	80.00	1.00	80.00
	Terapia del habla				0.00
	Psicología				0.00
	Educación especial	Un ventilador pedestal	40.00	1.00	40.00
		Un radio pequeño	40.00	1.00	40.00
		Un proyector de imagen	500.00	1.00	500.00
		Un rauter	15.00	1.00	15.00
		Un túnel infinito	120.00	1.00	120.00
		Una lámpara de colores	100.00	1.00	100.00
		Una bola de disco	80.00	1.00	80.00
		Hidroterapia y fisioterapia	Una bomba para agua	800.00	1.00
	Cuatro bombas para hidroterapia		400.00	1.00	400.00
	Una computadora		200.00	1.00	200.00
		Una impresora	100.00	1.00	100.00
	Electroterapia y fisioterapia	Un ultrasonido	1,200.00	1.00	1,200.00
		Ocho electroestima	800.00	8.00	6,400.00
	Gimnasio				0.00
	Lavandería	Una lavadora	900.00	1.00	900.00
		Una secadora	2,000.00	1.00	2,000.00
		Una pulidora de piso	2,500.00	1.00	2,500.00
	Cocineta	Un microondas	1,000.00	1.00	1,000.00
	Clínica medica IV	Un electrocardiograma	60.00	1.00	60.00
	Clínica medica V	Ventilador de pedestal	40.00	1.00	40.00
		Un electromiografía	400.00	1.00	400.00
		Dos computadoras	200.00	2.00	400.00
		Un ups	15.00	2.00	30.00
Total					21,585.00

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

Tabla X. Carga nivel II

Nivel	Área		Carga Esencial	Carga no Esencial	Watts	Cantidad	Watts total
Nivel II	Oficina de trabajo social			Una computadora	200.00	1.00	200.00
				Una impresora	100.00	1.00	100.00
	Dormitorio I			Una tv de 24 pulgadas	43.00	1.00	43.00
				Siete maquinas surdial	400.00	1.00	400.00
				Dos ventiladores tipo pedestal	40.00	2.00	80.00
	Cuidados Progresivos = Dormitorio general I	Recepción	Una refrigeradora pequeña		500.00	1.00	500.00
			Una refrigeradora grande		1,500.00	1.00	1,500.00
		Cocineta		Un oasis	420.00	1.00	420.00
		Curaciones		Un negatoscopio	80.00	1.00	80.00
		Encamamiento A		Dos tv de 24 pulgadas	43.00	2.00	86.00
			Veintiuno bombas de infusión		80.00	21.00	1,680.00
		Encamamiento B		Una tv con pantalla de rayos catódicos	150.00	1.00	150.00
				Ocho monitores para cardio	53.00	1.00	53.00
			Ocho ventiladores mecánicos		120.00	8.00	960.00
				Ocho camas eléctricas	240.00	8.00	1,920.00
			Catorce bombas de infusión		80.00	14.00	1,120.00
	Dormitorio II			Una tv de 24 pulgadas	43.00	1.00	43.00
	Dormitorio III			Una tv de 24 pulgadas	43.00	1.00	43.00
				Una DVD	15.00	1.00	15.00
				Un ventilador tipo pedestal	40.00	1.00	40.00
	Cocineta I = Lavado de equipo						0.00
	Aula = Cuidados intensivos		Veinticinco bombas de infusión		80.00	25.00	2,000.00
				Seis monitores	53.00	6.00	318.00
				Seis ventiladores tipo pedestal	40.00	6.00	240.00
				Un aire acondicionado mediano	900.00	1.00	900.00
				Un negatoscopio	80.00	1.00	80.00
		Área enfermeras		Una computadora	200.00	1.00	200.00
				Una impresora	100.00	1.00	100.00
	Dormitorio IV						0.00
	Dormitorio V						0.00
	Operados de emergencia = Dormitorio general II	Recepción		Un radio pequeño	40.00	1.00	40.00
				Un ventilador tipo pedestal	40.00	1.00	40.00
		Cocineta					0.00
		Encamamiento A		Una tv de 24 pulgadas	43.00	1.00	43.00
		Encamamiento B					0.00
		Curaciones					0.00
	Dormitorio VI						0.00
	Cocineta II			Un microondas	1,000.00	1.00	1,000.00
Total							14,394.00

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

Tabla XI. Carga nivel III

Nivel	Área		Carga Esencial	Carga no Esencial	Watts	Cantidad	Watts total	
Nivel III	Oficina de trabajo social			Un Ups	15.00	1.00	15.00	
				Un computadora	200.00	1.00	200.00	
				Una impresora	100.00	1.00	100.00	
				Un ventilador tipo pedestal	40.00	1.00	40.00	
	Dormitorio I						0.00	
	Traumatología mujeres = Dormitorio general I	Recepción					0.00	
		Cocineta		Un microondas	1,000.00	1.00	1,000.00	
		Curaciones					0.00	
		Encamamiento A		Una tv con pantalla de rayos catódicos	150.00	1.00	150.00	
		Encamamiento B		Dos tv con pantalla de rayos catódicos	150.00	2.00	300.00	
	Dormitorio II			Una tv con pantalla de rayos catódicos	150.00	1.00	150.00	
					Una tv plasma de 32	156.00	1.00	156.00
	Dormitorio III						0.00	
	Cocineta I						0.00	
	Aula = Centro pedagógico	Recepción		Una refrigeradora pequeña	500.00	1.00	500.00	
				Un microondas	1,000.00	1.00	1,000.00	
				Un oasis	420.00	1.00	420.00	
				Un tostador	1,000.00	1.00	1,000.00	
				Una cafetera	700.00	1.00	700.00	
				Una tv led de 43 Pulgadas	230.00	1.00	230.00	
				Un negatoscopio	80.00	1.00	80.00	
				Tres impresoras	100.00	1.00	100.00	
				Cuatro computadoras	200.00	4.00	800.00	
				Dos ups	15.00	2.00	30.00	
				Un aire acondicionado mediano	900.00	1.00	900.00	
				Un router	15.00	1.00	15.00	
			Oficina			Un aire acondicionado pequeño	550.00	1.00
				Una computadora	200.00	1.00	200.00	
				Una computadora portátil	65.00	1.00	65.00	
				Un radio pequeño	40.00	1.00	40.00	
	Dormitorio IV						0.00	
	Dormitorio V						0.00	
	Traumatología hombres= Dormitorio general II	Recepción	Una refrigerado pequeña		500.00	1.00	500.00	
				Un radio pequeño	40.00	1.00	40.00	
				Un ventilador tipo pedestal	40.00	1.00	40.00	
				Una computadora portátil	65.00	1.00	65.00	
			Cocineta		Un microondas	1,000.00	1.00	1,000.00
			Encamamiento A		Dos tv con pantalla de rayos catódicos	150.00	2.00	300.00
			Encamamiento B		Una tv con pantalla de rayos catódicos	150.00	1.00	150.00
	Curaciones		Un negatoscopio	80.00	1.00	80.00		
	Dormitorio VI						0.00	
	Cocineta II			Un microondas	1,000.00	1.00	1,000.00	
	Oficina trabajo social			Una computadora	200.00	1.00	200.00	
				Una impresora	100.00	1.00	100.00	
Total							12,216.00	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

Tabla XII. Carga nivel IV

Nivel	Área		Carga Esencial	Carga no Esencial	Watts	Cantidad	Watts total		
Nivel IV	Oficina de trabajo social = Oficina de primera cirugía								
	Dormitorio I								
	Primera cirugía mujeres = Dormitorio general I	Recepción			Un ventilador tipo pedestal	40.00	1.00	40.00	
		Cocineta			Un microondas	1,000.00	1.00	1,000.00	
		Curaciones						0.00	
		Encamamiento A		Una refrigeradora mediana		900.00	1.00	900.00	
						150.00	1.00	150.00	
		Encamamiento B						0.00	
	Dormitorio II							0.00	
	Dormitorio III							0.00	
	Cocineta I							0.00	
	Aula = Jefatura de cirugía	Recepción			Un oasis	420.00	1.00	420.00	
					Una computadora	200.00	1.00	200.00	
					Un escáner	150.00	1.00	150.00	
					Una cafetera	700.00	1.00	700.00	
					Una impresora multifuncional	270.00	1.00	270.00	
					Una refrigeradora pequeña	500.00	1.00	500.00	
		Sala de juntas				Un microondas	1,000.00	1.00	1,000.00
						Un negatoscopio	80.00	1.00	80.00
						Un ventilador	40.00	1.00	40.00
			Oficina I			Un ups	15.00	1.00	15.00
Una impresora						100.00	1.00	100.00	
Un ventilador tipo pedestal						40.00	1.00	40.00	
				Una computadora	200.00	1.00	200.00		
Dormitorio IV							0.00		
Dormitorio V							0.00		
Cirugía mujeres = Dormitorio general II	Recepción			Un radio pequeño	40.00	1.00	40.00		
				Una refrigeradora pequeña	500.00	1.00	500.00		
	Cocineta							0.00	
	Encamamiento A				Una tv con pantalla de rayos catódicos	150.00	1.00	150.00	
Encamamiento B									
	Curaciones			Una bomba de infusión	80.00	1.00	80.00		
Dormitorio VI								0.00	
Cocineta II								0.00	
Oficina trabajo social				Un ups	15.00	1.00	15.00		
				Una computadora	200.00	1.00	200.00		
				Un ventilador tipo pedestal	40.00	1.00	40.00		
Total							6,830.00		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

Tabla XIII. **Carga nivel V**

Nivel	Área		Carga Esencial	Carga no Esencial	Watts	Cantidad	Watts total
Nivel V	Oficina de trabajo social			Una computadora	200.00	1.00	200.00
	Dormitorio I						0.00
	Medicina mujeres = Dormitorio general I	Recepción		Un radio pequeño	40.00	1.00	40.00
		Cocineta					0.00
		Curaciones	Un ventilador mecánico		120.00	1.00	120.00
				Una bomba de infusión	80.00	1.00	80.00
		Encamamiento A		Una tv con pantalla de rayos catódicos	150.00	1.00	150.00
		Encamamiento B		Cinco bombas de infusión	80.00	5.00	400.00
	Dormitorio II						0.00
	Dormitorio III						0.00
	Cocineta I			Dos microondas	1,000.00	2.00	2,000.00
				Una refrigeradora pequeña	500.00	1.00	500.00
	Aula = Sala de conferencias			Un sistema de aire acondicionado	1,800.00	1.00	1,800.00
	Dormitorio IV						0.00
	Dormitorio V						0.00
	Medicina mujeres = Dormitorio general II	Recepción		Un refrigerado pequeña	500.00	1.00	500.00
		Cocineta					0.00
		Encamamiento A		Una tv con pantalla de rayos catódicos	150.00	1.00	150.00
		Encamamiento B		Una tv con pantalla de rayos catódicos	150.00	1.00	150.00
		Curaciones					0.00
	Dormitorio VI						0.00
	Cocineta II			Un microondas	1,000.00	1.00	1,000.00
	Oficina trabajo social = jefatura de psicología			Una computadora	200.00	1.00	200.00
Total							7,290.00

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

Tabla XIV. Carga nivel VI

Nivel	Área		Carga Esencial	Carga no Esencial	Watts	Cantidad	Watts total
Nivel VI	Oficina de trabajo social						
	Dormitorio I			Un televisor led de 32 pulgadas	156.00	1.00	156.00
	Medicina interna = Dormitorio general I	Recepción					0.00
		Cocineta					0.00
		Curaciones					0.00
		Encamamiento A					0.00
		Encamamiento B					0.00
	Dormitorio II						0.00
	Dormitorio III			Un televisor led de 32 pulgadas	156.00	1.00	156.00
	Cocineta I			Un microondas	1,000.00	1.00	1,000.00
				Una refrigeradora pequeña	500.00	1.00	500.00
	Aula = Sala de conferencias			Un aire acondicionado	900.00	1.00	900.00
		Salón auxiliar					0.00
	Dormitorio IV			Un televisor led de 32 pulgadas	152.00	1.00	152.00
	Dormitorio V						0.00
	Cardiología hombres = Dormitorio general II	Recepción		Un radio pequeño	40.00	1.00	40.00
		Cocineta					0.00
		Encamamiento A					0.00
		Encamamiento B					0.00
		Curaciones		Un negatoscopio	80.00	1.00	80.00
				Un desfibrilador	20.00	1.00	20.00
	Oficina de Cardiología= Dormitorio VI			Un televisor led de 32 pulgadas	156.00	1.00	156.00
				Un microondas	1,000.00	1.00	1,000.00
				Una computadora	200.00	1.00	200.00
	Cocineta II			Un microondas	1,000.00	1.00	1,000.00
	jefatura de psicología			Una computadora	200.00	1.00	200.00
				Una impresora	100.00	1.00	100.00
Total							5,660.00

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

Tabla XV. Carga nivel VII

Nivel	Área	Carga no Esencial	Potencia en Watts	Cantidad	Watts total
Nivel VII	Aula				
	Auditórium C junto con auditórium D	Una cañonera	498.00	1.00	498.00
		Una computadora portátil	65.00	1.00	65.00
	Auditórium B	Una computadora portátil	65.00	1.00	65.00
		Una cañonera	498.00	1.00	498.00
		Una cafetera	700.00	1.00	700.00
	Auditórium A				
	Sala virtual	Doce computadoras	200.00	12.00	2,400.00
		Un oasis	420.00	1.00	420.00
		Siete ups	15.00	7.00	105.00
		Un microondas	1,000.00	1.00	1,000.00
		Una cañonera	498.00	1.00	498.00
	Jefatura	Una fotocopiadora	900.00	1.00	900.00
		Dos impresoras	100.00	1.00	100.00
		Dos computadoras	200.00	2.00	400.00
	Logística	Dos computadoras	200.00	2.00	400.00
		Dos cafeteras	700.00	2.00	1,400.00
		Dos ventiladores tipo pedestal	40.00	2.00	80.00
		Dos ups	15.00	2.00	30.00
		Dos impresoras	100.00	2.00	200.00
	Biblioteca virtual	Dieciocho computadoras	200.00	18.00	3,600.00
		Dieciocho ups	15.00	18.00	270.00
		Un escáner	150.00	1.00	150.00
		Una impresora	100.00	1.00	100.00
		Un aire acondicionado	1,300.00	1.00	1,300.00
	Salón docencia				0.00
	Café internet	Dos impresoras	100.00	1.00	100.00
		Cinco computadoras	200.00	5.00	1,000.00
		Una impresora multifuncional	270.00	1.00	270.00
		Un rauter	15.00	1.00	15.00
		Cinco ups	15.00	5.00	75.00
	Biblioteca	Un microondas	1,000.00	1.00	1,000.00
		Una cafetera	700.00	1.00	700.00
		Una computadora	200.00	1.00	200.00
		Una fotocopiadora	900.00	1.00	900.00
	Aula biblioteca	Un ventilador tipo pedestal	40.00	1.00	40.00
		Una cañonera	498.00	1.00	498.00
		Una computadora	200.00	1.00	200.00
Total					20,177.00

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

- Carga conectada en área de elevadores

Tabla XVI. **Carga área elevadores**

Nivel	Área	Carga no Esencial	Potencia en <i>Watts</i>	Cantidad	<i>Watts</i> total
Sótano	Intendencia	Una tv de 24 pulgadas	43.00	1.00	43.00
		Un microondas	1,000.00	1.00	1,000.00
		Dos computadoras	200.00	2.00	400.00
		Una impresora	100.00	1.00	100.00
I		Una computadora	200.00	1.00	200.00
		Una impresora	100.00	1.00	100.00
II		Dos computadoras	200.00	2.00	400.00
		Dos impresoras	100.00	2.00	200.00
III		Una computadora	200.00	1.00	200.00
		Una impresora	100.00	1.00	100.00
IV		Una computadora	200.00	1.00	200.00
		Una impresora	100.00	1.00	100.00
V		Una computadora	200.00	1.00	200.00
		Una impresora	100.00	1.00	100.00
V		Una computadora	200.00	1.00	200.00
		Una impresora	100.00	1.00	100.00
VII	Tienda	Dos refrigeradoras grandes	1,500.00	2.00	3,000.00
		Centro de motores	Motor eléctrico	18,650.00	2.00
VIII	Centro de motores	Motor eléctrico	18,650.00	1.00	18,650.00
Total					62,593.00

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

2.11. Análisis de la red eléctrica usando analizador de red

Se conectó el analizador de red marca *fluke* 435 serie II, en cuatro alimentadores principales: dos en el ala sur, dos en área de elevadores y un tablero de distribución en el ala sur a petición del área de mantenimiento del hospital, esto en dos semanas tratando de coordinar de la manera mejor posible los días que estuvo conectado el analizador de red van desde el 29/05/2018 hasta el 15/06/2018.

Figura 25. Analizador de red

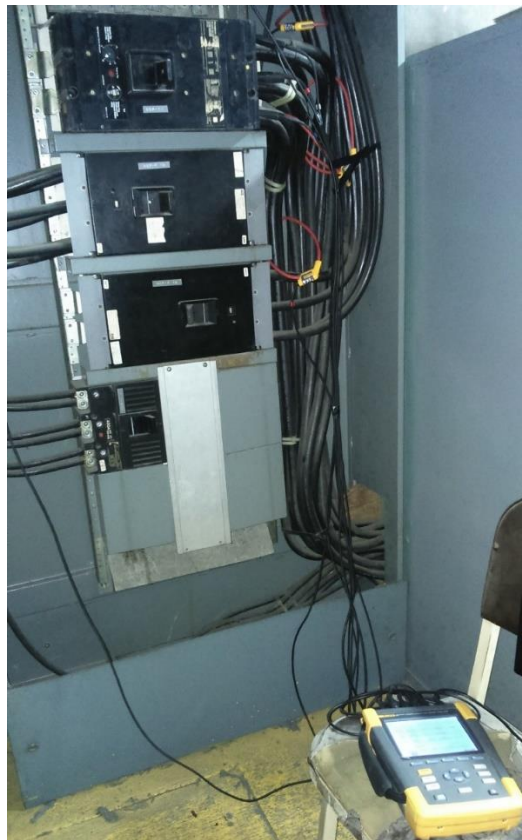


Fuente: elaboración propia.

- Tablero CDP T1

Para el alimentador del tablero CDP T1, ubicado en el sótano del ala sur, se conecta el analizador de red en conexión estrella desde el 29/05/2018 realizando la primera medida a las 14 horas con 19 minutos y 24 segundos, a intervalos de cinco minutos hasta el 05/06/2018 a las 7 horas con 54 minutos y 24 segundos, el analizador no pudo ser retirado el 04/06/2018 por la erupción del volcán y, por motivos didácticos, los datos analizados para este tablero fueron tomados del 30/05/2018 al 04/06/2018 teniendo así 6 días exactos para un total 1 940 registros en 6 días, 17 horas y 40 minutos.

Figura 26. **Analizador de red conectado a tablero principal CDP T1**



Fuente: Hospital General San Juan de Dios. Sótano ala sur.

- Tablero CDPE T1

Para el alimentador del tablero CDPE T1, encargado de alimentar las cargas esenciales en el ala sur, se conecta el analizador de red en conexión estrella desde el 13/06/2018 realizando la primera medida a las 09 horas con 13 minutos y 47 segundos, a intervalos de un minuto hasta el 15/06/2018 a las 7 horas con 59 minutos y 47 segundos, para un total de 2 807 registros en 1 día con 22 horas y 47 minutos.

Figura 27. **Analizador de red conectado a tablero principal CDPE T1**



Fuente: Hospital General San Juan de Dios. Sótano ala sur.

- Tablero NDP F 1A

Para el alimentador tablero NDP F 1A, tablero de distribución ubicado en el quinto nivel del ala sur encargado de alimentar los niveles IV, V, VI, y VII, a petición de la jefatura de mantenimiento considerando su particular interés en el estado actual, se conecta el analizador de red en conexión estrella desde el 05/06/2018 realizando la primera medida a las 10 horas con 36 minutos y 11 segundos, a intervalos de cinco minutos hasta el 8/06/2018 a las 08 horas con 31 minutos y 11 segundos, para un total de 840 registros en 2 días con 22 horas y 0 minutos.

Figura 28. **Analizador de red conectado al tablero de distribución NDP F 1A**



Fuente: Hospital General San Juan de Dios. Quinto nivel ala sur.

- Tablero CDP T2

Para el alimentador del tablero CDP T2, tablero principal ubicado en el sótano de la torre de elevadores, a petición de la jefatura de mantenimiento considerando su particular interés en el estado actual, se conecta el analizador de red en conexión estrella desde el 08/06/2018 realizando la primera medida a las 11 horas con 37 minutos y 30 segundos, a intervalos de cinco minutos hasta el 11/06/2018 a las 08 horas con 32 minutos y 30 segundos, para un total de 828 registros en 2 días con 21 horas y 0 minutos.

Figura 29. **Analizador de red conectado a tablero principal CDP T2**



Fuente: Hospital General San Juan de Dios. Sótano torre elevadores.

- Tablero CDPE T2

Para el alimentador del tablero CDPE T2, tablero principal ubicado en el sótano de la torre de elevadores a petición de la jefatura de mantenimiento, considerando su particular interés en el estado actual, se conecta el analizador de red en conexión estrella desde el 11/06/2018 realizando la primera medida a las 09 horas con 03 minutos y 37 segundos, a intervalos de un minuto hasta el 13/06/2018 a las 08 horas con 16 minutos y 37 segundos, para un total de 2 834 registros en 1 día con 23 horas y 14 minutos.

Figura 30. **Analizador de red conectado a tablero principal CDPE T2**



Fuente: Hospital General San Juan de Dios. Sótano torre elevadores.

2.12. Mediciones térmicas

Para evaluar la temperatura se utilizó la cámara termográfica marca *fluke* modelo TiS45-16090287, con un sensor de 160 x 120 pixeles.

2.12.1. Patrón de temperatura de transformadores y motores

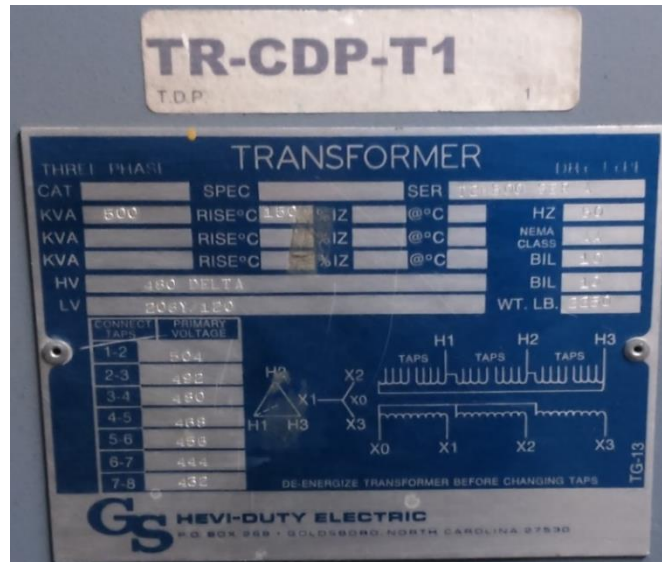
A continuación se realiza una descripción del patrón de temperatura de transformadores de motores que son los siguientes: transformador TR CDP T1, ubicado en sótano ala sur, transformador TR CDPE T1, sótano ala sur, entre otros.

- Transformador TR CDP T1, sótano ala sur

Transformador tipo seco marca *Hevi Duty Electric* principal en el ala sur que es alimentado desde el sistema estrella 480/277 voltios, provenientes del transformador Geafol: 2 500-3 500 kVA, 13 200/480/277 voltios, 60 Hz, conexión delta-estrella, con ventilación forzada, transformador principal para todo el hospital. Este alimenta al tablero CDP T1. Sus características, según la placa del transformador son: 500 kVA, 150 °C de temperatura máxima, 60 Hz, 480 voltios conexión delta en el primario y 208/120 voltios conexión estrella en el secundario, con ventilación por convección, debajo de los devanados.

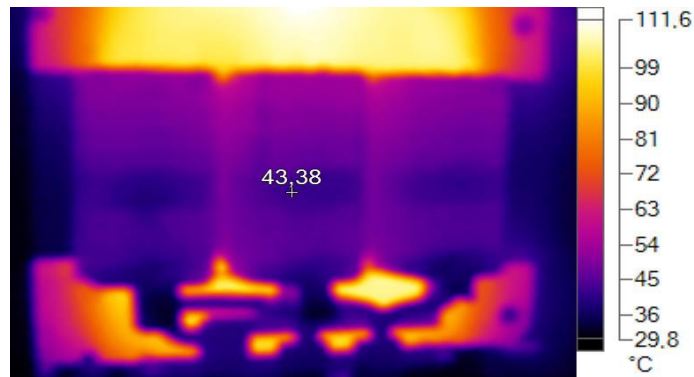
Los resultados termográficos para este transformador, en los bornes del lado primario, promedian un valor de 35,66 °C el cual se considera un valor normal. En el lado secundario promedian un valor de 42,21 °C, siendo también un valor normal. La temperatura promedio para los devanados del transformador de izquierda a derecha 109,48 °C, 117,42 °C y 108,22 °C, para un promedio de 111,70 °C estando estas dentro del rango de temperatura máxima de 150 °C.

Figura 31. Placa de características TR CDP T1



Fuente: Hospital General San Juan de Dios. Sótano ala sur.

Figura 32. Imagen termográfica TR CDP T1



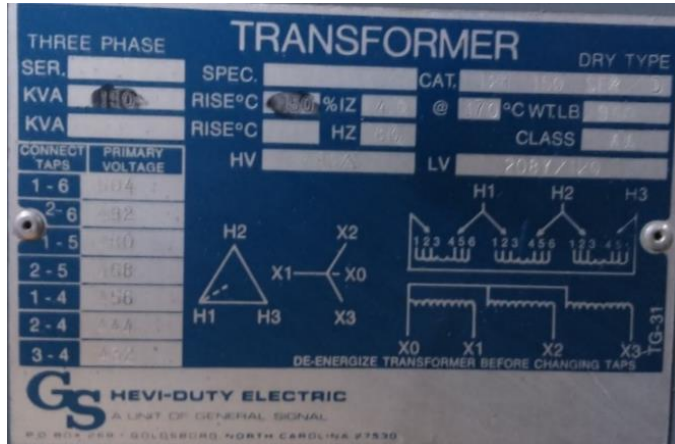
Fuente: Hospital General San Juan de Dios. Sótano ala sur.

- Transformador TR CDPE T1, sótano ala sur

Transformador tipo seco marca *Hevi Duty Electric*, en el ala sur que es alimentado desde el sistema estrella 480/277 voltios, provenientes del transformador Gafol: 2 500-3 500 kVA, 13,200/480/277 voltios, 60 Hz, conexión delta-estrella, con ventilación forzada, transformador principal para todo el hospital. También es alimentado desde la transferencia automática, este transformador alimenta al tablero CDPE T1 para cargas esenciales. Sus características según la placa del transformador son: 150 kVA, 150 °C de temperatura máxima, 60 Hz, 480 voltios conexión delta en el primario y 208/120 voltios conexión estrella en el secundario, con ventilación por convección, debajo de los devanados.

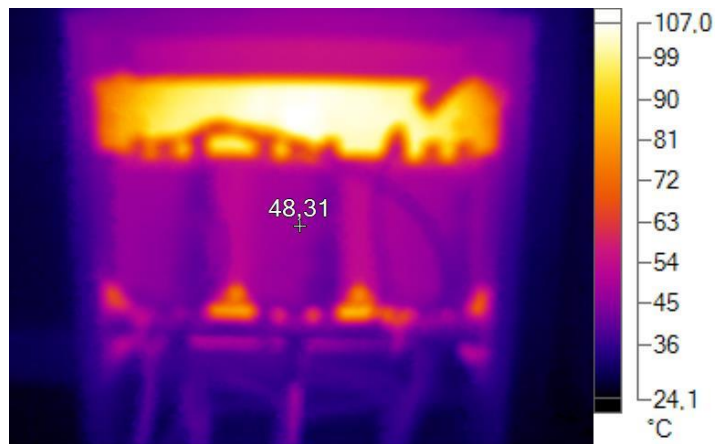
Los resultados termográficos para este transformador, en los bornes del lado primario, promedian un valor de 38,89 °C el cual se considera un valor normal. En el lado secundario promedian un valor de 45,20 °C, siendo también un valor normal. La temperatura promedio para los devanados del transformador de izquierda a derecha 113,34 °C, 110,83 °C y 110,55 °C, para un promedio de 111,57 °C estando estas dentro del rango de temperatura máxima de 150 °C.

Figura 33. **Placa de características TR CDPE T1**



Fuente: Hospital General San Juan de Dios. Sótano ala sur.

Figura 34. **Imagen termográfica TR CDPE T1**



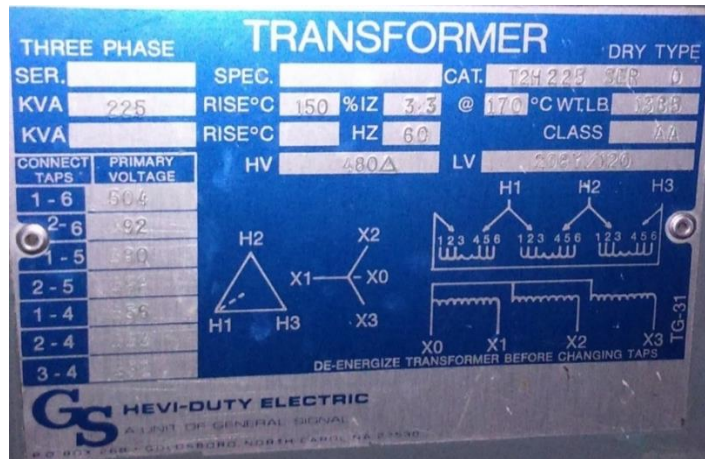
Fuente: Hospital General San Juan de Dios. Sótano ala sur.

- Transformador TR CDP T2, sótano torre de elevadores

Transformador tipo seco marca *Hevi Duty Electric*, en torre de elevadores que es alimentado desde el sistema estrella 480/277 voltios, provenientes del transformador Geafol: 2 500-3 500 kVA, 13 200/480/277 voltios, 60 Hz, conexión delta-estrella, con ventilación forzada, transformador principal para todo el hospital. Este alimenta al tablero CDP T2 para cargas normales. Sus características según la placa del transformador son: 225 kVA, 150 °C de temperatura máxima, 60 Hz, 480 voltios conexión delta en el primario y 208/120 voltios conexión estrella en el secundario, con ventilación por convección, debajo de los devanados.

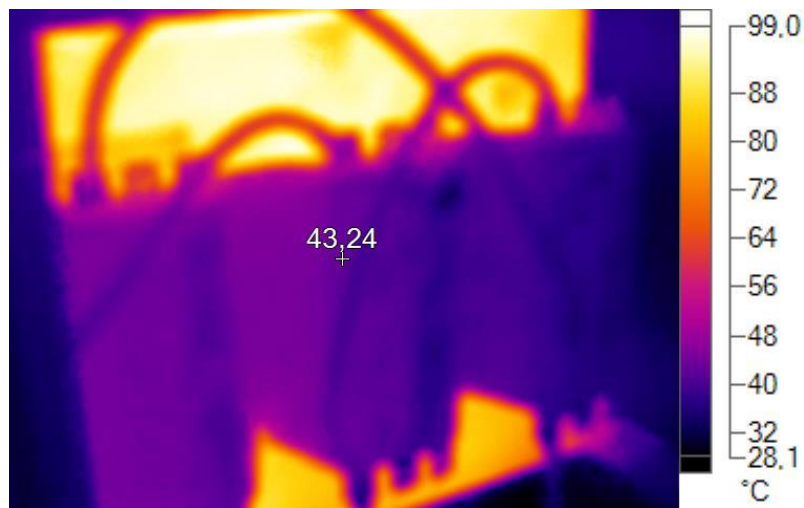
Los resultados termográficos para este transformador, en los bornes del lado primario, promedian un valor de 40,54 °C el cual se considera un valor normal. En el lado secundario promedian un valor de 62,04 °C, siendo también un valor normal. La temperatura promedio para los devanados del transformador de izquierda a derecha 59,03 °C, 55,15 °C y 58,27 °C, para un promedio de 57,48 °C estando estas dentro del rango de temperatura máxima de 150 °C.

Figura 35. Placa de características TR CDP T2



Fuente: Hospital General San Juan de Dios. Sótano ala sur.

Figura 36. Imagen termográfica TR CDP T2



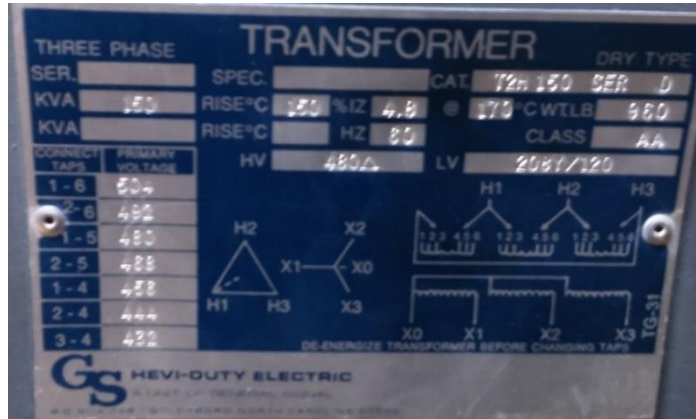
Fuente: Hospital General San Juan de Dios. Sótano ala sur.

- Transformador TR CDPE T2, sótano torre de elevadores

Transformador tipo seco marca *Hevi Duty Electric*, ubicado en torre de elevadores que es alimentado desde el sistema estrella 480/277 voltios, provenientes del transformador Geafol: 2 500-3 500 kVA, 13,200/480/277 voltios, 60 Hz, conexión delta-estrella, con ventilación forzada, transformador principal para todo el hospital. También es alimentado desde la transferencia automática, este transformador alimenta al tablero CDPE T2 para cargas esenciales, cuyas características según la placa del transformador son: 125 kVA, 150 °C de temperatura máxima, 60 Hz, 480 voltios conexión delta en el primario y 208/120 voltios conexión estrella en el secundario, con ventilación por convección, debajo de los devanados.

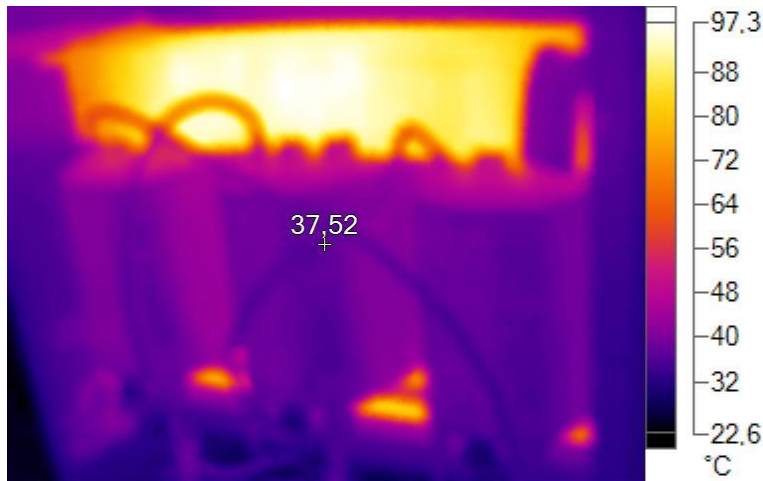
Los resultados termográficos para este transformador, en los bornes del lado del primario, promedian un valor de 49,67 °C el cual se considera un valor normal. En el lado secundario promedian un valor de 52,23 °C, siendo también un valor normal. La temperatura promedio para los devanados del transformador de izquierda a derecha 53,41 °C, 50,50 °C y 51,78 °C, para un promedio de 51,89 °C estando estas dentro del rango de temperatura máxima de 150 °C.

Figura 37. **Placa de características TR CDPE T2**



Fuente: Hospital General San Juan de Dios. Sótano elevadores.

Figura 38. **Imagen termográfica TR CDP T2**



Fuente: Hospital General San Juan de Dios. Sótano elevadores.

- Motores en área de elevadores

Al momento de realizar el análisis termográfico en campo, se encontraban en funcionamiento únicamente dos elevadores de los doce existentes, siendo estos el elevador número uno y el elevador número siete.

El tipo de motor utilizado en todos los elevadores es de las mismas características para el elevador número uno y elevador número siete, marca *Imperial* de 25 Hp, 850 revoluciones por minuto, 240 voltios y una temperatura máxima de operación de 50 °C.

- Motor elevador uno

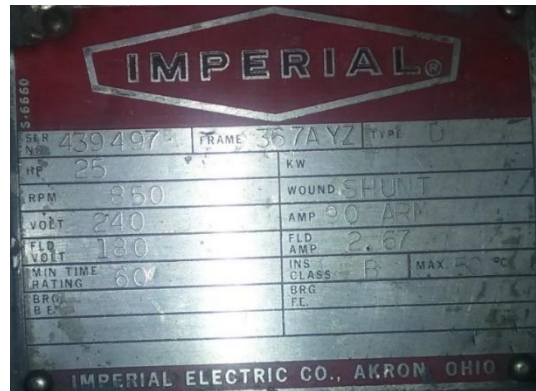
El análisis termográfico muestra una alta temperatura en los devanados del motor, hasta 67,78 °C en los devanados, esto debido a la alta cantidad de horas operativas ya que funciona las veinticuatro horas del día durante todo el año, superando así el valor máximo de operación del fabricante que es de 50 °C, por lo que se recomienda mejorar la ventilación para no reducir drásticamente la vida útil del motor.

Figura 39. **Motor eléctrico elevador uno**



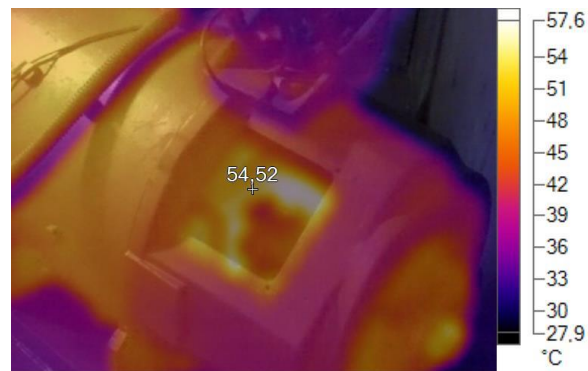
Fuente: Hospital General San Juan de Dios. Séptimo nivel torre elevadores.

Figura 40. **Placa de características motor elevador**



Fuente: Hospital General San Juan de Dios. Séptimo nivel torre elevadores.

Figura 41. **Imagen termográfica motor elevador uno**



Fuente: Hospital General San Juan de Dios. Séptimo nivel torre elevadores.

- Motor elevador siete

El análisis termográfico muestra una alta temperatura en los devanados del motor, hasta 55,66 °C en los devanados, esto debido a la alta cantidad de horas operativas ya que funciona las veinticuatro horas del día durante todo el año exclusivamente para pacientes, superando así el valor máximo de operación del

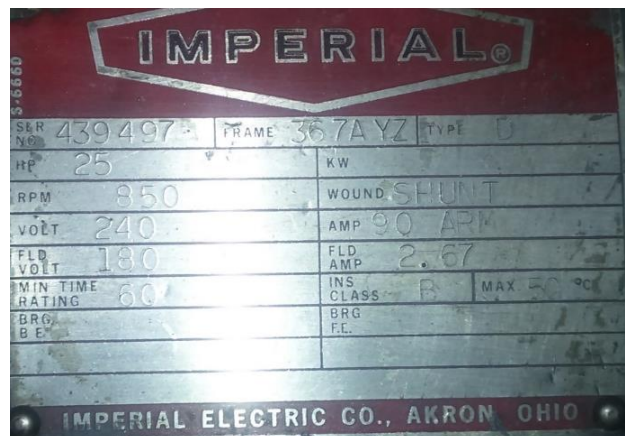
fabricante que es 50 °C, por lo que se recomienda mejorar la ventilación para no reducir drásticamente la vida útil del motor.

Figura 42. **Motor eléctrico elevador siete**



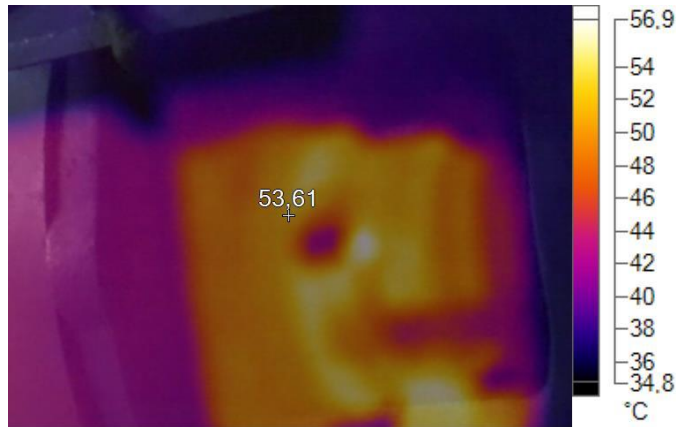
Fuente: Hospital General San Juan de Dios. Séptimo nivel torre elevadores.

Figura 43. **Placa de características motor elevador**



Fuente: Hospital General San Juan de Dios. Séptimo nivel torre elevadores.

Figura 44. **Imagen termográfica motor elevador siete**



Fuente: Hospital General San Juan de Dios. Séptimo nivel torre elevadores.

2.12.2. Patrón de temperatura de los alimentadores

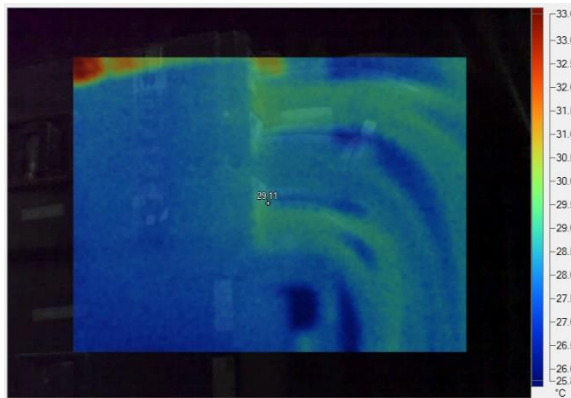
Para evaluar la temperatura de los alimentadores se utilizó la cámara termográfica marca *fluke* modelo TiS45-16090287, con un sensor de 160 x 120 pixeles.

- Tableros en el sótano del ala sur

El alimentador hacia el tablero de distribución CDP-T1, ubicado en el sótano del ala sur consta de tres conductores por fase y neutral configuración estrella, calibre 500 MCM THW sin mostrar fatiga y con una temperatura promedio para forro de las fases de 29 °C y neutral de 29,5 °C, la temperatura para los bornes en las fases promedian un valor de 29,5 °C y en los bornes del neutral un valor de 31,6 °C.

La temperatura nominal para el conductor 500 MCM THW en tubería es de 75 °C por lo que se encuentran los alimentadores con normalidad y sin presentar fatiga.

Figura 45. **Alimentadores tablero CDP-T1**



Fuente: Hospital General San Juan de Dios. Séptimo nivel torre elevadores.

El alimentador hacia el tablero de distribución CDPE-T1, ubicado en el sótano del ala sur consta de dos conductores por fase y neutral configuración estrella, calibre 4/0 AWG THW sin mostrar fatiga y con una temperatura promedio para forro de las fases de 32,5 °C y neutral de 29,6 °C, la temperatura para los bornes en las fases promedian un valor de 35,4 °C y en los bornes del neutral un valor de 33,3 °C.

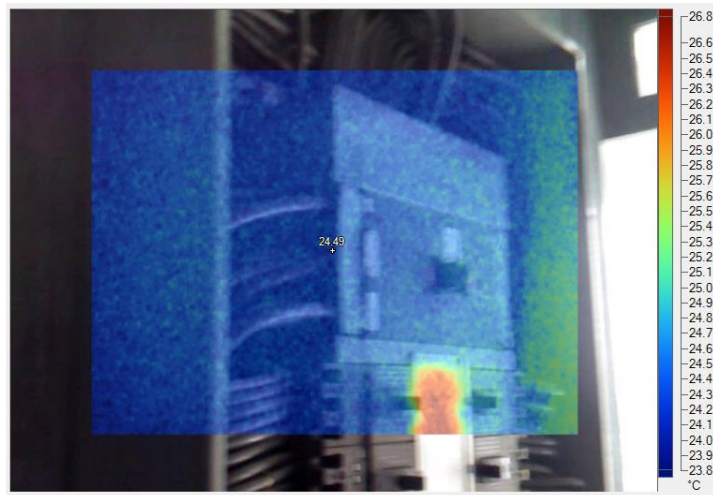
La temperatura nominal para el conductor 4/0 AWG THW en tubería es de 75 °C por lo que se encuentran los alimentadores con normalidad y sin presentar fatiga.

- Tablero quinto nivel del ala sur

El alimentador hacia el tablero de distribución NDP F-1A, ubicado en el quinto nivel del ala sur consta de tres conductores por fase y neutral configuración estrella, calibre 250 MCM THW sin mostrar fatiga y con una temperatura promedio para forro de las fases de 23,3 °C y neutral de 23,4 °C, la temperatura para los bornes en las fases promedian un valor de 24,5 °C y en los bornes del neutral un valor de 25 °C.

La temperatura nominal para el conductor 250 MCM THW en tubería es de 75 °C por lo que se encuentran los alimentadores con normalidad y sin presentar fatiga.

Figura 46. **Alimentadores tablero NDP F-1A**



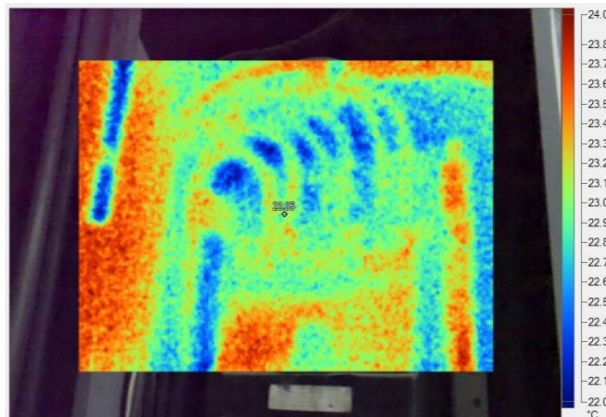
Fuente: Hospital General San Juan de Dios. Quinto nivel ala sur.

- Tableros en el sótano de torres de elevadores

El alimentador hacia el tablero de distribución CDP-T2, ubicado en el sótano de torre de elevadores, consta de dos conductores por fase y neutral configuración estrella, calibre 4/0 AWG THW sin mostrar fatiga y con una temperatura promedio para forro de las fases de 22,5 °C y neutral de 21,8 °C, la temperatura para los bornes en las fases promedian un valor de 22,7 °C y en los bornes del neutral un valor de 22 °C.

La temperatura nominal para el conductor 4/0 AWG THW en tubería es de 75 °C por lo que se encuentran los alimentadores con normalidad y sin presentar fatiga.

Figura 47. **Alimentadores tablero CDP-T2**



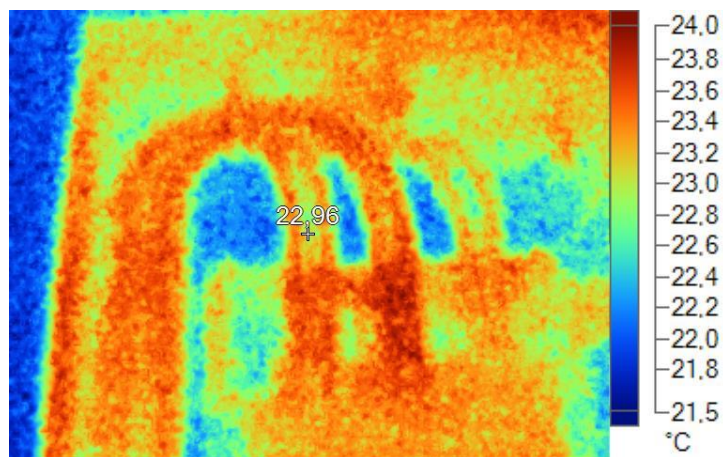
Fuente: Hospital General San Juan de Dios. Sótano torre elevadores.

El alimentador hacia el tablero de distribución CDPE-T2, ubicado en el sótano de torre de elevadores, consta de dos conductores por fase y neutral configuración estrella, calibre 4/0 AWG THW sin mostrar fatiga y con una

temperatura promedio para forro de las fases de 23,5 °C y neutral de 23 °C, la temperatura para los bornes en las fases promedian un valor de 23,6 °C y en los bornes del neutral un valor de 24 °C.

La temperatura nominal para el conductor 4/0 AWG THW en tubería es de 75 °C por lo que se encuentran los alimentadores con normalidad y sin presentar fatiga.

Figura 48. **Alimentadores tablero CDPE-T2**



Fuente: Hospital General San Juan de Dios. Sótano torre elevadores.

2.13. Mediciones lumínicas

Se realizaron las mediciones en campo en los diferentes niveles y áreas del ala sur, utilizando un luxómetro. Los resultados obtenidos se muestran a continuación, las casillas sombreadas significa que cumplen con lo normado.

Tabla XVII. Mediciones nivel sótano

Área	Tipo de luminaria	Tipo de lámpara	Color de lámpara	Nivel de iluminación medido en Lux	Nivel de iluminación según acuerdo gubernativo 229-2014
					Min-Max
Pasillo exterior	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	45	200-500
Pasillo interior	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	10	200-500
Salud reproductiva y familiar	Empotrable con difusor	Led	Daylight	180	500-1000
Archivo de radiografías	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	108	200-500
Epidemiología	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	410	500-1000
Archivos médicos	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	170	200-500
	Empotrable	Incandescente	Amarillo	0	
Registros médicos	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	170	500-1000
Jefatura	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	350	500-1000
Microfilmado	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	70	200-500
Archivo microfichas	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	180	200-500
Desechos hospitalarios	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	100	500-1000
Archivo administrativo	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	550	500-1000
Ducto	Colgante con pantalla	fluorescente	Daylight	80	100-150

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

Tabla XVIII. Mediciones nivel I

Área	Tipo de luminaria	Tipo de lámpara	Color de lámpara	Nivel de iluminación medido en Lux	Nivel de iluminación según acuerdo gubernativo 229-2014
Jefatura	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	263	Min-Max 500-1000
Clinica médica I	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	180	500-1000
Clinica médica II	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	340	500-1000
Área de Clases	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	118	200-500
Recepción	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	550	500-1000
Terapia ocupacional	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	318	1,500-2,000
Clinica Médica III	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	280	500-1000
Terapia del habla	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	300	500-1000
Psicología	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	260	500-1000
Educación Especial	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	429	500-1000
Piscina <i>hubbard</i>	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	180	1,500-2,000
Hidroterapia y fisioterapia	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	315	1,500-2,000
Electroterapia y fisioterapia	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	385	1,500-2,000
Gimnasio	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	350	200-500
Bodega gimnasio	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	334	200-500
Lavandería	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	348	200-500
Cocineta	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	70	200-500
Clinica medica IV	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	360	500-1000
Clinica medica V	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	260	500-1000
Pasillo	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	187	200-500
Baño personal	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	520	100-150
Baño publico	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	289	100-150
Ducto	Colgante con pantalla	fluorescente	Daylight	75	100-150

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

Tabla XIX. Mediciones nivel II

Área		Tipo de luminaria	Tipo de lámpara	Color de lámpara	Nivel de iluminación medido en Lux	Nivel de iluminación según acuerdo gubernativo 229-2014
						Min-Max
Gradas		Con pantalla	fluorescente	Daylight	50	100-150
Limpieza		Con pantalla	fluorescente	Daylight	200	100-150
Lavado		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	120	100-150
Trabajo social		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	268	500-1000
Dormitorio I		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	330	200-500
		Lámpara cama	Incandescente	Amarillo	43	50
	Baño	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	120	100-150
Dormitorio general I = Cuidados progresivos	Enfermeras	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	250	200-500
	Encamamiento A	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	220	200-500
		Empotrable	Incandescente	Amarillo	45	50
	Encamamiento B	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	220	200-500
		Empotrable	Incandescente	Amarillo	45	50
	Baños	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	80	100-150
	Curaciones	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	130	1,500-2,000
Cocineta = Lavado de equipo		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	215	200-500
Dormitorio II		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	70	200-500
		Lámpara cama	Incandescente	Amarillo	43	50
	Baño	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	77	100-150
Dormitorio III		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	83	200-500
		Lámpara cama	Incandescente	Amarillo	43	50
	Baño	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	163	100-150
Aula = Cuidados intensivos		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	630	1,500-2,000
	Recepción	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	620	500-1000
Ducto		Con pantalla	fluorescente	Daylight	120	100-150
Cocineta = Fluidos y secreciones		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	180	200-500
Dormitorio IV		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	65	200-500
		Lámpara cama	Incandescente	Amarillo	43	50
	Baño	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	80	100-150
Dormitorio V		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	70	200-500
		Lámpara cama	Incandescente	Amarillo	43	50
	Baño	Empotrable con difusor	fluorescente y led	Daylight	90	100-150
Dormitorio general II = Operados de emergencia	Enfermeras	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	65	200-500
	Encamamiento A	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	200	200-500
		Empotrable	Incandescente	Amarillo	45	50
	Encamamiento B	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	150	200-500
		Empotrable	Incandescente	Amarillo	45	50
	Baños	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	135	100-150
	Curaciones	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	130	1,500-2,000
Dormitorio VI		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	400	200-500
		Lámpara cama	Incandescente	Amarillo	43	50
	Baño	Empotrable con difusor	fluorescente y led	Daylight	350	100-150
Aseo y limpieza		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	220	100-150
Jefatura = Cocina y cocineta	Cocina	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	120	200-500
	Cocineta	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	190	200-500
Baño Hombres		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	247	100-150
Baño mujeres		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	102	100-150
Pasillo		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	170	200-500

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

Tabla XX. Mediciones nivel III

Área		Tipo de luminaria	Tipo de lámpara	Color de lámpara	Nivel de Iluminación medido en Lux	Nivel de iluminación según acuerdo gubernativo 229-2014 Min-Max
Gradas		Techo con difusor	fluorescente	Daylight	17	100-150
Limpieza		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	150	100-150
Lavado		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	250	100-150
Trabajo social		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	580	500-1000
Dormitorio I		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	170	200-500
		Lámpara cama	Incandescente	Amarillo	43	50
	Baño	Con pantalla	fluorescente	Daylight	50	100-150
Dormitorio general I = Traumatología mujeres	Enfermeras	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	70	200-500
	Encamamiento A	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	230	200-500
		Empotrable	Incandescente	Amarillo	45	50
	Encamamiento B	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	160	200-500
		Empotrable	Incandescente	Amarillo	45	50
	Baños	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	350	100-150
	Curaciones	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	186	1,500-2,000
Cocineta		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	75	200-500
Dormitorio II		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	400	200-500
		Lámpara cama	Incandescente	Amarillo	43	50
	Baño	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	80	100-150
Dormitorio III		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	360	200-500
		Lámpara cama	Incandescente	Amarillo	43	50
	Baño	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	80	100-150
Aula = Centro pedagógico	Recepción	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	345	200-500
	Oficina	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	320	500-1000
Ducto		Con pantalla	fluorescente	Daylight	90	100-150
Cocineta		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	110	200-500
Dormitorio IV		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	75	200-500
		Lámpara cama	Incandescente	Amarillo	43	50
	Baño	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	75	100-150
Dormitorio V		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	170	200-500
		Lámpara cama	Incandescente	Amarillo	43	50
	Baño	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	260	100-150
Dormitorio general II = Traumatología hombres	Enfermeras	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	340	200-500
	Encamamiento A	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	160	200-500
		Empotrable	Incandescente	Amarillo	45	50
	Encamamiento B	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	290	200-500
		Empotrable	Incandescente	Amarillo	45	50
	Baños	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	200	100-150
	Curaciones	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	320	1,500-2,000
Dormitorio VI		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	190	200-500
		Lámpara cama	Incandescente	Amarillo	43	50
	Baño	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	550	100-150
Aseo y limpieza		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	310	100-150
Jefatura		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	240	500-1000
Baño Hombres		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	170	100-150
Baño mujeres		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	180	100-150
Pasillo		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	80	200-500

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

Tabla XXI. Mediciones nivel IV

Área		Tipo de luminaria	Tipo de lámpara	Color de lámpara	Nivel de iluminación medido en Lux	Nivel de iluminación según acuerdo gubernativo 229-2014
						Min-Max
Gradas		Con pantalla	fluocompacta	Blanco	56	100-150
Limpieza		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	123	100-150
Lavado		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	135	100-150
Trabajo social		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	100	500-1000
Dormitorio I		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	120	200-500
		Lámpara cama	Incandescente	Amarillo	43	50
	Baño	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	80	100-150
Dormitorio general I = Primera cirugía mujeres	Enfermeras	Empotrable con difusor	fluorescente y led	Daylight	180	200-500
	Encamamiento A	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	120	200-500
		Empotrable	Incandescente	Amarillo	45	50
	Encamamiento B	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	243	200-500
		Empotrable	Incandescente	Amarillo	45	50
	Baños	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	160	100-150
	Curaciones	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	97	1,500-2,000
Cocineta		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	158	200-500
Dormitorio II		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	63	200-500
		Lámpara cama	Incandescente	Amarillo	43	50
	Baño	Empotrable con difusor	Incandescente	Daylight	80	100-150
Dormitorio III		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	392	200-500
		Lámpara cama	Incandescente	Amarillo	43	50
	Baño	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	25	100-150
Aula = Jefatura de cirugía	Recepción	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	340	200-500
	Sala de juntas	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	410	200-500
			fluorescente	Daylight	110	100-150
Cocineta		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	120	200-500
Dormitorio IV		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	260	200-500
		Lámpara cama	Incandescente	Amarillo	43	50
	Baño	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	150	100-150
Dormitorio V		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	190	200-500
		Lámpara cama	Incandescente	Amarillo	43	50
	Baño	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	170	100-150
Dormitorio general II = Cirugía mujeres	Enfermeras	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	60	200-500
	Encamamiento A	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	110	200-500
		Empotrable	Incandescente	Amarillo	45	50
	Encamamiento B	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	150	200-500
		Empotrable	Incandescente	Amarillo	45	50
	Baños	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	130	100-150
	Curaciones	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	175	1,500-2,000
Dormitorio VI		Empotrable con difusor	Led	Daylight	297	200-500
		Lámpara cama	Incandescente	Amarillo	43	50
	Baño	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	45	100-150
Aseo y limpieza		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	125	100-150
Jefatura = Trabajo social		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	60	500-1000
Baño Hombres		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	60	100-150
Baño mujeres		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	65	100-150
Pasillo		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	115	200-500

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

Tabla XXII. Mediciones nivel V

Área		Tipo de luminaria	Tipo de lámpara	Color de lámpara	Nivel de Iluminación medido en Lux	Nivel de iluminación según acuerdo gubernativo 229-2014
						Min-Max
Gradas		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	150	100-150
Limpieza		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	65	100-150
Lavado		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	70	100-150
Trabajo social		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	90	500-1000
Dormitorio I		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	125	200-500
		Lámpara cama	Incandescente	Amarillo	43	50
	Baño	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	86	100-150
Dormitorio general I = Primera cirugía mujeres	Enfermeras	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	95	200-500
	Encamamiento A	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	80	200-500
		Empotrable	Incandescente	Amarillo	45	50
	Encamamiento B	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	120	200-500
		Empotrable	Incandescente	Amarillo	45	50
	Baños	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	90	100-150
	Curaciones	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	85	1,500-2,000
Cocineta		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	150	200-500
Dormitorio II		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	75	200-500
		Lámpara cama	Incandescente	Daylight	43	50
	Baño	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	100	100-150
Dormitorio III		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	80	200-500
		Lámpara cama	Incandescente	Amarillo	43	50
	Baño	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	80	100-150
Aula = Sala de conferencias		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	60	200-500
Ducto		Con pantalla	fluorescente	Daylight	75	100-150
Cocineta		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	150	200-500
Dormitorio IV		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	80	200-500
		Lámpara cama	Incandescente	Amarillo	43	50
	Baño	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	90	100-150
Dormitorio V		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	80	200-500
		Lámpara cama	Incandescente	Amarillo	43	50
	Baño	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	75	100-150
Dormitorio general II = Medicina mujeres	Enfermeras	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	285	200-500
	Encamamiento A	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	190	200-500
		Empotrable	Incandescente	Amarillo	45	50
	Encamamiento B	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	60	200-500
		Empotrable	Incandescente	Amarillo	45	50
	Baños	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	30	100-150
	Curaciones	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	140	1,500-2,000
Dormitorio VI		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	400	200-500
		Lámpara cama	Incandescente	Amarillo	43	50
	Baño	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	150	100-150
Aseo y limpieza		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	230	100-150
Jefatura = Psicología		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	98	500-1000
Baño Hombres		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	80	100-150
Baño mujeres		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	95	100-150
Pasillo		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	150	200-500

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

Tabla XXIII. Mediciones nivel VI

Área		Tipo de luminaria	Tipo de lámpara	Color de lámpara	Nivel de iluminación medido en Lux	Nivel de iluminación según acuerdo gubernativo 229-2014
						Min-Max
Gradas		Con pantalla	fluorescente	Daylight	5	100-150
Limpieza		Con pantalla	fluorescente	Daylight	70	100-150
Lavado		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	57	100-150
Trabajo social		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	100	500-1000
Dormitorio I		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	150	200-500
		Lámpara cama	Incandescente	Amarillo	43	50
	Baño	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	80	100-150
Dormitorio general I = Medicina interna	Enfermeras	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	60	200-500
	Encamamiento A	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	80	200-500
		Empotrable	Incandescente	Amarillo	45	50
	Encamamiento B	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	155	200-500
		Empotrable ojo de buey	Incandescente	Amarillo	45	50
	Baños	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	90	100-150
	Curaciones	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	220	1,500-2,000
Cocineta		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	60	200-500
Dormitorio II		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	70	200-500
		Lámpara cama	Incandescente	Amarillo	43	50
	Baño	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	80	100-150
Dormitorio III		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	230	200-500
		Lámpara cama	Incandescente	Amarillo	43	50
	Baño	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	85	100-150
Aula = Salón de conferencias		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	230	200-500
Ducto		Con pantalla	fluorescente	Daylight	66	100-150
Cocineta = Clínica de prueba de esfuerzo		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	70	200-500
Dormitorio IV		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	160	200-500
		Lámpara cama	Incandescente	Amarillo	43	50
	Baño	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	70	100-150
Dormitorio V		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	120	200-500
		Lámpara cama	Incandescente	Amarillo	43	50
	Baño	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	66	100-150
Dormitorio general II = Cardiología	Enfermeras	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	75	200-500
	Encamamiento A	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	230	200-500
		Empotrable	Incandescente	Amarillo	45	50
	Encamamiento B	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	140	200-500
		Empotrable	Incandescente	Amarillo	45	50
	Baños	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	110	100-150
	Curaciones	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	140	1,500-2,000
Dormitorio VI = Oficina de cardiología		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	120	200-500
		Lámpara cama	Incandescente	Amarillo	43	50
	Baño	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	75	100-150
Aseo y limpieza		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	65	100-150
Jefatura = Cardiología		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	85	500-1000
Baño Hombres		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	150	100-150
Baño mujeres		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	130	100-150
Pasillo		Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	87	200-500

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

Tabla XXIV. Mediciones nivel VII

Área	Tipo de luminaria	Tipo de lámpara	Color de lámpara	Nivel de iluminación medido en Lux	Nivel de iluminación según acuerdo gubernativo 229-2014
Gradas	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	118	Min-Max 100-150
Aula	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	87	200-500
Auditorium C + Auditorium D	Empotrable ojo de buey	fluocompacta	Blanco	120	200-500
Auditorium B	Empotrable ojo de buey	fluocompacta	Blanco	115	200-500
Auditorium A	Empotrable ojo de buey	fluocompacta	Blanco	120	200-500
Baño mujeres	Con pantalla	fluorescente	Daylight	132	100-150
Baño hombres	Con pantalla	fluorescente	Daylight	132	100-150
Logística	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	120	500-1,000
Capacitación virtual	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	260	200-500
Jefatura	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	150	500-1,000
Biblioteca virtual	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	55	500-1,000
Salón docencia	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	68	200-500
Café /internet	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	80	200-500
Ducto	Con pantalla	fluorescente	Daylight	76	100-150
Biblioteca	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	333	500-1,000
Aula biblioteca	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	140	200-500
Pasillo	Empotrable con difusor	fluorescente	Daylight	93	200-500

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

Tabla XXV. Mediciones rampa elevadores

Rampa por nivel	Medidas			Nivel de iluminación promedio en lux	Nivel de iluminación según acuerdo gubernativo 229-2014	Tipo de luminaria
	1	2	3			
					Min-Max	
Sótano a nivel I						
Primera Parte	2	0	9	3.67	150-200	Empotrable con difusor
Segunda Parte	7	63	16	28.67	150-200	Empotrable con difusor
Nivel I a Nivel II						
Primera Parte	50	67	21	46.00	150-200	Empotrable con difusor
Segunda Parte	63	18	41	40.67	150-200	Empotrable con difusor
Nivel II a Nivel III						
Primera Parte	85	50	40	58.33	150-200	Empotrable con difusor
Segunda Parte	103	74	40	72.33	150-200	Empotrable con difusor
Nivel III a Nivel IV						
Primera Parte	23	166	140	109.67	150-200	Empotrable con difusor
Segunda Parte	80	12	48	46.67	150-200	Empotrable con difusor
Nivel IV a Nivel V						
Primera Parte	28	147	179	118.00	150-200	Empotrable con difusor
Segunda Parte	8	35	55	32.67	150-200	Empotrable con difusor
Nivel V a Nivel VI						
Primera Parte	40	90	370	166.67	150-200	Empotrable con difusor
Segunda Parte	350	73	59	160.67	150-200	Empotrable con difusor
Gradas del VI al VII				151	150-200	Empotrable con difusor
Gradas del VII al VIII				350	150-200	Empotrable con difusor

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

Tabla XXVI. Mediciones, niveles elevadores

Nivel	Área	Nivel de iluminación medido en lux	Nivel de iluminación según acuerdo gubernativo 229-2014
			Min-Max
Sótano	Pasillo	35	200-500
	Intendencia	260	500-1,000
	Ducto	80	100-150
	Pasillo elevador 7	87	200-500
Nivel I	Pasillo	70	200-500
	Oficina	90	500-1,000
	Ducto	65	100-150
	Pasillo elevador 7	82	200-500
Nivel II	Pasillo	88	200-500
	Oficina	230	500-1,000
	Ducto	71	100-150
	Pasillo elevador 7	87	200-500
Nivel III	Pasillo	65	200-500
	Oficina	160	500-1,000
	Ducto	59	100-150
	Pasillo elevador 7	168	200-500
Nivel IV	Pasillo	140	200-500
	Oficina	75	500-1,000
	Ducto	69	100-150
	Pasillo elevador 7	80	200-500
Nivel V	Pasillo	150	200-500
	Oficina	60	500-1,000
	Ducto	76	100-150
	Pasillo elevador 7	89	200-500
Nivel VI	Pasillo	145	200-500
	Oficina	150	500-1,000
	Ducto	77	100-150
	Pasillo elevador 7	67	200-500
	Gradas	100	100-150
Nivel VII	Pasillo	110	200-500
	Tienda	93	200-500
	Ducto	68	100-150
	Lavado	70	100-150
	Centro de motores	91	150-200
	Gradas	80	100-150
Nivel VIII	Centro de motores	67	150-200
	Lavado	80	100-150
	Ducto	75	100-150
	Gradas	69	100-150

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

3. FASE DE ANÁLISIS DE MEDICIONES

3.1. Corrientes en alimentadores de tableros

Según la Comisión Electrotécnica Internacional un desbalance aceptable no debe superar un 10 %, de lo contrario se debe tomar las medidas necesarias para asegurar el buen funcionamiento del sistema eléctrico.

En la tabla XXVII se muestran los valores de corriente medidos en los alimentadores de los tableros del ala sur, así también se muestra el desbalance detectado.

Tabla XXVII. **Desbalance en tableros de distribución**

Tablero	Fases				Desbalance			Promedio	Capacidad conductiva amperios	Cantidad y tipo de conductor
	A	B	C	N	A	B	C			
CDP T1	248.7	151.1	315.1	216.8	4.4%	-36.6%	32.2%	238.30	1140	Tres cables 500 MCM THW por fase y neutro
CDPE T1	287.3	292.4	256.3	99.5	3.1%	4.9%	-8.0%	278.67	460	Dos cables 4/0 AWG THW por fase y neutro
NDP F1A	70.4	61.9	51.7	68.6	14.8%	0.9%	-15.7%	61.33	765	Tres cables 500 MCM THW por fase y neutro
CDP T2	22.3	18	35.9	29.6	-12.2%	-29.1%	41.3%	25.40	460	Dos cables 4/0 AWG THW por fase y neutro
CDPE T2	196.4	179.1	42.9	34.6	40.8%	28.4%	-69.2%	139.47	460	Dos cables 4/0 AWG THW por fase y neutro

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

Estos resultados muestran que solo el tablero CDPE T1, está dentro de lo normado, los demás tableros presentan desbalances excesivos, también se tiene corriente en el neutro del sistema, esto debido a las cargas no lineales

mayormente monofásicas es necesario readecuar cargas para balacear lo mejor posible, el sistema trifásico conexión tipo estrella aterrizada.

3.2. Voltaje en tableros

Usando como referencia la Norma IEEE std 1100-2005 para voltajes nominales, para este caso de estudio 120 voltios para una variación del 5 % tendremos un máximo de 126 voltios y un mínimo de 114 voltios, de este porcentaje 3 % para ramales y 2 % para alimentadores.

Para este análisis al ser tablero de distribución será un valor de 2 % siendo 117,6 voltios, como valor mínimo aceptable. A continuación se muestran los valores de voltaje medidos en los tableros del ala sur, y los respectivos valores de regulación que presentan.

Tabla XXVIII. Voltaje en tableros

Tablero	Fases voltaje mínimo 2 % 117.6 voltios				Regulación		
	A	B	C	N (voltaje max)	A	B	C
CDP T1	112.5	112.9	101.5	0.4	-6.25%	-5.92%	-15.42%
CDPE T1	115.4	109.5	114.6	0.7	-3.83%	-8.75%	-4.50%
NDP F1A	106.3	106	104.7	0.2	-11.42%	-11.67%	-12.75%
CDP T2	116.8	116.7	120.9	0.6	-2.67%	-2.75%	0.75%
CDPE T2	107.5	99.5	107.9	0.3	-10.42%	-17.08%	-10.08%

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

Claramente se observa en la tabla XXVIII que todos los tableros no cumplen con lo normado, esto puede ocasionar el mal funcionamiento de equipo médico sensible.

3.3. Factor de potencia en tableros

Según la NTSD, en su capítulo III, artículo 49 para usuarios de hasta 11 kW, el factor de potencia mínimo será de 0,85 y para usuarios con potencias superiores a 11 kW el factor de potencia mínimo será de 0,90. Al ser el ala sur un edificio de siete niveles, teniendo una carga mayor a 11 kW, por lo que su factor de potencia mínimo será de 0,90.

Tabla XXIX. **Factor de potencia medido en tableros**

Tablero	Mínimo	Máximo
CDP T1	0,80	0,95
CDPE T1	0,49	0,96
NDP F1A	0,54	0,98
CDP T2	0,69	0,91
CDPE T2	0,50	0,91

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

Como se ve en la tabla XXIX, ningún tablero cumple con el valor mínimo normado. Por lo que es necesario realizar la corrección del factor de potencia. Para el tablero CDP T1, su valor mínimo se da el 30/05/2018 a las 12:39:24 am con carga mayormente de iluminación. El tablero CDPE T1, su valor mínimo se da el 15/06/2018, en diferentes tiempos, a las tres am con carga mayormente de iluminación y monitores. El tablero NDP F1A, su valor mínimo se da el 08/06/2018 a las 02:16:12 am con carga solo de iluminación. El tablero CDP T2, su valor mínimo se da el 10/06/2018 a las 04:12:31 am con carga solo de iluminación. El tablero CDPE T2, su valor mínimo se da el 11/06/2018 a las 09:18:37 am con carga solo de iluminación.

3.4. Armónicos en tableros

A continuación se presenta la información de armónicos recopilados con el analizador de red para los tableros en el ala sur y torre de elevadores.

3.4.1. Distorsión armónica THDV

El valor normado para una barra de voltaje menor a 69 KV, según la Norma IEEE Std 519-1992 no debe superar el 5 % de distorsión.

Tabla XXX. Mediciones de THDV en tableros

Tablero		Día	Hora	%	Norma 5 %
CDP T1	Línea AN	31/05/2018	09:39:24 p. m.	3,95	Si cumple
	Línea BN	31/05/2018	09:39:24 p. m.	3,96	Si cumple
	Línea CN	31/05/2018	09:39:24 p. m.	3,84	Si cumple
CDPE T1	Línea AN	14/06/2018	02:18:47 p. m.	76,31	No cumple
	Línea BN	14/06/2018	02:18:47 p. m.	69,09	No cumple
	Línea CN	14/06/2018	02:18:47 p. m.	71,31	No cumple
NDP F1A	Línea AN	07/06/2018	10:21:12 p. m.	3,69	Si cumple
	Línea BN	07/06/2018	10:21:12 p. m.	3,42	Si cumple
	Línea CN	06/06/2018	05:41:12 a. m.	3,62	Si cumple
CDP T2	Línea AN	10/06/2018	06:22:31 a. m.	3,21	Si cumple
	Línea BN	10/06/2018	06:22:31 a. m.	3,61	Si cumple
	Línea CN	10/06/2018	06:22:31 a. m.	3,15	Si cumple
CDPE T2	Línea AN	12/06/2018	03:31:37 p. m.	4,32	Si cumple
	Línea BN	12/06/2018	03:31:37 p. m.	3,44	Si cumple
	Línea CN	11/06/2018	02:54:37 p. m.	3,05	Si cumple

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

Los resultados obtenidos, muestran que el tablero CDPE T1, tiene un elevado valor de armónicos de tensión por tratarse de cargas de equipo médico.

3.4.2. Distorsión armónica THDA

El valor normado para distorsión armónica de corriente según la Norma NTSD, generada por el usuario no deben superar el 12 % como valor máximo según lo expresa en el título cinco, artículo cuarenta y dos.

Tabla XXXI. **Medición de distorsión armónica THDA en tableros**

Tablero		Día	Hora	%	THDA
CDP T1	Línea AN	04/06/2018	05:04:24 a. m.	40.14	No cumple
	Línea BN	31/05/2018	06:09:24 a. m.	41.33	No cumple
	Línea CN	01/06/2018	05:04:24 a. m.	45.41	No cumple
CDPE T1	Línea AN	14/06/2018	02:18:47 p. m.	58.07	No cumple
	Línea BN	14/06/2018	02:18:47 p. m.	57.07	No cumple
	Línea CN	14/06/2018	02:18:47 p. m.	62.91	No cumple
NDP F1A	Línea AN	06/06/2018	04:11:12 p. m.	90.06	No cumple
	Línea BN	06/06/2018	09:16:12 p. m.	37.66	No cumple
	Línea CN	07/06/2018	03:56:12 p. m.	92.46	No cumple
CDP T2	Línea AN	10/06/2018	04:17:31 p. m.	34.27	No cumple
	Línea BN	11/06/2018	01:32:31 a. m.	31.27	No cumple
	Línea CN	10/06/2018	04:12:31 p. m.	41.17	No cumple
CDPE T2	Línea AN	12/06/2018	04:00:37 a. m.	34.55	No cumple
	Línea BN	11/06/2018	10:54:37 a. m.	37.53	No cumple
	Línea CN	12/06/2018	02:13:37 p. m.	34.10	No cumple

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

Los valores medidos muestran que ningún tablero está dentro de lo normado.

3.4.3. Efectos de los armónicos en la red eléctrica

Para el caso de los THDV, todos los valores medidos están dentro del rango normado salvo el tablero CDPE T1.

Para los THDA todos los tableros presentan altos niveles de transitorios pudiendo ocasionar estas, una corriente no uniforme en los cables del centro al exterior (efecto *skin*), que podría dañar equipo médico. También producen pérdidas en los transformadores por efecto *joule* produciendo calor extra en estos.

Lo más importante es tener en cuenta que los equipos electrónicos son altamente sensibles pudiendo tener una forma errónea de funcionamiento.

3.5. Estados de lámparas y luminarias

En la tabla XXXII se realiza una descripción de las luminarias nivel sótano.

Tabla XXXII. **Luminarias nivel sótano**

Área	Tipo de luminaria	Numero de luminarias en watts	Luminarias funcionando	Lámparas totales	Lámparas funcionando	Lámparas malas o faltantes	Lámparas led funcionando	Total watts instalado
Pasillo exterior	Empotrable con difusor	16 de 4 x 40	7	64	28	36	0	1,368.89
Pasillo interior	Empotrable con difusor	19 de 4 x 40	2	76	8	68	0	391.11
Salud reproductiva y familiar	Empotrable con difusor	4 de 4 x 18	2	16	4	12	4	88.00
Archivo de radiografías	Empotrable con difusor	21 de 4 x 40	9	84	36	48	0	1,760.00
Epidemiología	Empotrable con difusor	6 de 4 x 40	1.5	24	6	18	0	293.33
Archivos médicos	Empotrable con difusor	33 de 4 x 40	2.5	132	10	122	0	488.89
	Empotrable	3 x100	0	3	0	3	0	0.00
Registros médicos	Empotrable con difusor	16 de 4 x 40	8	64	32	32	0	1,564.44
Jefatura	Empotrable con difusor	6 de 4 x 40	3	24	12	12	0	586.67
Microfilmado	Empotrable con difusor	6 de 4 x 40	1.5	24	6	18	0	293.33
Archivo microfichas	Empotrable con difusor	1 de 4 x 40	0.5	4	2	2	0	97.78
Desechos hospitalarios	Empotrable con difusor	2 de 4 x 40	1	8	4	4	0	195.56
Archivo administrativo	Empotrable con difusor	3 de 4 x 40	1.5	12	6	6	0	293.33
Ducto	Colgante con pantalla	2 de 2 x 40	1	4	2	2	0	97.78
Total				539	156	383	4	7,519.11

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

Tabla XXXIII. Luminarias nivel I

Área	Numero de luminarias en watts	Luminarias funcionando	Lámparas totales	Lámparas funcionando	Lámparas malas o faltantes	Lámparas led funcionando	Total watts instalado
Jefatura	4 de 4 x 40	2	16	8	8	0	391.11
Clinica médica I	1 de 4 x 40	0.5	16	2	14	0	97.78
Clinica médica II	4 de 4 x 40	1.5	16	6	10	0	293.33
Área de Clases	4 de 4 x 40	2	16	8	8	0	391.11
Recepción	6 de 4 x 40	3	24	12	12	0	586.67
Terapia ocupacional	12 de 4 x 40	5	48	20	28	0	977.78
Clinica Medica III	2 de 4 x 40	1	8	4	4	0	195.56
Terapia del habla	6 de 4 x 40	3	24	12	12	0	586.67
Psicología	1 de 4 x 40	0.5	4	2	2	0	97.78
Educación Especial	8 de 4 x 40	3.5	32	14	18	0	684.44
Piscina <i>hubbard</i>	6 de 4 x 40	2.5	24	10	14	0	488.89
Hidroterapia y fisioterapia	20 de 4 x 40	9.5	80	38	42	0	1,857.78
Electroterapia y fisioterapia	20 de 4 x 40	12	80	48	32	0	2,346.67
Gimnasio	24 de 4 x 40	18	96	72	24	0	3,520.00
Bodega gimnasio	3 de 4 x 40	1.5	12	6	6	0	293.33
Lavandería	2 de 2 x 40	1	4	2	2	0	97.78
Cocineta	3 de 4 x 40	1.5	12	6	6	0	293.33
Clinica medica IV	2 de 4 x 40	1	8	4	4	0	195.56
Clinica medica V	2 de 4 x 40	0.5	8	2	6	0	97.78
Pasillo	25 de 4 x 40	11	100	44	56	0	2,151.11
Baño personal	2 de 4 x 40	1.5	8	6	2	0	293.33
Baño publico	2 de 4 x 40	1	8	4	4	0	195.56
Ducto	2 de 2 x 40	1	4	2	2	0	97.78
Total			648	332	316	0	16,231.11

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

Tabla XXXIV. Luminarias nivel II

Área		Tipo de luminaria	Numero de luminarias en watts	Luminarias funcionando	Lámparas totales	Lámparas funcionando	Lámparas malas o faltantes	Lámparas led funcionando	Total watts instalado
Gradas		Con pantalla	1 de 2 x 40	0.5	2	1	1	0	48.89
Limpieza		Con pantalla	1 de 4 x 40	0.75	4	3	1	0	146.67
Lavado		Empotrable con difusor	1 de 4 x 40	0.5	4	2	2	0	97.78
Trabajo social		Empotrable con difusor	2 de 4 x 40	1	8	4	4	0	195.56
Dormitorio I		Empotrable con difusor	3 de 4 x 40	1.5	12	6	6	0	293.33
		Lámpara cama	4 de 1 x 40	4	4	4	0	0	400.00
	Baño	Empotrable con difusor	1 de 4 x 40	0.75	4	3	1	0	146.67
Dormitorio general I = Cuidados progresivos	Enfermeras	Empotrable con difusor	4 de 4 x 40	2	16	8	8	0	391.11
	Encamamiento A	Empotrable con difusor	11 de 4 x 40	6	44	24	20	0	1,173.33
		Empotrable	12 de 1 x 100	12	12	12	0	0	1,200.00
	Encamamiento B	Empotrable con difusor	11 de 4 x 40	4.5	44	18	26	0	880.00
		Empotrable	12 de 1 x 100	12	12	12	0	0	1,200.00
	Baños	Empotrable con difusor	3 de 4 x 40	1.5	12	6	6	0	293.33
	Curaciones	Empotrable con difusor	3 de 4 x 40	1.5	12	6	6	0	293.33
Cocineta = Lavado de equipo		Empotrable con difusor	1 de 4 x 40	0.5	4	2	2	0	97.78
Dormitorio II		Empotrable con difusor	2 de 4 x 40	1	8	4	4	0	195.56
		Lámpara cama	2 de 1 x 40	2	2	0	0	0	200.00
	Baño	Empotrable con difusor	1 de 4 x 40	0.5	4	2	2	0	97.78
Dormitorio III		Empotrable con difusor	2 de 4 x 40	1	8	4	4	0	195.56
		Lámpara cama	2 de 1 x 40	2	2	0	0	0	200.00
	Baño	Empotrable con difusor	1 de 4 x 40	0.5	4	2	2	0	97.78
Aula = Cuidados intensivos		Empotrable con difusor	9 de 4 x 40	7.5	36	30	6	0	1,466.67
	Recepción	Empotrable con difusor	6 de 4 x 40	4	24	16	8	0	782.22
Ducto		Con pantalla	2 de 2 x 40	1	4	2	2	0	97.78
Cocineta = Fluidos y secreciones		Empotrable con difusor	1 de 4 x 40	0.5	4	2	2	0	97.78
Dormitorio IV		Empotrable con difusor	2 de 4 x 40	1	8	4	4	0	195.56
		Lámpara cama	2 de 1 x 40	2	2	0	0	0	200.00
	Baño	Empotrable con difusor	1 de 4 x 40	0.5	4	2	2	0	97.78
Dormitorio V		Empotrable con difusor	2 de 4 x 40	1	8	4	4	0	195.56
		Lámpara cama	2 de 1 x 40	2	2	0	0	0	200.00
	Baño	Empotrable con difusor	1 de 4 x 40	0.5	4	2	2	2	97.78
Dormitorio general II = Operados de emergencia	Enfermeras	Empotrable con difusor	4 de 4 x 40	2	16	8	8	0	391.11
	Encamamiento A	Empotrable con difusor	11 de 4 x 40	8	44	32	12	0	1,564.44
		Empotrable	12 de 1 x 100	12	12	12	0	0	1,200.00
	Encamamiento B	Empotrable con difusor	11 de 4 x 40	7	44	28	16	0	1,368.89
		Empotrable	12 de 1 x 100	12	12	12	0	0	1,200.00
	Baños	Empotrable con difusor	3 de 4 x 40	1.5	12	6	6	0	293.33
	Curaciones	Empotrable con difusor	3 de 4 x 40	1	12	4	8	0	195.56
Dormitorio VI		Empotrable con difusor	3 de 4 x 40	1.5	12	6	6	0	293.33
		Lámpara cama	4 de 1 x 40	4	4	0	0	0	400.00
	Baño	Empotrable con difusor	1 de 4 x 40	0.75	4	3	1	3	146.67
Aseo y limpieza		Empotrable con difusor	1 de 4 x 40	0.5	4	2	2	0	97.78
Jefatura = Cocina y cocineta	Cocina	Empotrable con difusor	1 de 4 x 40	1	4	4	0	0	195.56
	Cocineta	Empotrable con difusor	1 de 4 x 40	0.5	4	2	2	0	97.78
Baño Hombres		Empotrable con difusor	1 de 4 x 40	0.75	4	3	1	0	146.67
Baño mujeres		Empotrable con difusor	1 de 4 x 40	0.5	4	2	2	0	97.78
Pasillo		Empotrable con difusor	36 de 4 x 40	21	144	84	60	0	4,106.67
Total					654	405	249	5	23,071.11

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

Tabla XXXV. Luminarias nivel III

Área		Tipo de luminaria	Numero de luminarias watts	Luminarias funcionando	Lámparas totales	Lámparas funcionando	Lámparas malas o faltantes	Lámparas led funcionando	Total watts instalado
Gradas		Techo con difusor	1 de 2 x 15	1	2	1	1	0	18.33
Limpieza		Empotrable con difusor	1 de 4 x 40	0.5	4	2	2	0	97.78
Lavado		Empotrable con difusor	1 de 4 x 40	0.5	4	2	2	0	97.78
Trabajo social		Empotrable con difusor	2 de 4 x 40	1.25	8	5	3	0	244.44
Dormitorio I		Empotrable con difusor	3 de 4 x 40	1.5	12	6	6	0	293.33
		Lámpara cama	4 de 1 x 40	4	4	4	0	0	160.00
	Baño	Con pantalla	1 de 2 x 40	0.5	2	1	1	0	48.89
Dormitorio general I = Traumatología mujeres	Enfermeras	Empotrable con difusor	6 de 4 x 40	1.25	24	5	19	0	244.44
	Encamamiento A	Empotrable con difusor	11 de 4 x 40	6	44	24	20	0	1,173.33
		Empotrable	12 de 1 x 100	12	12	12	0	0	480.00
	Encamamiento B	Empotrable con difusor	11 de 4 x 40	5	44	20	24	0	977.78
		Empotrable	12 de 1 x 100	12	12	12	0	0	480.00
	Baños	Empotrable con difusor	3 de 4 x 40	1.5	12	6	6	0	293.33
	Curaciones	Empotrable con difusor	3 de 4 x 40	1.5	12	6	6	0	293.33
Cocineta		Empotrable con difusor	2 de 4 x 40	1	8	4	4	0	195.56
Dormitorio II		Empotrable con difusor	2 de 4 x 40	1.5	8	6	2	0	293.33
		Lámpara cama	2 de 1 x 40	2	2	2	0	0	80.00
	Baño	Empotrable con difusor	1 de 4 x 40	0.5	4	2	2	0	97.78
Dormitorio III		Empotrable con difusor	2 de 4 x 40	1.5	8	6	2	0	293.33
		Lámpara cama	2 de 1 x 40	2	2	2	0	0	80.00
	Baño	Empotrable con difusor	1 de 4 x 40	0.5	4	2	2	0	97.78
Aula = Centro pedagógico	Recepción	Empotrable con difusor	9 de 4 x 40	5.5	36	22	14	0	1,075.56
	Oficina	Empotrable con difusor	6 de 4 x 40	3.5	24	14	10	0	684.44
		Con pantalla	2 de 2 x 40	1	4	2	2	0	97.78
Cocineta		Empotrable con difusor	2 de 4 x 40	1	8	4	4	0	195.56
Dormitorio IV		Empotrable con difusor	3 de 4 x 40	1.5	12	6	6	0	293.33
		Lámpara cama	2 de 1 x 40	2	2	2	0	0	80.00
	Baño	Empotrable con difusor	1 de 4 x 40	0.5	4	2	2	0	97.78
Dormitorio V		Empotrable con difusor	2 de 4 x 40	1.25	8	5	3	0	244.44
		Lámpara cama	2 de 1 x 40	2	2	2	0	0	80.00
	Baño	Empotrable con difusor	1 de 4 x 40	0.5	4	2	2	0	97.78
Dormitorio general II = Traumatología hombres	Enfermeras	Empotrable con difusor	4 de 4 x 40	2.5	16	10	6	0	488.89
	Encamamiento A	Empotrable con difusor	11 de 4 x 40	7	44	28	16	0	1,368.89
		Empotrable	12 de 1 x 100	12	12	12	0	0	480.00
	Encamamiento B	Empotrable con difusor	11 de 4 x 40	5.5	44	22	22	0	1,075.56
		Empotrable	12 de 1 x 100	12	12	12	0	0	480.00
	Baños	Empotrable con difusor	3 de 4 x 40	1.5	12	6	6	0	293.33
	Curaciones	Empotrable con difusor	3 de 4 x 40	1.5	12	6	6	0	293.33
Dormitorio VI		Empotrable con difusor	3 de 4 x 40	2	12	8	4	0	391.11
		Lámpara cama	4 de 1 x 40	4	4	4	0	0	160.00
	Baño	Empotrable con difusor	1 de 4 x 40	0.5	4	2	2	0	97.78
Aseo y limpieza		Empotrable con difusor	1 de 4 x 40	0.75	4	3	1	0	146.67
Jefatura		Empotrable con difusor	2 de 4 x 40	1	8	4	4	0	195.56
Baño Hombres		Empotrable con difusor	1 de 4 x 40	0.5	4	2	2	0	97.78
Baño mujeres		Empotrable con difusor	1 de 4 x 40	0.5	4	2	2	0	97.78
Pasillo		Empotrable con difusor	36 de 4 x 40	18.5	144	74	70	0	3,617.78
Total					672	386	286	0	18,271.67

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

Tabla XXXVI. Luminarias nivel IV

Área		Tipo de luminaria	Numero de luminarias en watts	Luminarias funcionando	Lámparas totales	Lámparas funcionando	Lámparas malas o faltantes	Lámparas led funcionando	Total watts instalado
Gradas		Con pantalla	1 de 2 x 20	0.5	2	1	1	0	48.89
Limpieza		Empotrable con difusor	1 de 4 x 40	4	4	4	0	0	195.56
Lavado		Empotrable con difusor	1 de 4 x 40	0.5	4	2	2	0	97.78
Trabajo social		Empotrable con difusor	2 de 4 x 40	0.5	8	2	6	0	97.78
Dormitorio I		Empotrable con difusor	3 de 4 x 40	1.5	12	6	6	0	293.33
		Lámpara cama	4 de 1 x 40	2	4	4	0	0	160.00
	Baño	Empotrable con difusor	1 de 4 x 40	0.5	4	2	2	0	97.78
Dormitorio general I = Primera cirugía mujeres	Enfermeras	Empotrable con difusor	2 de 4 x 40 2 de 2 x 40	1.5	12	6	6	2	293.33
	Encamamiento A	Empotrable con difusor	11 de 4 x 40	5	44	20	24	0	977.78
		Empotrable	12 de 1 x 100	12	12	12	0	0	480.00
	Encamamiento B	Empotrable con difusor	11 de 4 x 40	6	44	24	20	0	1,173.33
		Empotrable	12 de 1 x 100	12	12	12	0	0	480.00
	Baños	Empotrable con difusor	3 de 4 x 40	1.5	12	6	6	0	293.33
	Curaciones	Empotrable con difusor	3 de 4 x 40	1.25	12	5	7	0	244.44
Cocineta		Empotrable con difusor	2 de 4 x 40	1	8	4	4	0	195.56
Dormitorio II		Empotrable con difusor	2 de 4 x 40	1	8	4	4	0	195.56
		Lámpara cama	2 de 1 x 40	2	2	2	0	0	80.00
	Baño	Empotrable con difusor	1 de 4 x 40	0.5	4	2	2	0	97.78
Dormitorio III		Empotrable con difusor	2 de 4 x 40	1.5	8	6	2	0	293.33
		Lámpara cama	2 de 1 x 40	2	2	2	0	0	80.00
	Baño	Empotrable con difusor	1 de 4 x 40	0.25	4	1	3	0	48.89
Aula = Jefatura de cirugía	Recepción	Empotrable con difusor	9 de 4 x 40	1.5	12	6	6	0	293.33
	Sala de juntas	Empotrable con difusor	6 de 4 x 40	4.5	24	18	6	0	880.00
Ducto		Con pantalla	2 de 2 x 40	1	4	2	2	0	97.78
Cocineta		Empotrable con difusor	2 de 4 x 40	1	8	4	4	0	195.56
Dormitorio IV		Empotrable con difusor	2 de 4 x 40	1.25	8	5	3	0	244.44
		Lámpara cama	2 de 1 x 40	2	2	2	0	0	80.00
	Baño	Empotrable con difusor	1 de 4 x 40	0.5	4	2	2	0	97.78
Dormitorio V		Empotrable con difusor	2 de 4 x 40	1	8	4	4	0	195.56
		Lámpara cama	2 de 1 x 40	2	2	2	0	0	80.00
	Baño	Empotrable con difusor	1 de 4 x 40	0.5	4	2	2	0	97.78
Dormitorio general II = Cirugía mujeres	Enfermeras	Empotrable con difusor	4 de 4 x 40	1.75	16	7	9	0	342.22
	Encamamiento A	Empotrable con difusor	11 de 4 x 40	5	44	20	24	0	977.78
		Empotrable	12 de 1 x 100	12	12	12	0	0	586.67
	Encamamiento B	Empotrable con difusor	11 de 4 x 40	6	44	24	20	0	1,173.33
		Empotrable	12 de 1 x 100	12	12	12	0	0	586.67
	Baños	Empotrable con difusor	3 de 4 x 40	1.5	12	6	6	0	293.33
	Curaciones	Empotrable con difusor	3 de 4 x 40	1.5	12	6	6	0	293.33
Dormitorio VI		Empotrable con difusor	3 de 4 x 40	1.5	12	6	6	6	293.33
		Lámpara cama	4 de 1 x 40	4	4	4	0	0	160.00
	Baño	Empotrable con difusor	1 de 4 x 40	0.25	4	1	3	0	48.89
Aseo y limpieza		Empotrable con difusor	1 de 4 x 40	0.75	4	3	1	0	146.67
Jefatura = Trabajo social		Empotrable con difusor	2 de 4 x 40	1	8	4	4	0	195.56
Baño Hombres		Empotrable con difusor	1 de 4 x 40	0.5	4	2	2	0	97.78
Baño mujeres		Empotrable con difusor	1 de 4 x 40	0.5	4	2	2	0	97.78
Pasillo		Empotrable con difusor	36 de 4 x 40	17.5	144	70	74	0	3,422.22
Total					634	353	281	8	16,902.22

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

Tabla XXXVII. Luminarias nivel V

Área		Tipo de luminaria	Numero de luminarias watts	Luminarias funcionando	Lámparas totales	Lámparas funcionando	Lámparas malas o faltantes	Lámparas led funcionando	Total watts instalado
Gradas		Empotrable con difusor	1 de 4 x 40	0.5	4	2	2	0	97.78
Limpieza		Empotrable con difusor	1 de 4 x 40	0.5	4	2	2	0	97.78
Lavado		Empotrable con difusor	1 de 4 x 40	0.5	4	2	2	0	97.78
Trabajo social		Empotrable con difusor	2 de 4 x 40	0.5	8	4	4	0	195.56
Dormitorio I		Empotrable con difusor	3 de 4 x 40	1.5	12	6	6	0	293.33
		Lámpara cama	4 de 1 x 40	4	4	4	0	0	160.00
	Baño	Empotrable con difusor	1 de 4 x 40	0.5	4	2	2	0	97.78
Dormitorio general I = Primera cirugía mujeres	Enfermeras	Empotrable con difusor	4 de 4 x 40	2.5	16	10	6	0	488.89
	Encamamiento A	Empotrable con difusor	11 de 4 x 40	7	44	28	16	0	1,368.89
		Empotrable	12 de 1 x 100	12	12	12	0	0	480.00
	Encamamiento B	Empotrable con difusor	11 de 4 x 40	5.5	44	22	22	0	1,075.56
		Empotrable	12 de 1 x 100	12	12	12	0	0	480.00
	Baños	Empotrable con difusor	3 de 4 x 40	1.5	12	6	6	0	293.33
	Curaciones	Empotrable con difusor	3 de 4 x 40	1.5	12	6	6	0	293.33
Cocineta		Empotrable con difusor	2 de 4 x 40	1	8	4	4	0	195.56
Dormitorio II		Empotrable con difusor	2 de 4 x 40	0.75	8	3	5	0	146.67
		Lámpara cama	2 de 1 x 40	2	2	2	0	0	80.00
	Baño	Empotrable con difusor	1 de 2 x 40	1	2	1	1	0	48.89
Dormitorio III		Empotrable con difusor	2 de 4 x 40	0.75	8	3	5	0	146.67
		Lámpara cama	2 de 1 x 40	2	2	2	0	0	80.00
	Baño	Empotrable con difusor	1 de 2 x 40	1	2	2	0	0	97.78
Aula = Sala de conferencias		Empotrable con difusor	15 de 4 x 40	7	60	28	32	0	1,368.89
Ducto		Con pantalla	2 de 2 x 40	1	4	2	2	0	97.78
Cocineta		Empotrable con difusor	2 de 4 x 40	1.25	8	5	3	0	244.44
Dormitorio IV		Empotrable con difusor	2 de 4 x 40	0.75	8	3	5	0	146.67
		Lámpara cama	2 de 1 x 40	2	2	2	0	0	80.00
	Baño	Empotrable con difusor	1 de 4 x 40	0.5	4	2	2	0	97.78
Dormitorio V		Empotrable con difusor	2 de 4 x 40	0.75	8	3	5	0	146.67
		Lámpara cama	2 de 1 x 40	2	2	2	0	0	80.00
	Baño	Empotrable con difusor	1 de 4 x 40	0.5	4	2	2	0	97.78
Dormitorio general II = Medicina mujeres	Enfermeras	Empotrable con difusor	4 de 4 x 40	2	16	8	8	0	391.11
	Encamamiento A	Empotrable con difusor	11 de 4 x 40	7.5	44	30	14	0	1,466.67
		Empotrable	12 de 1 x 100	12	12	12	0	0	480.00
	Encamamiento B	Empotrable con difusor	11 de 4 x 40	6	44	24	20	0	1,173.33
		Empotrable	12 de 1 x 100	12	12	12	0	0	480.00
	Baños	Empotrable con difusor	3 de 4 x 40	1.5	12	6	6	0	293.33
	Curaciones	Empotrable con difusor	3 de 4 x 40	1.5	12	6	6	0	293.33
Dormitorio VI		Empotrable con difusor	3 de 4 x 18	2	12	8	4	3	391.11
		Lámpara cama	4 de 1 x 40	4	4	4	0	0	160.00
	Baño	Empotrable con difusor	1 de 4 x 40	0.5	4	2	2	0	97.78
Aseo y limpieza		Empotrable con difusor	1 de 4 x 40	0.5	4	2	2	0	97.78
Jefatura = Psicología		Empotrable con difusor	2 de 4 x 40	1.25	8	5	3	0	244.44
Baño Hombres		Empotrable con difusor	1 de 4 x 40	0.5	4	2	2	0	97.78
Baño mujeres		Empotrable con difusor	1 de 4 x 40	0.75	4	3	1	0	146.67
Pasillo		Empotrable con difusor	36 de 4 x 40	15	144	60	84	0	2,933.33
Total					660	368	292	3	17,422.22

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

Tabla XXXVIII. Luminarias nivel VI

Área		Tipo de luminaria	Numero de luminarias watts	Luminarias funcionando	Lámparas totales	Lámparas funcionando	Lámparas malas o faltantes	Lámparas led funcionando	Total watts instalado
Gradas		Con pantalla	1 de 2 x 40	0	2	0	2	0	0.00
Limpieza		Con pantalla	2 de 2 x 40	1	4	2	2	0	97.78
Lavado		Empotrable con difusor	1 de 4 x 40	0.5	4	2	2	0	97.78
Trabajo social		Empotrable con difusor	2 de 4 x 40	1	8	4	4	0	195.56
Dormitorio I		Empotrable con difusor	3 de 4 x 40	1.5	12	6	6	0	293.33
		Lámpara cama	2 de 1 x 40	2	2	2	0	0	80.00
	Baño	Empotrable con difusor	1 de 4 x 40	0.5	4	2	2	0	97.78
Dormitorio general I = Medicina interna	Enfermeras	Empotrable con difusor	4 de 4 x 40	2	16	8	8	0	391.11
	Encamamiento A	Empotrable con difusor	11 de 4 x 40	5.5	44	22	22	0	1,075.56
		Empotrable	12 de 1 x 100	12	12	12	0	0	480.00
	Encamamiento B	Empotrable con difusor	11 de 4 x 40	7	44	28	16	0	1,368.89
		Empotrable ojo de buey	12 de 1 x 100	12	12	12	0	0	480.00
	Baños	Empotrable con difusor	3 de 4 x 40	1.5	12	6	6	0	293.33
	Curaciones	Empotrable con difusor	3 de 4 x 40	2.25	12	9	3	0	440.00
Cocineta		Empotrable con difusor	2 de 4 x 40	0.75	8	3	5	0	146.67
Dormitorio II		Empotrable con difusor	2 de 2x 40	1	4	2	2	0	97.78
		Lámpara cama	2 de 1 x 40	2	2	2	0	0	80.00
	Baño	Empotrable con difusor	1 de 4 x 40	0.5	4	2	2	0	97.78
Dormitorio III		Empotrable con difusor	2 de 4 x 40	1.25	8	5	3	0	244.44
		Lámpara cama	2 de 1 x 40	2	2	2	0	0	80.00
	Baño	Empotrable con difusor	1 de 4 x 40	0.5	4	2	2	0	97.78
Aula = Salón de conferencias		Empotrable con difusor	15 de 4 x 40	8.5	60	34	26	0	1,662.22
Ducto		Con pantalla	2 de 2 x 40	1	4	2	2	0	97.78
Cocineta = Clínica de prueba de esfuerzo		Empotrable con difusor	2 de 2 x 40	1	4	2	2	0	97.78
Dormitorio IV		Empotrable con difusor	2 de 4 x 40	1.5	8	6	2	0	293.33
		Lámpara cama	2 de 1 x 40	2	2	2	0	0	80.00
	Baño	Empotrable con difusor	1 de 4 x 40	0.5	4	2	2	0	97.78
Dormitorio V		Empotrable con difusor	2 de 4 x 40	1	8	4	4	0	195.56
		Lámpara cama	2 de 1 x 40	2	2	2	0	0	80.00
	Baño	Empotrable con difusor	1 de 4 x 40	0.5	4	2	2	0	97.78
Dormitorio general II = Cardiología	Enfermeras	Empotrable con difusor	4 de 4 x 40	2	16	8	8	0	391.11
	Encamamiento A	Empotrable con difusor	11 de 4 x 40	8	44	32	12	0	1,564.44
		Empotrable	12 de 1 x 100	12	12	12	0	0	480.00
	Encamamiento B	Empotrable con difusor	11 de 4 x 40	4	44	16	28	0	782.22
		Empotrable	12 de 1 x 100	12	12	12	0	0	480.00
	Baños	Empotrable con difusor	3 de 4 x 40	1.5	12	6	6	0	293.33
	Curaciones	Empotrable con difusor	3 de 4 x 40	1.75	12	7	5	0	342.22
Dormitorio VI = Oficina de cardiología		Empotrable con difusor	3 de 4 x 40	1.25	12	5	7	0	244.44
		Lámpara cama	2 de 1 x 40	2	2	2	0	0	80.00
	Baño	Empotrable con difusor	1 de 4 x 40	0.5	4	2	2	0	97.78
Aseo y limpieza		Empotrable con difusor	1 de 4 x 40	0.5	4	2	2	0	97.78
Jefatura = Cardiología		Empotrable con difusor	2 de 4 x 40	1	8	4	4	0	195.56
Baño Hombres		Empotrable con difusor	1 de 4 x 40	0.5	4	2	2	0	97.78
Baño mujeres		Empotrable con difusor	1 de 4 x 40	0.5	4	2	2	0	97.78
Pasillo		Empotrable con difusor	36 de 4 x 40	14	144	56	88	0	2,737.78
Total					650	357	293	0	16,920.00

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

Tabla XXXIX. **Luminarias nivel VII**

Área	Tipo de luminaria	Tipo de lámpara	Numero de luminarias en watts	Luminarias funcionando	Lámparas totales	Lámparas funcionando	Lámparas malas o faltantes	Lámparas led funcionando	Total watts instalado
Gradas	Empotrable con difusor	fluorescente	1 de 4 x 40	0.5	4	2	2	0	97.78
Aula	Empotrable con difusor	fluorescente	2 de 4 x 40	1	8	4	4	0	195.56
Auditórium C + Auditórium D	Empotrable ojo de buey	fluocompacta	30 de 1 x 20	16	30	16	14	0	320.00
Auditórium B	Empotrable ojo de buey	fluocompacta	15 de 1 x 20	7	15	7	8	0	140.00
Auditórium A	Empotrable ojo de buey	fluocompacta	15 de 1 x 20	8	15	8	7	0	160.00
Baño mujeres	Con pantalla	fluorescente	2 de 2 x 40	1	4	2	2	0	97.78
Baño hombres	Con pantalla	fluorescente	2 de 2 x 40	1	4	2	2	0	97.78
Logística	Empotrable con difusor	fluorescente	6 de 4 x 40	2.5	24	10	14	2	488.89
Capacitación virtual	Empotrable con difusor	fluorescente	6 de 4 x 40	3.5	24	14	10	0	684.44
Jefatura	Empotrable con difusor	fluorescente	4 de 4 x 40	1.75	16	7	9	0	342.22
Biblioteca virtual	Empotrable con difusor	fluorescente	6 de 4 x 40	4	24	16	8	0	782.22
Salón docencia	Empotrable con difusor	fluorescente	6 de 4 x 40	2.25	24	9	15	0	440.00
Café internet	Empotrable con difusor	fluorescente	6 de 4 x 40	2	24	8	16	0	391.11
Ducto	Con pantalla	fluorescente	2 de 2 x 40	1	4	2	2	0	97.78
Biblioteca	Empotrable con difusor	fluorescente	33 de 4 x 40	14	132	56	76	0	2,737.78
Aula biblioteca	Empotrable con difusor	fluorescente	12 de 4 x 40	6	48	24	24	0	1,173.33
Pasillo	Empotrable con difusor	fluorescente	23 de 4 x 40	11.5	92	46	46	0	2,248.89
Total					492	233	259	2	10,495.56

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

Tabla XL. **Luminarias totales ala sur**

Área	Lámparas totales	Lámparas funcionando	Lámparas malas o faltantes	Lámparas led funcionando	total watts instalado
Sótano	539	156	383	4	7,519.11
Nivel I	648	332	316	0	16,231.11
Nivel II	654	405	249	5	23,071.11
Nivel III	672	386	286	0	18,271.67
Nivel IV	634	353	281	8	16,902.22
Nivel V	660	368	292	3	17,422.22
Nivel VI	650	357	293	0	16,920.00
Nivel VII	492	233	259	2	10,495.56
Total	4,949.00	2,590.00	2,359.00	22.00	126,833.00

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

Tabla XLI. Luminarias rampa elevadores

Rampa por nivel	Tipo de luminaria	Numero de luminarias en watts	Tipo de lámpara	Luminarias en funcionamiento	Cantidad de lámparas	Lámparas funcionando	Lámparas malas o faltantes	Total watts instalado
Sótano a nivel I								
Primera Parte	Empotrable con difusor	9 de 4x40	fluorescente	1.5	36	6	30	293.33
Segunda Parte	Empotrable con difusor	7 de 4x40	fluorescente	3	28	12	16	586.67
Nivel I a Nivel II								
Primera Parte	Empotrable con difusor	7 de 4x40	fluorescente	3	28	12	16	586.67
Segunda Parte	Empotrable con difusor	7 de 4x40	fluorescente	2.5	28	10	18	488.89
Nivel II a Nivel III								
Primera Parte	Empotrable con difusor	7 de 4x40	fluorescente	3	28	12	16	586.67
Segunda Parte	Empotrable con difusor	7 de 4x40	fluorescente	2.5	28	10	18	488.89
Nivel III a Nivel IV								
Primera Parte	Empotrable con difusor	7 de 4x40	fluorescente	1.5	28	6	22	293.33
Segunda Parte	Empotrable con difusor	7 de 4x40	fluorescente	1.5	28	6	22	293.33
Nivel IV a Nivel V								
Primera Parte	Empotrable con difusor	7 de 4x40	fluorescente	2.5	28	10	18	488.89
Segunda Parte	Empotrable con difusor	7 de 4x40	fluorescente	1	28	4	24	195.56
Nivel V a Nivel VI								
Primera Parte	Empotrable con difusor	7 de 4x40	fluorescente	6	28	24	4	1,173.33
Segunda Parte	Empotrable con difusor	7 de 4x40	fluorescente	2.5	28	10	18	488.89
Gradas del VI al VII	Empotrable con difusor	1 de 2x40	fluorescente	1	2	2	0	97.78
Gradas del VII al VIII	Empotrable con difusor	2 de 2x40	fluorescente	1	4	2	2	97.78
Total					350	126	224	6,160.00

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

Tabla XLII. Luminarias área de elevadores

Nivel	Área	Tipo de luminaria	Tipo de lámpara	Numero de luminarias	Luminarias en funcionamiento	Lámparas totales	Lámparas funcionando	Lámparas malas o faltantes	Total watts instalado
Sótano	Pasillo	Empotrable con difusor	fluorescente	17 de 4 x 40 2 de 2 x 40	4	68	16	52	782.22
	Intendencia	Empotrable con difusor	fluorescente	4 de 4 x 40	2.25	16	9	7	440.00
	Ducto	Colgante con pantalla	fluorescente	2 de 2 x 40	1	4	2	2	97.78
	Pasillo elevador 7	Colgante con pantalla	fluorescente	2 de 2 x 40	1	4	2	2	97.78
Nivel I	Pasillo	Empotrable con difusor	fluorescente	17 de 4 x 40	6.5	68	26	42	1,271.11
	Oficina	Empotrable con difusor	fluorescente	4 de 4 x 40	2	16	8	8	391.11
	Ducto	Colgante con pantalla	fluorescente	2 de 2 x 40	1	4	2	2	97.78
	Pasillo elevador 7	Colgante con pantalla	fluorescente	2 de 2 x 40	1	4	2	2	97.78
Nivel II	Pasillo	Empotrable con difusor	fluorescente	17 de 4 x 40	7.5	68	30	38	1,466.67
	Oficina	Empotrable con difusor	fluorescente	4 de 4 x 40	1.25	16	5	11	244.44
	Ducto	Colgante con pantalla	fluorescente	2 de 2 x 40	1	4	2	2	97.78
	Pasillo elevador 7	Colgante con pantalla	fluorescente	2 de 2 x 40	1	4	2	2	97.78
Nivel III	Pasillo	Empotrable con difusor	fluorescente	15 de 4 x 40	8	60	32	28	1,564.44
	Oficina	Empotrable con difusor	fluorescente	4 de 4 x 40	1.75	16	7	9	342.22
	Ducto	Colgante con pantalla	fluorescente	2 de 2 x 40	1	4	2	2	97.78
	Pasillo elevador 7	Colgante con pantalla	fluorescente	2 de 2 x 40	2	4	4	0	195.56
Nivel IV	Pasillo	Empotrable con difusor	fluorescente	15 de 4 x 40	5.5	60	22	38	1,075.56
	Oficina	Empotrable con difusor	fluorescente	4 de 4 x 40	1.75	16	7	9	342.22
	Ducto	Colgante con pantalla	fluorescente	2 de 2 x 40	1	4	2	2	97.78
	Pasillo elevador 7	Colgante con pantalla	fluorescente	2 de 2 x 40	1	4	2	2	97.78

Continuación de la tabla XLII.

Nivel V	Pasillo	Empotrable con difusor	fluorescente	15 de 4 x 40	6.5	60	26	34	1,271.11
	Oficina	Empotrable con difusor	fluorescente	4 de 4 x 40	2	16	8	8	391.11
	Ducto	Colgante con pantalla	fluorescente	2 de 2 x 40	2	4	4	0	195.56
	Pasillo elevador 7	Colgante con pantalla	fluorescente	2 de 2 x 40	1	4	2	2	97.78
Nivel VI	Pasillo	Empotrable con difusor	fluorescente	15 de 4 x 40	7	60	28	32	1,368.89
	Oficina	Empotrable con difusor	fluorescente	4 de 4 x 40	1.25	16	5	11	244.44
	Ducto	Colgante con pantalla	fluorescente	2 de 2 x 40	1	4	2	2	97.78
	Pasillo elevador 7	Colgante con pantalla	fluorescente	2 de 2 x 40	1	4	2	2	97.78
	Gradas	Colgante con pantalla	fluorescente	1 de 2 x 40	0.5	2	1	1	48.89
Nivel VII	Pasillo	Empotrable con difusor	fluorescente	9 de 4 x 40	4	36	16	20	782.22
	Tienda	Empotrable con difusor	fluorescente	4 de 4 x 40	1.5	16	6	10	293.33
	Ducto	Colgante con pantalla	fluorescente	2 de 2 x 40	1	4	2	2	97.78
	Lavado	Colgante con pantalla	fluorescente	1 de 2 x 40	1	2	2	0	97.78
	Centro de motores	Colgante con pantalla	fluorescente	9 de 2 x 40	3.5	18	7	11	342.22
	Gradas	Plafonera	fluocompacta	1 de 1 x 20	1	1	1	0	40.00
Nivel VIII	Centro de motores	Colgante con pantalla	fluorescente	3 de 2 x 40	1.5	6	3	3	146.67
	Lavado	Colgante con pantalla	fluorescente	1 de 2 x 40	0.5	2	1	1	48.89
	Ducto	Colgante con pantalla	fluorescente	2 de 2 x 40	1	4	2	2	97.78
	Gradas	Plafonera	fluocompacta	2 de 1 x 20	1	2	1	1	40.00
Total						705	303	402	14,795.56

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

3.6. Inventario de tomacorrientes

En la tabla XLIII se describen los tomacorrientes del nivel del sótano del Hospital San Juan de Dios, que servirá para llevar un mejor control de cuanto equipo está en buenas condiciones, en mal estado y faltantes.

Tabla XLIII. Tomacorrientes nivel sótano

Área	Voltaje tomacorriente	Total tomacorrientes	Tomacorrientes buenos	Tomacorrientes malos o faltantes
Pasillo exterior	120	7	7	0
Pasillo interior	120	8	5	3
	240	3	2	1
Salud reproductiva y familiar	120	0	0	0
Archivo de radiografías	120	5	5	0
Epidemiología	120	5	5	0
Archivos médicos	120	13	13	0
Registros médicos	120	18	18	0
Jefatura	120	4	3	1
Microfilmado	120	12	7	5
Archivo microfichas	120	1	1	0
Desechos hospitalarios	120	4	4	0
Archivo administrativo	120	1	0	1
Ducto	120	1	0	1
Total		82	70	12

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

Tabla XLIV. Tomacorrientes nivel I

Área	Voltaje tomacorriente	Total tomacorrientes	Tomacorrientes buenos	Tomacorrientes malos o faltantes
Jefatura	120	4	4	0
	240	1	0	1
Clínica médica I	120	1	1	0
Clínica médica II	120	5	3	2
	240	1	0	1
Área de clases	120	3	2	1
Recepción	120	6	6	0
Terapia ocupacional	120	6	5	1
Clínica médica III	120	1	1	0
Terapia del habla	120	7	5	2
Psicología		0	0	0
Educción especial	120	9	8	1
Piscina <i>hubbard</i>	120	2	2	0
Hidroterapia y fisioterapia	120	13	13	0
Electroterapia y fisioterapia	120	13	9	4
Gimnasio	120	7	5	2
	240	4	2	2
Bodega gimnasio	120	3	0	3
Lavandería	120	3	3	0
	240	1	1	0
Cocineta	120	4	4	0
Clínica medica IV	120	2	2	0
Clínica medica V		0	0	0
Pasillo	120	11	7	4
	240	2	2	0
Baño personal	120	1	0	1
Baño publico	12	1	0	1
Ducto		0	0	0
Total		111	85	26

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

Tabla XLV. Tomacorrientes nivel II

Área		Alimentación a equipo	Voltaje tomacorriente	Total tomacorrientes	Tomacorrientes buenos	Tomacorrientes malos o faltantes
Gradas			120	1	0	1
Limpieza			120	0	0	0
Lavado			120	1	1	0
Trabajo social			120	3	3	0
Dormitorio I			120	12	12	0
	Baño		120	1	1	0
Dormitorio general I = Cuidados progresivos	Enfermeras	1 tomacorriente	120	6	4	2
	Encamamiento A		120	26	24	2
	Encamamiento B		120	26	24	2
	Baños		120	0	0	0
	Curaciones	1 tomacorriente	120	5	5	0
Cocineta = Lavado de equipo			120	1	1	0
Dormitorio II			120	6	5	1
	Baño		120	1	1	0
Dormitorio III			120	6	5	1
	Baño		120	1	1	0
Aula = Cuidados intensivos			120	35	35	0
	Recepción		120	6	6	0
Ducto			120	2	2	0
Cocineta = Fluidos y secreciones			120	1	1	0
Dormitorio IV			120	6	1	5
	Baño		120	1	1	0
Dormitorio V			120	6	6	0
	Baño		120	1	1	0
Dormitorio general II = Operados de emergencia	Enfermeras	1 tomacorriente	120	6	5	1
	Encamamiento A		120	26	23	3
	Encamamiento B		120	26	24	2
	Baños		120	0	0	0
	Curaciones	1 tomacorriente	120	5	4	1
Dormitorio VI			120	10	8	2
	Baño		120	1	1	0
Aseo y limpieza			120	1	0	1
Jefatura = Cocina y cocineta	Cocina		120	2	2	0
	Cocineta		120	0	0	0
Baño Hombres			120	1	0	1
Baño mujeres			120	1	0	1
Pasillo			120	4	2	2
			240	1	1	0
Total				238	210	28

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

Tabla XLVI. Tomacorrientes nivel III

Área		Alimentación a equipo	Voltaje tomacorriente	Total tomacorrientes	Tomacorrientes buenos	Tomacorrientes malos o faltantes
Gradas			120	1	0	1
Limpieza				0	0	0
Lavado			120	1	1	0
Trabajo social			120	3	3	0
Dormitorio I			120	10	7	3
	Baño		120	1	1	0
Dormitorio general I = Traumatología mujeres	Enfermeras	1 tomacorriente	120	6	5	1
	Encamamiento A		120	26	23	3
	Encamamiento B		120	26	22	4
	Baños			0	0	0
	Curaciones	1 tomacorriente	120	5	4	1
Cocineta			120	1	1	0
Dormitorio II			120	6	5	1
	Baño		120	1	1	0
Dormitorio III			120	6	5	1
	Baño		120	1	1	0
Aula = Centro pedagógico			120	2	2	0
	Recepción		120	8	8	0
Ducto			120	2	2	0
Cocineta			120	1	1	0
Dormitorio IV			120	6	5	1
	Baño		120	1	1	0
Dormitorio V			120	6	5	1
	Baño		120	1	1	0
Dormitorio general II = Traumatología hombres	Enfermeras	1 tomacorriente	120	8	7	1
	Encamamiento A		120	26	25	1
	Encamamiento B		120	26	25	1
	Baños			0	0	0
	Curaciones	1 tomacorriente	120	5	4	1
Dormitorio VI			120	10	8	2
	Baño		120	1	1	0
Aseo y limpieza			120	1	1	0
Jefatura			120	2	2	0
Baño Hombres			120	1	0	1
Baño mujeres			120	1	0	1
Pasillo			120	5	4	1
			240	1	1	0
Total				208	182	26

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

Tabla XLVII. Tomacorrientes nivel IV

Área		Alimentación a equipo	Voltaje tomacorriente	Total tomacorrientes	Tomacorrientes buenos	Tomacorrientes malos o faltantes
Gradas			120	1	1	0
Limpieza			120	1	1	0
Lavado			120	1	1	0
Trabajo social			120	3	2	1
Dormitorio I			120	10	9	1
	Baño		120	1	1	0
Dormitorio general I = Primera cirugía mujeres	Enfermeras	1 tomacorriente	120	7	5	2
	Encamamiento A		120	26	25	1
	Encamamiento B		120	26		26
	Baños		120	0	0	0
	Curaciones	1 tomacorriente	120	5	4	1
Cocineta			120	2	2	0
Dormitorio II			120	6	4	2
	Baño		120	1	1	0
Dormitorio III			120	5	1	4
	Baño		120	1	1	0
Aula = Jefatura de cirugía	Recepción		120	3	3	0
	Sala de juntas		120	3	3	0
Ducto			120	2	2	0
Cocineta			120	2	2	0
Dormitorio IV			120	6	5	1
	Baño		120	1	1	0
Dormitorio V			120	6	5	1
	Baño		120	1	1	0
Dormitorio general II = Cirugía mujeres	Enfermeras	1 tomacorriente	120	6	5	1
	Encamamiento A		120	26	24	2
	Encamamiento B		120	26	24	2
	Baños		120	0	0	0
	Curaciones	1 tomacorriente	120	5	4	1
Dormitorio VI			120	10	7	3
	Baño		120	1	1	0
Aseo y limpieza			120	1	1	0
Jefatura = Trabajo social			120	2	2	0
Baño Hombres			120	1	0	1
Baño mujeres			120	1	0	1
Pasillo			120	5	3	2
			240	1	1	0
Total				205	152	53

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

Tabla XLVIII. Tomacorrientes nivel V

Área		Alimentación a equipo	Voltaje tomacorriente	Total tomacorrientes	Tomacorrientes buenos	Tomacorrientes malos o faltantes
Gradas			120	1	0	1
Limpieza			120	0	0	0
Lavado			120	1	1	0
Trabajo social			120	3	2	1
Dormitorio I			120	10	9	1
	Baño		120	1	1	0
Dormitorio general I = Primera cirugía mujeres	Enfermeras	1 tomacorriente	120	7	4	3
	Encamamiento A		120	26	23	3
	Encamamiento B		120	26	2	24
	Baños		120	0	0	0
	Curaciones	1 tomacorriente	120	5	4	1
Cocineta			120	2	2	0
Dormitorio II			120	6	5	1
	Baño		120	1	1	0
Dormitorio III			120	6	4	2
	Baño		120	1	1	0
Aula = Sala de conferencias			120	4	2	2
Ducto			120	2	2	0
Cocineta			120	2	2	0
Dormitorio IV			120	6	5	1
	Baño		120	1	1	0
Dormitorio V			120	6	5	1
	Baño		120	1	1	0
Dormitorio general II = Medicina mujeres	Enfermeras	1 tomacorriente	120	6	5	1
	Encamamiento A		120	26	24	2
	Encamamiento B		120	26	24	2
	Baños		120	0	0	0
	Curaciones	1 tomacorriente	120	5	3	2
Dormitorio VI			120	10	7	3
	Baño		120	1	1	0
Aseo y limpieza			120	1	1	0
Jefatura = Psicología			120	2	2	0
Baño Hombres			120	1	0	1
Baño mujeres			120	1	0	1
Pasillo			120	5	4	1
			240	1	1	0
Total				203	149	54

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

Tabla XLIX. Tomacorrientes nivel VI

Área		Alimentación a equipo	Voltaje tomacorriente	Total tomacorrientes	Tomacorrientes buenos	Tomacorrientes malos o faltantes
Gradas			120	1	0	1
Limpieza			120	0	0	0
Lavado			120	1	1	0
Trabajo social			120	3	3	0
Dormitorio I			120	10	8	2
	Baño		120	1	1	0
Dormitorio general I = Medicina interna	Enfermeras	1 tomacorriente	120	7	5	2
	Encamamiento A		120	26	24	2
	Encamamiento B		120	26	24	2
	Baños		120	0	0	0
	Curaciones	1 tomacorriente	120	5	4	1
Cocineta			120	1	1	0
Dormitorio II			120	6	5	1
	Baño		120	1	1	0
Dormitorio III			120	6	5	1
	Baño		120	1	1	0
Aula = Salón de conferencias			120	5	5	0
Ducto			120	2	2	0
Cocineta = Clínica de prueba de esfuerzo			120	1	1	0
Dormitorio IV			120	6	5	1
	Baño		120	1	1	0
Dormitorio V			120	6	5	1
	Baño		120	1	1	0
Dormitorio general II = Cardiología	Enfermeras	1 tomacorriente	120	6	5	1
	Encamamiento A		120	26	24	2
	Encamamiento B		120	26	24	2
	Baños		120	0	0	0
	Curaciones	1 tomacorriente	120	5	5	0
Dormitorio VI = Oficina de cardiología			120	10	8	2
	Baño		120	1	1	0
Aseo y limpieza			120	1	1	0
Jefatura = Cardiología			120	2	2	0
Baño Hombres			120	1	0	1
Baño mujeres			120	1	0	1
Pasillo			120	5	3	2
			240	1	1	0
Total				202	177	25

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

Tabla L. **Tomacorrientes nivel VII**

Área	Voltaje tomacorriente	Total tomacorrientes	Tomacorrientes buenos	Tomacorrientes malos o faltantes
Gradas	120	1	0	1
Aula	120	2	2	0
Auditórium C + Auditórium D	120	12	8	4
Auditórium B	120	6	5	1
Auditórium A	120	6	5	1
Baño mujeres	120	1	0	1
Baño hombres	120	1	0	1
Logística	120	5	4	1
	240	2	0	2
Capacitación virtual	120	5	4	1
Jefatura	120	4	3	1
	240	2	0	0
Biblioteca virtual	120	20	20	0
Salón docencia	120	1	1	0
Café <i>internet</i>	120	6	6	0
Ducto	120	0	0	0
Biblioteca	120	6	4	2
Aula biblioteca	120	4	4	0
Pasillo	120	7	6	1
	240	3	2	1
Total		94	74	18

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

Tabla LI. **Tomacorrientes rampa elevadores**

Rampa por nivel	Voltaje tomacorriente	Total tomacorrientes	Tomacorrientes malos o faltantes
Sótano a nivel I			
Primera Parte	120	1	0
Segunda Parte	120	1	0
Nivel I a Nivel II			
Primera Parte	120	2	0
Segunda Parte	120	2	0
Nivel II a Nivel III			
Primera Parte	120	1	1
Segunda Parte	120	2	0
Nivel III a Nivel IV			
Primera Parte	120	1	0
Segunda Parte	120	2	0
Nivel IV a Nivel V			
Primera Parte	120	2	0
Segunda Parte	120	2	0
Nivel V a Nivel VI			
Primera Parte	120	2	0
Segunda Parte	120	2	0
Gradas del VI al VII		0	0
Gradas del VII al VIII	120	1	0
Total		21	1

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

Tabla LII. Tomacorrientes área de elevadores

Nivel	Área	Voltaje tomacorriente	Total tomacorrientes	Tomacorrientes buenos	Tomacorrientes malos o faltantes
Sótano	Pasillo	120	8	2	6
		240	2	0	2
	Intendencia	120	2	1	1
		Ducto	120	1	0
	Pasillo elevador 7	120	2	0	2
Nivel I	Pasillo	120	9	4	5
		240	1	0	1
	Oficina	120	3	3	0
		Ducto	120	1	0
	Pasillo elevador 7	120	3	0	3
Nivel II	Pasillo	120	9	4	5
		240	2	0	2
	Oficina	120	3	3	0
		Ducto	120	1	1
	Pasillo elevador 7	120	3	0	3
Nivel III	Pasillo	120	8	3	5
		240	2	1	1
	Oficina	120	3	3	0
		Ducto	120	0	0
	Pasillo elevador 7	120	3	2	1
Nivel IV	Pasillo	120	8	3	5
		240	2	0	2
	Oficina	120	3	3	0
		Ducto	120	0	0
	Pasillo elevador 7	120	3	1	2
Nivel V	Pasillo	120	8	7	1
		240	2	0	2
	Oficina	120	3	3	0
		Ducto	120	0	0
	Pasillo elevador 7	120	3	1	2
Nivel VI	Pasillo	120	7	4	3
		240	2	0	2
	Oficina	120	3	3	0
		Ducto	120	0	0
	Pasillo elevador 7	120	1	1	0
		Gradas	120	1	0
Nivel VII	Pasillo	120	2	1	1
		240	2	0	2
	Tienda	120	3	3	0
		Ducto	120	0	0
	Lavado	120	2	0	2
		Centro de motores	120	4	3
	Gradas	120	1	1	0
Nivel VIII	Centro de motores	120	3	3	0
		Lavado	120	0	0
	Ducto	120	1	1	0
		Gradas	120	0	0
Total			130	65	65

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

4. PROPUESTA DE MEJORAS

4.1. Balance de tableros

Es necesario realizar una reubicación de cargas para tener el sistema eléctrico lo más balanceado posible. Dadas las características del hospital, de no ser posible realizarlo, se debe tener en el futuro un control de nuevas cargas para ser agregadas de acuerdo a los registros de cargas conectadas para evitar más desbalance, en especial el tablero CDPE T1 ya que es el que presenta más altos niveles de desbalance.

4.2. Sistema de iluminación

Para el sistema de iluminación del Hospital San Juan de Dios, se realizan una serie de recomendaciones para optimizar el ahorro de energía y aprovechar la luz natural.

- Cambiar el tipo de lámparas fluorescentes por lámparas tipo led ya que estas representan ahorro energético.
- En los días soleados aprovechar la luz natural.
- Para las luminarias que no contienen lámparas se recomienda quitar los balastos ya que estas representan una carga al sistema eléctrico.
- Programar limpieza de las luminarias en especial el difusor, con los años acumulan suciedad afectando la irradiación lumínica.

4.2.1. Costo de agregar lámparas faltantes por lámparas tipo led

En la tabla LIII se describe el costo que tiene de agregar lámparas faltantes por lámparas tipo led, en diferentes lugares del Hospital San Juan de Dios.

Tabla LIII. Lámparas totales faltantes

Área	Ala sur	Elevadores	
	Lámparas malas o faltantes	Rampa Elevadores	Área de elevadores
Sótano	383	46	63
Nivel I	316	34	54
Nivel II	249	34	53
Nivel III	286	44	39
Nivel IV	281	42	51
Nivel V	292	22	44
Nivel VI	293		48
Nivel VII	259		43
Nivel VIII			7
Gradas Nivel VI al VII		0	
Gradas Nivel VII al VIII		2	
	2,359	224	402
Total			2,985

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

Tabla LIV. Costo de sustitución y ahorro operativo

Tipo		Fluorescente	Led
Tipo iluminación		Luz blanca	Luz blanca
Potencia		40 <i>Watts</i>	18 <i>Watts</i>
Lúmenes		2,180	1,890
Costo unidad		Q6.00	Q58.00
Horas de vida		20,000	50,000
Lámparas necesarias	2,985		
<i>Watts</i> total		119,400	53,730
Diferencia en <i>watts</i> , entre fluorescente y <i>led</i>			65,670
Energía ahorro kWh/mes			23,641
Costo promedio kWh/mes facturado año 2017	0.657		
Ahorro en quetzales			Q15,541.82
Costo total led			Q173,130.00

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

Para instalar lámparas tipo led en el ala sur, rampas, área de elevadores y dejar funcionando las luminarias a toda su capacidad para cumplir así los niveles de iluminación normado, se necesita una inversión de Q 173 130,00 con esta inversión se logra un ahorro de potencia de 65 670,00 *watts*, 23,641 kWh/mes y 15 541,82 quetzales al mes.

4.3. Prueba de aislamiento a ramales

Es importante verificar el estado actual del aislamiento de los ramales que salen de los tableros CDP T1, CDPE T1, NDP F1A, CDP T2 y CDPE T2 para tener la seguridad respaldada de que están dentro de los límites aceptables de aislamiento y que no hayan pérdidas de energía ya que estos son los principales en el ala sur.

4.4. Pruebas al transformador seco

Se sugiere realizar estas pruebas a efecto de garantizar el funcionamiento de este importante elemento.

4.4.1. Eléctricas

Se debe realizar durante un mantenimiento programado. Por tener décadas de funcionamiento, es necesario realizar esta prueba a los transformadores TR CDP T1, TR CDPE T1, TR CDP T2 y TR CDPE T2 para verificar el estado actual de su aislamiento. Por la naturaleza de la institución los transformadores funcionan las veinticuatro horas del día durante todo el año.

4.4.2. Mecánicas

Verificar las partes mecánicas de los terminales de conexión para el lado de alta y baja tensión, verificando la torsión en las tuercas, si están apretadas, también realizar limpieza de los mismos ya que durante los años acumulan mugre y polvo.

4.5. Utilización de energía renovable

Buscando ser amigable con el medio ambiente, se propone colocar paneles solares en el techo del ala sur, con un área basada en los planos del séptimo nivel, de 1 128 63 m² disponibles, sin ser aprovechados.

Figura 49. **Techo ala sur**



Fuente: Hospital General San Juan de Dios. Techo ala sur.

www.google.com/maps/@14.6400292,-90.5207837,169m/data=!3m1!1e3. Consulta: febrero de 2019.

4.5.1. Análisis técnico y económico de la propuesta, y de energía renovable

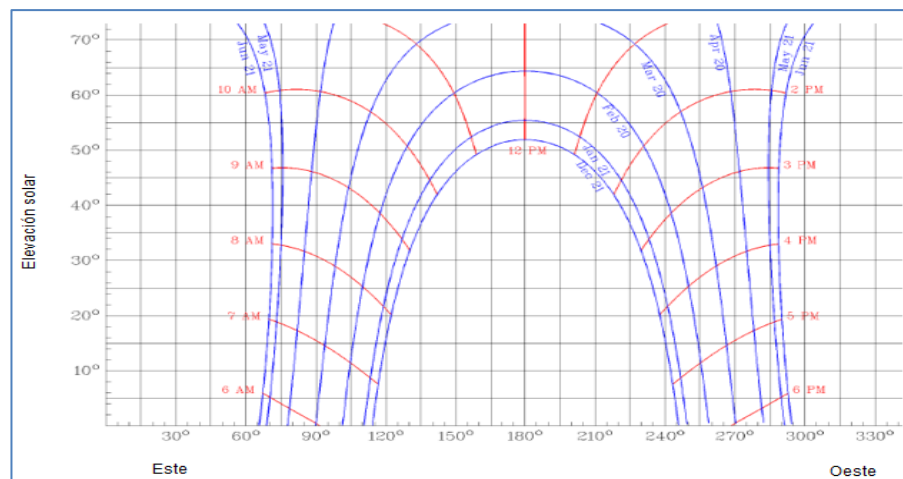
A continuación se realiza un análisis técnico económico de la propuesta y de energía renovable.

4.5.1.1. Energía solar

Se utiliza un área efectiva del 60 %, ya que los paneles necesitan ser instalados con un ángulo de inclinación mínima dependiendo del lugar donde serán colocados, además se necesita colocar bases metálicas así como construir soportes para las mismas, se tiene un área efectiva de 677,17 m².

En la figura 50 se puede observar que se tendrá una irradiación solar de doce horas diarias para los puntos de latitud 14,63 y longitud -92,52 para una zona horaria UTC - 6, correspondiente al techo del ala sur.

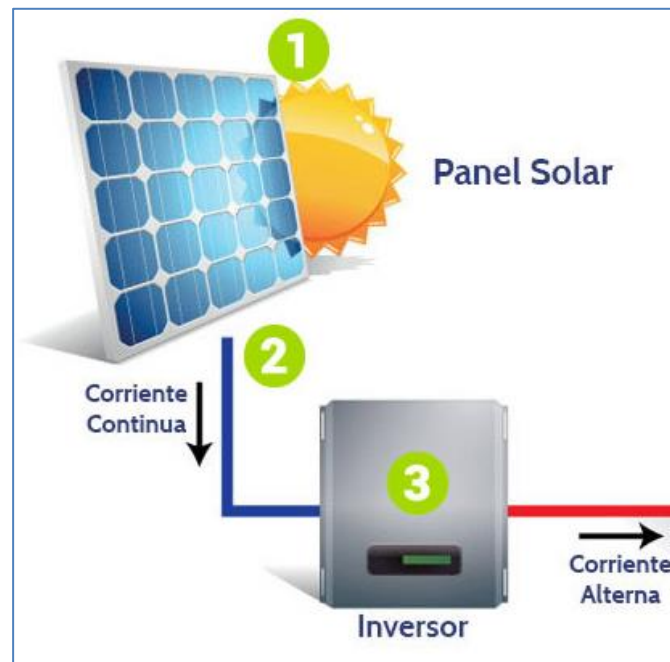
Figura 50. Horas de irradiación solar estimado para un año



Fuente: *Horas de irradiación solar estimado para un año.*

<http://solardat.uoregon.edu/SunChartProgram.html>. Consulta: marzo de 2019.

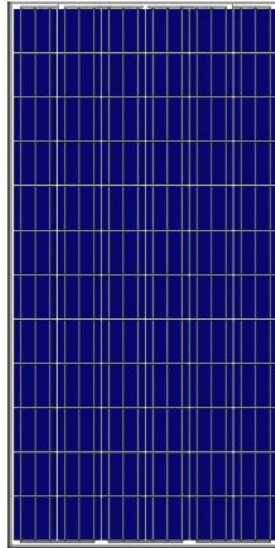
Figura 51. **Diagrama general**



Fuente: *Diagrama general*. <http://www.solarpanel.com.mx/wp-content/uploads/2018/03/sistema-fotovoltaico.jpg>. Consulta: marzo de 2019.

En esta área se puede aprovechar para generar energía limpia para una vida útil del proyecto de 25 años según la tecnología actual. Para el diseño se escoge un tipo de panel solar con una potencia de 320 *watts* y el inversor con una capacidad de 20 kW.

Figura 52. **Panel marca AMERISOLAR modelo AS-6P**



Fuente: *Panel marca AMERISOLAR modelo AS-6P*. <https://autosolar.es/pdf/Amerisolar-320W-Policristalino.pdf>. Consulta: marzo de 2019.

Figura 53. **Inversor marca INGECON SUN 20TL**



Fuente: *Inversor marca INGECON SUN 20TL*. <https://autosolar.es/pdf/Ingeteam-Ingecon-3Play.pdf>. Consulta: marzo de 2019.

Realizando cálculos de acuerdo a los equipos escogidos, tomando en cuenta las características de cada uno, se tiene lo siguiente:

- Número de paneles máximos en serie
- Voltaje máximo del inversor = 1 000 V
- Voltaje de circuito abierto panel = 45,7 V
- Paneles en serie = $1\ 000/47,5 = 21,05$ paneles
- Entonces se tiene un valor máximo de 21 paneles en serie
- Número máximo de filas en paralelo
- Filas = $37\ A / 8,63\ A = 4,28$ filas

Entonces se pondrá un máximo de cuatro filas en paralelo de 21 paneles en serie para obtener una potencia de 26,88 kW por campo.

Para el ala sur tenemos un área en el techo útil de 677,17 m² entonces, $677,17\ m^2 / 1,94\ m^2$ (área de un panel) = 349,05 paneles lo que quiere decir que se puede utilizar un máximo de 349 paneles.

Según el diseño con los equipos escogidos se tienen cuatro columnas de veintiún paneles en serie nos da un total de ochenta y cuatro paneles.

Calculando el número de campos de paneles posibles.

Número de paneles total 349 / 84 paneles por campo = 4,14 campos de paneles, con esta información se pueden colocar cuatro campos de ochenta y cuatro paneles en el techo del ala sur.

Para colocar cuatro campos de ochenta y cuatro paneles y utilizar la mano de obra del hospital para ahorrar costos, se necesita una inversión de Q 1 112 195,28 para producir 107,52 kW.

Tabla LV. **Costos**

	Campos	cantidad	Total	Costo por unidad	Costo total
Paneles	4	84	336	Q2,138.46	Q718,522.56
Inversores	4	1	4	Q27,686.47	Q110,745.88
Accesorios 10 %					Q82,926.84
Construcción de base metálica por campo	4	1	4	Q50,000.00	Q200,000.00
Total					Q1,112,195.28

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

Con los datos anteriores se puede calcular la energía que esta nos producirá en valor máximo, será de 25 804,8 kWh/mes, asumiendo ocho horas de irradiación solar al día considerando así los días nublados.

Tomando los valores facturados por EEGSA para el 2017 representaría un ahorro anual de Q 203 570,11 esto quiere decir que el retorno de la inversión del proyecto de Q 1 112 195,28 se recupera dentro de los seis años.

Tabla LVI. **Ahorro anual para 25 804,8 kWh/mes**

Mes	KWh/Q año 2017	Ahorro
Enero	0.6527	Q16,841.52
Febrero	0.6527	Q16,841.73
Marzo	0.6525	Q16,837.77
Abril	0.6527	Q16,843.04
Mayo	0.6608	Q17,053.09
Junio	0.6606	Q17,047.66
Julio	0.6604	Q17,042.42
Agosto	0.6619	Q17,079.69
Septiembre	0.6617	Q17,074.81
Octubre	0.6707	Q17,306.80
Noviembre	0.6516	Q16,813.28
Diciembre	0.6506	Q16,788.31
Total		Q203,570.11

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

4.6. Ahorro en emisiones de gases de efecto invernadero

El consumo energético para el año 2017 de la institución fue de 4 851 104,00 kWh/año, usando el factor de red para determinar la emisión de gases de efecto invernadero, proporcionado por el MEM para el consumo de energía eléctrica de la red nacional, que es de 0,4877, esto da un valor de 2 365,88 toneladas de CO₂ emitidas al año por la institución.

Tabla LVII. **Ahorro de potencia con lámparas led**

	Lámparas malas o faltantes	Potencia lámpara fluorescente en <i>watts</i>	Potencia lámpara <i>led</i> en <i>watts</i>
	2,985.00	40.00	18.00
Potencia total necesaria		119,400.00	53,730.00
Ahorro de potencia con lámparas <i>led</i>			65,670.00

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

Con la utilización de la tecnología *led* podemos tener un ahorro de energía al año de 287 634,60 kWh/año, más la energía generada por los paneles solares al año de 313 958,40 kWh/Año, sumando estas da un total de 601 593,00 kWh/año.

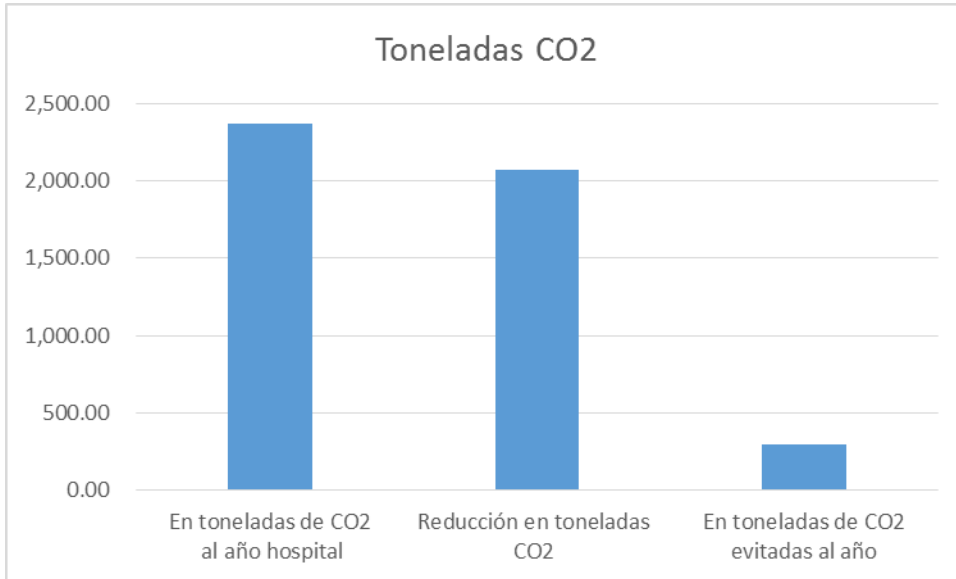
Tabla LVIII. **Potencia total al año**

	kW	Horas uso	kWh / año
Potencia de ahorro al usar lámparas led	65.67	12	287,634.60
Potencia generada paneles solares	107.52	8	313,958.40
Total			601,593.00

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

Con esta energía de ahorro sumado de 601 593,00 kWh/año, se tiene un ahorro en emisión de CO₂ de 293,39 toneladas, esto representa un ahorro del 14 % en la emisión de gases de efecto invernadero para la institución.

Figura 54. **Toneladas CO₂**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

CONCLUSIONES

1. El estado actual del sistema eléctrico del ala sur y área de elevadores se encuentra funcionando con bastante normalidad en temperatura y corriente, sin embargo se encontraron altos niveles de corrientes de armónicos en todo el sistema eléctrico.
2. En la evaluación técnica se detectó los bajos niveles de iluminación encontrados en todos los niveles del ala sur y área de elevadores, también se detectaron tomacorrientes defectuosos en áreas muy específicas y no muy utilizadas.
3. En área de encamamiento y habitaciones de pacientes se dejan encendidas las lámparas durante todo el día sin aprovechar la luz natural esto sucede ya que es de uso múltiple y la responsabilidad no puede ser de una sola persona.
4. Buscando ser amigable con el medio ambiente se propone el cambio de lámparas fluorescentes por lámparas tipo led. Así como la implementación de un sistema de generación fotovoltaica de energía.

RECOMENDACIONES

1. Mejorar el desbalance de corrientes en las barras de los tableros.
2. Mejorar los niveles de regulación de voltaje en los distintos tableros del sistema.
3. Realizar una limpieza en coordinación con el área de mantenimiento y conserjería de todos los ductos en el ala sur y área de elevadores ya que estas con los años han acumulado mugre, suciedad, polvo y basura.
4. Realizar un correcto etiquetado de transformadores y tableros de distribución ya que presentan confusión.
5. Colocar las tapas de los diversos tableros abiertos, ya que estas representan un alto peligro para las diferentes personas que ingresan al área de ductos.
6. Realizar limpieza de los difusores en las luminarias, ya que algunas de estas están de color amarillo.
7. Implementar la instalación de un sistema de generación fotovoltaica con el objeto de reducir la factura de energía eléctrica.

BIBLIOGRAFÍA

1. BRATU, Neagu y CAMPERO, Eduardo. *Instalaciones Eléctricas Conceptos Básicos y Diseño*. 2a. ed. México. Alfaomega. 1995. 240 p.
2. Comisión Nacional de Energía Eléctrica. *Marco Legal del Subsector Eléctrico de Guatemala, Compendio de Leyes y Reglamentos*. Guatemala: CNEE, 2005. 104 p.
3. Comisión Nacional de Energía Eléctrica. *Compendio de Normas Técnicas emitidas por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica*. Guatemala: CNEE, 2010. 287 p.
4. Ministerio de Energía y Minas. *Política Energética 2013-2027*. Guatemala: MEM, 2013. 52 p.
5. Ministerio de Trabajo y Previsión Social de Guatemala. *Acuerdo Gubernativo 229-2014 y sus Reformas*. Guatemala: 2014. 132 p.
6. HARPER, Enríquez. *El ABC de la Calidad de la Energía Eléctrica*. 1a ed. México. Limusa. 2001. 265 p.
7. Organización Internacional de Normalización. *Sistemas de Gestión de la Energía*. Requisitos con orientación para su uso ISO 50001. Suiza: ISO, 2011. 22 p.

8. Organización Internacional de Normalización. *Auditorías Energéticas*. Requisitos con guía para su uso ISO 50002. Suiza: ISO, 2014. 22 p.
9. Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. Powering and Grounding Electronic Equipment. New York, USA: MEM, IEEE Std 1100-2005. 313 p.
10. Dirección General de Energía. *Balance Energético*. Guatemala: DGE, 2016. 22 p.