



Auditoría para el Estudio del Uso Racional y Eficiente de la Energía (URE) en la E.S.E. Hospital Santa Mónica, Risaralda

**Óscar Andrés Holguín Marín
César Augusto López Osorio**

Universidad Tecnológica de Pereira

Facultad de Ingeniería: Eléctrica, Electrónica, Física y Ciencias de la Computación

Programa de Ingeniería Eléctrica

Pereira

2015

Auditoría para el Estudio del Uso Racional y Eficiente de la Energía (URE) en la E.S.E. Hospital Santa Mónica, Risaralda

**Óscar Andrés Holguín Marín
César Augusto López Osorio**

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título de:

Ingeniero Electricista

Director (a):

M.Sc. I.E. Carlos Alberto Ríos Porras

Codirector (a):

Ing. Carlos Alberto Ramírez

Línea de Investigación:

Calidad del Servicio de Energía Eléctrica

Grupo de Investigación:

Calidad de Energía Eléctrica y Estabilidad-ICE3

Universidad Tecnológica de Pereira

Facultad de Ingeniería: Eléctrica, Electrónica, Física y Ciencias de la Computación

Programa de Ingeniería Eléctrica

2015

(Dedicatoria o lema)

Dedico ésta meta en mi vida a Dios, a mi Esposa, a mis Padres y a mi Familia por estar incondicionalmente apoyándome en este caminar de mi vida, Amén.

Óscar Andrés Holguín Marín.

Toda persona tiene a Dios en su vida y en su hogar, y tiene la decisión de dejarlo entrar o no para su grandiosa Bendición, Amén.

Óscar Andrés Holguín Marín.

Dedico este logro a todas las personas que me incentivaron a lucha por lo que uno quiere y en especial a mi madre que ha sido el pilar y sostenimiento para poderlo lograrlo.

Cesar Augusto López Osorio

Toda persona crea su propio destino, cada derrota y cada logro nos genera una mejor comprensión de la vida y nuestra existencia.

Cesar Augusto López Osorio

Agradecimientos

Le agradecemos a Dios, a mi Esposa, a nuestros Padres, a nuestra Familia, a la E.S.E. Hospital Santa Mónica y a los Ingenieros de la Universidad por brindarnos su apoyo en esta etapa de nuestras vidas, ya que hicieron posible este proyecto de Tesis.



Resumen

Los edificios hospitalarios son uno de los mayores consumidores de energía. La necesidad de un uso continuo al año, las 24 horas, además del confort y servicios médicos específicos. Es por eso que conocer un valor que indique su consumo de energía óptimo sería muy útil para determinar si el hospital tiene un uso racional y eficiente de la energía.

Este proyecto da una idea de la actualidad de la E.S.E. Hospital Santa Mónica y los principales problemas en el consumo de energía, se observó que el hospital se encuentra incumpliendo varias normas de seguridad eléctrica, se hicieron diseños de iluminación utilizando el software DIALUX EVO mostrando que tan óptimo está el hospital en la parte luminotécnica; utilizando el Analizador Trifásico HIOKI 3196 para observar el estado de la energía se encontraron varios fenómenos entre los que más interesaron fueron el alto consumo de energía eléctrica en el día y la generación de corriente por el conductor de neutro, utilizando la cámara termográfica Fluke Ti32 se proporcionó el estado actual de los tableros de distribución mostrando que en este sentido el hospital no presenta problemas serios, se propuso un diseño viable para disminuir el consumo de energía en la parte de iluminación teniendo en cuenta las normas luminotécnicas y el confort de los usuarios.



Contenido

	Pág.
Resumen	V
Lista de figuras.....	VIII
Lista de cuadros	IX
Lista de Símbolos y abreviaturas.....	X
CAPÍTULO 1. ASPECTOS TEÓRICOS.....	1
1.1 GLOSARIO.	1
1.2 INTRODUCCIÓN	4
1.3 JUSTIFICACIÓN	6
1.4 NORMATIVIDAD	7
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA	9
CAPÍTULO 3. ANÁLISIS DE LA ETAPA 1: DIAGNÓSTICO.....	12
3.1. SISTEMA DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS, RETIE Y NTC 2050.....	12
3.2. SISTEMA DE ILUMINACIÓN.....	14
3.3. CALIDAD DE LA POTENCIA.....	20
3.4. PUNTOS DE CONEXIÓN Y CARGA.....	29
CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE LA ETAPA 2: ANÁLISIS DEL CONSUMO ENERGÉTICO	32
4.1. ANÁLISIS DE LA FACTURACIÓN ELÉCTRICA.	32
4.2. ANÁLISIS DEL CONSUMO DE ENERGÍA EN LA PARTE LUMINOTÉCNICA.	33
4.3. ANÁLISIS DEL CONSUMO DE ENERGÍA ACTIVA.	35
4.4. ANÁLISIS DEL CONSUMO DE CORRIENTE POR EL CONDUCTOR DE NEUTRO.	38
4.5. ANÁLISIS DEL CONSUMO DE ENERGÍA EN LOS TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN.	40
CAPÍTULO 5. ANÁLISIS DE LA ETAPA 3: PROPUESTA LUMINOTÉCNICA PARA EL AHORRO DE ENERGÍA	41
5.1. DISEÑO PROPUESTO POR ZONA.....	45
5.1.1. Propuesta Avellana primer piso.....	45
5.1.2. Propuesta Avellana segundo piso.....	47
5.1.3. Propuesta Cirugía.....	49
5.1.4. Propuesta Cocina y Mantenimiento.....	50
5.1.5. Propuesta Consulta Externa.....	50
5.1.6. Propuesta Gerencia.....	51
5.1.7. Propuesta Hospitalización y Pediatría.....	51
5.1.8. Propuesta Urgencia.....	52
5.2. PROYECCIÓN DEL AHORRO ENERGÉTICO.....	52

5.3. ESTUDIO FINANCIERO.....	54
CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	58
BIBLIOGRAFÍA.....	59
Anexo A: Carta de solicitud para el ingreso Hospital	62
Anexo B: Recibo de energía.....	63
Anexo C: Cuadro del total de luminarias de la propuesta hecha en el informe del diseño luminotécnico con DiaLux evo.	64



Lista de figuras

	Pág.
Figura 1. Odontología, área de consulta externa.	18
Figura 2. Baño mujeres área de cirugía.	18
Figura 3. Valores promedio de la potencia aparente en las Fases 1, 2 y 3 (kVA). Intervalo de 10 min.	26
Figura 4. Espectro armónico de la corriente en el neutro. Intervalos de 10 min.	27
Figura 5. Variación en el tiempo de las corrientes armónicas de orden 3, 5, 7, 9, 11 y 15 en el neutro (valores en porcentaje).	28
Figura 6. Imágenes del Tablero U1 (termográfica IR000138.IS2, Imagen termográfica, de luz Visible y Gráfico 3D-IR).	31
Figura 7. Consumo de energía del hospital, obtenidos de factura de energía CHEC.	32
Figura 8. Porcentaje del mayor consumo de las luminarias en el hospital.	34
Figura 9. Porcentaje del menor consumo de las luminarias en el hospital.	34
Figura 10. Intervalo de la demanda activa de la E.S.E. Hospital Santa Mónica, Dosquebradas.	36
Figura 11. Intervalo de la demanda activa de la E.S.E. Hospital Santa Mónica, Dosquebradas (continuación).	37
Figura 12. Corriente en el neutro.	39
Figura 13. Avellana primer piso propuesta, planos 3D y 2D.	46
Figura 14. Estación de enfermería.	46
Figura 15. Corredor Avellana primer piso.	47
Figura 16. Avellana segundo piso propuesta, planos 3D y 2D.	48
Figura 17. Consultorio 1.	49

Figura 18. Corredor, Avellana segundo piso.....	49
Figura 19. Gráfico de comparación de los rangos de ahorro en porcentaje por áreas.....	53
Figura 20. Gráfico de comparación de los rangos de ahorro por áreas en pesos.....	55

Lista de cuadros

	Pág.
Cuadro 1. Metodología.....	10
Cuadro 2. Resumen ejecutivo de la inspección del sistema eléctrico considerando el RETIE y la NTC 2050.....	12
Cuadro 3. Resumen ejecutivo del análisis luminotécnico de la E.S.E. Hospital Santa Mónica.....	14
Cuadro 4. Resumen de demanda, flujo luminoso, cantidad y características de las luminarias de cada lugar del hospital.....	19
Cuadro 5. Resumen ejecutivo sobre la calidad de la energía en la E.S.E. Hospital Santa Mónica..	20
Cuadro 6. Resumen ejecutivo del análisis termográfico de la E.S.E. Hospital Santa Mónica.....	29
Cuadro 7. Consumo de luminarias en el hospital por áreas.....	33
Cuadro 8. Tubos y bombillas propuestas para el diseño de iluminación.....	42
Cuadro 9. Resumen total de luminarias, flujo luminoso y potencia activa para la propuesta en la E.S.E. Hospital Santa Mónica.....	43
Cuadro 10. Comparación de rangos del consumo actual vs consumo propuesto y rango de ahorro.....	53
Cuadro 11. Rangos del consumo en pesos.....	54
Cuadro 12. Total costos de inversión por área.....	55
Cuadro 13. Precios de chasis y plafón.....	56

Lista de Símbolos y abreviaturas

Símbolos con letras latinas

Símbolo	Término	Unidad SI
A	Área	m^2
	Consumo de energía activa en horas	kWh
	Consumo de energía activa en horas al año	kWh/año
	Demanda activa	kW
L	Longitud	m
lm	Lumen	lm
	Porcentaje	%
P	Potencia activa	W
$\$$	Peso Colombiano	$\$$
T	Temperatura	K
t	tiempo	s
$VEEI$	Valor de Eficiencia Energética	W/m^2

Símbolos con letras griegas

Símbolo	Término	Unidad SI
θ	Ángulo de inclinación	1
η	Eficacia Luminosa	lm/W
Φ	Flujo Luminoso	lm

Subíndices

Subíndice	Término
t	Total
0	Estado de referencia

Superíndices

Superíndice	Término
n	Exponente, potencia

Abreviaturas

Abreviatura	Término
AHN	
HPN	
T8	T=Tubo, 8=8/8=1”
T12	T=Tubo, 12=12/8=1.1/2”

CAPÍTULO 1. ASPECTOS TEÓRICOS.

1.1 GLOSARIO.

APROVECHAMIENTO ÓPTIMO: Consiste en buscar la mayor relación beneficio-costos en todas las actividades que involucren el uso eficiente de la energía [1].

AUTOCAD: como lo indica su nombre, un software CAD utilizado para dibujo 2D y modelado 3D. El nombre AutoCAD surge como creación de la compañía Autodesk, en que Auto hace referencia a la empresa creadora del software y CAD a Diseño Asistido por Computadora (por sus siglas en inglés) [2].

CEN: Comité Europeo de Normalización [3].

CIE: Comisión Internacional de Iluminación; fundada en 1931 y con sede en Viena, Austria, la Comisión Internacional de la Iluminación (normalmente como la CIE por su nombre en francés Commission internationale de l'éclairage) es la autoridad internacional en luz, iluminación, color y espacios de color [4].

CIURE: Comisión Intersectorial para el Uso Racional y Eficiente de la Energía y Fuentes no Convencionales [5].

CONSUMO DE ENERGÍA: El consumo o cantidad de energía utilizada consumida [6].

CREG: Comisión Reguladora de Energía y Gas. Es la entidad Colombiana encargada de regular los servicios de electricidad y gas según se establece en la ley 142 y 143 de 1994 [5].

DIALUX: Se trata de un software gratuito para el cálculo de iluminación, el cual permite verificar de forma detallada todos los parámetros luminotécnicos [7].

DEMANDA: La demanda eléctrica hace referencia a la cantidad de energía que se necesita en un momento determinado, se mide en kilowatts (kW) y es una medida de la tasa promedio del consumo eléctrico de sus instalaciones en intervalos de 15 minutos [8].

DESARROLLO SOSTENIBLE: Se entiende por desarrollo sostenible el que conduzca al crecimiento económico, a la elevación de la calidad de la vida y al bienestar social, sin agotar la base de recursos naturales renovables en que se sustenta, ni deteriorar el medio ambiente o el derecho de las generaciones futuras a utilizarlo para la satisfacción de sus propias necesidades [9].

ENERGÍA: El término energía (del griego ἐνέργεια [enérgeia], ‘actividad’, ‘operación’; de ἐνεργός [energós], ‘fuerza de acción’ o ‘fuerza trabajando’) tiene diversas acepciones y definiciones, relacionadas con la idea de una capacidad para obrar, transformar o poner en movimiento. En física, «energía» se define como la capacidad para realizar un trabajo. En

tecnología y economía, «energía» se refiere a un recurso natural (incluyendo a su tecnología asociada) para extraerla, transformarla y darle un uso industrial o económico [9].

1kWh = 3,6*10⁶ Joules o 3,6 MJoules.

FACTOR DE UNIFORMIDAD DE ILUMINANCIA: Medida de la variación de la iluminancia sobre un plano dado, expresada mediante alguno de los siguientes valores [8];

- a) Relación entre la iluminancia mínima y la máxima.
- b) Relación entre la iluminancia mínima y la promedio.

FLUJO LUMINOSO: Cantidad de luz emitida por una fuente luminosa en todas las direcciones por unidad de tiempo. Su unidad es el lúmen (lm) [8].

ILUMINANCIA (E): Densidad del flujo luminoso que incide sobre una superficie. La unidad de iluminancia es el lux (lx) [8].

LÁMPARA: Utensilio que proporciona luz artificialmente [8].

LED: Diodos Emisores de Luz [2].

LUMEN: Unidad de medida del flujo luminoso en el Sistema Internacional (SI). Radiométricamente, se determina de la potencia radiante; fotométricamente, es el flujo luminoso emitido dentro de una unidad de ángulo sólido (un estereorradián) por una fuente puntual que tiene una intensidad luminosa uniforme de una candela [8].

LUMINARIA: Aparato de iluminación que distribuye, filtra o transforma la luz emitida por una o más bombillas o fuentes luminosas y que incluye todas las partes necesarias para soporte, fijación y protección de las bombillas, pero no las bombillas mismas y, donde sea necesario, los circuitos auxiliares con los medios para conectarlos a la fuente de alimentación .

LUX (lx): Unidad de medida de iluminancia en el Sistema Internacional (SI). Un lux es igual a un lúmen por metro cuadrado (1 lx = 1 lm/m²) [8].

$$E[lx] = \frac{\phi[lm]}{A[m^2]}$$

PROURE: Siglas para referirse al Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía y Fuentes Energéticas No Convencionales [1].

RETIE: es la sigla para referirse al Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas [9].

RETILAP: es la sigla para referirse al Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público [8].

USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA: Es la utilización de la energía, de tal manera que se obtenga la mayor eficiencia energética, bien sea de una forma original de energía y/o durante cualquier actividad de producción, transformación, transporte, distribución y consumo de las diferentes formas de energía, dentro del marco del desarrollo sostenible y respetando la normatividad, vigente sobre medio ambiente y los recursos naturales renovables [1].

URE: Siglas para referirse al Uso Racional y Eficiente de la Energía [1].



1.2 INTRODUCCIÓN

En Colombia, la Ley 697 de 2001 ordenó que el Gobierno Nacional estableciera los estímulos que permitan desarrollar en el país el uso racional y eficiente de la energía y las fuentes energéticas no convencionales, así declaró el uso racional y eficiente de la energía como un asunto de interés social, público y de conveniencia nacional. En virtud de esta misma ley se estableció el Programa de Uso Racional y Eficiente de Energía y Fuentes no Convencionales (PROURE). Desde entonces, el PROURE se constituye en uno de los mecanismos de mayor impacto e importancia para asegurar el abastecimiento energético, la competitividad de la economía nacional, la protección del consumidor, la protección del medio ambiente y la promoción de las fuentes energéticas no convencionales, aplicando criterios de sostenibilidad ambiental y conservación de los recursos naturales. Así mismo, la Ley 1715 de 2014 promueve el aprovechamiento de las fuentes no convencionales de energía, así como al fomento de la inversión, la investigación y el desarrollo de tecnologías limpias, orientado a financiar los programas de eficiencia energética. La norma NTC ISO 50001 especifica los requisitos de un sistema de gestión de la energía (SGEn) de una organización para desarrollar e implementar una política energética, establecer objetivos, metas y planes de acción que tengan en cuenta los requisitos legales y la información relacionada con el consumo de energía.

Con todas estas leyes y normas, el gobierno colombiano pretende bajar la Huella de Carbono que es la totalidad de gases de efecto invernadero (GEI) emitidos por efecto directo o indirecto de un individuo, organización, evento o producto a la atmósfera terrestre causando efectos contraproducentes a la Tierra.

Los Centros Hospitalarios son entidades importantes para el bienestar de la sociedad, además de que los usuarios de estas entidades requieren tratamientos esenciales, por lo tanto el servicio debe ser continuo e ininterrumpido las 24 horas del día. Así, uno de los insumos críticos para el funcionamiento adecuado del centro hospitalario es el de las fuentes energéticas. Ahora, el sector eléctrico opera bajo la participación e inversión privada y los subsidios se aplican a los sectores menos favorecidos de la población; además, con la expedición e implementación de la Ley 100 de 1993 se modificó la estructura y funcionamiento de los centros Hospitalarios Colombianos, factores como competitividad y eficiencia se han vuelto la norma, del mismo modo un adecuado manejo de los insumos energéticos es importante en la búsqueda de estos objetivos, dado que a menor consumo de energía, menores costos en las facturas energéticas y se podrán utilizar este ahorro para mejorar.

La E.S.E. Hospital SANTA MÓNICA de Risaralda, es una empresa Social del estado que brinda atención en salud de primero y segundo nivel de complejidad, ubicada en Dosquebradas, certificada en Gestión de Calidad de servicios de consulta médica general y especializada, salud oral de I y II nivel, atención en fisioterapia, atención en laboratorio clínica de I y II nivel, cirugía (salas, cirugías, salas de parto) y hospitalización de baja y media complejidad, así como; SIAU (Servicio de Información y Atención al Usuario), servicios de urgencias (atención de urgencias, área de traumas

y observación), consulta médica, servicio extramural, servicio de internación (hospitalización, PADS (atención domiciliaria)), pediatría, medicina interna, servicio de apoyo diagnóstico (apoyo diagnósticos, rayos x nivel I y nivel II), odontología, psicología, enfermería y farmacia.

En 1976 por Acuerdo del Consejo Municipal se cede al municipio una extensión de tierra (donde actualmente está ubicado el Hospital), ubicado en la Calle 18 # 19A-18 Dosquebradas, Risaralda, Colombia. Así, el 28 de diciembre de 1977 la Alcaldía de Dosquebradas entrega dicho terreno en comodato por 99 años al Servicio Seccional de Salud de Risaralda, hoy Secretaría de Salud Departamental. En 1982, César Gaviria Trujillo acompaña la inauguración del Hospital Santa Mónica. En 1996, el Hospital pasa a prestar también atención de segundo nivel y además se inaugura la Sala Primero de Febrero, hoy Clínica Avellana.

Es el principal centro hospitalario del municipio de Dosquebradas, el cual atiende una población superior a los 100.000 afiliados al régimen subsidiado en salud y otros del régimen contributivo, además de la población pobre y vulnerable de otras poblaciones vecinas. En la E.S.E. Hospital SANTA MÓNICA de Risaralda, se están presentando los siguientes problemas:

- Diseños eléctricos poco eficientes o una mala distribución de luminarias.
- Poco mantenimiento predictivo y preventivo en los circuitos eléctricos.
- Lámparas obsoletas y poco eficientes.
- Equipos con tecnologías poco eficientes.
- Cables viejos que generan pérdidas por temperatura.
- Consumos excesivos de energía cuyo valor promedio mensual es de 38,366 MWh.
- Pagos elevados por el servicio de electricidad cuyo valor promedio es de \$ 15.292.303,9 mensuales.
- Poca cultura sobre el uso racional de la energía.

1.3 JUSTIFICACIÓN

El Protocolo de Kyoto sobre el cambio climático, es un protocolo de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), y un acuerdo internacional que tiene por objetivo reducir las emisiones de seis gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global, este protocolo fue inicialmente adoptado el 11 de diciembre de 1997 en Kyoto, Japón, pero no entró en vigor hasta el 16 de febrero de 2005. En noviembre de 2009, eran 187 estados los que ratificaron el protocolo [2].

La **XX Conferencia Internacional sobre Cambio Climático o vigésima Conferencia de las Partes (COP20)**, celebrada en Lima, Perú en Diciembre de 2014, su principal objetivo fue el de reforzar el acuerdo definitivo para sustituir el protocolo de Kyoto. Además, la conclusión del mecanismo de los fondos para el cual se aprobó el aporte de 10.200 millones de dólares al Fondo Verde para el Clima, para enfrentar el cambio climático y el compromiso de cada país en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero [2].

Con base en los compromisos adquiridos por Colombia para mitigar los efectos del cambio climático, se han establecido leyes, decretos, resoluciones, normas y programas.

La E.S.E. Hospital SANTA MÓNICA entró en funcionamiento en 1977 y actualmente presenta problemas de diferente índole como financieros, técnicos, tecnológicos, entre otros, los cuales afectan la calidad del servicio que se les ofrece a los usuarios y la eficiencia energética del mismo [10].



1.4 NORMATIVIDAD

El Ministerio de Minas y Energía a través del programa PROURE emitió la “Guía para Desarrollar Proyectos de Ahorro de Energía en Centros Hospitalarios” [1], regida por el RETIE [9], el RETILAP [8], la NTC ISO 50001 [11] y la NTC 2050 [12].

El objetivo general de esta guía es la de dar pautas para las principales actividades que debe desarrollar el Hospital e incentivar el ahorro de energía.

La Ley 697 de 2001, declaró el uso racional y eficiente de la energía como un asunto de interés social, público y de conveniencia nacional, aplicando criterios de sostenibilidad ambiental y conservación de los recursos naturales [6].

El Decreto 3683 de 2003, reglamenta el uso racional y eficiente de la energía, de tal manera que se tenga la mayor eficiencia energética para asegurar el abastecimiento energético pleno y oportuno, la competitividad del mercado energético colombiano, la protección al consumidor y la promoción de fuentes no convencionales de energía

El RETILAP, es el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas para los diferentes niveles de iluminación y el valor medio de iluminancia, relacionado en el cuadro índice UGR máximo y niveles de Iluminancia exigibles para diferentes áreas y actividades de la Norma UNE EN 12464-1 de 2003 tabla 410.1 [8].

El RETIE, es el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas que establece las medidas que garantizan la seguridad de las personas, de la vida animal y vegetal, y de la preservación del medio ambiente; previniendo, minimizando o eliminando los riesgos de origen eléctrico [9].

La NTC 2050 del 14 de Julio de 2011, se basa en el National Electric Code (NEC). Cuyo objetivo es salvaguardar las vidas de las personas y de los bienes contra los riesgos que pueden surgir por el uso de la electricidad [12].

La norma NTC ISO 50001 del 30 de Noviembre de 2011, brinda a las organizaciones los requisitos para los sistemas de gestión de energía y así aumentar la eficiencia energética, reducir costos y mejorar la eficiencia energética [11].

Programa PROURE, Septiembre de 2012: el Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía (PROURE) un asunto de interés social, público y de conveniencia nacional, fundamental para asegurar el abastecimiento energético pleno y oportuno, la competitividad de la economía colombiana, la protección al consumidor y la promoción del uso de energías no convencionales de manera sostenible con el medio ambiente y los recursos naturales [6].

Ley 1715 de 2014: establece el marco legal y los instrumentos necesarios para la promoción y aprovechamiento de las fuentes no convencionales de energía, así como para el fomento de la inversión, la investigación y el desarrollo de tecnologías limpias para la producción de energía; la eficiencia energética y la respuesta de la demanda en el marco de la política energética nacional. Además, se establecen incentivos para inversión en generación de energías no convencionales [11].

NTC 5001, calidad de la potencia eléctrica, límites y metodología de evaluación en el punto de conexión común. 2008-05-28 [13].

Estándar IEEE 519 – 1992, calidad de energía-actualización 2014 [14].

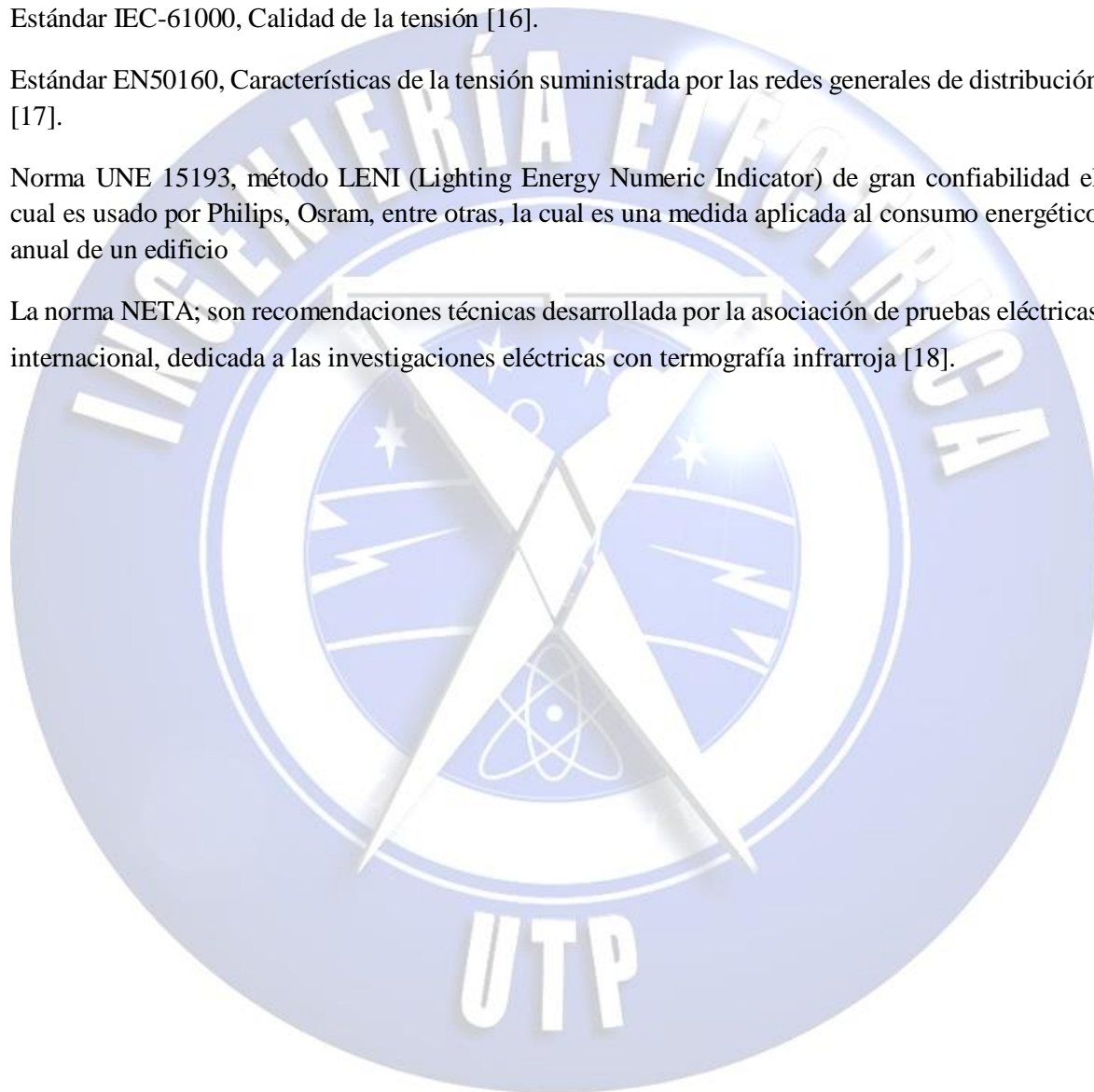
Estándar IEEE 1159 – 1995, Práctica recomendada para el Monitoreo de la Calidad de Energía Eléctrica [15].

Estándar IEC-61000, Calidad de la tensión [16].

Estándar EN50160, Características de la tensión suministrada por las redes generales de distribución [17].

Norma UNE 15193, método LENI (Lighting Energy Numeric Indicator) de gran confiabilidad el cual es usado por Philips, Osram, entre otras, la cual es una medida aplicada al consumo energético anual de un edificio

La norma NETA; son recomendaciones técnicas desarrollada por la asociación de pruebas eléctricas internacional, dedicada a las investigaciones eléctricas con termografía infrarroja [18].



CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA

Para el desarrollo de esta investigación en que se estructura el presente trabajo se hará uso de cuatro investigaciones y de los datos obtenidos para observar la actualidad del sistema energético de la E.S.E Hospital Santa Mónica; además, de proponer alternativas para minimizar el consumo de energía y mejorar su eficiencia energética. En el

Cuadro 1 se puede observar la metodología utilizada.

En la **Etapa 1**, se hizo los diferentes diagnósticos para determinar el estado actual del hospital, para esto se realizó 4 informes, los cuales son:

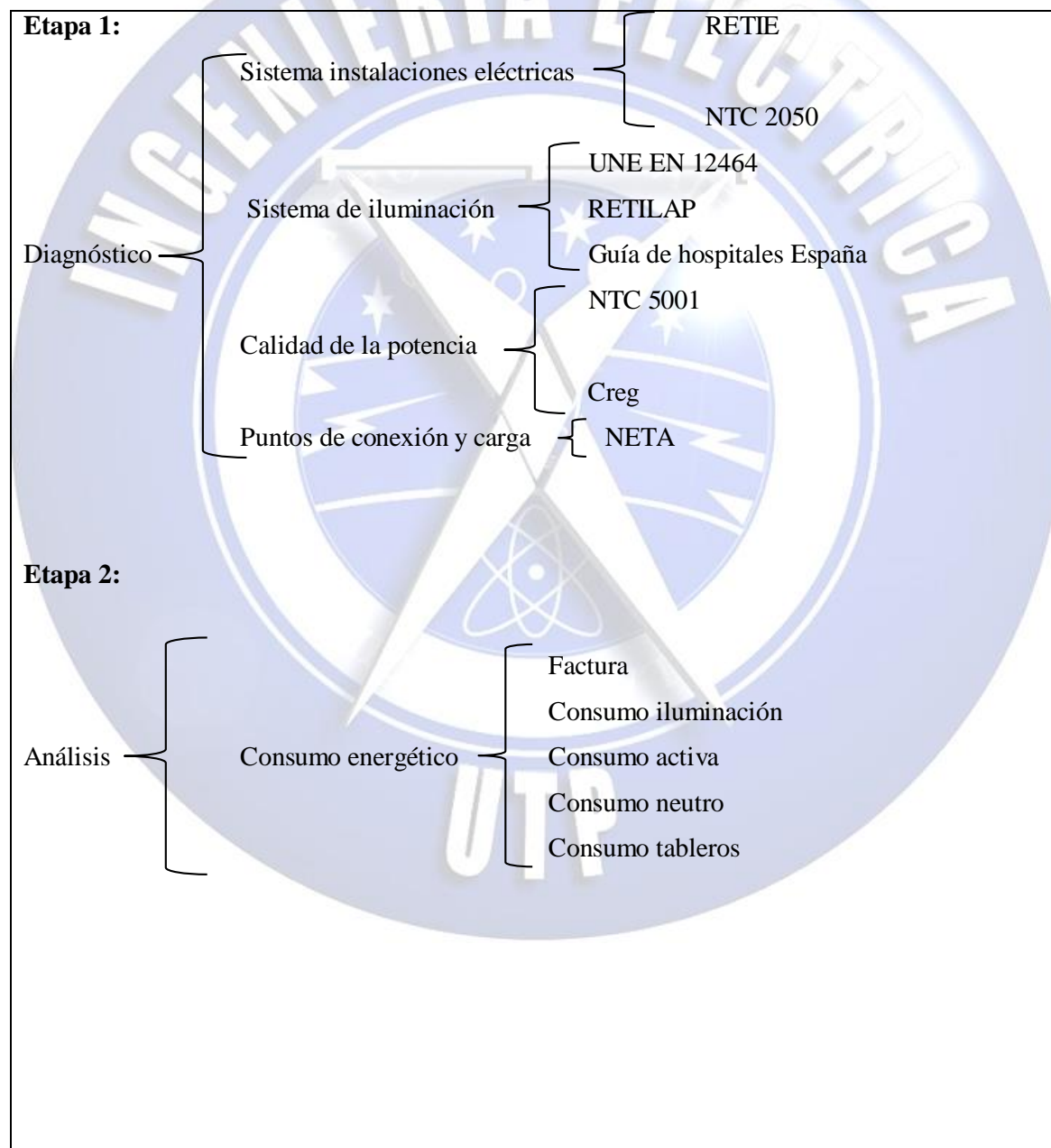
- Sistema instalaciones eléctricas, para la cual se utilizaron las normas RETIE y NTC 2050 para centros sanitarios, realizando memorias fotográficas para observar la parte estructural y de seguridad del hospital.
- Sistema de iluminación, se utilizaron las normas UNE EN 12464, RETILAP y la Guía de hospitales de España para el diagnóstico luminotécnico con el programa DiaLux evo. Para observar el consumo de energía que presenta el hospital y el cumplimiento de las normas actuales de iluminación.
- Calidad de la Potencia; para éste informe se utilizaron las normas NTC 5001, las Creg 070, 047, 024, 016 para analizar los diferentes fenómenos que afectan al sistema eléctrico y que se ven simbolizados en pérdidas o consumos de energía en el hospital. Se utilizó el analizador HIOKI 3196.
- Puntos de conexión y carga; para este informe se utilizó como guía la NETA, que son recomendaciones hechas por la Asociación de Medición Eléctrica Internacional, para observar las pérdidas que se presentan por temperatura en los tableros de distribución, y posibles problemas que se pueden presentar a futuro. Se utilizó la cámara termográfica Fluke Ti32.

En la **Etapa 2**, se hizo un análisis del consumo energético, dividiéndolo en; el consumo general del hospital, consumo en la parte de iluminación, consumo en la parte de la energía activa, consumo debido a la corriente del neutro y consumo por temperatura en los diferentes tableros de distribución.

En la **Etapa 3**, se realizó la propuesta en el área de iluminación, proponiendo luminarias de última tecnología que se acomodan a las necesidades del hospital y disminuyendo el consumo energético en la parte luminotécnica, además del análisis de la viabilidad económica.

En la **Etapa 4**, se hizo las respectivas conclusiones y recomendaciones, basados en la información obtenida en las etapas 2 y 3.

Cuadro 1. Metodología.



Etapa 3:Propuesta
iluminación

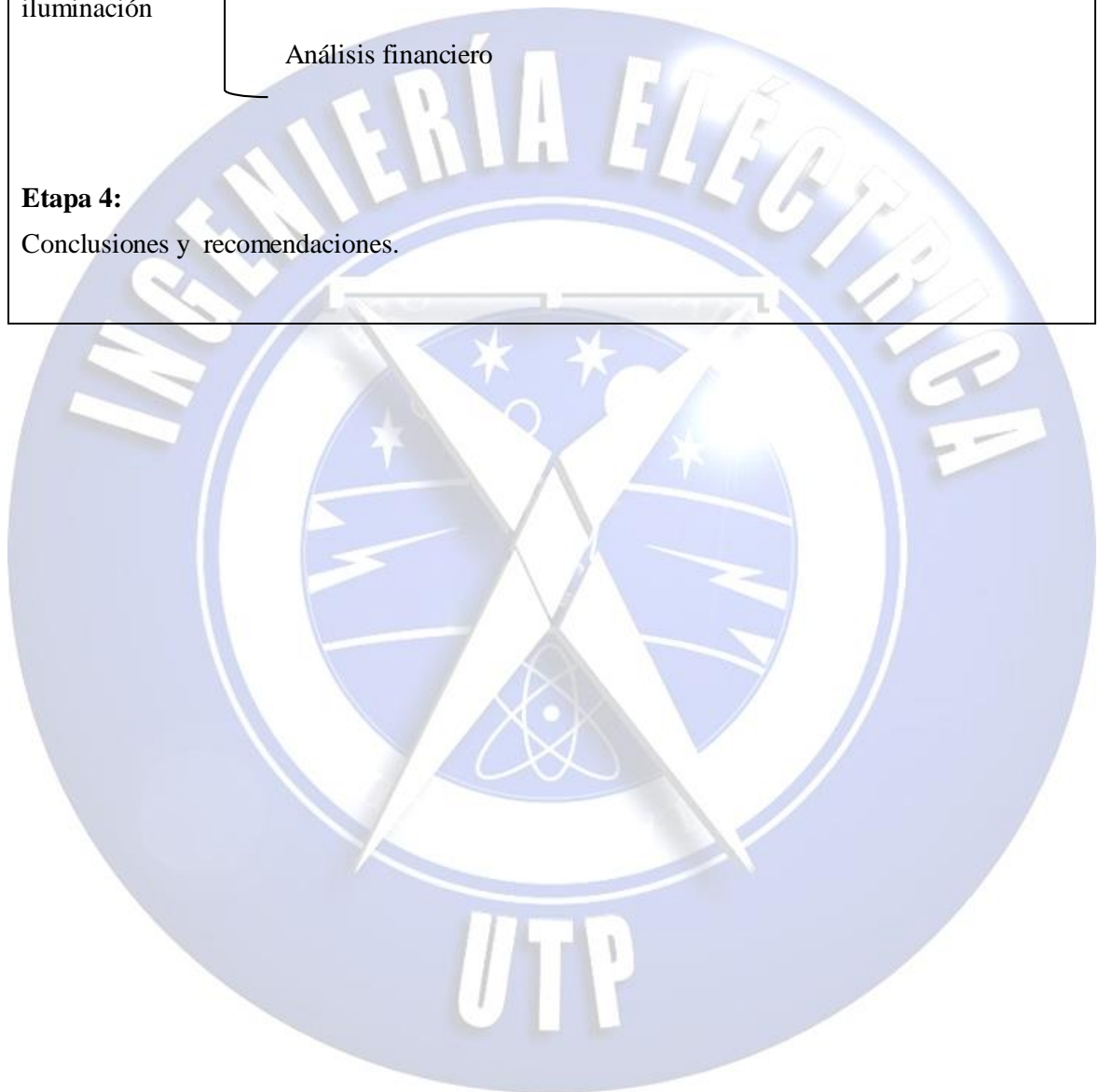
Ahorro

Diseño por zonas (ejemplo; cirugía, consulta externa)

Análisis financiero

Etapa 4:

Conclusiones y recomendaciones.



CAPÍTULO 3. ANÁLISIS DE LA ETAPA 1: DIAGNÓSTICO

3.1. SISTEMA DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS, RETIE Y NTC 2050.

El diagnóstico del sistema de instalaciones eléctricas busca una evaluación del estado, señalización y conformidad de los diferentes equipos y elementos que se encuentran en las instalaciones del hospital ya existentes, cumpliendo con las normas RETIE y NTC 2050.

Este diagnóstico se hizo todos los sábados desde las 9:00 a.m. hasta la 1:00 p.m., iniciando el 7 de Febrero de 2015 hasta el 22 de Mayo del mismo año. La inspección se hizo sin quitar ni desenergizar ningún elemento a excepción de la tapa frontal de los tableros de distribución. Para la inspección se tuvo acceso a la mayoría de lugares del hospital excepto a las áreas restringidas para los usuarios normales, las cuales fueron: el área de laboratorio y el área de cirugía (sala estéril, partos y puerperio).

En el Cuadro 2 se presenta el resumen ejecutivo de la inspección del sistema eléctrico en la E.S.E. Hospital Santa Mónica tomando como referencia el RETIE y la NTC 2050.

Cuadro 2. Resumen ejecutivo de la inspección del sistema eléctrico considerando el RETIE y la NTC 2050.

Este informe presenta la verificación e inspección de las instalaciones eléctricas en la E.S.E. Hospital Santa Mónica, con el fin de diagnosticar el estado en las que se encuentran estas, teniendo en cuenta la seguridad con que deben contar e identificar los problemas de acuerdo a normas establecidas (RETIE 30/08/2013 y NTC 2050 25/11/1998).

Al momento de comparar los planos eléctricos con la realidad de la planta física, se observaron demasiados cambios tanto estructurales como eléctricos, estos no tenían diagramas unifilares actualizados, ni cuadros de cargas, entonces se decidió por actualizarlos.

Por medio del registro fotográfico, se encontraron múltiples anomalías o incumplimientos en la seguridad eléctrica de la E.S.E. Hospital Santa Mónica de Dosquebradas. Se diligenciaron 4 formatos de inspección con su respectivo registro fotográfico, mostrando las inconsistencias e

irregularidades con las normas y reglamentos Colombianos en las diferentes instalaciones de dicho Hospital.

Esta inspección se realizó todos los sábados desde las 9:00 a.m. hasta la 1:00 p.m., iniciando el 7 de Febrero de 2015 hasta el 22 de Mayo del mismo año. La inspección se hizo sin quitar ni desenergizar ningún elemento a excepción de la tapa frontal de los tableros de distribución. Para la inspección se tuvo acceso a la mayoría de lugares del hospital excepto a las áreas restringidas para los usuarios normales, las cuales fueron: el área de laboratorio y el área de cirugía (sala estéril, partos y puerperio).

Se realizaron las siguientes actividades:

- Identificación de circuitos ramales.
- Levantamiento de planos eléctricos, actualización de los diferentes diagramas unifilares y elaboración de cuadro de cargas.
- Memorias fotográficas de la E.S.E. Hospital Santa Mónica.
- Diagnóstico según el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) del 30 de Agosto de 2013 y la NTC 2050.

Y se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- Las etiquetas de riesgo eléctrico en los tableros de distribución se deben actualizar.
- Se debe mejorar la distribución en los tableros eléctricos.
- Se debe mejorar la iluminación de emergencia.
- Se debe mejorar con las normas eléctricas en los tableros de distribución.
- Se deben actualizar los elementos eléctricos de acuerdo a las normas actuales.

3.2. SISTEMA DE ILUMINACIÓN.

El diagnóstico del sistema de iluminación, se realizó mediante las normas RETILAP, UNE EN 12464 y la guía de iluminación para Hospitales.

Se utilizó primero el software AutoCAD para hacer el levantamiento en 2D para luego exportarlo y simularlo en 3D con el software DiaLux evo 3.1. Se procedió a dividir el hospital en 8 áreas, debido a su gran extensión, para analizar cómo estaba la E.S.E. Hospital Santa Mónica en relación al consumo y eficiencia, cumpliendo con la norma UNE EN 12464, ya que en la tabla 440.1 Niveles de iluminancia del RETILAP, no da suficiente información a cada lugar de los centros de atención médica, además, no tiene en cuenta el confort luminotécnico para los empleados y usuarios del hospital. Además, de las tabla RETILAP 410.4 sobre uniformidad recomendada, la tabla 440.1 Valor de Eficiencia Energética de una Instalación (VEEI), tabla 310.3.1.a – 310.3.1 Eficacia lumínica mínima para tubos, y de la guía técnica de eficiencia energética en iluminación, hospitales y centros de atención primaria el cuadro sobre parámetros de temperatura de color.

En el Cuadro 3 se presenta el resumen ejecutivo del análisis luminotécnico de la E.S.E. Hospital Santa Mónica tomando como referencia las normas mencionadas anteriormente. Y en el Cuadro 4 se presentan el resumen del total de las luminarias actuales del hospital, el total del flujo luminoso y el total de la potencia activa total. En la Figura 1 se observa la imagen del área de odontología en consulta externa, en la Figura 2 se observa el baño de mujeres en el área de cirugía.

Cuadro 3. Resumen ejecutivo del análisis luminotécnico de la E.S.E. Hospital Santa Mónica.

Para el análisis luminotécnico se utilizó primero el software AutoCAD 2014 para hacer el levantamiento en 2D y luego exportarlo al DiaLux evo 3.1, donde se procedió a hacer el levantamiento en 3D de la E.S.E. Hospital Santa Mónica. Debido al tamaño de la edificación, se procedió a dividirla en ocho áreas, las cuales fueron:

1. Avellana primer piso.
2. Avellana segundo piso.
3. Cirugía.
4. Cocina y mantenimiento.
5. Consulta Externa.

6. Gerencia.
7. Hospitalización y Pediatría.
8. Urgencias.

Se procedió de este modo ya que este programa consume mucha memoria RAM de la computadora.

Cada área y lugar arrojó los siguientes datos:

1. En el área de Avellana primer piso presenta;
 - 40 luminarias HavellSylvania con tubos T8 de 32 W.
 - 42 bombillas Sylvania de 18 W.
 - 30 panel led de 30x30 cm HavellSylvania con tubos T8.
 - 23 lugares con incumplimiento de los niveles de iluminación óptima.
 - 18 lugares con mala uniformidad.
 - 4 lugares con mal valor de eficiencia energética.
 - 25 lugares con tonos de luz no recomendados para el confort de las personas.
 - Una potencia activa instalada de 3859 W y un flujo luminoso instalado de 273.150 lm.
 - Un consumo anual promedio calculado por Dialux está entre 16.550-19.150 kWh/año.
2. El área de Avellana segundo piso presenta;
 - 48 luminarias HavellSylvania con tubos T8 de 32 W.
 - 31 bombillas Sylvania de 18 W.
 - 30 lugares con incumplimiento de los niveles de iluminación óptima.
 - 21 lugares con mala uniformidad.
 - 16 lugares con mal valor de eficiencia energética.
 - 20 lugares con tonos de luz no recomendados para el confort de las personas.
 - Una potencia activa instalada de 3.754 W y un flujo luminoso instalado de 276.022 lm.
 - Un consumo anual promedio calculado por Dialux está entre 11.700-13.050 kWh/año.
3. El área de Cirugía presenta;
 - 64 luminarias HavellSylvania con tubos T12 de 39 W.
 - 17 bombillas Sylvania de 18 W.

- 30 luminarias Hydropoof con tubos T8 de 22 W.
 - 30 lugares con incumplimiento de los niveles de iluminación óptima.
 - 9 lugares con mala uniformidad.
 - 17 lugares con mal valor de eficiencia energética.
 - 33 lugares con tonos de luz no recomendados para el confort de las personas.
 - Una potencia activa instalada de 7.001 W y un flujo luminoso instalado de 489.300 lm.
 - Un consumo anual promedio calculado por Dialux está entre 26.800-27.850 kWh/año.
4. El área de cocina y mantenimiento presenta;
- 80 luminarias HavellSylvania con tubos T12 de 39 W.
 - 10 bombillas Sylvania de 18 W.
 - 19 lugares con incumplimiento de los niveles de iluminación óptima.
 - 15 lugares con mala uniformidad.
 - 2 lugares con mal valor de eficiencia energética.
 - 23 lugares con tonos de luz no recomendados para el confort de las personas.
 - Una potencia activa instalada de 6.860 W y un flujo luminoso instalado de 424.240 lm.
 - Un consumo anual promedio calculado por Dialux está entre 12.200-15.100 kWh/año.
5. El área de Consulta Externa presenta;
- 116 luminarias HavellSylvania con tubos T8 de 32 W.
 - 80 luminarias HavellSylvania con tubos T12 de 39 W.
 - 46 bombillas Sylvania de 18 W.
 - 55 lugares con incumplimiento de los niveles de iluminación óptima.
 - 29 lugares con mala uniformidad.
 - 30 lugares con mal valor de eficiencia energética.
 - 42 lugares con tonos de luz no recomendados para el confort de las personas.
 - Una potencia activa instalada de 15.282 W y un flujo luminoso instalado de 1.071.760 lm.
 - Un consumo anual promedio calculado por Dialux está entre 34.050-38.400 kWh/año.
6. El área de Gerencia presenta;
- 116 luminarias HavellSylvania con tubos T8 de 32 W.
 - 9 luminarias HavellSylvania con tubos T12 de 39 W.
 - 13 bombillas Sylvania de 18 W.
 - 8 SYLVANIA 4x18W T8

- 4 EMPOTRADA de 30x30 50 W.
 - 32 lugares con incumplimiento de los niveles de iluminación óptima.
 - 12 lugares con mala uniformidad.
 - 7 lugares con mal valor de eficiencia energética.
 - 34 lugares con tonos de luz no recomendados para el confort de las personas.
 - Una potencia activa instalada de 9.787 W y un flujo luminoso instalado de 693.900 lm.
 - Un consumo anual promedio calculado por Dialux está entre 18.950-21.750 kWh/año.
7. El área de Hospitalización y Pediatría presenta;
- 72 luminarias HavellSylvania con tubos T8 de 32 W.
 - 42 bombillas Sylvania de 18 W.
 - 22 lugares con incumplimiento de los niveles de iluminación óptima.
 - 26 lugares con mala uniformidad.
 - 12 lugares con mal valor de eficiencia energética.
 - 23 lugares con tonos de luz no recomendados para el confort de las personas.
 - Una potencia activa instalada de 5.963 W y un flujo luminoso instalado de 430.600 lm.
 - Un consumo anual promedio calculado por Dialux está entre 28.000-31.700 kWh/año.
8. El área de Urgencia presenta;
- 60 luminarias HavellSylvania con tubos T8 de 32 W.
 - 29 luminarias HavellSylvania con tubos T12 de 39 W.
 - 19 bombillas Sylvania de 18 W.
 - 32 lugares con incumplimiento de los niveles de iluminación óptima.
 - 20 lugares con mala uniformidad.
 - 16 lugares con mal valor de eficiencia energética.
 - 24 lugares con tonos de luz no recomendados para el confort de las personas.
 - Una potencia activa instalada de 6.525 W y un flujo luminoso instalado de 484.240 lm.
 - Un consumo anual promedio calculado por Dialux está entre 22.450-25.400 kWh/año.
- El área que mayor consumo y flujo luminoso tiene es el área de Consulta Externa.

- La E.S.E HOSPITAL SANTA MONICA presenta 524 lámparas poco ahorrativas de 39 W fluorescentes y los tubos son T12 que son los menos recomendados por el ministerio de minas y energía para ser eficientes.

Figura 1. Odontología, área de consulta externa.



Figura 2. Baño mujeres área de cirugía.



Cuadro 4. Resumen de demanda, flujo luminoso, cantidad y características de las luminarias de cada lugar del hospital.

RESUMEN DATOS DE DEMANDA Y FLUJO LUMINOSO									
ZONA	TIPO DE LAMPARA							POTENCIA TOTAL (W)	FLUJO LUMINOSO (Lm)
	HAVELLS SYLVANIA F32W T8, 2x32W 6500 K	HAVELLS SYLVANIA F39W T12, 2x39W 6500 K.	BOMBILLA SYLVANIA 18 W.3000K	PLANATE LED 30 cmX30 cm, HAVELLS SYLVANIA	SYLVANIA 4X18W T8 6500 K	HavellsSylvania 0045466 Hydroproof	1XQPAR 51 EMPOTRADA 50 W		
AVELLANA PRIMER PISO									
Total	40	0	42	15	0	0	0	3859	273150
AVELLANA SEGUNDO PISO									
Total	48	0	31	0	0	0	0	3754	276022
CIRUGIA									
Total	0	64	17	0	0	12	18	7001	489300
COCINA Y MANTERIMIENTO									
Total	0	80	10	0	0	0	0	6860	424240
CONSULTA EXTERNA									
Total	116	80	46	0	0	0	0	15282	1071760
GERENCIA									
Total	116	9	13	0	8	0	4	9787	693900
HOSPITALIZACION Y PEDIATRIA									
Total	72	0	42	0	0	0	0	5963	430600
URGENCIAS									
Total	60	29	19	0	0	0	0	6525	484240
TOTAL	452	262	220	15	8	12	22	59031	4143212

3.3. CALIDAD DE LA POTENCIA.

En éste diagnóstico se utilizó el equipo HIOKI 3196 para realizar las diferentes mediciones en la subestación del hospital, basándose en las normas NTC 5001, las Creg 070; 047; 024; 016, IEEE 519, para observar las demandas y anomalías que se presentan en el sistema de potencia del hospital por un periodo de 8 días.

Ésta medición se realizó entre las 11:10 a.m. del 5 de Marzo de 2015 hasta las 11:10 a.m. del 12 de Marzo de 2015, fueron medidas las tensiones fase-neutro, la tensión neutro-tierra y las corrientes de fase en el tablero de baja tensión TDU de la E.S.E. Hospital Santa Mónica, Dosquebradas, Risaralda.

En el Cuadro 5 se presenta el resumen ejecutivo sobre cómo está la calidad de la energía del sistema eléctrico en la E.S.E. Hospital Santa.

En la se observa el mayor valor promedio de la potencia activa en las Fases 1, 2 y 3 con valores de 41,87 kW, 39,44 kW y 31,36 kW, respectivamente. Y la menor potencia activa registrada en la Fases 1, 2 y 3 con valores de 9,98 kW, 8,99 kW y 8,32 kW, respectivamente.

En la Figura 5 se muestra la variación en el tiempo de las corrientes armónicas de orden 3, 5, 7, 9, 11 y 15 en el neutro (valores en porcentaje). Los valores de la corriente armónica en el neutro de orden 3, 5, 7, 9, 11 y 15 fueron de 99,79 %, 57,17 %, 37,28 %, 94,73 %, 25,2 % y de 39,9 %, respectivamente.

Cuadro 5. Resumen ejecutivo sobre la calidad de la energía en la E.S.E. Hospital Santa Mónica.

Entre las 11:10 a.m. del 5 de Marzo de 2015 hasta las 11:10 a.m. del 12 de Marzo de 2015, fueron medidas las tensiones fase-neutro, la tensión neutro-tierra y las corrientes de fase en el tablero de baja tensión TDU de la E.S.E. Hospital Santa Mónica, Dosquebradas, Risaralda. Se utilizó el analizador de calidad de energía HIOKI 3196.

- Se pudo observar que en el Tablero de Distribución Único – TDU, se presentó una sobretensión durante la mayor parte del periodo medida y hubo momentos en los que se superó el

límite superior del 110% establecido en la norma NTC 5001 y en la Resolución CREG 024 de 2005 [19].

- La diferencia de potencial entre neutro y tierra fue de 0 Volts, lo que indica que hay una adecuada equipotencialización entre el neutro y la tierra en el tablero TDU.
- Según los datos registrados con el analizador HIOKI 3196, la mayor corriente promedio en cada fase en intervalos de 10 min fue 344,2 A, 355,3 A y 261,5 A en las Fase 1, Fase 2 y Fase 3, respectivamente.
- Según los datos registrados con el analizador HIOKI 3196, la menor corriente promedio en cada fase en intervalos de 10 min fue 78,1 A, 66 A y 66,4 A en las Fase 1, Fase 2 y Fase 3, respectivamente.
- El mayor valor de la corriente instantánea positiva en las Fases 1, 2 y 3 fueron de 542,86 A, 571,42 A y 400 A, respectivamente.
- El mayor valor de la corriente instantánea negativa en las Fases 1, 2 y 3 fueron de -542,86 A, -571,42 A y -400 A, respectivamente.
- El transformador que alimenta el Tablero de Distribución Único – TDU y el totalizador principal se conectan con 2 conductores calibre 4/0 por cada fase, cuya capacidad de corriente máxima a 75 °C es de 460 A por fase, se puede concluir que con los valores instantáneos de corriente se está superando la capacidad de los conductores de las fases y se está disminuyendo su vida útil.
- La corriente en el neutro se caracterizó porque en los periodos diurnos se alcanzaron valores de corriente de hasta 48,9 A y en los periodos nocturnos la corriente tuvo valores superiores a 12,5 A. En un sistema eléctrico con un buen balance de cargas y con un mínimo problema de corrientes armónicas, la corriente por el neutro debería ser cero (0 A), esto evidencia que en la red eléctrica de la E.S.E. Hospital Santa Mónica de Dosquebradas hay serios problemas de desbalances de cargas y de corrientes armónicas.

- El mayor valor promedio de la potencia activa en las Fases 1, 2 y 3 fueron de 41,87 kW, 39,44 kW y 31,36 kW, respectivamente. Y la menor potencia activa registrada en la Fases 1,2 y 3 fueron de 9,98 kW, 8,99 kW y 8,32 kW, respectivamente.
- El mayor valor promedio de la potencia activa trifásica fue 111,7 kW se presentó el martes 10 de Marzo de 2015 a las 3:00 p.m. y la menor fue de 28,8 kW el sábado 7 de Marzo de 2015 a las 6:50 a.m.
- La máxima demanda de potencia activa que se registró fue 108,13 kW el martes 10 de Marzo de 2015 a las 2:50 p.m.
- Las demandas registradas entre las 6:50 a.m. y a las 7:50 p.m. de lunes a viernes, en las cuales el hospital opera completamente están entre 37,02 kW y 108,13 kW.
- Los registros entre las 8:20 p.m. y las 5:20 a.m. de lunes a viernes oscilan entre 29,61 kW y 42,57 kW.
- Entre las 5:50 a.m. y 6:50 a.m. de lunes a viernes se registraron demandas de potencia activas entre 29,7 kW y 66,77 kW.
- El día domingo 8 de Marzo de 2015, la demanda máxima registrada fue de 49,8 kW y la mínima fue de 29,51 kW.
- El mayor valor promedio de la potencia reactiva en las Fases 1, 2 y 3 fue 7,23 kVAr, 18,07 kVAr y 10,73 kVAr, respectivamente. Y el menor valor promedio de la potencia reactiva en las Fases 1, 2 y 3 fue 0,55 kVAr, 2,54kVAr y -1,87 kVAr, respectivamente.
- El mayor valor de la potencia reactiva trifásica fue 33 kVAr el martes 10 de marzo de 2015 a las 3:00 p.m., y el menor valor fue de 5 kVAr el domingo 8 de marzo de 2015 a las 10:00 p.m.
- El mayor valor promedio de la potencia aparente en las Fases 1, 2 y 3 fue de 42,30 kVA, 43,20 kVA y 32,41 kVA, respectivamente. Y el menor valor promedio de la potencia aparente en

las Fases 1, 2 y 3 fueron de 10,34 kVA, 8,72 kVA y de 8,79 kVA, respectivamente. Y el factor de potencia (fp) tiene un promedio de 0,9626.

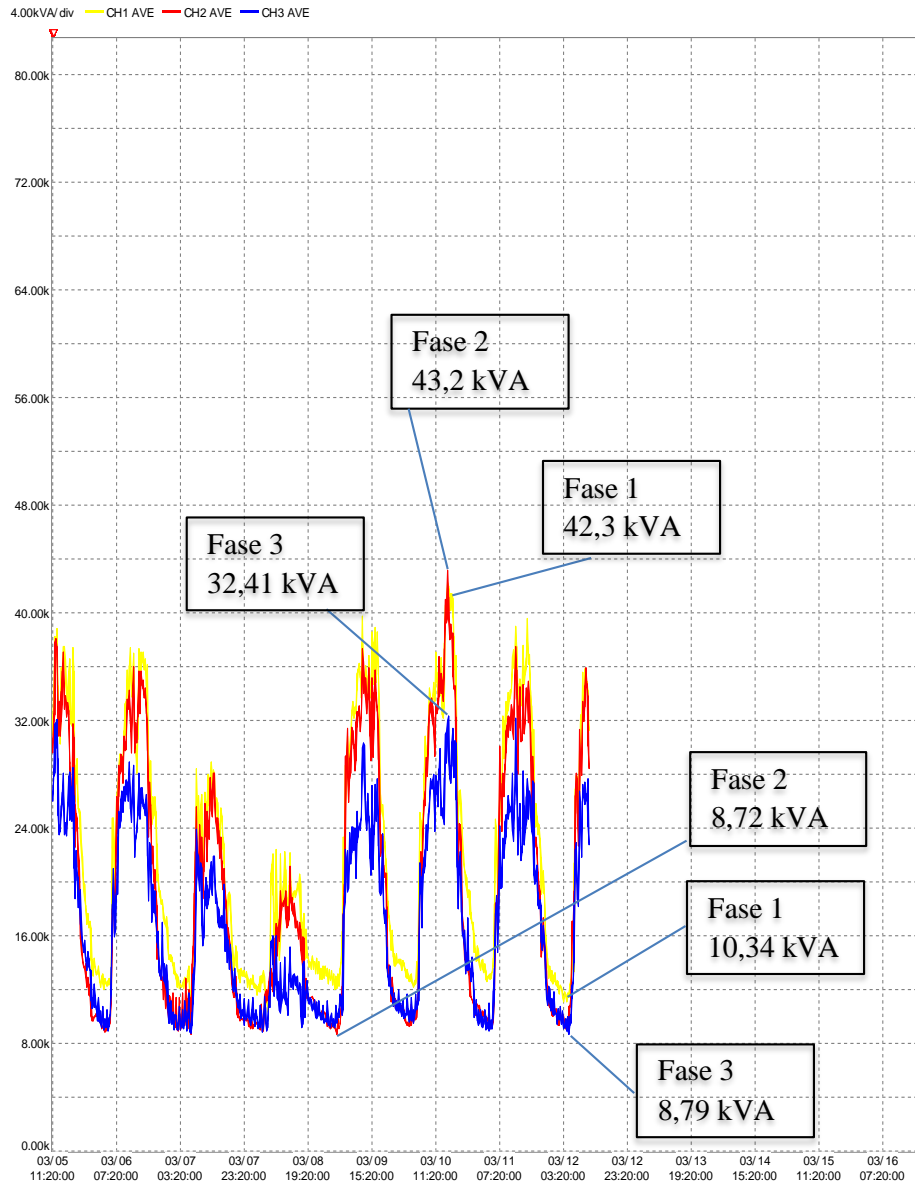
- El mayor valor promedio de la potencia aparente trifásica fue 117,30 kVA se presentó el martes 10 de Marzo de 2015 a las 3:00 p.m., y la mínima fue el sábado 12 de Marzo de 2015 a las 6:30 a.m. de 29,90 kVA.
- Entre las 11:10 horas del 5 de Marzo y las 11:10 del 12 de Marzo de 2015, el factor de potencia en las Fases 1, 2 y 3 y el factor de potencia total fue de 0,9626, superior a 0,9 en atraso ($f.p. \geq 0,9\downarrow$) y por lo tanto, se cumplió con la resolución CREG 024 – 2005 [19].
- El factor de potencia en la Fase 2 no cumplió con la resolución CREG 024 – 2005 en los siguientes periodos:
 - Entre las 13:00 horas y las 17:20 horas del 07 de Marzo de 2015
 - Entre las 7:30 horas y las 17:10 horas del 08 de Marzo de 2015.
 - Entre las 13:30 horas y las 13:50 horas del 10 de Marzo de 2015.
- La energía activa total consumida fue de 9,5519 MWh.
- En la mayor parte del periodo de medida los valores de THDV en las tres fases fueron inferiores al límite del 5%, definido en la resolución CREG 024- 2005 [19].
- El armónico de tensión más significativo es el de orden 5 en las Fases 1, 2 y 3 teniendo variaciones respecto a la tensión fundamental de 2,16%, 2,21 y 2,24%, respectivamente.
- Las corrientes armónicas en las fases que presentan altos valores son las de orden 3, 5, 7, 9, 11 y 13.
- Se pudo observar que el porcentaje del espectro armónico de las corrientes armónicas en cada fase, incumplieron en la Fase 1 el armónico 25, en la Fase 2 los armónicos 3 y 23, en la Fase 3 los armónicos 3 y 5, según la IEEE 519 [14].

- Las componentes armónicas de la corriente en el neutro que tienen mayor valor son las de orden 3, 5, 7, 9, 11 y 15 (valores en porcentaje). Los valores de la corriente armónica en el neutro de orden 3, 5, 7, 9, 11 y 15 fueron de 99,79 %, 57,17 %, 37,28 %, 94,73 %, 25,2 % y de 39,9 %, respectivamente.
- El 5 de Marzo de 2015, se comenzaron a detectar flickers en el sistema eléctrico de la E.S.E Hospital Santa Mónica en intervalos de 30 min desde que se conectó el analizador de calidad de energía HIOKI 3196, hasta las 11:59 p.m. de la noche, menores al 5% incumpliendo la norma IEC 61000 – 4 – 15 [20].
- El día 5 de Marzo de 2015, se presentaron los siguientes fenómenos de tensión; de tipo DIP 5 instantáneos y 1 momentáneo, y una variación de larga duración de tipo sobretensión.
- El 6 de Marzo de 2015, se detectaron flickers en intervalos de 30 min desde las 12:00 a.m. hasta las 3:10 a.m. menores al 5%, incumpliendo la norma IEC 61000 – 4 – 15 [20].
- El día 6 de Marzo de 2015, se presentaron los siguientes fenómenos de tensión; de tipo Swell 1 momentáneo y uno temporal, y de tipo larga duración de sobretensión, 25 eventos, los cuales se dividen en 10 eventos entre 60 s y 180 s, y 15 eventos mayores a 180 s.
- El 7 de Marzo de 2015, se detectaron flickers en intervalos de 30 min desde las 4:40 a.m. hasta las 11:59 p.m., menores al 5%, incumpliendo la norma IEC 61000 – 4 – 15 [20].
- El día 7 de Marzo de 2015, se presentaron los siguientes fenómenos de tensión; de tipo DIP 2 instantáneos, y 2 variaciones de larga duración de tipo de sobretensiones superiores a 180 s.
- El 8 de Marzo de 2015, se detectaron flickers en intervalos de 30 min en las tres fases desde las 12 a.m., siendo el último flicker detectado en la Fase 2 a las 9:10 p.m., y en las otras fases se siguió presentando estos eventos hasta las 11:59 p.m., menores al 5%, incumpliendo la norma IEC 61000 – 4 – 15 [20].

- El día 8 de Marzo de 2015, se presentaron los siguientes fenómenos de tensión; de tipo DIP 1 instantáneo y 2 momentáneos, y una variación de larga duración de tipo de sobretensiones superiores a 180 s.
- El 9 de Marzo de 2015, se detectaron flickers en intervalos de 30 min desde las 12:00 a.m. en las Fases 1 y 3 hasta las 3:10 a.m., menores al 5%, incumpliendo la norma IEC 61000 – 4 – 15 [20].
- El día 9 de Marzo de 2015, se presentaron los siguientes fenómenos de tensión; de tipo larga duración de sobretensión, 7 eventos, los cuales se dividen en 3 eventos entre 60 s y 180 s, y 4 eventos mayores a 180 s.
- El 10 de Marzo de 2015, no se detectaron flickers en intervalos de 30 min menores al 5%, cumpliendo la norma IEC 61000 – 4 – 15 [20].
- El día 10 de Marzo de 2015, se presentaron los siguientes fenómenos de tensión; de tipo larga duración de sobretensión, 13 eventos, los cuales se dividen en 7 eventos entre 60 s y 180 s, y 6 eventos mayores a 180 s.
- El 11 de Marzo de 2015, se detectaron flickers en intervalos de 30 min desde las 3:10 a.m. en las Fases 1 y 3 hasta las 11:59 p.m., menores al 5%, incumpliendo la norma IEC 61000 – 4 – 15 [20].
- El día 11 de Marzo de 2015, se presentaron los siguientes fenómenos de tensión; de tipo DIP 1 instantáneos, de tipo Swell 2 temporales, y de tipo larga duración de sobretensión, 15 eventos, los cuales se dividen en 7 eventos entre 60 s y 180 s, y 9 eventos mayores a 180 s.
- El 12 de Marzo de 2015, se detectaron los flickers en intervalos de 30 min en la Fase 1 desde las 12:00 a.m. hasta las 2:40 a.m., en la Fase 3 desde las 12:00 a.m. hasta las 5:10 a.m., menores al 5%, incumpliendo la norma IEC 61000 – 4 – 15 [20].

- El día 12 de Marzo de 2015, en la cual no se detectaron perturbaciones de tensión tipo variaciones de corta duración (DIP o Swell), ni variaciones de larga duración (subtensión o sobretensión).

Figura 3. Valores promedio de la potencia aparente en las Fases 1, 2 y 3 (kVA). Intervalo de 10 min.



Fase 3 Fase 2 Fase 1

Figura 4. Espectro armónico de la corriente en el neutro. Intervalos de 10 min

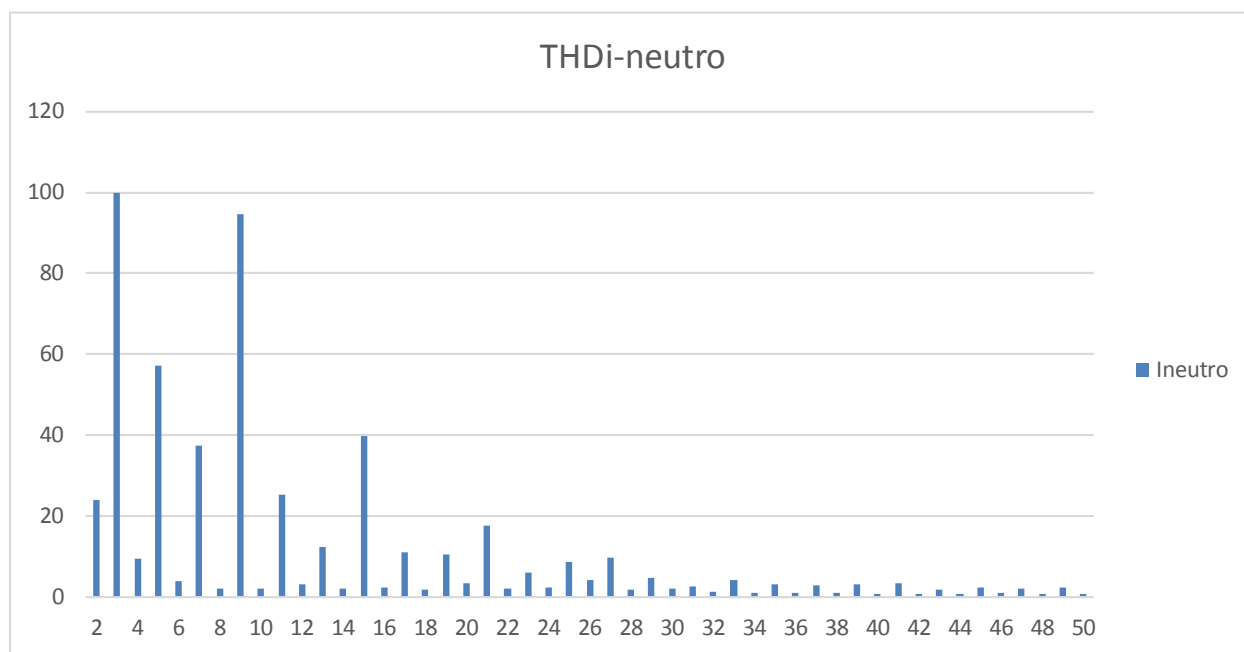
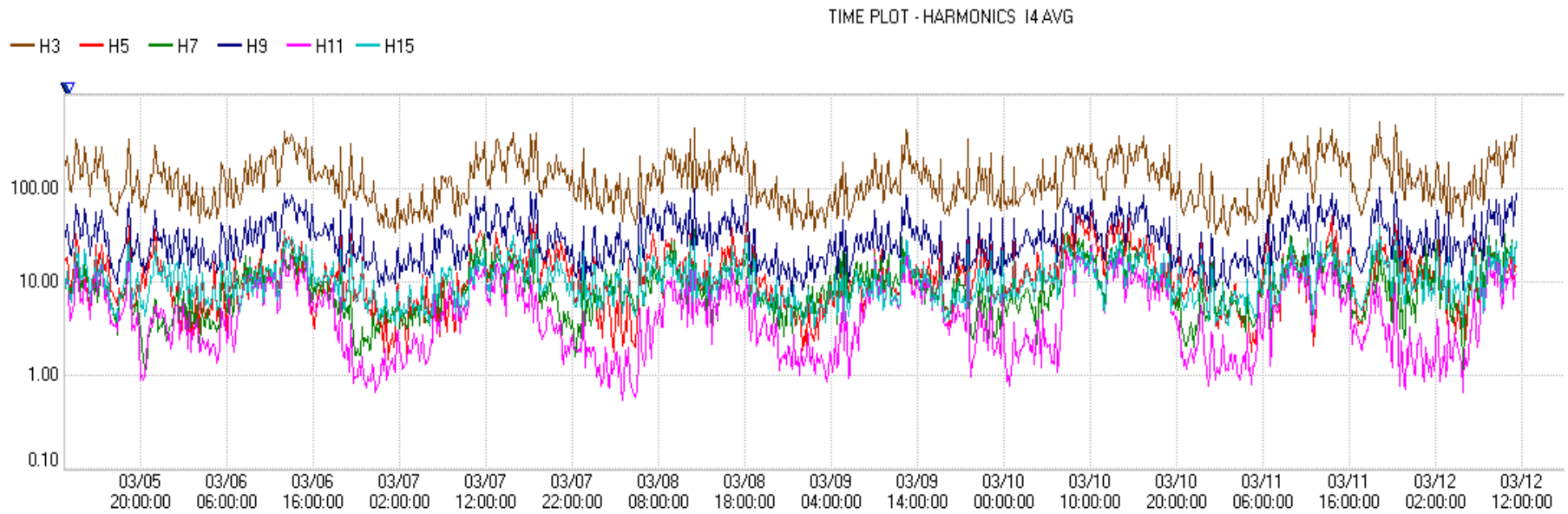


Figura 5. Variación en el tiempo de las corrientes armónicas de orden 3, 5, 7, 9, 11 y 15 en el neutro (valores en porcentaje).



2015/03/05 11:20:00 - 03/12 11:20:00



3.4. PUNTOS DE CONEXIÓN Y CARGA.

Éste diagnóstico se realizó con la cámara Fluke Ti32 y basándonos en las recomendaciones de la NETA, hechas por la Asociación de Mediciones Eléctricas Internacional, para determinar las pérdidas que se presentan por temperatura en los diferentes tableros de distribución de la E.S.E. Hospital Santa Mónica, además de otros fenómenos en la parte preventiva y predictiva.

Las imágenes termográficas se realizaron los días 22 y 30 de Abril del 2015 desde las 9:00 a.m. hasta las 12:00 m. Para el análisis de las imágenes se utilizó el paquete computacional SmartView, el cual lo incluye la cámara térmica Fluke Ti32, cada una de éstas imágenes tiene una serie de información que facilitaron hacer un análisis cualitativo de la subestación eléctrica y de los tableros de distribución.

En el Cuadro 6 se presenta el resumen ejecutivo del análisis termográfico de la E.S.E. Hospital Santa Mónica tomando como referencia la norma NETA. En la Figura 6 se observa el totalizador general del tablero U1 en urgencias.

Cuadro 6. Resumen ejecutivo del análisis termográfico de la E.S.E. Hospital Santa Mónica.

Se realizó un diagnóstico en la subestación eléctrica, además de los diferentes tableros de la E.S.E. Hospital Santa Mónica, de Dosquebradas y un análisis de cada imagen capturada. Para el análisis de las imágenes se utilizó el paquete computacional SmartView, el cual lo incluye la cámara térmica Fluke Ti32, cada una de éstas imágenes tiene una serie de información que facilitaron hacer un análisis cualitativo de la subestación eléctrica y de los tableros de distribución.

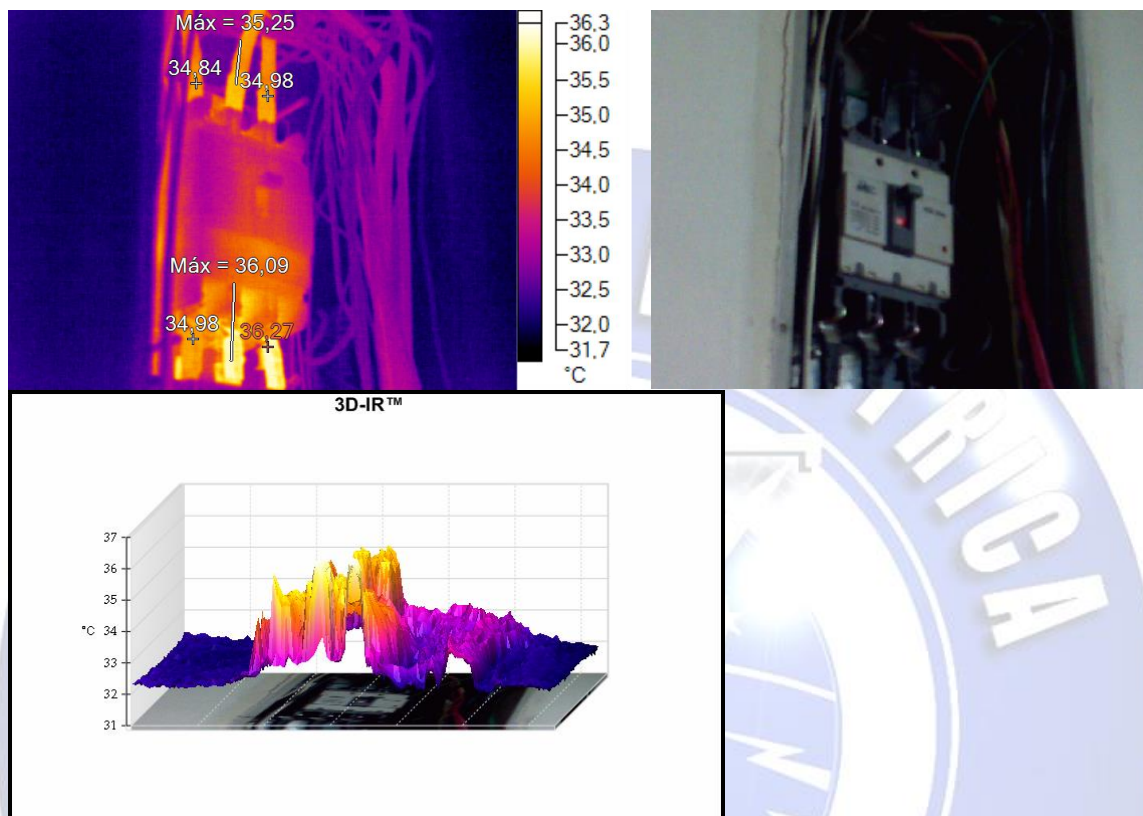
Estas imágenes termográficas se realizaron los días 22 y 30 de Abril del 2015 desde las 9:00 a.m. hasta las 12:00 m.

Los diferentes tableros de distribución analizados fueron:

- Tablero de Distribución Único, ubicado en la subestación.
- Tablero T, ubicado frente al Cuarto de Gases.
- Tablero Tpl, frente a la clínica Avellana.

- Tablero C, Cocina, frente a la clínica Avellana.
 - Tablero Número 3, ubicado por Cirugía.
 - Tablero Cuarto UPS.
 - Tablero clínica Avellana, 1er Piso T AV1.
 - Tablero clínica Avellana, 2do Piso T2.
 - Tablero ASC, Ascensor Avellana.
 - Tablero Panel Solar.
 - Tablero H, Auxiliar Hospitalización y Pediatría.
 - Tablero H1, Principal Hospitalización y Pediatría.
 - Tablero Gerencia.
 - Tablero TC2, ubicado en consulta externa al lado de urgencia.
 - Tablero No9A, ubicado en Consulta Externa.
 - Tablero TMQ, al lado de Hospitalización.
 - Tablero U3, Urgencias.
 - Tablero U2, Urgencias.
 - Tablero U1, Urgencias.
 - Tablero Odontología.
 - Tablero Rayos X.
 - Tablero TA, Auditorio.
 - Tablero C1, por la Salida de Emergencia de Consulta Externa.
- En las imágenes termográficas de la Subestación se pudo observar un claro desequilibrio de fases en el Totalizador Principal además de los totalizadores de la UPS, Urgencia y Cirugía, Hospitalización, y fallos de aislamientos.
- Se pudo observar en las imágenes termográficas de los diferentes tableros de distribución un claro defecto de aislamiento, breakers mal empotrados.
 - Se observó por medio de las imágenes termográficas que los circuitos que conducen hacia los lugares de Aire Acondicionado son los que generan mayor temperatura en los conductores y breakers de los tableros.
 - Se debe observar la temperatura del contactor que hay en el tablero de Rayos X, debido a que este presenta una alta temperatura.
 - Se debe realizar un mantenimiento preventivo y correctivo a los diferentes tableros de distribución.

Figura 6. Imágenes del Tablero U1 (termográfica IR000138.IS2, Imagen termográfica, de luz Visible y Gráfico 3D-IR).



CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE LA ETAPA 2: ANÁLISIS DEL CONSUMO ENERGÉTICO

En este capítulo se hace un análisis del consumo energético del hospital en los últimos meses.

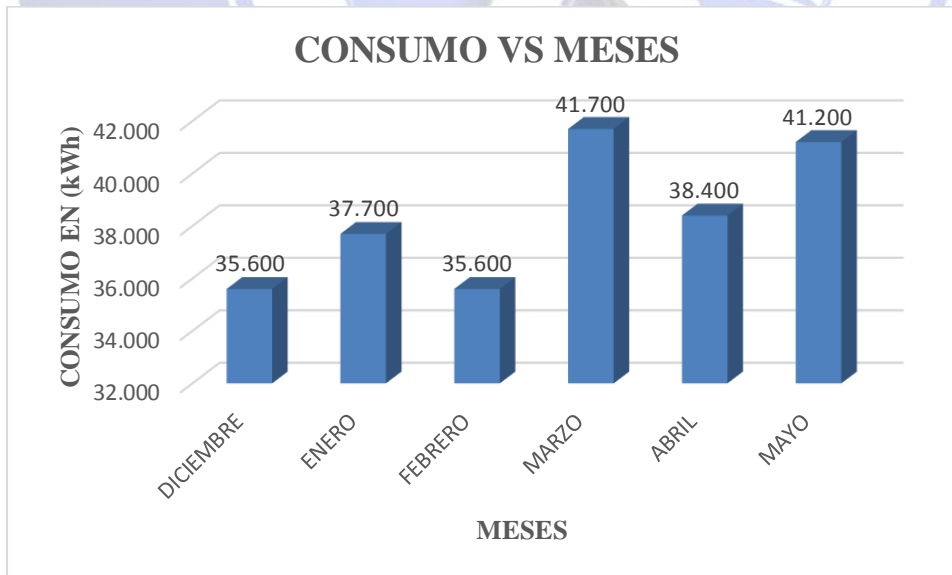
Una vez que se ha finalizado con el levantamiento de datos se procede a realizar el análisis de la información, el análisis del consumo energético arrojó información del estado en el que se encuentra la E.S.E HOSPITAL SANTA MONICA.

4.1. ANÁLISIS DE LA FACTURACIÓN ELÉCTRICA.

Este análisis se realizó con la información suministrada por el hospital, esta factura se encuentra en el Anexo B: Recibo de energía.

En la Figura 7 se observa el consumo en kWh entre los meses diciembre del 2014 hasta mayo del 2015 de la E.S.E HOSPITAL SANTA MONICA, el promedio de consumo en estos 6 meses es de 38.366,66 kWh, también se observa que los meses de marzo y mayo son los que presentaron el mayor consumo de energía con 41.700 kWh y 41.200 kWh y los meses de diciembre y febrero los de menor consumo de energía con 35.600 kWh ambos.

Figura 7. Consumo de energía del hospital, obtenidos de factura de energía CHEC.



De los datos obtenidos de la factura de energía se observan los costos establecidos al hospital en el año 2015 de kWh son:

- HPN \$ 382,4.
- AHN \$ 382,2.
- Convenio alumbrado publico \$ 621.906.

Del valor promedio de consumo de energía obtenido y los costos establecidos en la factura de energía se obtiene que:

- El costo promedio del HPN que es el 86,8 % del total es de \$ 12.734.784,56.
- El costo promedio del AHN que es el 13,2 % del total es de \$ 1.935.613,34.
- El costo del alumbrado público es constante y es de \$ 621.906.
- La suma total del costo de energía promedio es de \$ 15.292.303,9.

4.2. ANÁLISIS DEL CONSUMO DE ENERGÍA EN LA PARTE LUMINOTÉCNICA.

Se observará el porcentaje de consumo de energía pertenece a la parte de iluminación de los datos arrojados en la sección 3.2 SISTEMA DE ILUMINACIÓN., el cual arrojó un rango de proyecciones del consumo de energía por año de cada área en las luminarias, mostrando el porcentaje que tiene en la demanda total.

En el Cuadro 7 se observan los rangos de consumo de las luminarias por área sacados de la simulación en DiaLux evo. Éste rango se basa en la Norma UNE 15193, utilizando el método LENI (Lighting Energy Numeric Indicator) de gran confiabilidad el cual es usado por Philips, Osram, entre otras, la cual es una medida aplicada al consumo energético anual de un edificio.

Cuadro 7. Consumo de luminarias en el hospital por áreas.

Área	Rango de consumo luminotécnico en (kWh/año)
Avellana primer piso	16.550-19.150
Avellana segundo piso	26.800-27.850
Cirugía	11.700-13.050
Cocina y Mantenimiento	12.200-15.100
Consulta Externa	34.050-38.400
Gerencia	18.950-21.750
Hospitalización y Pediatría	28.000-31.700
Urgencias	22.450-25.400
Total consumo	170.700-192.400

Dividiendo el rango total del consumo por 12, se obtiene el rango total del consumo en meses, lo cual arroja un rango entre 14.225 y 16.033,33 kWh/mes.

Como no es un valor exacto sino un rango se mostrarán dos figuras en donde se observa la cantidad porcentual del total promedio que pertenece al consumo de luminarias, en la Figura 8 se observa el mayor consumo proyectado sobre el promedio del consumo de energía total, en la Figura 9 se observa el menor consumo proyectado sobre el promedio del consumo de energía total.

Figura 8. Porcentaje del mayor consumo de las luminarias en el hospital.

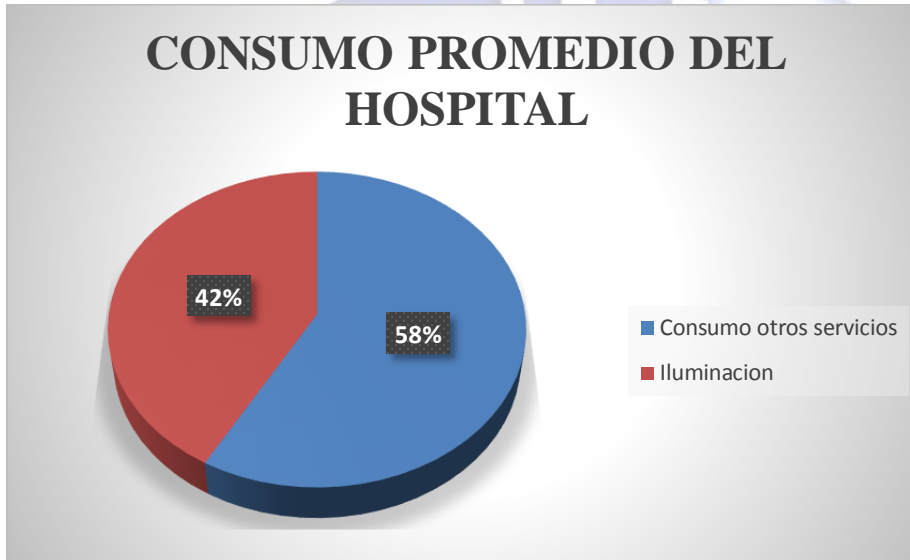
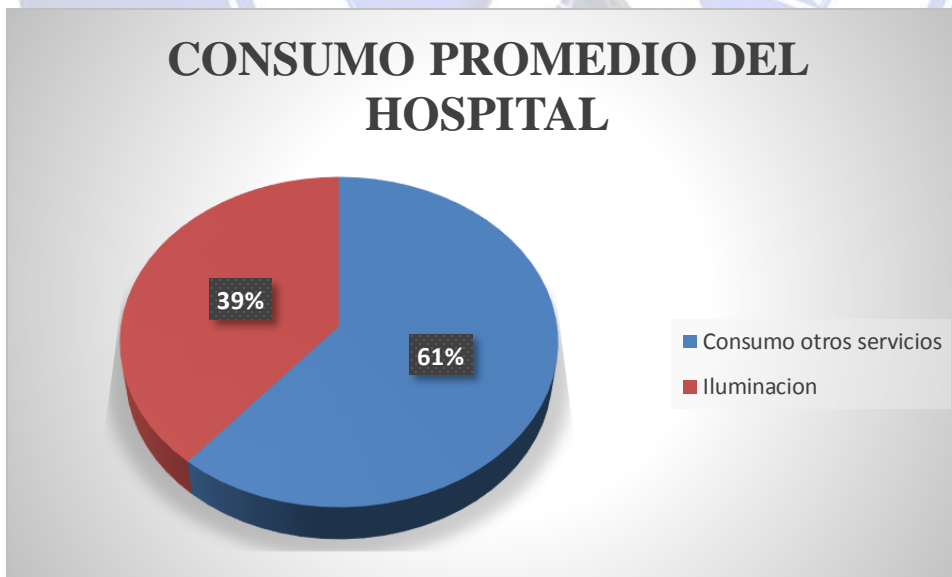


Figura 9. Porcentaje del menor consumo de las luminarias en el hospital.



De las Figura 8 y Figura 9, se concluye que la parte de iluminación tiene un consumo considerable de la E.S.E HOSPITAL SANTA MONICA, la cual está entre un 39 % y un 42 % del promedio del consumo mensual, esto indica que si se puede lograr disminuir el consumo en la parte de iluminación tendrá un efecto considerable en el consumo total.

También se puede observar que la instalación de luminarias con tecnologías obsoletas como las HavellSylvania con tubos T12 de 39 W cuyo impacto en el consumo se ve reflejado y demuestra que es necesario un cambio para tener un uso racional y eficiente de la energía.

4.3. ANÁLISIS DEL CONSUMO DE ENERGÍA ACTIVA.

De los datos obtenidos en la sección 3.3 CALIDAD DE LA POTENCIA, se obtuvieron los consumos de energía activa del hospital en la semana entre las 11:10 a.m. del 5 de Marzo de 2015 hasta las 11:10 a.m. del 12 de Marzo de 2015 y las corrientes presentadas en el conductor de neutro.

En las Figura 10 y Figura 11 se observan el intervalo de la demanda activa de la E.S.E. Hospital Santa Mónica, Dosquebradas entre las 11:10 a.m. del 5 de Marzo de 2015 hasta las 11:10 a.m. del 12 de Marzo de 2015.

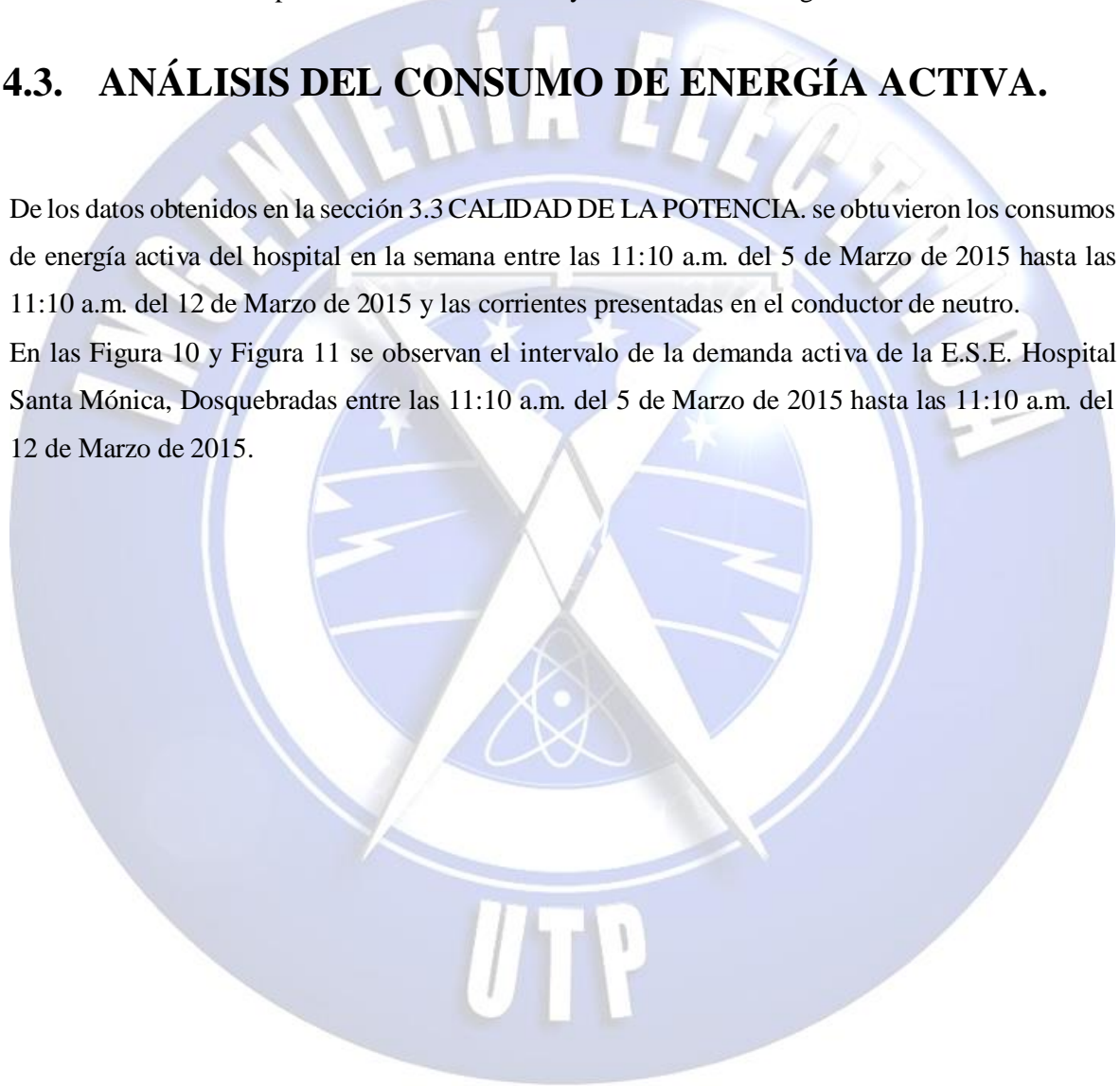


Figura 10. Intervalo de la demanda activa de la E.S.E. Hospital Santa Mónica, Dosquebradas.

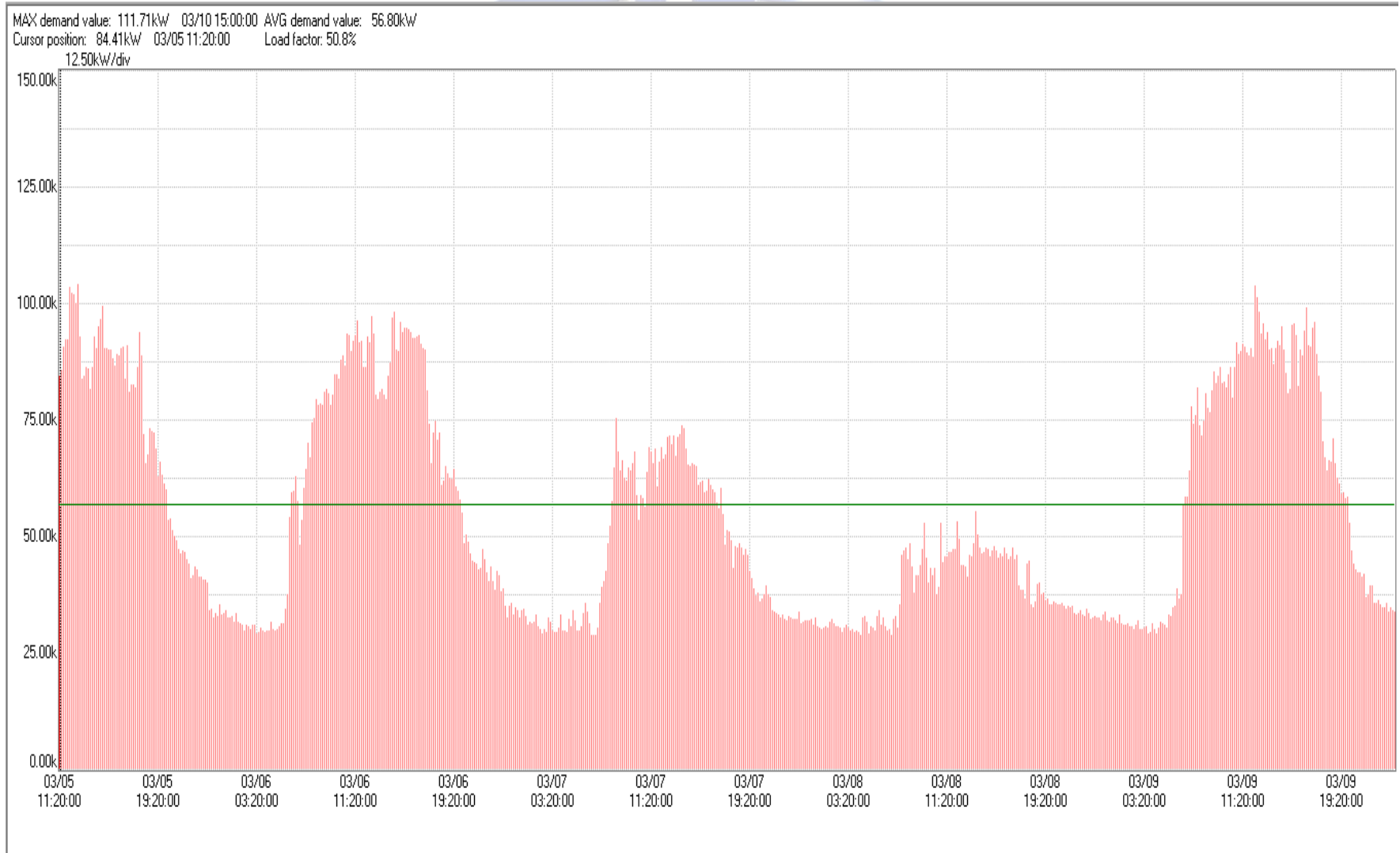
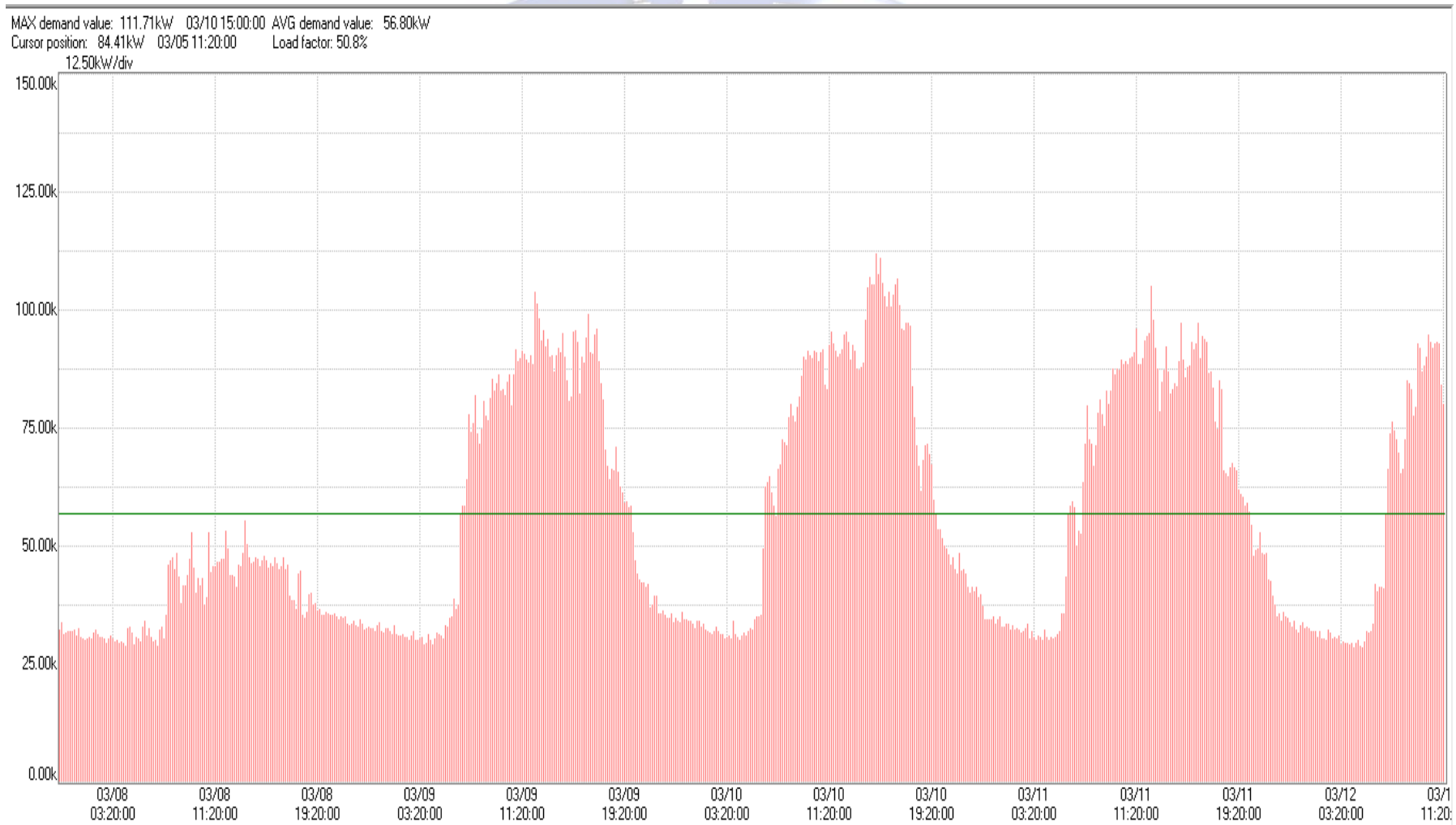


Figura 11. Intervalo de la demanda activa de la E.S.E. Hospital Santa Mónica, Dosquebradas (continuación).



Información obtenida del informe “Calidad de Energía_HIOKI”.

De los datos obtenidos se puede decir que la gran diferencia de consumo entre el día y la noche, considerando que en la noche operan las áreas críticas (Urgencias, Hospitalización, Pediatría y Clínica Avellana); es decir, el 50% del Hospital y en el día opera en su totalidad de lunes a viernes, esto indica que los lugares como lavandería, cocina, consulta externa, farmacia y gerencia son los lugares que generan un mayor consumo.

4.4. ANÁLISIS DEL CONSUMO DE CORRIENTE POR EL CONDUCTOR DE NEUTRO.

En la Figura 12 se observan las corrientes registradas que se presentaron en el neutro indicando las pérdidas de energía que se presenta de este modo, en un sistema eléctrico con un buen balance de cargas y con un mínimo problema de corrientes armónicas, la corriente por el neutro debería ser cero (0 A), esto evidencia que en la red eléctrica de la E.S.E. HOSPITAL SANTA MÓNICA hay problemas de desbalances de cargas y de corrientes armónicas.

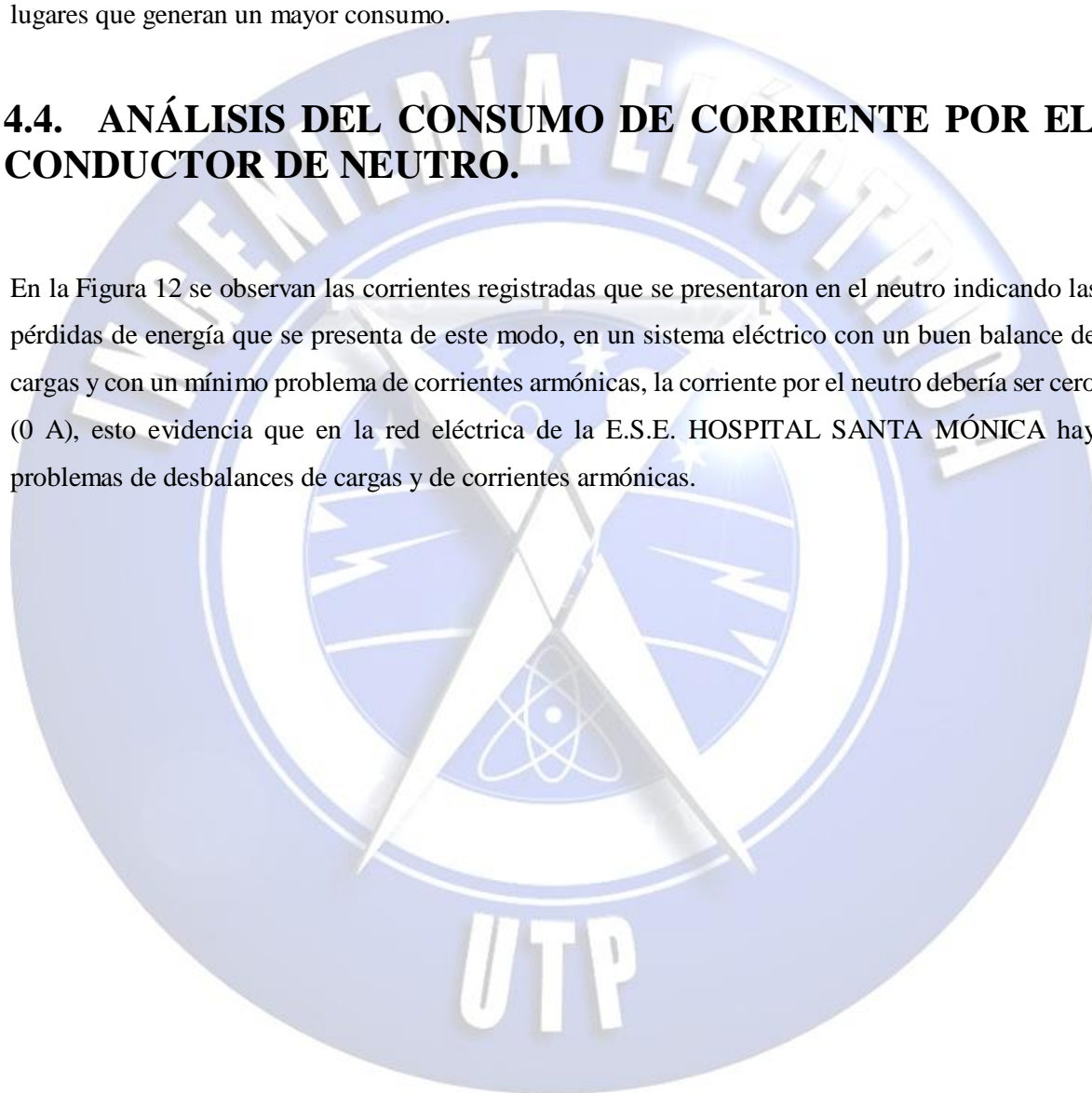
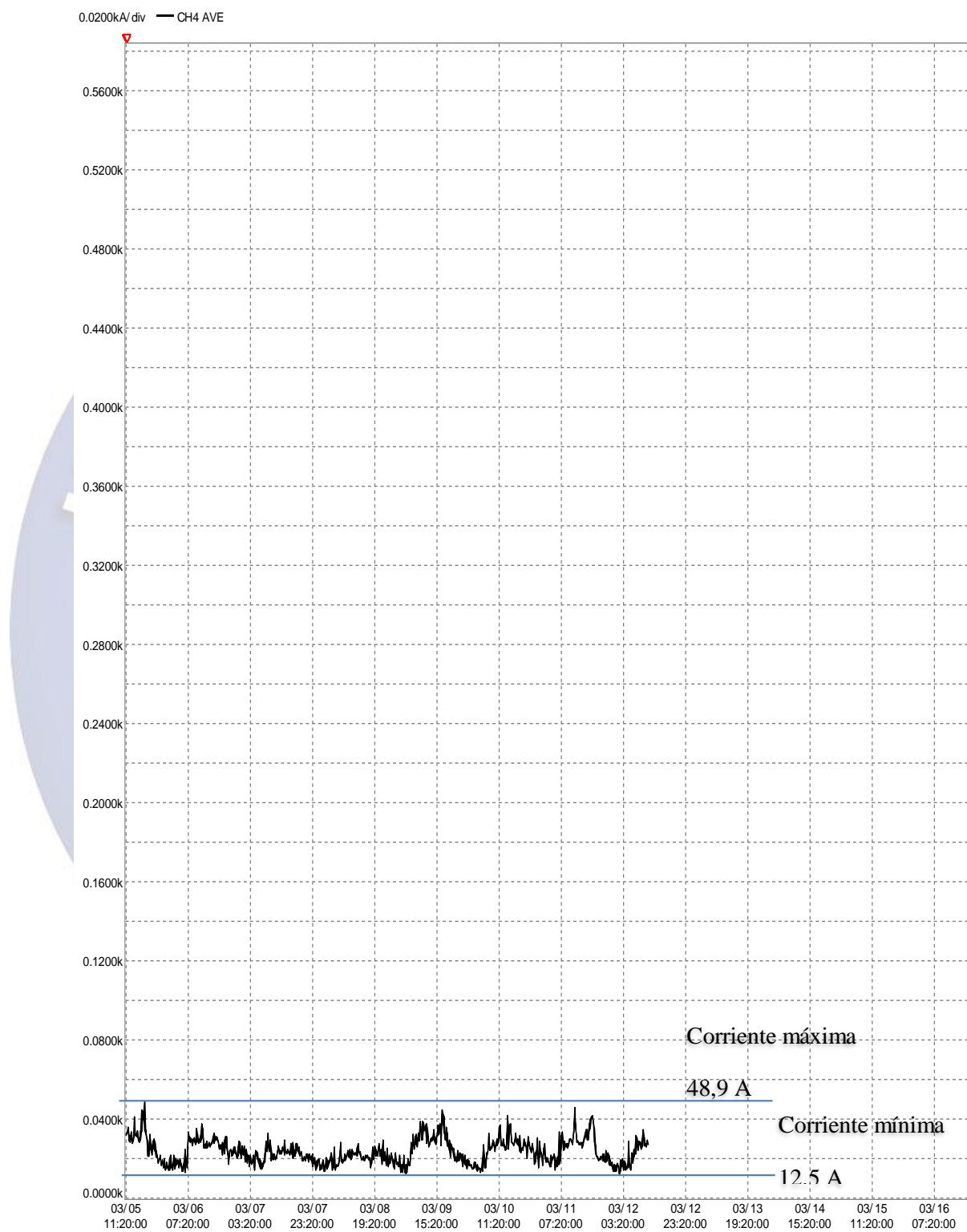


Figura 12. Corriente en el neutro.



De la Figura 12 se puede ver que el hospital presenta una corriente considerable en el en el neutro mostrando que la máxima corriente registrada fue de 48,9 A y la menor corriente registrada fue de 12,5 A además del informe podemos observar que se presentan muchos fenómenos como corrientes armónicas y flicker los cuales afectan considerablemente la vida útil de todos los elementos eléctricos

4.5. ANÁLISIS DEL CONSUMO DE ENERGÍA EN LOS TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN.

De las mediciones registradas con la cámara termográfica de la sección 3.4 PUNTOS DE CONEXIÓN Y CARGA. se obtuvo el estado de la mayoría de los tableros eléctricos del hospital y del cual no se presentan pérdidas de energía considerables por temperatura.

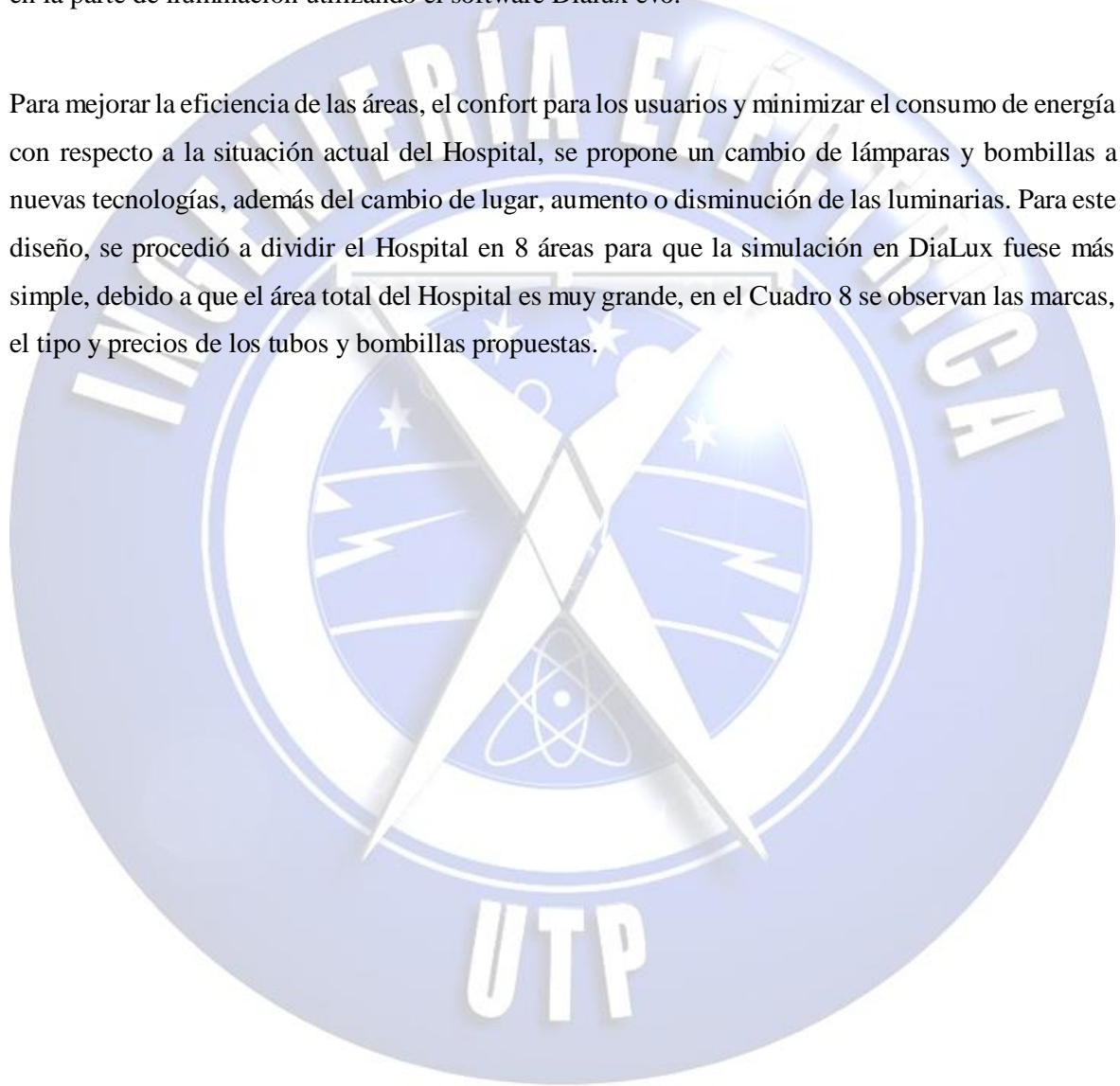
Se puede concluir que aunque no se presentan pérdidas considerables por temperatura, solo se debería hacer un cambio de tornillos corroídos en los empalmes entre totalizadores y breaker para evitar problemas futuros.

Tener una mejor distribución de las cargas y realizar un mantenimiento preventivo cada 6 meses para evitar pérdidas de energía por deterioro de los equipos eléctricos.

CAPÍTULO 5. ANÁLISIS DE LA ETAPA 3: PROPUESTA LUMINOTÉCNICA PARA EL AHORRO DE ENERGÍA

En este capítulo se hace una propuesta para minimizar y mejorar el consumo de energía del hospital en la parte de iluminación utilizando el software Dialux evo.

Para mejorar la eficiencia de las áreas, el confort para los usuarios y minimizar el consumo de energía con respecto a la situación actual del Hospital, se propone un cambio de lámparas y bombillas a nuevas tecnologías, además del cambio de lugar, aumento o disminución de las luminarias. Para este diseño, se procedió a dividir el Hospital en 8 áreas para que la simulación en DiaLux fuese más simple, debido a que el área total del Hospital es muy grande, en el Cuadro 8 se observan las marcas, el tipo y precios de los tubos y bombillas propuestas.



Cuadro 8. Tubos y bombillas propuestas para el diseño de iluminación.

MARCA	TIPO	POTENCIA (W)	LUMEN (lm)	EFICIENCIA EN PORCENTAJE (%)	TEMPERATURA (K)	VIDA UTIL EN HORAS (h)	VALOR POR UNIDAD EN (\$)	REFERENCIA
SYLVANIA	Tubo	18	1.700	94,44444444	2.700-6.500	50.000	27.000	http://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-414882488-tubo-led-18w-marca-sylvania-linea-economica-_JM
PHILIPS	Tubo	14,5	1.600	110,3448276	6.500	40.000	46.400	http://www.lighting.philips.com.co/pwc_li/co_es/products/Bombillas/Assets/80%20LEdtube%20estandar.pdf
SYLVANIA	Bombilla	16	1.600	100	3.500	1.500	24.000	http://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-415217721-bombillo-led-16w-equivalente-a-100w-luz-amarilla-promocion-_JM
SYLVANIA	Bombilla	9,5	850	89,47368421	6.500	15.000	16.000	http://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-414840660-bombillo-de-led-95w-marca-sylvania-super-economico-_JM

En el Cuadro 9 se observa el resumen de las cantidades de las lámparas propuestas además del flujo luminoso total y la potencia activa total que se consumirían en cada área del Hospital, para que la propuesta tenga viabilidad la idea se basa el reutilizar todos los chasis y plafones de este hospital. El resultado total de luminarias para la propuesta se puede ver en el Anexo C: Cuadro del total de luminarias de la propuesta hecha en el informe del diseño luminotécnico con DiaLux evo.

Cuadro 9. Resumen total de luminarias, flujo luminoso y potencia activa para la propuesta en la E.S.E. Hospital Santa Mónica.

DEMANDA DEL FLUJO LUMINOSO, CANTIDAD Y CARACTERISTICAS DE LAS LUMINARIAS PROPUESTAS									
ZONA	TIPO DE LAMPARA							POTENCIA Total (W)	FLUJO LUMINOSO (Lm)
	HAVELLS SYLVANIA F18W T8, 2x18W 3000 K	PHILIPS F14,5W T8, 2x14,5W 6500K.	BOMBILLA SYLVANIA 16 W 3500K	PLANATE LED 30 cmX30 cm, HAVELLS SYLVANIA T8, 4x18W 3000 K	SYLVANIA 2X18W T8 4000 K	HavellsSylvania 0045466 Hydroproof	BOMBILLA SYLVANIA 9,5 W 3000K		
AVELLANA PRIMER PISO									
Total	26	13	55	20	2	0	5	3.045	240.850
AVELLANA SEGUNDO PISO									
Total	35	16	17	0	1	0	0	2.100	193.800
CIRUGÍA									
Total	30	5	37	0	90	0	0	5.205	477.200
COCINA Y MANTENIMIENTO									
Total	0	30	24	0	81	0	0	4.266	409.800
CONSULTA EXTERNA									
Total	0	112	73	0	89	0	0	7.912	777.800
GERENCIA									
Total	13	41	38	2	63	0	0	4.735	449.500
HOSPITALIZACION Y PEDIATRIA									
Total	41	15	39	0	23	0	0	3.519	319.800
URGENCIAS									
Total	21	36	34	0	49	0	0	4.244	403.400
TOTAL E.S.E HOSPITAL SANTA MÓNICA PROPUESTO									
Total	166	268	317	22	398	0	5	35.026	3.272.150

5.1. DISEÑO PROPUESTO POR ZONA.

Cada zona explica cuantitativamente y cualitativamente los tipos de luminarias y bombillas sugeridas para un mejor funcionamiento y obtener un menor consumo de energía.

5.1.1. Propuesta Avellana primer piso.

Éste lugar está ubicado entre el área de hospitalización y el área de cocina y mantenimiento. Posee seis cuartos para la estancia de pacientes, estación de enfermería y la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) con 10 camas.

Para esta área se propone las siguientes cantidades y tipos de luminarias:

- 26 HAVELLS SYLVANIA F18 W T8, 2x18 W 3000 K.
- 13 PHILIPS F14,5 W T8, 2x14,5 W 6500K.
- 55 BOMBILLA SYLVANIA 16 W 3500K.
- 2 HAVELLS SYLVANIA F18 W T8, 2x18 W 4000 K.
- 20 PLANATE LED 30 cmX30 cm, HAVELLS SYLVANIA T8, 4x18 W 3000 K.
- 5 BOMBILLA SYLVANIA 9,5 W 3000K.

Cuyo flujo luminoso total proyectado para ésta área sería de 240.850 lm, potencia total proyectada 3.045 W y consumo de energía total proyectada anual sería entre 11.600-13.650 kWh/año.

Figura 13. Avellana primer piso propuesta, planos 3D y 2D.

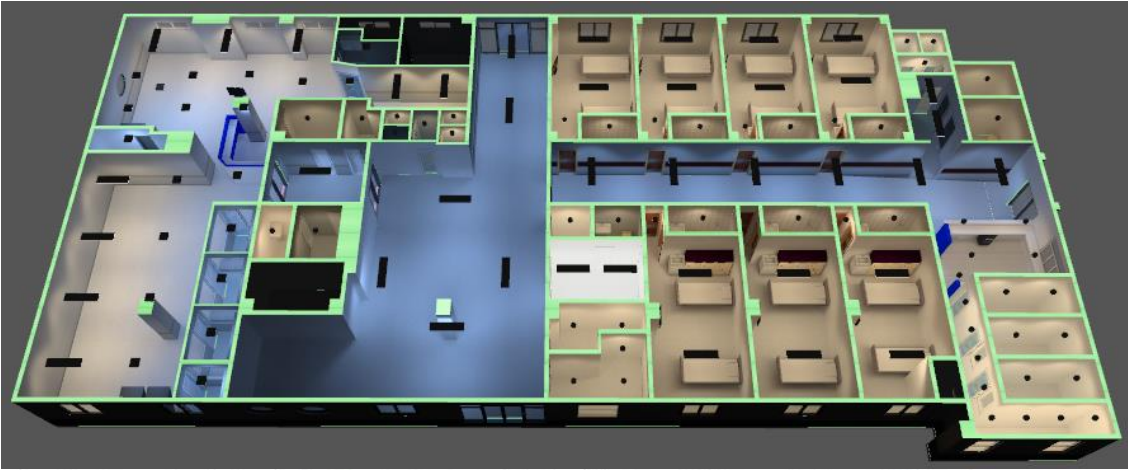


Figura 14. Estación de enfermería.



Figura 15. Corredor Avellana primer piso.



5.1.2. Propuesta Avellana segundo piso.

Ésta área se encuentra entre hospitalización y el parqueadero en la salida hacia la secretaria de salud. Sus principales servicios son; médico general S.O.S. Posee cuatro consultorios para medicina general y nueve cuartos de estancias para usuarios.

Para esta área se propone las siguientes cantidades y tipos de luminarias:

- 35 HAVELLS SYLVANIA F18 W T8, 2x18 W 3000 K.
- 16 PHILIPS F14,5 W T8, 2x14,5 W 6500K.
- 17 BOMBILLA SYLVANIA 16 W 3.500K.
- 1 HAVELLS SYLVANIA F18 W T8, 2x18 W 4000 K.

Cuyo flujo luminoso total proyectado para ésta área sería de 193.800 lm, potencia total proyectada 2.100 W y consumo de energía total proyectada anual sería entre 5.400-6.300 kWh/año.

Figura 16. Avellana segundo piso propuesta, planos 3D y 2D.

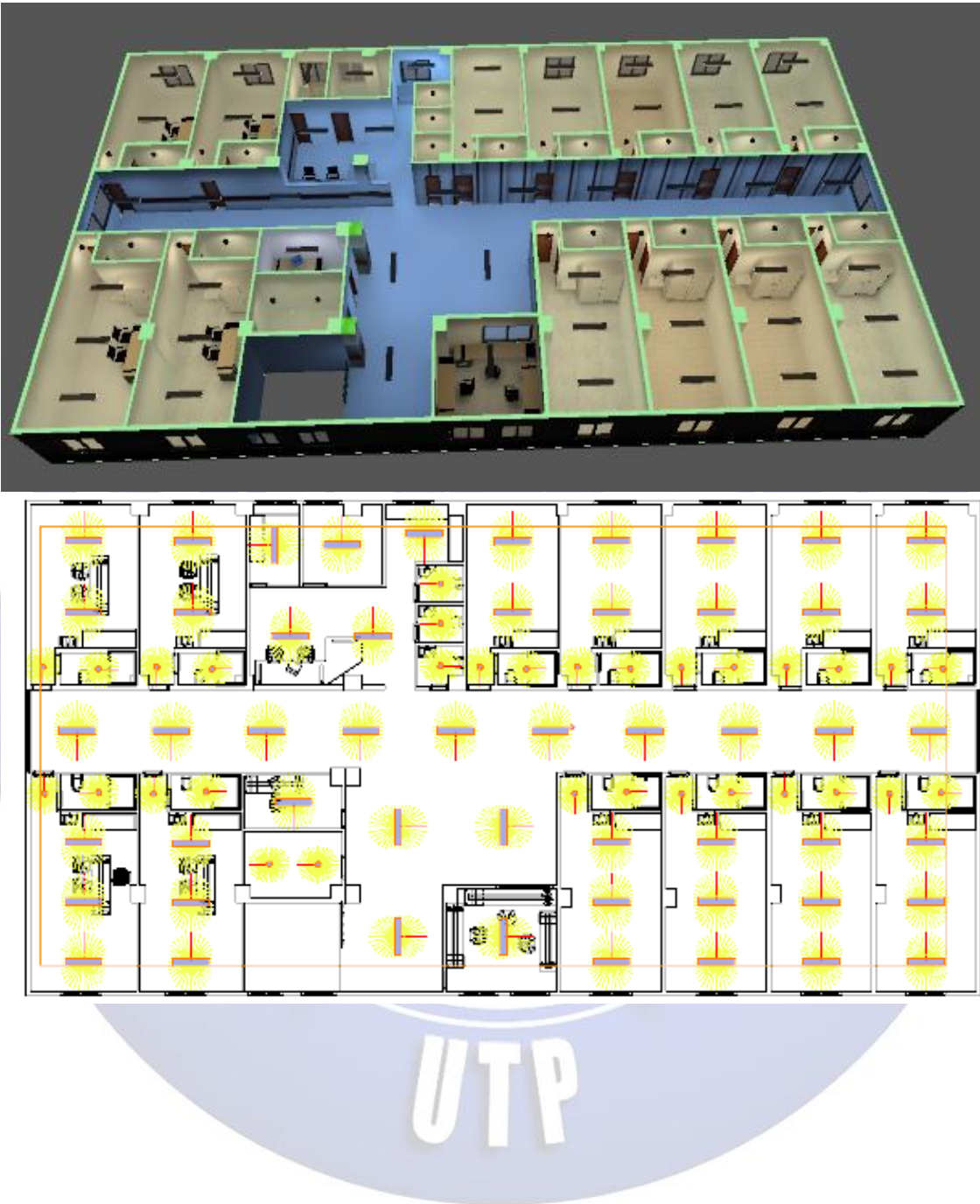


Figura 17. Consultorio 1.



Figura 18. Corredor, Avellana segundo piso.



5.1.3. Propuesta Cirugía.

Éste lugar se encuentra entre las áreas de urgencia, hospitalización y cocina y mantenimiento. Sus principales servicios son; dos quirófanos, área de parto, área de puerperio, área de recuperación y cuarto estéril.

Para esta área se propone las siguientes cantidades y tipos de luminarias:

- 30 HAVELLS SYLVANIA F18 W T8, 2x18 W 3000 K.
- 5 PHILIPS F14,5 W T8, 2x14,5 W 6500K.
- 37 BOMBILLA SYLVANIA 16 W 3500K.
- 90 HAVELLS SYLVANIA F18 W T8, 2x18 W 4000 K.

Cuyo flujo luminoso total proyectado para ésta área sería de 477.200 lm, potencia total proyectada 5.205 W y consumo de energía total proyectada anual sería entre 18.700-19.400 kWh/año.

5.1.4. Propuesta Cocina y Mantenimiento.

Ésta área se encuentra entre cirugía, avellana y hospitalización. Sus principales servicios son; lavandería, morgue, subestación eléctrica, cocina, cuarto de cómputo, mantenimiento y cuarto de gases.

Para esta área se propone las siguientes cantidades y tipos de luminarias:

- 30 PHILIPS F14,5 W T8, 2x14,5 W 6500K.
- 24 BOMBILLA SYLVANIA 16 W 3500K.
- 81 HAVELLS SYLVANIA F18 W T8, 2x18 W 4000 K.

Cuyo flujo luminoso total proyectado para ésta área sería de 409.800 lm, potencia total proyectada 4.266 W y consumo de energía total proyectada anual sería entre 8.150-10.100 kWh/año.

5.1.5. Propuesta Consulta Externa.

Ésta área se encuentra en la entrada principal del hospital a mano izquierda. Posee diecinueve consultorios, área de odontología, cardiología, farmacia y laboratorio.

Para esta área se propone las siguientes cantidades y tipos de luminarias:

- 112 PHILIPS F14,5 W T8, 2x14,5 W 6500K.
- 73 BOMBILLA SYLVANIA 16 W 3500K.
- 89 HAVELLS SYLVANIA F18 W T8, 2x18 W 4000 K.

Cuyo flujo luminoso total proyectado para ésta área sería de 777.800 lm, potencia total proyectada 7.912 W y consumo de energía total proyectada anual sería entre 17.900-19.850kWh/año.

5.1.6. Propuesta Gerencia.

Ésta área se encuentra por la entrada principal del hospital a mano derecha. Posee toda la parte administrativa del hospital (gerencia, facturación, contabilidad, contaduría, servicio de atención al usuario, recursos humanos) y un auditorio.

Para esta área se propone las siguientes cantidades y tipos de luminarias:

- 13 HAVELLS SYLVANIA F18W T8, 2x18 W 3000 K.
- 41 PHILIPS F14,5 W T8, 2x14,5 W 6500K.
- 38 BOMBILLA SYLVANIA 16 W 3500K.
- 2 PLANATE LED 30 cm X 30 cm, HAVELLS SYLVANIA T8, 4x18 W 3000 K
- 63 HAVELLS SYLVANIA F18 W T8, 2x18 W 4000 K.

Cuyo flujo luminoso total proyectado para ésta área sería de 449.500 lm, potencia total proyectada 4.735 W y consumo de energía total proyectada anual sería entre 11.350-13.550 kWh/año.

5.1.7. Propuesta Hospitalización y Pediatría.

Ésta área se encuentra entre gerencia, cirugía y avellana. Posee siete cuartos para pacientes en el área de hospitalización, cuatro cuartos para niños en el área de pediatría.

Para esta área se propone las siguientes cantidades y tipos de luminarias:

- 41 HAVELLS SYLVANIA F18W T8, 2x18 W 3000 K.
- 15 PHILIPS F14,5 W T8, 2x14,5 W 6500K.
- 39 BOMBILLA SYLVANIA 16 W 3500K.
- 23 HAVELLS SYLVANIA F18 W T8, 2x18 W 4000 K.

Cuyo flujo luminoso total proyectado para ésta área sería de 319.800 lm, potencia total proyectada 3.519 W y consumo de energía total proyectada anual sería entre 19.300-21.400 kWh/año.

5.1.8. Propuesta Urgencia.

Ésta área se encuentra entre consulta externa, cirugía y hospitalización. Sus principales servicios son; reanimación, traumas, triage, observación mujeres, observación hombres, observación pediatría, observación partos, cinco consultorios y ortopedia.

Para esta área se propone las siguientes cantidades y tipos de luminarias:

- 20 HAVELLS SYLVANIA F18 W T8, 2x18 W 3000 K.
- 36 PHILIPS F14,5 W T8, 2x14,5 W 6500K.
- 35 BOMBILLA SYLVANIA 16 W 3500K.
- 49 HAVELLS SYLVANIA F18 W T8, 2x18 W 4000 K.

Cuyo flujo luminoso total proyectado para ésta área sería de 403.400 lm, potencia total proyectada 4.244 W y consumo de energía total proyectada anual sería entre 14.100-15.800 kWh/año.

5.2. PROYECCIÓN DEL AHORRO ENERGÉTICO.

Mediante el diseño hecho con el software Dialux evo, el cual arroja el cálculo del consumo de energía con las luminarias actuales y propuestas. En el Cuadro 10 se observa la comparación entre los rangos del consumo de la energía actual del hospital y los rangos del consumo que se obtendría con las luminarias sugeridas.

Para este estudio se tomó el precio del kWh de la empresa de energía CHEC como \$ 382,4 de la factura de energía del hospital, ver Anexo B: Recibo de energía, y se hicieron los cálculos basados en las siguientes fórmulas.

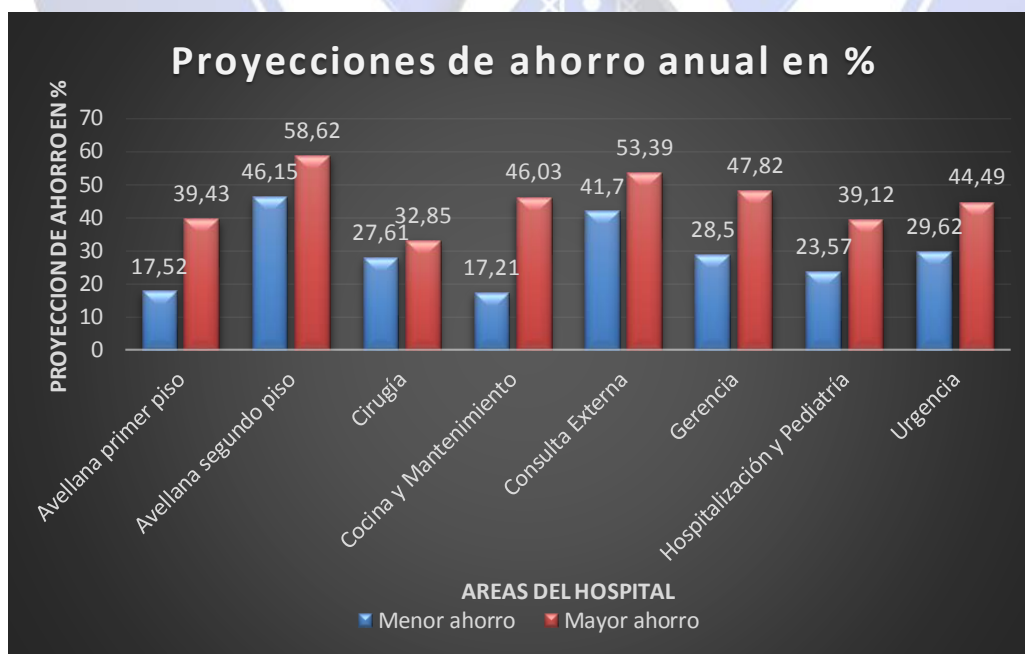
$$\text{Menor rango} = 100\% - \frac{\text{Máximo propuesta} * 100\%}{\text{Mínimo actual}}$$

$$\text{Mayor rango} = 100\% - \frac{\text{Mínimo propuesta} * 100\%}{\text{Máximo actual}}$$

Cuadro 10. Comparación de rangos del consumo actual vs consumo propuesto y rango de ahorro.

ÁREA	CONSUMO (kWh/año)				RANGO DE AHORRO %	
	ACTUAL		PROPUESTA		Menor	Mayor
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo		
Avellana primer piso	16.550	19.150	11.600	13.650	17,52	39,43
Avellana segundo piso	11.600	13.650	5.400	6.300	45,69	60,44
Cirugía	26.800	27.850	18.700	19.400	27,61	32,85
Cocina y Mantenimiento	12.200	15.100	8.150	10.100	17,21	46,03
Consulta Externa	34.050	38.400	17.900	19.850	41,70	53,39
Gerencia	18.950	21.750	11.350	13.550	28,50	47,82
Hospitalización y Pediatría	28.000	31.700	19.300	21.400	23,57	39,12
Urgencia	22.450	25.400	14.100	15.800	29,62	44,49

En la Figura 19 se observa el gráfico de consumo proyectado de las diferentes áreas del hospital en porcentaje, en donde está el menor y el mayor ahorro que se obtendría por área. Para el mejor de los casos se observa que el área que presentaría un mayor ahorro sería Avellana segundo piso con 58,62% y el menor ahorro Cirugía con 32,85%. Y para el peor de los casos el área que presentaría el mayor ahorro sería Avellana segundo piso con 46,15% y el menor ahorro sería Cocina y mantenimiento con 17,21%, el promedio esta entre 28,93 % y un 45,47 %.

Figura 19. Gráfico de comparación de los rangos de ahorro en porcentaje por áreas.

5.3. ESTUDIO FINANCIERO.

Este estudio financiero tiene como objetivo analizar la viabilidad financiera del proyecto, mostrando el tiempo y la tasa de retorno en el cual se obtendría el reembolso de la inversión hecha.

En el Cuadro 11 se observan los precios en kWh además de las proyecciones del consumo anual, el valor del kWh establecido por la CHEC para este lugar es de \$ 382,4 tomado de la factura de energía del hospital, ver Anexo B: Recibo de energía, los cálculos se hicieron basados en las siguientes fórmulas.

$$\text{Menor rango de ahorro (\$)} = \text{Mínimo actual} - \text{Máximo propuesta}$$

$$\text{Mayor rango de ahorro (\$)} = \text{Máximo actual} - \text{Mínimo propuesta}$$

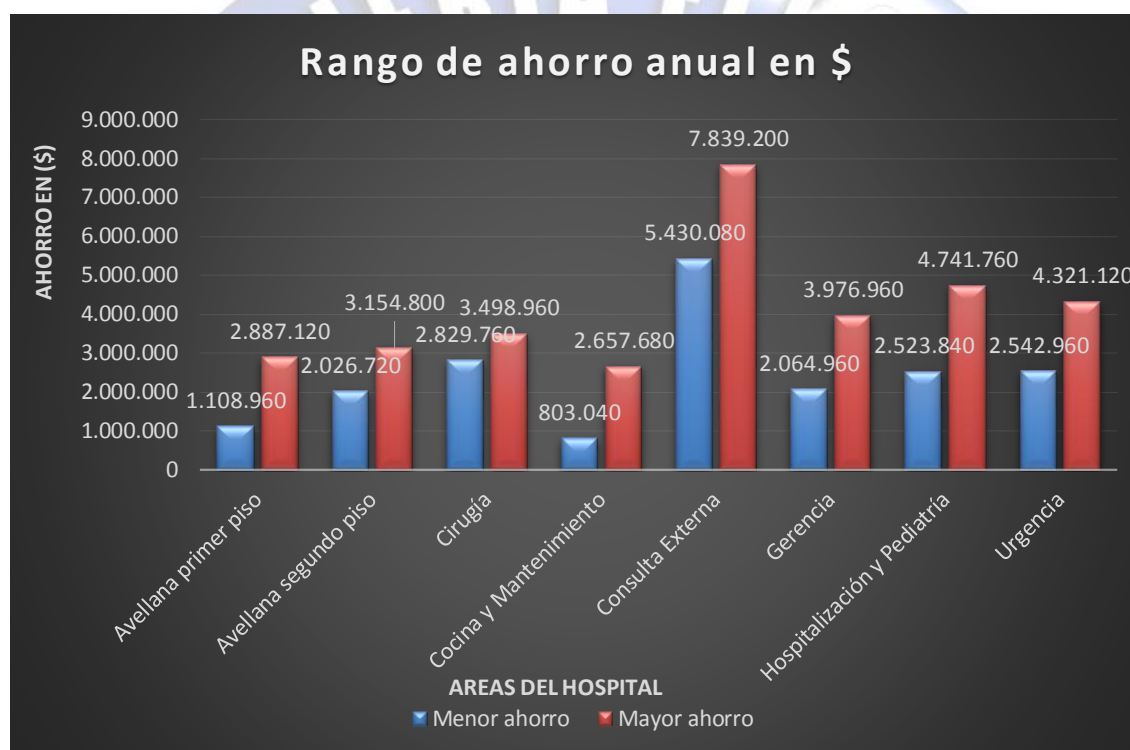
Cuadro 11. Rangos del consumo en pesos.

ÁREA	Rango kWh CHEC Actual anual (\$)		Rango kWh CHEC Propuesta anual (\$)		Rango de Ahorro anual (\$)	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Menor	Mayor
Avellana primer piso	6.328.720	7.322.960	4.435.840	5.219.760	1.108.960	2.887.120
Avellana segundo piso	4.435.840	5.219.760	2.064.960	2.409.120	2.026.720	3.154.800
Cirugía	10.248.320	10.649.840	7.150.880	7.418.560	2.829.760	3.498.960
Cocina y Mantenimiento	4.665.280	5.774.240	3.116.560	3.862.240	803.040	2.657.680
Consulta Externa	13.020.720	14.684.160	6.844.960	7.590.640	5.430.080	7.839.200
Gerencia	7.246.480	8.317.200	4.340.240	5.181.520	2.064.960	3.976.960
Hospitalización y Pediatría	10.707.200	12.122.080	7.380.320	8.183.360	2.523.840	4.741.760
Urgencia	8.584.880	9.712.960	5.391.840	6.041.920	2.542.960	4.321.120
				TOTAL	19.330.320	33.077.600

En la Figura 20 se observa el gráfico de consumo proyectado de las diferentes áreas del hospital en pesos:

- Para el mejor de los casos se observa que el área que presentaría un mayor ahorro sería en el área de Consulta Externa con \$ 7.839.200 y el menor ahorro sería en el área de Cocina y Mantenimiento con \$ 2.657.680.
- Para el peor de los casos se observa que el área que presentaría un mayor ahorro sería en el área de Consulta Externa con \$ 5.430.080 y el menor ahorro sería Cocina y mantenimiento con \$ 803.040.

Figura 20. Gráfico de comparación de los rangos de ahorro por áreas en pesos.



En el Cuadro 12 se observa los costos totales de cada una de las lámparas propuestas y los costos totales por área además del costo total de la inversión de las lámparas.

Cuadro 12. Total costos de inversión por área.

PRECIOS				TOTAL
HAVELLSYLVANIA Tubo 18 W	PHILIPS Tubo 14,5 W	SYLVANIA Bombilla 16 W	SYLVANIA Bombilla 9,5 W	Área
27.000,00	46.400,00	24.000,00	16.000,00	
AVELLANA PRIMER PISO				
1.404.000,00	1.206.400,00	1.320.000,00	80.000,00	4.010.400,00

PRECIOS				TOTAL
HAVELLSYLVANIA Tubo 18 W	PHILIPS Tubo 14,5 W	SYLVANIA Bombilla 16 W	SYLVANIA Bombilla 9,5 W	Área
AVELLANA SEGUNDO PISO				
1.890.000,00	1.484.800,00	408.000,00	0,00	3.782.800,00
CIRUGÍA				
1.620.000,00	464.000,00	888.000,00	0,00	2.972.000,00
COCINA Y MANTERIMIENTO				
0,00	2.784.000,00	576.000,00	0,00	3.360.000,00
CONSULTA EXTERNA				
0,00	10.393.600,00	1.752.000,00	0,00	12.145.600,00
GERENCIA				
702.000,00	3.804.800,00	912.000,00	0,00	5.418.800,00
HOSPITALIZACION Y PEDIATRIA				
2.214.000,00	1.392.000,00	936.000,00	0,00	4.542.000,00
URGENCIAS				
1.134.000,00	3.340.800,00	816.000,00	0,00	5.290.800,00
TOTAL				
8.964.000,00	24.870.400,00	7.608.000,00	80.000,00	41.522.400,0

El costo total de la inversión en lámparas propuestas es: \$ 41.522.400,00.

Para la propuesta se necesitaría suministrar una mayor cantidad de chasis y plafones para los tubos y bombillas excedentes. En el Cuadro 13 están los precios por unidad de los chasis y plafones recomendados.

Cuadro 13. Precios de chasis y plafón.

Precios Chasis y plafones necesarios		
Tipo	Valor por unidad en (\$)	REFERENCIA
Chasis simple para doble tubo T8 de 120cm IP20	33.508	www.didacoruingenieria.com/wp-content/uploads/2015/03/Lista_de_Precios_Luminarias_2015.pdf
Plafón	1.648	http://www.almacencanaima.com/producto-detalles-id-1081-nombre-plafon_de_losa.htm
Luminaria hermética para tubo T8 IP69	61.548	www.didacoruingenieria.com/wp-content/uploads/2015/03/Lista_de_Precios_Luminarias_2015.pdf

Las cantidades y costo total requeridas de chasis y plafones son:

- 98 plafones con un costo total de \$ 161.504,00.
- 82 chasis simple para doble tubo T8 IP20 con un costo total de \$ 2.747.656,00.
- 6 chasis hermética para tubo T8 IP69 con un costo total de \$ 369.288,00.

Costo total de lámparas propuestas = \$ **41.522.400,00**.

Costo total de chasis y plafones propuestos = \$ **3.278.448,00**.

Así, la inversión total de la propuesta sería \$ **44.800.848,00**.

El retorno sobre la inversión (ROI), es una razón financiera que compara el beneficio o la utilidad obtenida en relación a la inversión realizada.

$$ROI = \frac{\text{Utilidad neta ganancia}}{\text{Inversión}} * 100$$

ROI anual para el peor de los casos: 43,14 %.
 ROI mensual para el peor de los casos: 3,6 %.
 ROI anual para el mejor de los casos: 73,83 %.
 ROI mensual para el mejor de los casos: 6,15 %.

Como se tiene el ROI mensual, para saber a cuantos meses se recuperaría la inversión, se utiliza la siguiente ecuación:

$$\text{Retorno de la inversión en meses} = \frac{100 \%}{ROI \text{ mensual } \%}$$

$100/3,6 = 27,77$ meses \approx 28 meses, retorno de la inversión para el peor de los casos.

$100/6,15 = 16,26$ meses \approx 17 meses, retorno de la inversión para el mejor de los casos.

Estos valores indican que el mayor tiempo para recuperar la inversión sería 28 meses y el menor tiempo sería 17 meses.

CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Se debe mejorar el diseño de las instalaciones eléctricas del hospital, garantizando una instalación segura y confiable para todas las personas que actúen directamente o indirectamente con ella.

Es necesario la corrección de los actuales equipos y elementos eléctricos que incumplen con las normas eléctricas, ya que su presencia genera un alto riesgo para los pacientes, que pueden ser objeto de electrocución y otros casos.

El consumo de energía actual del hospital es algo alto, su promedio de efectivo es \$ 15.292.303,9 provocando un fuerte impacto económico en la E.S.E HOSPITAL SANTA MONICA.

La parte luminotécnica tiene gran influencia en el consumo total del hospital, se observa que llegan hasta un 42% del total de la demanda, indica que si se puede disminuir el consumo en la parte luminotécnica se puede ser más racionales y eficientes.

La viabilidad de la propuesta en la parte luminotécnica es buena mostrando una tasa de retorno entre 17 meses y 28 meses y un ahorro en el consumo de energía entre el 28,93 % y un 45,47 %.

Se pudo concluir que las áreas que mayor consumo de energía eléctrica presentan en el hospital son las áreas de lavandería, cocina, consulta externa, farmacia y gerencia, se debe prestar más atención a estas áreas y tomar medidas para minimizar el consumo.

Se debe analizar cada área del hospital y determinar qué elementos y fenómenos eléctricos están presentando las corrientes por el neutro.

Se debe hacer un análisis a mayor profundidad en la parte termográfica ya que en esta investigación se analizaron solo los tableros de distribución, se ignoró el resto de elementos eléctricos los cuales podrían arrojar problemas a futuro.

Se deben hacer mejoras para la disminución del consumo de energía encontrando nuevas alternativas de ahorro y utilización de tecnologías que estén a la mano (panel solar, conductores y otras energías alternativas viables para el hospital).

Se deben analizar los fenómenos que ocasionan los tubos led de las luminarias en el sistema eléctrico del hospital, y evitar que al mejorar la eficiencia se perjudique la calidad de la energía.

Hacer un estudio que determine los diferentes lugares que se pueden automatizar.

Se debe actualizar las normas de iluminación en Colombia para entidades sanitarias, ya que no son específicos en los niveles de iluminación de cada lugar, además de su confort.

Se debe hacer un estudio a mayor profundidad para ser eficientes y racionales en los hospitales del país basándose en su ubicación geográfica.

Hacer una propuesta para el cambio de las plantas eléctricas para suplir todas las áreas críticas del hospital y que tengan un menor consumo de combustible por Vatio.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, «GUÍA PARA DESARROLLAR PROYECTOS DE AHORRO DE ENERGÍA EN CENTROS HOSPITALARIOS. COLOMBIA,» [En línea]. Available: http://www.upme.gov.co/Docs/Guia_Hospitales.pdf.
- [2] «Wikipedia,» [En línea]. Available: <https://es.wikipedia.org/wiki/AutoCAD>. [Último acceso: 30 06 2015].
- [3] «ETAPLIGHTING,» [En línea]. Available: [http://www.etaplighting.com/uploadedFiles/Downloadable_documentation/documentatie/brochures_ETAP_verlichting/Dossier%20EN%2012464-1_AT_ES_A4_lr.pdf](http://www.etaplighting.com/uploadedFiles/Downloadable_documentation/documentatie/ brochures_ETAP_verlichting/Dossier%20EN%2012464-1_AT_ES_A4_lr.pdf).
- [4] «CIE,» [En línea]. Available: <http://www.cie.co.at/index.php/LEFTMENUE/About+us>. [Último acceso: 17 07 2015].
- [5] UPME, «SISTEMA DE INFORMACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y ENERGÍAS ALTERNATIVAS (SI3EA),» [En línea]. Available: <http://www.si3ea.gov.co/Home/UREcentrosHospitalarios/tabid/112/language/es-ES/Default.aspx>.
- [6] MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, LEY 697 del 2001, Uso Racional y Eficiente de la Energía (URE), Bogotá, D.C.; El Congreso, 2001.
- [7] «DIAL,» [En línea]. Available: <http://www.dial.de/DIAL/es/>. [Último acceso: 11 06 2015].
- [8] MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, RESOLUCIÓN NÚMERO 180540, RETILAP, Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público., Bogotá, D.C.; el Congreso, 2010.
- [9] MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, Resolución 90708 (30, agosto, 2013). Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE., Bogotá, D.C.; El Ministerio, 2013.
- [10] CONSEJO MUNICIPAL DE DOSQUEBRADAS COLOMBIA, GOBERNACION DE DOSQUEBRADAS. 9760 ACUERDO 20 N°20017 20 DE 20 SEPTIEMBRE 2013.pdf, Dosquebradas; Consejo Municipal, 2014.
- [11] INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN, Norma Técnica Colombiana NTC ISO 50001, ICONTEC (2011-11-30), Sistemas de Gestión de la Energía., Bogotá D.C.; El Ministerio, 2011.

- [12] INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN, Norma Técnica Colombiana NTC 2050, ICONTEC (1998). CÓDIGO ELÉCTRICO COLOMBIANO., Bogotá, D.C.; El Ministerio, 1998.
- [13] INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN, Norma Técnica Colombiana NTC 5001, ICONTEC (2008). CALIDAD DE LA POTENCIA ELÉCTRICA. LÍMITES Y METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN EN EL PUNTO DE CONEXIÓN COMÚN, Bogotá, D.C.; El Ministerio, 1998.
- [14] INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS, IEEE Standard 519-92, Recommended Practice and Requirements for Harmonic Control in Electric Power Systems, 2014.
- [15] INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS, IEEE Standard 1159-2009, Recommended Practice for Monitoring Electric Power Quality., 2009.
- [16] INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION, NORMA ESTÁNDAR IEC-61000, Electromagnetic Compatibility (EMC)., SUIZA, 2015.
- [17] EUROPEAN STANDARDS, EN 50160 ED. 3, Voltage Characteristics of Electricity Supplied by Public Electricity Networks., 2003.
- [18] INTERNATIONAL ELECTRICAL TESTING ASSOCIATION, NORMA NETA ATS, 2013, Especificaciones de Pruebas Aceptadas para Sistemas y Equipos de Distribución de Potencia Eléctrica, 2013.
- [19] MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, RESOLUCIÓN CREG 024, 2005. Normas de Calidad de la Potencia Eléctrica Aplicables a los Servicios de Distribución de Energía Eléctrica, Bogotá, D.C.; El Congreso, 2005.
- [20] INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION, NORMA ESTÁNDAR IEC-61000, Electromagnetic Compatibility (EMC)., SUIZA, 2015.
- [21] «Lighting Philips,» [En línea]. Available: http://www.lighting.philips.com/pwc_li/es_es/connect/tools_literature/assets/pdfs/Codigo_Tecnico_de_la_Edificacion.pdf. [Último acceso: 30 06 2015].
- [22] ERCO ILUMINACIÓN S.A., CÓMO PLANIFICAR CON LUZ, Rüdiger Ganslandt y Harald Hofmann (2014)., Alemania, 2014.
- [23] CONGRESO DE COLOMBIA, LEY 1745 DE 2014, POR MEDIO DE LA CUAL SE REGULA LA INTEGRACIÓN DE LAS ENERGÍAS., Bogotá, D.C.; El Congreso, 2014.

- [24] INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN, Norma Técnica Colombiana NTC 5001, ICONTEC (2008). CALIDAD DE LA POTENCIA ELÉCTRICA. LÍMITES Y METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN EN EL PUNTO DE CONEXIÓN COMÚN., Bogotá., 1998.
- [25] MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, LEY 697 DEL 2001, Uso Racional y Eficiente de la Energía (URE)., Bogotá, D.C; El Congreso, 2001.
- [26] MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, RESOLUCIÓN CREG 070, 1998. Reglamento de Distribución de Energía Eléctrica, Reglamento de Operación del Sistema Interconectado Nacional., Bogotá, D.C; El Congreso, 1998.
- [27] MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, RESOLUCIÓN CREG 047, 2004. Por la cual se modifica la Resolución CREG-108 de 1997., Bogotá, D.C; El Congreso, 2004.
- [28] MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, RESOLUCIÓN CREG 024, 2005. Normas de Calidad de la Potencia Eléctrica Aplicables a los Servicios de Distribución de Energía Eléctrica, Bogotá, D.C.; El Congreso, 2005.
- [29] MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, RESOLUCIÓN CREG 016, 2007. Normas de Calidad de la Potencia Eléctrica Aplicables a la Distribución de Energía Eléctrica en el Sistema Interconectado Nacional., Bogotá, D.C; El Congreso, 2007.
- [30] MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, RESOLUCIÓN 180606, 2008. Requisitos técnicos de las fuentes luminosas de alta eficiencia usadas en sedes de entidades públicas, Bogotá, D.C.; El Congreso, 2008.
- [31] MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, RESOLUCIÓN 180919, 2010. Plan de Acción Indicativo 2010 – 2015 para desarrollar el Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía y demás Formas de Energía No Convencionales., Bogotá, D.C.; El Congreso, 2010.
- [32] MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, LEY 1715 DE 2014, Por medio de la cual se Regula la Integración de las Energías Renovables No Convencionales al Sistema Energético No Convencional., Bogotá, D.C.; El Congreso, 2014.
- [33] INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS, IEEE Standard 519-92, Recommended Practice and Requirements for Harmonic Control in Electric Power Systems., 2014.

Anexo A: Carta de solicitud para el ingreso Hospital

Pereira, 30 de enero de 2015

**DOCTOR
JAVIER ALEJANDRO GAVIRIA MURILLO
GERENTE HOSPITAL SANTA MÓNICA
DOSQUEBRADAS – RISARALDA**

**ESE
Hospital Santa Mónica
DOSQUEBRADAS
02 FEB. 2015
Rod. 462**

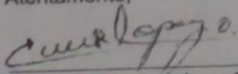
Asunto: Trabajo de grado "AUDITORIA SOBRE EL PROURE EN EL HOSPITAL SANTA MÓNICA E.S.E."

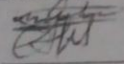
Apreciado señor:

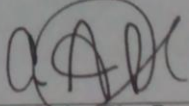
EL Ingeniero y M. Sc. Carlos Alberto Ríos Porras docente de la facultad de Tecnología Eléctrica, y los estudiantes César Augusto López Osorio identificado con cédula de ciudadanía 4'516.610 y Óscar Andrés Holguín Marin identificado con cédula de ciudadanía 16'936.514, que actualmente están inscritos al programa de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Tecnológica de Pereira y desean realizar el trabajo de grado mencionado en el Asunto. El programa PROURE consiste en hacer una auditoria sobre el uso racional y eficiente de la energía, y de acuerdo con la ley 697 de 2001, la cual ordenó que el Gobierno Nacional estableciera los estímulos que permitan desarrollar en el país el uso racional y eficiente de la energía y las fuentes energéticas no convencionales; la ley 1715 de 2014 que promueve el aprovechamiento de las fuentes no convencionales de energía y de acuerdo a la Norma ISO 50001 que especifica los requisitos de un sistema de gestión de la energía para desarrollar e implementar una política energética. Por las razones previamente descritas consideramos que al desarrollar este trabajo de grado, consideramos que la institución que usted dirige se podrá beneficiar porque podrá identificar cómo se están empleando las diversas fuentes energéticas y cómo puede optimizar su uso.

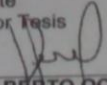
Muchas gracias

Atentamente,


César Augusto López O.
Estudiante


Óscar Andrés Holguín M.
Estudiante


Ing. Carlos Ríos Porras
Docente
Director Tesis


Ing ALBERTO OCAMPO V.
Director Programa de Ingeniería Eléctrica
Universidad Tecnológica de Pereira

Anexo B: Recibo de energía

Mas fácil y rápido, sin colas ni congestiones

Si perdidas la factura la puedes solicitar en la línea **018000912432**

Solo necesitas el número de cuenta y una dirección de correo electrónico

chec Grupo-epm

Línea atención al cliente: 01-8000-912432
 Línea daños: 115 www.chec.com.co

Nombre: **Doquebradas**
 No. de cuenta: **148798174**
 Dirección: **Carrera 16 No. 3644**
 Ciudad: **Medellin**

Valor: \$ 1

Fecha último pago: 30-JUN-15
 Valor último pago: \$16,122,420

Saldo redimición: 0
 Tasa interés moratorio: 1.40 %

Contribución: \$0

Composicion del Total a Pagar:

Generación (G)	125.9
Distribución (D)	25.9
Comercialización (C)	14.3
Perdidas (P)	14.5
Rehabilitación y Mantenimiento (R)	28.3
Costo de Rehabilitación (Cu)	7.8
Impuesto (I)	3.8
Total	362.4

chec Grupo-epm

Referencia de Pago: 148798174150811

Localización: **Medellin**

Número de cuenta: 148798174

Fecha máxima de pago: 30/JUL/2015

Meses de mora: 0

Debo pagar en total: \$17,260,020

Región: **Medellin**

Ruta de Lectura: 1-86170170535100

Consumo del Consumo

Mes	Consumo (kWh)	Tarifa	Valor
DIC	35600	0	0
ENE	37700	0	0
FEB	35000	0	0
MAR	35000	0	0
ABR	38400	0	0
MAY	41200	0	0
Total	170000	0	0

Consumos (Mensuales)

Mes	Consumo (kWh)	Tarifa	Valor
DIC	35600	0	0
ENE	37700	0	0
FEB	35000	0	0
MAR	35000	0	0
ABR	38400	0	0
MAY	41200	0	0
Total	170000	0	0

Consumos (Anuales)

Mes	Consumo (kWh)	Tarifa	Valor
DIC	35600	0	0
ENE	37700	0	0
FEB	35000	0	0
MAR	35000	0	0
ABR	38400	0	0
MAY	41200	0	0
Total	170000	0	0

Consumos (Mensuales)

Mes	Consumo (kWh)	Tarifa	Valor
DIC	35600	0	0
ENE	37700	0	0
FEB	35000	0	0
MAR	35000	0	0
ABR	38400	0	0
MAY	41200	0	0
Total	170000	0	0

Consumos (Anuales)

Mes	Consumo (kWh)	Tarifa	Valor
DIC	35600	0	0
ENE	37700	0	0
FEB	35000	0	0
MAR	35000	0	0
ABR	38400	0	0
MAY	41200	0	0
Total	170000	0	0

Consumos (Mensuales)

Mes	Consumo (kWh)	Tarifa	Valor
DIC	35600	0	0
ENE	37700	0	0
FEB	35000	0	0
MAR	35000	0	0
ABR	38400	0	0
MAY	41200	0	0
Total	170000	0	0

Consumos (Anuales)

Mes	Consumo (kWh)	Tarifa	Valor
DIC	35600	0	0
ENE	37700	0	0
FEB	35000	0	0
MAR	35000	0	0
ABR	38400	0	0
MAY	41200	0	0
Total	170000	0	0

Consumos (Mensuales)

Mes	Consumo (kWh)	Tarifa	Valor
DIC	35600	0	0
ENE	37700	0	0
FEB	35000	0	0
MAR	35000	0	0
ABR	38400	0	0
MAY	41200	0	0
Total	170000	0	0

Consumos (Anuales)

Mes	Consumo (kWh)	Tarifa	Valor
DIC	35600	0	0
ENE	37700	0	0
FEB	35000	0	0
MAR	35000	0	0
ABR	38400	0	0
MAY	41200	0	0
Total	170000	0	0

Consumos (Mensuales)

Mes	Consumo (kWh)	Tarifa	Valor
DIC	35600	0	0
ENE	37700	0	0
FEB	35000	0	0
MAR	35000	0	0
ABR	38400	0	0
MAY	41200	0	0
Total	170000	0	0

Consumos (Anuales)

Mes	Consumo (kWh)	Tarifa	Valor
DIC	35600	0	0
ENE	37700	0	0
FEB	35000	0	0
MAR	35000	0	0
ABR	38400	0	0
MAY	41200	0	0
Total	170000	0	0

Consumos (Mensuales)

Mes	Consumo (kWh)	Tarifa	Valor
DIC	35600	0	0
ENE	37700	0	0
FEB	35000	0	0
MAR	35000	0	0
ABR	38400	0	0
MAY	41200	0	0
Total	170000	0	0

Consumos (Anuales)

Mes	Consumo (kWh)	Tarifa	Valor
DIC	35600	0	0
ENE	37700	0	0
FEB	35000	0	0
MAR	35000	0	0
ABR	38400	0	0
MAY	41200	0	0
Total	170000	0	0

Consumos (Mensuales)

Mes	Consumo (kWh)	Tarifa	Valor
DIC	35600	0	0
ENE	37700	0	0
FEB	35000	0	0
MAR	35000	0	0
ABR	38400	0	0
MAY	41200	0	0
Total	170000	0	0

Consumos (Anuales)

Mes	Consumo (kWh)	Tarifa	Valor
DIC	35600	0	0
ENE	37700	0	0
FEB	35000	0	0
MAR	35000	0	0
ABR	38400	0	0
MAY	41200	0	0
Total	170000	0	0

Consumos (Mensuales)

Mes	Consumo (kWh)	Tarifa	Valor
DIC	35600	0	0
ENE	37700	0	0
FEB	35000	0	0
MAR	35000	0	0
ABR	38400	0	0
MAY	41200	0	0
Total	170000	0	0

Consumos (Anuales)

Mes	Consumo (kWh)	Tarifa	Valor
DIC	35600	0	0
ENE	37700	0	0
FEB	35000	0	0
MAR	35000	0	0
ABR	38400	0	0
MAY	41200	0	0
Total	170000	0	0

Consumos (Mensuales)

Mes	Consumo (kWh)	Tarifa	Valor
DIC	35600	0	0
ENE	37700	0	0
FEB	35000	0	0
MAR	35000	0	0
ABR	38400	0	0
MAY	41200	0	0
Total	170000	0	0

Consumos (Anuales)

Mes	Consumo (kWh)	Tarifa	Valor
DIC	35600	0	0
ENE	37700	0	0
FEB	35000	0	0
MAR	35000	0	0
ABR	38400	0	0
MAY	41200	0	0
Total	170000	0	0

Consumos (Mensuales)

Mes	Consumo (kWh)	Tarifa	Valor
DIC	35600	0	0
ENE	37700	0	0
FEB	35000	0	0
MAR	35000	0	0
ABR	38400	0	0
MAY	41200	0	0
Total	170000	0	0

Consumos (Anuales)

Mes	Consumo (kWh)	Tarifa	Valor
DIC	35600	0	0
ENE	37700	0	0
FEB	35000	0	0
MAR	35000	0	0
ABR	38400	0	0
MAY	41200	0	0
Total	170000	0	0

Consumos (Mensuales)

Mes	Consumo (kWh)	Tarifa	Valor
DIC	35600	0	0
ENE	37700	0	0
FEB	35000	0	0
MAR	35000	0	0
ABR	38400	0	0
MAY	41200	0	0
Total	170000	0	0

Consumos (Anuales)

Mes	Consumo (kWh)	Tarifa	Valor
DIC	35600	0	0
ENE	37700	0	0
FEB	35000	0	0
MAR	35000	0	0
ABR	38400	0	0
MAY	41200	0	0
Total	170000	0	0

Consumos (Mensuales)

Mes	Consumo (kWh)	Tarifa	Valor
DIC	35600	0	0
ENE	37700	0	0
FEB	35000	0	0
MAR	35000	0	0
ABR	38400	0	0
MAY	41200	0	0
Total	170000	0	0

Consumos (Anuales)

Mes	Consumo (kWh)	Tarifa	Valor
DIC	35600	0	0
ENE	37700	0	0
FEB	35000	0	0
MAR	35000	0	0
ABR	38400	0	0
MAY	41200	0	0
Total	170000	0	0

Consumos (Mensuales)

Mes	Consumo (kWh)	Tarifa	Valor
DIC	35600	0	0
ENE	37700	0	0
FEB	35000	0	0
MAR	35000	0	0
ABR	38400	0	0
MAY	41200	0	0
Total	170000	0	0

Consumos (Anuales)

Mes	Consumo (kWh)	Tarifa	Valor
DIC	35600	0	0
ENE	37700	0	0
FEB	35000	0	0
MAR	35000	0	0
ABR	38400	0	0
MAY	41200	0	0
Total	170000	0	0

Consumos (Mensuales)

Mes	Consumo (kWh)	Tarifa	Valor
DIC	35600	0	0
ENE	37700	0	0
FEB	35000	0	0
MAR	35000	0	0
ABR	38400	0	0
MAY	41200	0	0
Total	170000	0	0

Consumos (Anuales)

Mes	Consumo (kWh)	Tarifa	Valor
DIC	35600	0	0
ENE	37700	0	0
FEB	35000	0	0
MAR	35000	0	0
ABR	38400	0	0
MAY	41200	0	0
Total	170000	0	0

Consumos (Mensuales)

Mes	Consumo (kWh)	Tarifa	Valor
DIC	35600	0	0
ENE	37700	0	0
FEB	35000	0	0
MAR	35000	0	0
ABR	38400	0	0
MAY	41200	0	0
Total	170000	0	0

Consumos (Anuales)

Mes	Consumo (kWh)	Tarifa	Valor
DIC	35600	0	0
ENE	37700	0	0
FEB	35000	0	0
MAR	35000	0	0
ABR	38400	0	0
MAY	41200	0	0
Total	170000	0	0

Consumos (Mensuales)

Mes	Consumo (kWh)	Tarifa	Valor
DIC	35600	0	0
ENE	37700	0	0
FEB	35000	0	0
MAR	35000	0	0
ABR	38400	0	0
MAY	41200	0	0
Total	170000	0	0

Consumos (Anuales)

Mes	Consumo (kWh)	Tarifa	Valor
DIC	35600	0	0
ENE	37700	0	0
FEB	35000	0	0
MAR	35000	0	0
ABR	38400	0	0
MAY	41200	0	0
Total	170000	0	0

Consumos (Mensuales)

Mes	Consumo (kWh)	Tarifa	Valor
DIC	35600	0	0
ENE	37700	0	0
FEB	35000	0	0
MAR	35000	0	0
ABR	38400	0	0
MAY	41200	0	0
Total	170000	0	0

Consumos (Anuales)

Mes	Consumo (kWh)	Tarifa	Valor
DIC	35600	0	0
ENE	37700	0	0
FEB	35000	0	0
MAR	35000	0	0
ABR	38400	0	0
MAY	41200	0	0
Total	170000	0	0

Consumos (Mensuales)

Mes	Consumo (kWh)	Tarifa	Valor

Anexo C: Cuadro del total de luminarias de la propuesta hecha en el informe del diseño luminotécnico con DiaLux evo.

En éste anexo se encuentra la tabla del total de luminarias, potencia activa total y flujo luminoso de cada área y lugar del hospital de la propuesta que se hizo con el software DiaLux evo.

DEMANDA DEL FLUJO LUMINOSO, CANTIDAD Y CARACTERISTICAS DE LAS LUMINARIAS PROPUESTAS									
ZONA	TIPO DE LAMPARA							POTENCIA Total (W)	FLUJO LUMINOSO (Lm)
	HAVELLS SYLVANIA F18W T8, 2x18W 3000 K	HAVELLS SYLVANIA F14,5W T8, 2x14,5W 6500K.	BOMBILLA SYLVANIA 16 W 3500K	PLANATE LED 30 cmX30 cm, HAVELLS SYLVANIA T8, 4x18W 3000 K	SYLVANIA 2X18W T8 4000 K	HavellsSylvania 0045466 Hydroproof	BOMBILLA SYLVANIA 9,5 W 3000K		
AVELLANA PRIMER PISO									
Baño enfermería 1			1					20	1600
Baño enfermería 2			1					20	1600
Oficina enfermería	2							72	6400
Vestier enfermería 1			1					20	1600
Vestier enfermería 2			1					20	1600
Habitación de pacientes 4	2		1					92	8000
Baño pacientes 4			1					20	1600
Habitación de pacientes 3	2		1					92	8000
Baño pacientes 3			1					20	1600
Habitación de pacientes 2	2		1					92	8000

DEMANDA DEL FLUJO LUMINOSO, CANTIDAD Y CARACTERISTICAS DE LAS LUMINARIAS PROPUESTAS									
ZONA	TIPO DE LAMPARA							POTENCIA Total (W)	FLUJO LUMINOSO (Lm)
	HAVELLS SYLVANIA F18W T8, 2x18W 3000 K	HAVELLS SYLVANIA F14,5W T8, 2x14,5W 6500K.	BOMBILLA SYLVANIA 16 W 3500K	PLANATE LED 30 cmX30 cm, HAVELLS SYLVANIA T8, 4x18W 3000 K	SYLVANIA 2X18W T8 4000 K	HavellsSylvania 0045466 Hydroproof	BOMBILLA SYLVANIA 9,5 W 3000K		
Baño pacientes 2			1					20	1600
Habitación de pacientes 1	2		1					92	8000
Baño pacientes 1			1					20	1600
Estación de enfermería			4					80	6400
Cuarto enfermería 3			2					40	3200
Cuarto enfermería 2			2					40	3200
Cuarto enfermería 1			2					40	3200
Corredor enfermería			9					180	14400
Depósito			1					20	1600
Habitación de pacientes 7	2		1					92	8000
Baño pacientes 7			1					20	1600
Habitación de pacientes 6	2		1					92	8000
Baño pacientes 6			1					20	1600
Habitación de pacientes 5	2		1					92	8000
Baño pacientes 5			1					20	1600
Corredor clínica avellana		6						174	19200
Baño oficina			1					20	1600

DEMANDA DEL FLUJO LUMINOSO, CANTIDAD Y CARACTERISTICAS DE LAS LUMINARIAS PROPUESTAS									
ZONA	TIPO DE LAMPARA							POTENCIA Total (W)	FLUJO LUMINOSO (Lm)
	HAVELLS SYLVANIA F18W T8, 2x18W 3000 K	HAVELLS SYLVANIA F14,5W T8, 2x14,5W 6500K.	BOMBILLA SYLVANIA 16 W 3500K	PLANATE LED 30 cmX30 cm, HAVELLS SYLVANIA T8, 4x18W 3000 K	SYLVANIA 2X18W T8 4000 K	HavellsSylvania 0045466 Hydroproof	BOMBILLA SYLVANIA 9,5 W 3000K		
Poseta corredor avellana			1					20	1600
Oficina					2			72	6800
Bodega 1			2					40	3200
Almacén			3					60	4800
Vestier uci			1					20	1600
Baño enfermería uci			1					20	1600
Uci cuarto 4				1				25	850
Uci cuarto 3				1				25	850
Uci cuarto 2				1				25	850
Uci cuarto 1				1				25	850
Pasillo hacia uci		1						29	3200
Vestier 3 frente a pasillo avellana			1				1	32	2450
Vestier 4 frente a pasillo avellana			1				1	32	2450
Pasillo vestier 1,2,3 y 4			1				1	32	2450
Vestier 2 frente a pasillo avellana			1				1	32	2450
Vestier 1			1				1	32	2450
Poseta pasillo uci			1					20	1600

DEMANDA DEL FLUJO LUMINOSO, CANTIDAD Y CARACTERISTICAS DE LAS LUMINARIAS PROPUESTAS									
ZONA	TIPO DE LAMPARA							POTENCIA Total (W)	FLUJO LUMINOSO (Lm)
	HAVELLS SYLVANIA F18W T8, 2x18W 3000 K	HAVELLS SYLVANIA F14,5W T8, 2x14,5W 6500K.	BOMBILLA SYLVANIA 16 W 3500K	PLANATE LED 30 cmX30 cm, HAVELLS SYLVANIA T8, 4x18W 3000 K	SYLVANIA 2X18W T8 4000 K	HavellsSylvania 0045466 Hydroproof	BOMBILLA SYLVANIA 9,5 W 3000K		
Cuarto limpio			1					20	1600
Cuarto uci	1							36	3200
Ducha uci			1					20	1600
Trabajo limpio				1				25	850
Baño uci				1				25	850
UCI	9			14				674	40700
Pasillo pacientes avellana		6						174	19200
Total	26	13	55	20	2	0	5	3045	240850
AVELLANA SEGUNDO PISO									
Baño camas 7-8			1					20	1600
Camas 7-8	2							72	6400
Camas 5-6	3							108	9600
Baño camas 5-6			1					20	1600
Camas 3-4	3							108	9600
Baño camas 3-4			1					20	1600
Camas 1-2	3							108	9600
Baño camas 1-2			1					20	1600
Ortotrauma		1						29	3200
Consultorio 3	3							108	9600
Baño consultorio 3			1					20	1600

DEMANDA DEL FLUJO LUMINOSO, CANTIDAD Y CARACTERISTICAS DE LAS LUMINARIAS PROPUESTAS									
ZONA	TIPO DE LAMPARA							POTENCIA Total (W)	FLUJO LUMINOSO (Lm)
	HAVELLS SYLVANIA F18W T8, 2x18W 3000 K	HAVELLS SYLVANIA F14,5W T8, 2x14,5W 6500K.	BOMBILLA SYLVANIA 16 W 3500K	PLANATE LED 30 cmX30 cm, HAVELLS SYLVANIA T8, 4x18W 3000 K	SYLVANIA 2X18W T8 4000 K	HavellsSylvania 0045466 Hydroproof	BOMBILLA SYLVANIA 9,5 W 3000K		
Consultorio 4	2							72	6400
Baño consultorio 4			1					20	1600
Consultorio 1	3							108	9600
Baño consultorio 1			1					20	1600
Consultorio 2	2							72	6400
Baño Consultorio 2			1					20	1600
Consultorio 3	3							108	9600
Baño consultorio 3			1					20	1600
Cuarto frente a enfermería	1							36	3200
Descanso enfermeras		1						29	3200
Enfermería		1						29	3200
Cuarto frente a enfermería, escaleras hacia el cuarto técnico ascensor					1			36	3400
Baño 3, frente a ortotrauma			1					20	1600
Baño 2, frente a ortotrauma			1					20	1600

DEMANDA DEL FLUJO LUMINOSO, CANTIDAD Y CARACTERISTICAS DE LAS LUMINARIAS PROPUESTAS									
ZONA	TIPO DE LAMPARA							POTENCIA Total (W)	FLUJO LUMINOSO (Lm)
	HAVELLS SYLVANIA F18W T8, 2x18W 3000 K	HAVELLS SYLVANIA F14,5W T8, 2x14,5W 6500K.	BOMBILLA SYLVANIA 16 W 3500K	PLANATE LED 30 cmX30 cm, HAVELLS SYLVANIA T8, 4x18W 3000 K	SYLVANIA 2X18W T8 4000 K	HavellsSylvania 0045466 Hydroproof	BOMBILLA SYLVANIA 9,5 W 3000K		
Baño 1, frente a ortotrauma			1					20	1600
Camas 17-18	2							72	6400
Baño camas 17-18			1					20	1600
Camas 15-16	2							72	6400
Baño camas 15-16			1					20	1600
Camas 13-14	2							72	6400
Baño camas 13-14			1					20	1600
Camas 11-12	2							72	6400
Baño camas 11-12			1					20	1600
Camas 9-10	2							72	6400
Baño camas 9-10			1					20	1600
Sala de espera y corredor		13						377	41600
Total	35	16	17	0	1	0	0	2100	193800
CIRUGÍA									
Cuarto sucio	2							72	6400
Suministros		1						29	3200
Pasillo suministros	2							72	6400
Comedor					2			72	6800
Cuarto aseo		1						29	3200

DEMANDA DEL FLUJO LUMINOSO, CANTIDAD Y CARACTERISTICAS DE LAS LUMINARIAS PROPUESTAS									
ZONA	TIPO DE LAMPARA							POTENCIA Total (W)	FLUJO LUMINOSO (Lm)
	HAVELLS SYLVANIA F18W T8, 2x18W 3000 K	HAVELLS SYLVANIA F14,5W T8, 2x14,5W 6500K.	BOMBILLA SYLVANIA 16 W 3500K	PLANATE LED 30 cmX30 cm, HAVELLS SYLVANIA T8, 4x18W 3000 K	SYLVANIA 2X18W T8 4000 K	HavellsSylvania 0045466 Hydroproof	BOMBILLA SYLVANIA 9,5 W 3000K		
Cuarto ropa	2							72	6400
Vestier mujeres			11					220	17600
Jefatura enfermería					2			72	6800
Cuarto sucio instrumental			1					20	1600
Pasillo quirófanos					10			360	34000
Vestier hombres			15					300	24000
Ducha cirugía			2					40	3200
Preparación cirugía					4			144	13600
Pasillo partos					6			216	20400
Legrado					6			216	20400
Cuarto partos					6			216	20400
Trabajo de partos	7							252	22400
Estación frente a trabajo de partos	1							36	3200
Almacén frente a Estación de enfermería					1			36	3400
Baño Pequeña Cirugía			2					40	3200
Pasillo pequeña cirugía		2						58	6400
Pasillo entre lavandería,	7							252	22400

DEMANDA DEL FLUJO LUMINOSO, CANTIDAD Y CARACTERISTICAS DE LAS LUMINARIAS PROPUESTAS									
ZONA	TIPO DE LAMPARA							POTENCIA Total (W)	FLUJO LUMINOSO (Lm)
	HAVELLS SYLVANIA F18W T8, 2x18W 3000 K	HAVELLS SYLVANIA F14,5W T8, 2x14,5W 6500K.	BOMBILLA SYLVANIA 16 W 3500K	PLANATE LED 30 cmX30 cm, HAVELLS SYLVANIA T8, 4x18W 3000 K	SYLVANIA 2X18W T8 4000 K	HavellsSylvania 0045466 Hydroproof	BOMBILLA SYLVANIA 9,5 W 3000K		
hospitalización y cirugía									
Pasillo entrando hacia área de cirugía	2							72	6400
Área de aseo pasillo cirugía			2					40	3200
Autoclave	2							72	6400
Pasillo ventanilla					5			180	17000
Preparación material	4							144	12800
Cuarto sucio			2					40	3200
Baño frente a cuarto sucio			1					20	1600
Pasillo entre quirófanos y autoclave		1			2			101	10000
área de aseo cirugía			1					20	1600
Oficina jefe frete a sala semi aséptico	1							36	3200
Sala semi aséptico					8			288	27200
Hall aséptico					5			180	17000
Quirófano 2					8			288	27200
Quirófano 1					8			288	27200

DEMANDA DEL FLUJO LUMINOSO, CANTIDAD Y CARACTERISTICAS DE LAS LUMINARIAS PROPUESTAS									
ZONA	TIPO DE LAMPARA							POTENCIA Total (W)	FLUJO LUMINOSO (Lm)
	HAVELLS SYLVANIA F18W T8, 2x18W 3000 K	HAVELLS SYLVANIA F14,5W T8, 2x14,5W 6500K.	BOMBILLA SYLVANIA 16 W 3500K	PLANATE LED 30 cmX30 cm, HAVELLS SYLVANIA T8, 4x18W 3000 K	SYLVANIA 2X18W T8 4000 K	HavellsSylvania 0045466 Hydroproof	BOMBILLA SYLVANIA 9,5 W 3000K		
Recuperación					8			288	27200
Cuarto pequeña cirugía					4			144	13600
Material estéril sinopsis					3			108	10200
Preparación pequeña cirugía					2			72	6800
Total	30	5	37	0	90	0	0	5205	477200
COCINA Y MANTERIMIENTO									
Almacén			1					20	1600
Baño lavandería			4					80	6400
Lavandería					12			432	40800
Ropa limpia					3			108	10200
Almacén lavandería					3			108	10200
Ropa sucia					2			72	6800
Planta eléctrica					2			72	6800
Bodega exterior					4			144	13600
Oficina exterior frente a parqueadero					2			72	6800
Morgue		4						116	12800
Bodega enseguida de oficina personal eléctricos					8			288	27200

DEMANDA DEL FLUJO LUMINOSO, CANTIDAD Y CARACTERISTICAS DE LAS LUMINARIAS PROPUESTAS									
ZONA	TIPO DE LAMPARA							POTENCIA Total (W)	FLUJO LUMINOSO (Lm)
	HAVELLS SYLVANIA F18W T8, 2x18W 3000 K	HAVELLS SYLVANIA F14,5W T8, 2x14,5W 6500K.	BOMBILLA SYLVANIA 16 W 3500K	PLANATE LED 30 cmX30 cm, HAVELLS SYLVANIA T8, 4x18W 3000 K	SYLVANIA 2X18W T8 4000 K	HavellsSylvania 0045466 Hydroproof	BOMBILLA SYLVANIA 9,5 W 3000K		
Oficina personal eléctrico					4			144	13600
Oficina jefe área de computo					2			72	6800
Área de cómputo					8			288	27200
Salón de clase					5			180	17000
Almacén al lado de cuarto de gases					4			144	13600
Cuarto de gases			6					120	9600
Almacén frente a cuarto de ropa sucia					3			108	10200
Baño mujeres					2			72	6800
Cuarto entre baño de hombre y mujeres			2					40	3200
Baño descanso medico			1					20	1600
Descanso medico			1		2			92	8400
Cocina pacientes					6			216	20400
Vestier hombres					4			144	13600
Vestier mujeres			6					120	9600
Cuarto UPS			3					60	4800
Cocina y cafetín					4			144	13600

DEMANDA DEL FLUJO LUMINOSO, CANTIDAD Y CARACTERISTICAS DE LAS LUMINARIAS PROPUESTAS									
ZONA	TIPO DE LAMPARA							POTENCIA Total (W)	FLUJO LUMINOSO (Lm)
	HAVELLS SYLVANIA F18W T8, 2x18W 3000 K	HAVELLS SYLVANIA F14,5W T8, 2x14,5W 6500K.	BOMBILLA SYLVANIA 16 W 3500K	PLANATE LED 30 cmX30 cm, HAVELLS SYLVANIA T8, 4x18W 3000 K	SYLVANIA 2X18W T8 4000 K	HavellsSylvania 0045466 Hydroproof	BOMBILLA SYLVANIA 9,5 W 3000K		
Pasillos lavandería		26						754	83200
SubEstación					1			36	3400
Total	0	30	24	0	81	0	0	4266	409800
CONSULTA EXTERNA									
Baño frente a Urgencias			2					40	3200
Baño mujeres frente a Urgencias			2					40	3200
Sala frente a Urgencias			5					100	8000
Pasillo frente a Urgencias		14						406	44800
Odontología		10						290	32000
WC Odontología			2					40	3200
Rayos X Dental			4					80	6400
Pasillo Odontología		7						203	22400
Cuarto Oscuro		1						29	3200
Control Rayos X			1					20	1600
Rayos X		2	4					138	12800
Entrega Rayos X		2						58	6400
WC Mujeres Consulta Externa			6					120	9600

DEMANDA DEL FLUJO LUMINOSO, CANTIDAD Y CARACTERISTICAS DE LAS LUMINARIAS PROPUESTAS									
ZONA	TIPO DE LAMPARA							POTENCIA Total (W)	FLUJO LUMINOSO (Lm)
	HAVELLS SYLVANIA F18W T8, 2x18W 3000 K	HAVELLS SYLVANIA F14,5W T8, 2x14,5W 6500K.	BOMBILLA SYLVANIA 16 W 3500K	PLANATE LED 30 cmX30 cm, HAVELLS SYLVANIA T8, 4x18W 3000 K	SYLVANIA 2X18W T8 4000 K	HavellsSylvania 0045466 Hydroproof	BOMBILLA SYLVANIA 9,5 W 3000K		
WC hombres Consulta Externa			6					120	9600
Sala de Espera		41						1189	131200
Pasillo consultorios 15-6		15						435	48000
Farmacia		9						261	28800
Consultorio 18			1		3			128	11800
Consultorio 19					4			144	13600
Caja					3			108	10200
WC Caja			1					20	1600
Entrevistas					2			72	6800
WC Entrevistas			1					20	1600
Consultorio 8					2			72	6800
Consultorio 9					2			72	6800
WC Consultorio 9			1					20	1600
WC Consultorio 8			1					20	1600
Cardiología					7			252	23800
Consultorio 15					2			72	6800
WC consultorio 14			1					20	1600
WC Consultorio 15			1					20	1600
Consultorio 14					2			72	6800

DEMANDA DEL FLUJO LUMINOSO, CANTIDAD Y CARACTERISTICAS DE LAS LUMINARIAS PROPUESTAS									
ZONA	TIPO DE LAMPARA							POTENCIA Total (W)	FLUJO LUMINOSO (Lm)
	HAVELLS SYLVANIA F18W T8, 2x18W 3000 K	HAVELLS SYLVANIA F14,5W T8, 2x14,5W 6500K.	BOMBILLA SYLVANIA 16 W 3500K	PLANATE LED 30 cmX30 cm, HAVELLS SYLVANIA T8, 4x18W 3000 K	SYLVANIA 2X18W T8 4000 K	HavellsSylvania 0045466 Hydroproof	BOMBILLA SYLVANIA 9,5 W 3000K		
Consultorio 13			1		3			128	11800
Consultorio 12			1		2			92	8400
WC consultorio 13			1					20	1600
Consultorio 10					2			72	6800
WC consultorio 10			1					20	1600
WC consultorio 11			1					20	1600
Consultorio 11			1		2			92	8400
Bodega					1			36	3400
Cuarto en Farmacia					1			36	3400
Aseo 1			1					20	1600
WC Hombres Caja			1					20	1600
WC mujeres Caja			1					20	1600
WC Mujeres			2					40	3200
WC Hombres			2					40	3200
Pasillo Consultorios 1-5		11						319	35200
Consultorio 5					2			72	6800
WC Consultorio 5			1					20	1600
WC Consultorio 4			1					20	1600
Consultorio 4			1		2			92	8400
WC Consultorio 3			1					20	1600

DEMANDA DEL FLUJO LUMINOSO, CANTIDAD Y CARACTERISTICAS DE LAS LUMINARIAS PROPUESTAS									
ZONA	TIPO DE LAMPARA							POTENCIA Total (W)	FLUJO LUMINOSO (Lm)
	HAVELLS SYLVANIA F18W T8, 2x18W 3000 K	HAVELLS SYLVANIA F14,5W T8, 2x14,5W 6500K.	BOMBILLA SYLVANIA 16 W 3500K	PLANATE LED 30 cmX30 cm, HAVELLS SYLVANIA T8, 4x18W 3000 K	SYLVANIA 2X18W T8 4000 K	HavellsSylvania 0045466 Hydroproof	BOMBILLA SYLVANIA 9,5 W 3000K		
Consultorio 3			1		2			92	8400
Consultorio 2			1		3			128	11800
Aseo 2			2					40	3200
WC Consultorio 2			1					20	1600
UPS			1					20	1600
WC Consultorio 1			1					20	1600
Consultorio 1			1		3			128	11800
Aseo			1					20	1600
WC Consultorio 0			1					20	1600
Consultorio 0			1		3			128	11800
WC pasillo consultorios 15-6			1					20	1600
WC pasillo consultorios 15-6, 2			1					20	1600
WC pasillo consultorios 15-6, 3			1					20	1600
Laboratorio 4					3			108	10200
Laboratorio 1					1			36	3400
Laboratorio 2					2			72	6800
Laboratorio 3					2			72	6800
Laboratorio 5					2			72	6800

DEMANDA DEL FLUJO LUMINOSO, CANTIDAD Y CARACTERISTICAS DE LAS LUMINARIAS PROPUESTAS									
ZONA	TIPO DE LAMPARA							POTENCIA Total (W)	FLUJO LUMINOSO (Lm)
	HAVELLS SYLVANIA F18W T8, 2x18W 3000 K	HAVELLS SYLVANIA F14,5W T8, 2x14,5W 6500K.	BOMBILLA SYLVANIA 16 W 3500K	PLANATE LED 30 cmX30 cm, HAVELLS SYLVANIA T8, 4x18W 3000 K	SYLVANIA 2X18W T8 4000 K	HavellsSylvania 0045466 Hydroproof	BOMBILLA SYLVANIA 9,5 W 3000K		
Laboratorio					12			432	40800
Consultorio 17					2			72	6800
WC consultorio 6			1					20	1600
Consultorio 6					2			72	6800
Sala de espera Farmacia			2		10			400	37200
Total	0	112	73	0	89	0	0	7912	777800
GERENCIA									
Área de espera					4			144	13600
Oficina siau 1					1			36	3400
Oficina siau					1			36	3400
Auditorio			24					480	38400
Baño de mujeres contaduría			2					40	3200
Contaduría					1			36	3400
Coordinadora					14			504	47600
Servidores		1						29	3200
Depósito del almacén					4			144	13600
Costos e inventarios					3			108	10200
Recursos humanos					3			108	10200
Baño oficinas			2					40	3200

DEMANDA DEL FLUJO LUMINOSO, CANTIDAD Y CARACTERISTICAS DE LAS LUMINARIAS PROPUESTAS									
ZONA	TIPO DE LAMPARA							POTENCIA Total (W)	FLUJO LUMINOSO (Lm)
	HAVELLS SYLVANIA F18W T8, 2x18W 3000 K	HAVELLS SYLVANIA F14,5W T8, 2x14,5W 6500K.	BOMBILLA SYLVANIA 16 W 3500K	PLANATE LED 30 cmX30 cm, HAVELLS SYLVANIA T8, 4x18W 3000 K	SYLVANIA 2X18W T8 4000 K	HavellsSylvania 0045466 Hydroproof	BOMBILLA SYLVANIA 9,5 W 3000K		
Lavamanos oficinas			1					20	1600
Mercadeo		1						29	3200
Mantenimiento		1						29	3200
Jefe médico					4			144	13600
Garantía calidad					4			144	13600
Control interno					2			72	6800
Asesor jurídico					3			108	10200
Secretaria gerente				2				50	1700
Sala de juntas					6			216	20400
Baño gerencia			1					20	1600
Baño sala de juntas			1					20	1600
Oficina gerente	6							216	19200
Pasillo oficinas		9						261	28800
Pasillos área gerencia		11						319	35200
Entrada hospital		8						232	25600
Información		1						29	3200
Documentación					3			108	10200
Tesorería cajas					2			72	6800
Facturación					4			144	13600
Contabilidad					4			144	13600

DEMANDA DEL FLUJO LUMINOSO, CANTIDAD Y CARACTERISTICAS DE LAS LUMINARIAS PROPUESTAS									
ZONA	TIPO DE LAMPARA							POTENCIA Total (W)	FLUJO LUMINOSO (Lm)
	HAVELLS SYLVANIA F18W T8, 2x18W 3000 K	HAVELLS SYLVANIA F14,5W T8, 2x14,5W 6500K.	BOMBILLA SYLVANIA 16 W 3500K	PLANATE LED 30 cmX30 cm, HAVELLS SYLVANIA T8, 4x18W 3000 K	SYLVANIA 2X18W T8 4000 K	HavellsSylvania 0045466 Hydroproof	BOMBILLA SYLVANIA 9,5 W 3000K		
Cuarto aseo gerencia			2					40	3200
Cocina gerencia		1						29	3200
Baño mujeres pasillos gerencia			1					20	1600
Baño hombres pasillos gerencia			1					20	1600
Oficina jefes		2						58	6400
Sala espera frente a hospitalización		2						58	6400
Pasillo hacia hospitalización		3						87	9600
Pasillo gerencia frente a oficina jefes		1						29	3200
Pasillo contaduría	4							144	12800
Baño hombres contaduría			3					60	4800
Pasillo hacia auditorio	3							108	9600
Total	13	41	38	2	63	0	0	4735	449500
HOSPITALIZACION Y PEDIATRIA									
Corredor pediatría		8						232	25600
Corredor hospitalización		7						203	22400

DEMANDA DEL FLUJO LUMINOSO, CANTIDAD Y CARACTERISTICAS DE LAS LUMINARIAS PROPUESTAS									
ZONA	TIPO DE LAMPARA							POTENCIA Total (W)	FLUJO LUMINOSO (Lm)
	HAVELLS SYLVANIA F18W T8, 2x18W 3000 K	HAVELLS SYLVANIA F14,5W T8, 2x14,5W 6500K.	BOMBILLA SYLVANIA 16 W 3500K	PLANATE LED 30 cmX30 cm, HAVELLS SYLVANIA T8, 4x18W 3000 K	SYLVANIA 2X18W T8 4000 K	HavellsSylvania 0045466 Hydroproof	BOMBILLA SYLVANIA 9,5 W 3000K		
Oficina hospitalización	1							36	3200
Baño corredor entre avellana y hospitalización			1					20	1600
Baño mujeres corredor			1					20	1600
Baño mujeres corredor avellana			1					20	1600
Baño cuarto preescolar pediatría			1					20	1600
Cuarto preescolar pediatría	2				4			216	20000
Baño preescolar 2 pediatría			1					20	1600
Cuarto preescolar 2 pediatría	2				4			216	20000
Cuarto escolar pediatría	2				4			216	20000
Baño cuarto escolar pediatría			1					20	1600
Baño cuarto bebes pediatría			1					20	1600
Cuarto bebes pediatría			1		1			56	5000

DEMANDA DEL FLUJO LUMINOSO, CANTIDAD Y CARACTERISTICAS DE LAS LUMINARIAS PROPUESTAS									
ZONA	TIPO DE LAMPARA							POTENCIA Total (W)	FLUJO LUMINOSO (Lm)
	HAVELLS SYLVANIA F18W T8, 2x18W 3000 K	HAVELLS SYLVANIA F14,5W T8, 2x14,5W 6500K.	BOMBILLA SYLVANIA 16 W 3500K	PLANATE LED 30 cmX30 cm, HAVELLS SYLVANIA T8, 4x18W 3000 K	SYLVANIA 2X18W T8 4000 K	HavellsSylvania 0045466 Hydroproof	BOMBILLA SYLVANIA 9,5 W 3000K		
Cuarto párvulos pediatría					4			144	13600
Baño párvulos pediatría			1					20	1600
Cuarto medicamento					2			72	6800
Cuarto incubadora					2			72	6800
Cuarto laboratorio hospitalización					2			72	6800
Cuarto medicamento	3							108	9600
Cuarto frente área de enfermería hospitalización	3							108	9600
Ducha hospitalización cuarto 7			1					20	1600
Baño cuarto 7 hospitalización			1					20	1600
Cuarto 7 hospitalización	2		1					92	8000
Cuarto 6 hospitalización	2		1					92	8000
Baño cuarto 6 hospitalización			1					20	1600

DEMANDA DEL FLUJO LUMINOSO, CANTIDAD Y CARACTERISTICAS DE LAS LUMINARIAS PROPUESTAS									
ZONA	TIPO DE LAMPARA							POTENCIA Total (W)	FLUJO LUMINOSO (Lm)
	HAVELLS SYLVANIA F18W T8, 2x18W 3000 K	HAVELLS SYLVANIA F14,5W T8, 2x14,5W 6500K.	BOMBILLA SYLVANIA 16 W 3500K	PLANATE LED 30 cmX30 cm, HAVELLS SYLVANIA T8, 4x18W 3000 K	SYLVANIA 2X18W T8 4000 K	HavellsSylvania 0045466 Hydroproof	BOMBILLA SYLVANIA 9,5 W 3000K		
Ducha cuarto 6 hospitalización			1					20	1600
Cuarto 5 hospitalización	2		1					92	8000
Ducha cuarto 5 hospitalización			1					20	1600
Baño cuarto 5 hospitalización			1					20	1600
Cuarto 1 hospitalización	4		1					164	14400
Baño cuarto 1 hospitalización			1					20	1600
Ducha cuarto 1 hospitalización			1					20	1600
Cuarto 2 hospitalización	4		1					164	14400
Baño cuarto 2 hospitalización			1					20	1600
Ducha cuarto 2 hospitalización			1					20	1600
Cuarto 3 hospitalización	4		1					164	14400

DEMANDA DEL FLUJO LUMINOSO, CANTIDAD Y CARACTERISTICAS DE LAS LUMINARIAS PROPUESTAS									
ZONA	TIPO DE LAMPARA							POTENCIA Total (W)	FLUJO LUMINOSO (Lm)
	HAVELLS SYLVANIA F18W T8, 2x18W 3000 K	HAVELLS SYLVANIA F14,5W T8, 2x14,5W 6500K.	BOMBILLA SYLVANIA 16 W 3500K	PLANATE LED 30 cmX30 cm, HAVELLS SYLVANIA T8, 4x18W 3000 K	SYLVANIA 2X18W T8 4000 K	HavellsSylvania 0045466 Hydroproof	BOMBILLA SYLVANIA 9,5 W 3000K		
Baño cuarto 3 hospitalización			1					20	1600
Ducha cuarto 3 hospitalización			1					20	1600
Ducha cuarto 4 hospitalización			1					20	1600
Baño cuarto 4 hospitalización			1					20	1600
Cuarto 4 hospitalización	4		1					164	14400
Baño cuarto aislamiento hospitalización			2					40	3200
Cuarto aislamiento hospitalización	3							108	9600
Corredor hacia cuarto aislamiento			2					40	3200
Procedimientos hospitalización	3							108	9600
Capilla hospitalización			4					80	6400

DEMANDA DEL FLUJO LUMINOSO, CANTIDAD Y CARACTERISTICAS DE LAS LUMINARIAS PROPUESTAS									
ZONA	TIPO DE LAMPARA							POTENCIA Total (W)	FLUJO LUMINOSO (Lm)
	HAVELLS SYLVANIA F18W T8, 2x18W 3000 K	HAVELLS SYLVANIA F14,5W T8, 2x14,5W 6500K.	BOMBILLA SYLVANIA 16 W 3500K	PLANATE LED 30 cmX30 cm, HAVELLS SYLVANIA T8, 4x18W 3000 K	SYLVANIA 2X18W T8 4000 K	HavellsSylvania 0045466 Hydroproof	BOMBILLA SYLVANIA 9,5 W 3000K		
Baño hombre corredor entre avellana y hospitalización			1					20	1600
Total	41	15	39	0	23	0	0	3519	319800
URGENCIAS									
Cuarto aseo pasillo urgencias frente a consulta externa			2					40	3200
Observación hombres					8			288	27200
Observación mujeres					8			288	27200
Baño observación mujeres			2					40	3200
Baño pediatría			2					40	3200
Observación pediatría					7			252	23800
Baño consultorio 1 urgencias			1					20	1600
Pasillo baños área de espera triage			2					40	3200
Baño consultorio 2			2					40	3200
Consultorios 1 y 2					6			216	20400
Rehabilitación					3			108	10200

DEMANDA DEL FLUJO LUMINOSO, CANTIDAD Y CARACTERISTICAS DE LAS LUMINARIAS PROPUESTAS									
ZONA	TIPO DE LAMPARA							POTENCIA Total (W)	FLUJO LUMINOSO (Lm)
	HAVELLS SYLVANIA F18W T8, 2x18W 3000 K	HAVELLS SYLVANIA F14,5W T8, 2x14,5W 6500K.	BOMBILLA SYLVANIA 16 W 3500K	PLANATE LED 30 cmX30 cm, HAVELLS SYLVANIA T8, 4x18W 3000 K	SYLVANIA 2X18W T8 4000 K	HavellsSylvania 0045466 Hydroproof	BOMBILLA SYLVANIA 9,5 W 3000K		
Ortopedia					3			108	10200
Consultorio 4 urgencias					2			72	6800
Consultorio afuera de urgencia por consulta externa					2			72	6800
Baño consultorio 3			2					40	3200
Baño mujeres consultorios pasillo urgencias			2					40	3200
Baño hombres consultorios pasillo urgencias			2					40	3200
Consultorio frente a pasillo triage					1			36	3400
Oficina jefe urgencias					2			72	6800
Baño consultorio frente a área de espera triage			1					20	1600
Consultorio frente a área de espera triage					2			72	6800
Caja área de urgencias					2			72	6800

DEMANDA DEL FLUJO LUMINOSO, CANTIDAD Y CARACTERISTICAS DE LAS LUMINARIAS PROPUESTAS									
ZONA	TIPO DE LAMPARA							POTENCIA Total (W)	FLUJO LUMINOSO (Lm)
	HAVELLS SYLVANIA F18W T8, 2x18W 3000 K	HAVELLS SYLVANIA F14,5W T8, 2x14,5W 6500K.	BOMBILLA SYLVANIA 16 W 3500K	PLANATE LED 30 cmX30 cm, HAVELLS SYLVANIA T8, 4x18W 3000 K	SYLVANIA 2X18W T8 4000 K	HavellsSylvania 0045466 Hydroproof	BOMBILLA SYLVANIA 9,5 W 3000K		
Cuarto aseo enseguida de observación partos			1					20	1600
Observación partos					3			108	10200
Baño partos			1					20	1600
Reanimación y traumas	17							612	54400
Ducha reanimación y traumas			4					80	6400
Baño sala de espera triage			1					20	1600
Baño mujeres sala de espera triage			1					20	1600
Baño hombres sala de espera triage			1					20	1600
Oficina triage	2							72	6400
Sala de espera triage	2							72	6400
pasillos urgencias		18						522	57600
Pasillo consultorios y área de triage		14						406	44800
Baño observación partos			2					40	3200

DEMANDA DEL FLUJO LUMINOSO, CANTIDAD Y CARACTERISTICAS DE LAS LUMINARIAS PROPUESTAS									
ZONA	TIPO DE LAMPARA							POTENCIA Total (W)	FLUJO LUMINOSO (Lm)
	HAVELLS SYLVANIA F18W T8, 2x18W 3000 K	HAVELLS SYLVANIA F14,5W T8, 2x14,5W 6500K.	BOMBILLA SYLVANIA 16 W 3500K	PLANATE LED 30 cmX30 cm, HAVELLS SYLVANIA T8, 4x18W 3000 K	SYLVANIA 2X18W T8 4000 K	HavellsSylvania 0045466 Hydroproof	BOMBILLA SYLVANIA 9,5 W 3000K		
Cuarto almacén frente a cirugía			2					40	3200
Baño observación hombres			3					60	4800
Puesto de enfermería urgencias		2						58	6400
Cuarto medicamentos urgencias		2						58	6400
Total	21	36	34	0	49	0	0	4244	403400
Total	166	268	317	22	398	0	5	35026	3272150