



**UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA ELÉCTRICA**

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE UNA SOLUCIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA ILUMINACIÓN DE LAS ÁREAS RELEVANTES (CIRUGÍA, EMERGENCIA, MATERNIDAD Y UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS) DEL HOSPITAL GENERAL DR. LUIS RAZETTI DEL ESTADO BARINAS.

Br. Luis Gabriel Palencia

Mérida, Julio de 2018

**UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA ELÉCTRICA**

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE UNA SOLUCIÓN DE EFICIENCIA
ENERGÉTICA EN LA ILUMINACIÓN DE LAS ÁREAS RELEVANTES
(CIRUGÍA, EMERGENCIA, MATERNIDAD Y UNIDAD DE CUIDADOS
INTENSIVOS) DEL HOSPITAL GENERAL DR. LUIS RAZETTI DEL
ESTADO BARINAS.**

**Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero
Electricista**

Br: Luís Gabriel Palencia S.

Tutora: Prof. Luz Stella Moreno Martin

Mérida, Julio de 2018

**UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA**

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE UNA SOLUCIÓN DE EFICIENCIA
ENERGÉTICA EN LA ILUMINACIÓN DE LAS ÁREAS RELEVANTES
(CIRUGÍA, EMERGENCIA, MATERNIDAD Y UNIDAD DE CUIDADOS
INTENSIVOS) DEL HOSPITAL GENERAL DR. LUIS RAZETTI DEL
ESTADO BARINAS.**

Br. Luis Gabriel Palencia S.

Trabajo de Grado, presentado en cumplimiento parcial de los requisitos exigidos para optar al título de Ingeniero Electricista, aprobado en nombre de la Universidad de los Andes por el siguiente Jurado.

Prof.: Lelis Nelson Ballester Uzcátegui

Jurado

Prof.: Pedro Omar Mora

Jurado

Prof.: Luz Stella Moreno Martin.

Tutor.

DEDICATORIA

A Dios por concederme la constancia para alcanzar esta meta.

A mi Madre por regalarme la vida y ser pilar de apoyo en cada una de mis decisiones y metas.

A mi Padre por sus palabras de aliento para seguir adelante por ser mi compañero en cada proyecto que emprendo.

A mi Novia por ser mi compañera de vida y mi cómplice, gracias por estar conmigo apoyándome para alcanzar mis metas.

A mis hermanos por estar por ser parte de este triunfo por ser mis compañeros, este logro es también para ustedes.

www.bdigital.ula.ve

AGRADECIMIENTO

A la institución y director del Hospital Dr. Luis Razetti Barinas por permitirme realizar esta investigación y a todos los trabajadores del quinto piso.

A mi Tutora Prof. Luz Stella Moreno Martin por ser mi asesora y el apoyo brindado para alcanzar esta meta.

A todos mis compañeros de carrera por todas las enseñanzas durante el periodo que compartimos juntos.

A todos los profesores por su aporte de conocimientos e incentivos.

A todas aquellas personas que escapan de mi mente, pero fueron parte de este logro muchas gracias.

A la Ilustre Universidad de Los Andes por todos los conocimientos y enseñanzas impartidas en este valioso tiempo

www.bdigital.ula.ve

Br. Luis G. Palencia S. Estudio de factibilidad de una solución de eficiencia energética en la iluminación de las áreas relevantes (cirugía, emergencia, maternidad y unidad de cuidados intensivos) del Hospital General Dr. Luis Razetti del Estado Barinas. Universidad de Los Andes. Tutor (es): Prof. Luz S. Moreno M. Julio, 2018.

Resumen

El propósito general de la investigación fue analizar el sistema de alumbrado, prestaciones lumínicas y confort existente en las diferentes áreas del hospital Dr. Luis Razetti, en el cual se determinó la factibilidad del diseño de un nuevo sistema acorde con la legislación venezolana normas COVENIN con el objeto de optimizar el trabajo de los profesionales de la salud y mejorar el confort para la recuperación óptima de los usuarios que reciben atención en el centro médico. La investigación se desarrolló mediante un diagnóstico situacional donde se determinaron las necesidades lumínicas presentes en las diversas áreas, detallando las características de cada una de las luminarias instaladas en el recinto, los niveles de iluminancia mediante el luxómetro, permitiendo identificar las áreas críticas y los factores que inciden en la deficiencia del sistema de iluminación, empleándose para ello técnicas de recolección de información como encuestas y observación directa. Para el análisis de los resultados se realizó la estadística descriptiva, representados en gráficos de barra; cuya interpretación condujo a concluir que existe una marcada insatisfacción de los trabajadores y usuarios ante el sistema de iluminación actual. Luego se efectuó el estudio técnico de la propuesta en el cual se evidenciaron las ventajas y desventajas del sistema actual ante la aplicación de un sistema con lámparas led y mediante el programa DIALUX se representó la distribución correcta de las luminarias con los niveles óptimos de iluminancia. Por último, se realizó el estudio económico financiero, donde se cuantificó la inversión para la puesta en marcha del nuevo sistema y se efectuó la comparación con el actual para comprobar la factibilidad de aplicación de la propuesta.

Descriptor: Led, niveles óptimos de luminancia, DIALUX, Normas COVENIN.

ÍNDICE GENERAL

APROBACIÓN.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
RESUMEN	v
INTRODUCCIÓN.....	1
Capítulo	pp.
1. PROBLEMÁTICA ACTUAL	3
1.1. Planteamiento del Problema	3
1.2. Justificación	4
1.3. Objetivos	5
1.3.1. Generales	5
1.3.2. Específicos	5
1.4. Metodología	5
1.5. Alcance	6
1.6. Limitaciones	6
2. MARCO TEÓRICO.....	8
2.1. Luz propiedades y color.....	8
2.1.1. Luz	8
2.1.2. Espectro electromagnético.....	9
2.1.3. Propiedades de la luz	10
2.2. Color de la luz.....	11
2.2.1. Propiedades cromáticas de las fuentes de luz	12
2.2.2. Temperatura del color	12
2.2.3. Índice de reproducción cromático.....	12
2.3. Confort.....	13
2.4. Magnitudes y unidades luminosas.....	14
2.4.1. Fotometría	14
2.4.2. Ángulo sólido.....	14
2.4.3. Flujo Luminoso	14
2.4.4. Lumen	15
2.4.5. Intensidad luminosa	15
2.4.6. Una candela	15
2.4.7. Lux	15
2.4.8. Iluminancia.....	15
2.4.9. Luminancia.....	16
2.4.10. Rendimiento luminoso o eficiencia luminosa.....	16
2.4.11. Índice de eficiencia energética en los sistemas de iluminación.....	16
2.4.12 Curvas polares.....	17
2.4.13 Curvas isolux.....	17
2.4.14. Equipo para mediciones: Luxómetro.....	17
2.5. Tipos de lámparas recomendadas para centros hospitalarios	18

2.5.1. Lámparas fluorescentes	18
2.5.2. Lámparas incandescentes halógenas	18
2.5.3. Lámparas led.....	19
2.6. Modelos de lámparas recomendadas en centros hospitalarios.....	19
2.7. Iluminación de interiores en las áreas hospitalarias.....	20
2.7.1. Iluminación general uniforme	20
2.7.2. Iluminación general localizada.....	21
2.7.3. Iluminación general e iluminación localizada de apoyo.....	21
2.7.4. Iluminación directa.....	21
2.7.5. Iluminación indirecta.....	21
2.8. Niveles de iluminación según normas COVENIN 2249-93 para áreas de centros hospitalarios.....	22
2.9. Carga instalada.....	23
2.10. Costo anual uniforme equivalente (CAUE).....	23
3. ANÁLISIS DE LAS ENCUESTAS.....	25
3.1. Análisis de resultados de encuestas realizadas al personal médico profesional.....	27
3.2. Análisis de resultados de encuestas realizadas a los usuarios del hospital Dr. Luis Razetti.....	34
4. SITUACIÓN ACTUAL DE LOS SISTEMAS DE ILUMINACIÓN.....	36
4.1. Cirugía.....	37
4.1.1. Área quirúrgica.....	37
4.1.2. Quirófanos.....	37
4.1.3. Oficinas.....	40
4.1.4. Depósitos.....	40
4.1.5. Dormitorios.....	41
4.1.6. Sanitarios y locker.....	42
4.1.7. Faenas.....	43
4.1.8. Pasillos.....	43
4.2. Área de unidad de cuidados intensivos UCI.....	44
4.2.1. Oficinas.....	44
4.2.2. Depósitos.....	45
4.2.3. Dormitorios.....	45
4.2.4. Laboratorio.....	45
4.2.5. Sanitarios y locker.....	46
4.2.6. Faenas.....	46
4.2.7. Pasillos.....	47
4.3. Área de maternidad.....	47
4.4. Área central de suministros.....	50
4.5. Área de emergencia.....	51
5. Propuesta de eficiencia energética en los sistemas de iluminación.....	53
5.1. Área quirúrgica.....	53
5.1.1. Quirófanos.....	54
5.1.2 Oficinas.....	55
5.1.3 Depósitos.....	56

5.1.4. Dormitorios.....	57
5.1.5. Sanitarios y locker.....	59
5.1.6. Faenas.....	60
5.1.7. Pasillos.....	61
5.2. Área de unidad de cuidados intensivos UCI.....	64
5.3. Área de maternidad.....	65
5.4. Área de central de suministros.....	67
5.5. Área de emergencia.....	67
5.6. Índice de eficiencia energética IEE.....	68
5.6.1. IEE área Quirúrgica.....	68
5.6.2. IEE área unidad de cuidados intensivos UCI.....	69
5.6.3. IEE área de maternidad.....	70
5.6.4. IEE área de central de suministros.....	71
5.6.5. IEE área de emergencia.....	71
5.7. Demanda de potencia del sistema de iluminación actual y propuesto.....	72
5.7.1. Demanda del sistema de iluminación actual.....	72
5.7.2. Demanda del sistema de iluminación propuesto.....	72
5.8. Estudio del consumo energético y económico del sistema de iluminación actual y propuesto.....	73
5.9. Análisis económico del sistema actual y propuesto.....	74
CONCLUSIONES.....	77
RECOMENDACIONES.....	78
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	79

www.bdigital.ula.ve

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	pp.
2.1. Espectro electromagnético.....	10
2.2. Representación curva isolux.	17
2.3. Luxómetro instrumento utilizado en las mediciones.....	17
2.4. Lámparas fluorescentes.....	18
4.1. Plano de planta quirófano o pabellón.....	38
5.1. Curva isolux en quirófano pabellón A.....	54
5.2. Diseño del sistema de iluminación en el quirófano de emergencia.....	55
5.3. Curva isolux en la oficina de anestesiología y registros médicos.....	55
5.4. Diseño del sistema de iluminación en oficinas de anestesiología y registros médicos.....	56
5.5. Curva isolux en depósito de suministro de materiales estériles.....	56
5.6. Diseño del sistema de iluminación en depósito de suministro de materiales estériles.....	57
5.7. Curva isolux en sala de recuperación cirugía 1.....	58
5.8. Diseño del sistema de iluminación sala de recuperación cirugía 1.....	58
5.9. Curva isolux en sanitario dormitorio anestesiología 1.....	59
5.10. Diseño del sistema de iluminación sanitario dormitorio anestesiología.....	60
5.11. Curva isolux en faena limpia 1.....	60
5.12. Diseño del sistema de iluminación faena limpia 1.....	61
5.13. Curva isolux de pasillo central área de cirugía 1.....	62
5.14. Diseño del sistema de iluminación de pasillo central área de cirugía.....	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	pp.
2.1. Temperatura de color de acuerdo al tipo de iluminación.....	12
2.2. Índice de rendimiento cromático de acuerdo al tipo de luz artificial.....	13
2.4. Valores del índice de eficiencia energética recomendados para alumbrado en los centros hospitalarios.....	16
2.8. Niveles de iluminación para áreas de centros hospitalarios.....	22
3.1. Distribución porcentual de las respuestas aportadas por los trabajadores del hospital Dr. Luis Razetti. Pregunta 1.....	27
3.2. Distribución porcentual de las respuestas aportadas por los trabajadores del hospital Dr. Luis Razetti. Pregunta 2.....	28
3.3. Distribución porcentual de las respuestas aportadas por los trabajadores del hospital Dr. Luis Razetti. Pregunta 3.....	29
3.4. Distribución porcentual de las respuestas aportadas por los trabajadores del hospital Dr. Luis Razetti. Pregunta 4.....	29
3.5. Distribución porcentual de las respuestas aportadas por los trabajadores del hospital Dr. Luis Razetti. Pregunta 5.....	30
3.6. Distribución porcentual de las respuestas aportadas por los trabajadores del hospital Dr. Luis Razetti. Pregunta 6.....	31
3.7. Distribución porcentual de las respuestas aportadas por los trabajadores del hospital Dr. Luis Razetti. Pregunta 7.....	32
3.8. Distribución porcentual de las respuestas aportadas por los trabajadores del hospital Dr. Luis Razetti. Pregunta 8.....	33
3.9. Encuesta realizada a los usuarios del hospital Dr. Luis Razetti.....	34
4.1. Sistema de iluminación de quirófanos del área de cirugía Hospital Dr. Luis Razetti.....	39
4.2. Sistema de oficinas del área de cirugía Hospital Dr. Luis Razetti.....	40
4.3. Sistema de iluminación de depósitos del área de cirugía Hospital Dr. Luis Razetti.....	40
4.4. Sistema de iluminación de dormitorios del área de cirugía Hospital Dr. Luis Razetti.....	41
4.5. Sistema de iluminación de sanitarios y locker del área de cirugía Hospital Dr. Luis Razetti.....	42
4.6. Sistema de iluminación de faenas del área de cirugía Hospital Dr. Luis Razetti.....	43
4.7. Sistema de iluminación de pasillos del área de cirugía Hospital Dr. Luis Razetti.....	43
4.8. Sistema de iluminación de oficinas del área de UCI Hospital Dr. Luis Razetti.....	44
4.9. Sistema de iluminación de depósitos del área de UCI Hospital Dr. Luis Razetti.....	45
4.10. Sistema de iluminación de dormitorios del área de UCI Hospital Dr. Luis Razetti.....	45
4.11. Sistema de iluminación de laboratorio del área de UCI Hospital Dr. Luis Razetti.....	46

4.12. Sistema de iluminación de sanitarios del área de UCI Hospital Dr. Luis Razetti.....	46
4.13. Sistema de iluminación de faenas del área de UCI Hospital Dr. Luis Razetti.....	47
4.14. Sistema de iluminación de pasillo del área de UCI Hospital Dr. Luis Razetti.....	47
4.15. Sistema de iluminación del área de maternidad Hospital Dr. Luis Razetti.....	48
4.16. Sistema de iluminación del área de central de suministros Hospital Dr. Luis Razetti.....	50
4.17. Sistema de iluminación del área de emergencia Hospital Dr. Luis Razetti.....	51
5.1. Sistema de iluminación propuesto para el área de cirugía del Hospital Dr. Luis Razetti.....	63
5.2. Sistema de iluminación propuesto para el área de unidad de cuidados intensivos UCI del Hospital Dr. Luis Razetti.....	64
5.3. Sistema de iluminación propuesto para el área de maternidad del Hospital Dr. Luis Razetti.....	65
5.4. Sistema de iluminación propuesto para área de central de suministros del Hospital Dr. Luis Razetti.....	67
5.5. Sistema de iluminación propuesto para el área de emergencia del Hospital Dr. Luis Razetti.....	67
5.6. IEE del sistema de iluminación del área quirúrgica del Hospital Dr. Luis Razetti.....	68
5.7. IEE del sistema de iluminación del área UCI del Hospital Dr. Luis Razetti.....	69
5.8. IEE del sistema de iluminación del área de maternidad del Hospital Dr. Luis Razetti.....	70
5.9. IEE del sistema de iluminación del área de central de suministros del Hospital Dr. Luis Razetti.....	71
5.10. IEE del sistema de iluminación del área de emergencia del Hospital Dr. Luis Razetti.....	71
5.11. Potencia actual de las luminarias instaladas.....	72
5.12. Potencia de las luminarias propuestas.....	72
5.13. Costo anual del sistema de iluminación actual.....	73
5.14. Costo anual del sistema de iluminación propuesto.....	73
5.15. Cotización del sistema de iluminación actual.....	75
5.16. Cotización del sistema de iluminación propuesto.....	75

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Grafico	pp.
3.1. Respuestas aportadas por los trabajadores del hospital Dr. Luis Razetti Pregunta 1. Nivel de iluminación.....	27
3.2. Respuestas aportadas por los trabajadores del hospital Dr. Luis Razetti Pregunta 2. Nivel de iluminación áreas comunes.....	28
3.3. Respuestas aportadas por los trabajadores del hospital Dr. Luis Razetti Pregunta 3. Incomodidad visual por sistema de alumbrado.....	29
3.4. Respuestas aportadas por los trabajadores del hospital Dr. Luis Razetti Pregunta 4. Causa de deficiencia del sistema de iluminación.....	30
3.5. Respuestas aportadas por los trabajadores del hospital Dr. Luis Razetti Pregunta 5. Tipo de iluminación existente y confort del paciente.....	31
3.6. Respuestas aportadas por los trabajadores del hospital Dr. Luis Razetti Pregunta 6. Flujo lumínico adecuado para intervenciones quirúrgicas.....	31
3.7. Respuestas aportadas por los trabajadores del hospital Dr. Luis Razetti Pregunta 7. Mantenimiento de luces cialíticas de los quirófanos.....	32
3.8. Respuestas aportadas por los trabajadores del hospital Dr. Luis Razetti Pregunta 8. Sistema de iluminación en áreas con fallas.....	33
4.1. Grafico 3D y 2D de las curvas isolux del quirófano pabellón “A”.....	38
5.1. Comparación de costos anuales de los sistemas de iluminación actual y propuesto del Hospital Dr. Luis Razetti.....	74

www.bdigital.ula.ve

INTRODUCCIÓN

Los seres humanos poseen una capacidad extraordinaria para adaptarse a su ambiente y a su entorno inmediato. De todos los tipos de energía que pueden utilizar los humanos, la luz es la más importante. La luz es un elemento esencial de nuestra capacidad de ver, necesaria para apreciar la forma, el color y la perspectiva de los objetos que nos rodean en nuestra vida diaria. La mayor parte de la información que se obtiene a través de los sentidos se aprecia por la vista. Ahora bien, no se debe olvidar que ciertos aspectos del bienestar humano, como el estado mental o nivel de fatiga, se ven afectados por la iluminación y por el color de los objetos.

Desde el punto de vista de la seguridad en el trabajo, la capacidad y el confort visual son extraordinariamente importantes, ya que muchos accidentes se deben, entre otras razones, a deficiencias en la iluminación, no a errores cometidos por el trabajador a quien le resulta difícil identificar objetos o los riesgos asociados con el manejo de instrumentos, utensilios, recipientes peligrosos, entre otros. El trastorno visual asociado con deficiencias del sistema de iluminación es habitual en los lugares de trabajo. Dado que la vista es capaz de adaptarse a situaciones de iluminación deficiente, a veces no se tienen estos aspectos en cuenta con la seriedad que se debería.

El correcto diseño de un sistema de iluminación debe ofrecer las condiciones óptimas para el confort visual. Para conseguir este objetivo, debe establecerse una primera línea de colaboración entre diseñadores de iluminación, proyectistas y los responsables de higiene y seguridad industrial, anterior al inicio de la obra, con el fin de evitar errores que pueda ser difícil corregir una vez terminada. Entre los aspectos a destacar, cabe citar el tipo de lámpara, el sistema de alumbrado a instalar, la distribución de la luminancia, la eficiencia de la iluminación y la composición espectral de la luz.

El hecho de que la luz y el color afectan a la productividad y al bienestar psicofisiológico del trabajador, debe animar a los técnicos en iluminación, fisiólogos, ergonomistas a tomar iniciativas destinadas a estudiar y determinar las condiciones más favorables de luz y color en cada puesto de trabajo. La combinación de iluminación, el contraste de luminancias, el color de

la luz, la reproducción del color o la elección de los colores son los elementos que determinan el clima del colorido y el confort visual.

De lo observado en el Hospital General Luis Razetti Barinas, no se evidencia una gestión integrada entre la administración y el área de mantenimiento, lo cual constituye una debilidad en la institución aunado a la inexistencia de manuales de procedimientos, falta de adiestramiento e insatisfacción en cuanto a los programas de incentivos que recibe el personal; lo cual genera cierta desmotivación en los empleados en el cumplimiento de sus funciones. En este sentido al analizar la problemática en el sistema de iluminación en cada área del hospital y la creación de un nuevo diseño se pretende involucrar a todos en el mejoramiento continuo, tanto a la gerencia como a la fuerza de trabajo, a fin de que trabajen en equipo en la adecuación de cada una de las áreas que conlleven a mejorar la calidad del servicio a un menor costo y construir una nueva conciencia en los usuarios y personal del centro hospitalario.

En función de ello el presente trabajo está estructurado en capítulos los cuales se explican a continuación:

Capítulo I, se plantea lo concerniente al planteamiento del problema y sus generalidades, así como los objetivos tanto su definición de términos, como también la justificación del problema.

Capítulo II, se señala el conjunto de elementos teóricos que fundamentan y explican los aspectos significativos del tema estudiado, permitiendo su adecuada comprensión e interpretación.

Capítulo III, corresponde al Marco Metodológico, que contiene la población, muestra, técnicas e instrumentos utilizados para la recolección de los datos, la técnica y procesamiento de los datos.

Capítulo IV, aquí se describe el abordaje de la situación encontrada, la medición efectuada con el luxómetro y el tratamiento a cada una de las áreas para definir la situación actual del sistema de iluminación el análisis e interpretación de los datos.

Capítulo V, está conformado por la propuesta de un nuevo sistema de iluminación, a través de la herramienta DIALUX Evo 8.0 se dibujó cada mobiliario en los planos y se exigió los niveles de iluminancia según las normas COVENIN para el adecuado funcionamiento de las áreas, con las conclusiones y recomendaciones que realiza el investigador del estudio presentado. Luego se darán las referencias bibliográficas utilizadas en la investigación.

CAPÍTULO I

PROBLEMÁTICA ACTUAL

Actualmente en Venezuela las instituciones de Salud Pública presentan deficiencias en la prestación de sus servicios motivado al grado de deterioro estructural por su antigüedad, resultando evidente la carencia de condiciones ergonómicas mínimas para el desarrollo de actividades. De esta problemática no escapa el Hospital General Doctor Luís Razetti quien presenta deficiencia en la iluminación y obsolescencia del sistema instalado en las diversas áreas donde atienden hombres, mujeres, niños de la colectividad barinesa. Este centro de salud se encuentra ubicado en la Calle Cedeño, sector Simón Bolívar, municipio Barinas, Estado Barinas.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La iluminación enfatiza características funcionales de un espacio, así como sus proporciones, siendo fundamental para el desarrollo de actividades, por consiguiente, permite una mejor percepción de los ambientes de trabajo y facilita el desenvolvimiento del personal en dichas áreas. En relación con ello, el Hospital General Doctor Luís Razetti muestra una serie de fallas en su sistema de iluminación conformado por lámparas fluorescentes de diferentes modelos que al pasar de los años se han ido sumando al sistema de alumbrado, las cuales tienen que ser constantemente remplazadas por su corta vida útil, entorpeciendo la prestación oportuna del servicio de atención a los pacientes que ingresan a este centro hospitalario en busca de bienestar y salud, tanto es el daño presente en el sistema de iluminación que las enfermeras se ven en la penosa necesidad de utilizar teléfonos celulares como linternas todas las noches, tanto para desplazarse dentro de los diferentes departamentos de la institución, como para iluminar a los

pacientes al momento de colocar terapias intravenosas, inspeccionar a los pacientes, realizar informes médicos y muchas otras actividades.

En este sentido se hace necesario efectuar un diagnóstico de dicho sistema con el propósito de determinar el funcionamiento de las instalaciones y la adecuación de las mismas cumpliendo con lo estipulado en la legislación venezolana, específicamente en la Comisión venezolana de Normas Industriales COVENIN 2249-93 referidas a Iluminancias en tareas y áreas de trabajo, para posteriormente efectuar una propuesta que contribuya con el mejoramiento del confort visual para el desempeño óptimo de los trabajadores en cada una de las áreas de trabajo mediante la incorporación de lámparas LED.

Al efectuar el diagnóstico visual del centro hospitalario, se evidencia que las luminarias existentes se encuentran en mal estado de funcionamiento, siendo relevante el paso del tiempo en esta condición y el mantenimiento correctivo el único aplicable en este sistema cuyo diseño fue efectuado hace más de 40 años.

1.2 JUSTIFICACIÓN

La iluminación en hospitales, salas de consulta, etc., debe servir a dos objetivos fundamentales: garantizar las óptimas condiciones para desarrollar las tareas correspondientes, y contribuir a una atmósfera en la que el paciente se sienta confortable. Todo esto garantizando la máxima eficiencia energética posible.

La presente investigación se efectúa con el objeto de determinar el estudio de los sistemas de iluminación de las áreas de mayor relevancia del Hospital Luis Razetti para renovar el diseño actual basado en nueva tecnología que permita satisfacer las necesidades de los usuarios, personal médico, obrero mediante una mejor percepción de las áreas de trabajo, es decir su visibilidad para el óptimo desarrollo de las actividades, y a la vez permita a la gerencia disminuir costos inherentes a las actividades de mantenimiento preventivo y sobre todo mantenimiento correctivo por la frecuencia en el cambio de accesorios de las luminarias, averías, sustitución de lámparas fluorescentes que genera afectaciones considerables a los presupuestos aprobados, debido a la variabilidad de los costos en el mercado.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Generales

- Analizar los sistemas de alumbrado de las diversas áreas del Hospital General Doctor Luis Razetti.
- Analizar las prestaciones lumínicas, confort, sostenibilidad y economía de los sistemas de alumbrado usados en dichos ambientes.
- Diseñar un nuevo sistema de iluminación, que cumpla con lo estipulado en eficiencia energética en iluminación.

1.3.2 Específicos

- Determinar la eficiencia de dichos sistemas de alumbrado.
- Determinar el confort que dichos sistemas de alumbrado brindan a los usuarios.
- Definir los niveles de prestación necesarios para asegurar, en función de las características distintivas de cada recinto, un nivel de servicio adecuado.
- Determinar si en realidad los actuales sistemas de alumbrado proporcionan las condiciones de confort y calidad.

1.4 METODOLOGÍA

La metodología utilizada en esta investigación es de tipo combinada que integra la recolección de información a fin de profundizar en el estudio del tema propuesto, partiendo del análisis teórico documental y la posterior investigación de campo mediante la aplicación de encuestas tipo cuestionario, aplicadas al personal médico, obrero entre otros, con el fin de conocer su percepción acerca de las condiciones de iluminación de las diferentes áreas del Hospital Luis Razetti, tomando en cuenta el análisis de las mismas, las comprobaciones de los niveles de iluminancia con la utilización del luxómetro. En tal sentido los resultados obtenidos contribuirán a la formulación de una propuesta de eficiencia energética para la iluminación de las áreas del recinto hospitalario con recomendaciones que contribuyan a la solución del problema planteado, garantizando niveles óptimos de iluminación y confort que son necesarios para la realización de actividades con total normalidad.

1.5 ALCANCE

La presente investigación comprende la elaboración de un diseño y propuesta de iluminación de las áreas del Hospital Luis Razetti, con el objeto de disminuir el consumo de electricidad en el centro hospitalario, lo cual incluye recomendaciones inherentes a la ubicación de luminarias en las áreas de central de suministro, área quirúrgica, área de unidad de cuidados intensivos, área de maternidad, con el objeto de garantizar el servicio de iluminación óptimo para la atención, comodidad, confort de médicos, pacientes y trabajadores que laboran en la institución.

Ciertamente se debe destacar que, para delimitar la investigación basados en el criterio de exactitud, se realiza la medición con el luxómetro y es mediante el programa DIALUX EVO 8.0 que se efectúa el diseño de la propuesta, sirviendo el mismo como el modelo de iluminación para la restauración de las demás áreas de la institución.

1.6 LIMITACIONES

En relación a las limitaciones, cabe destacar que en todo trabajo de investigación pueden existir limitaciones que, de una manera u otra, incidan en el proceso bien sea durante la recolección de los datos, la receptividad de la muestra de estudio o la disposición para responder las preguntas con sinceridad, sin embargo, el investigador debió ingeniárselas para trazar estrategias apropiadas que le hubiera permitido superar tales dificultades.

Un factor relevante en el caso es la inexperiencia de los trabajadores ante un agente de cambio en pro de la participación en las mediciones y diseño, en tal sentido al momento de realizar las mediciones existía restricciones en áreas por el estado de salud y características de los pacientes, como el área de maternidad y UCI. De igual forma algunos consultorios y oficinas no siempre estaban abiertos dificultando el acceso a los mismos de acuerdo a los especialistas, el tipo de insumos y equipos existentes, siendo notorio que los empleados del centro de salud, no comparten la información para originar un cambio sustantivo en cuanto a la reorganización y mejoras de las áreas del hospital.

En relación a esta situación, la falta de incentivo por parte de la organización para el mejoramiento de los espacios es evidente, siendo escaso el tiempo que se dedica para originar sugerencias que permitan generar un cambio, que requiere la participación de todos para obtener resultados favorables en cuanto al confort limpieza y orden en las áreas de trabajo.

www.bdigital.ula.ve

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

El presente capítulo tiene como propósito otorgar a la investigación una serie de conceptos y proposiciones que permitan abordar las diferentes presunciones correspondientes al planteamiento del problema. Con respecto a ello Tamayo (2004), expresa que: “El marco teórico nos ayuda a precisar y organizar los elementos contenidos en la descripción del problema, de tal forma que puedan ser manejados y convertidos en acciones completas” (p. 145). En este sentido el marco teórico servirá de soporte a la presente investigación, coherencia y consistencia a los postulados de los cuales parte el investigador.

En este orden de ideas, es necesario denotar que en cuanto al diseño de sistemas de iluminación en el ramo hospitalario, es necesario conocer los elementos que influyen en cada área y contribuyen a que se obtenga finalmente el confort que requieren el personal médico, administrativo, obrero, usuarios y pacientes para el desarrollo de las actividades en este el recinto asistencial.

2.1 LUZ, PROPIEDADES Y COLOR

2.1.1 Luz

La luz una forma de energía radiante que permite al ser humano ver lo que rodea. La misma es una radiación electromagnética que se propaga en formas de ondas en cualquier espacio, incluso siendo capaz de viajar a través del vacío con la particularidad de producir sensibilidad en el ojo humano. Este tipo de radiación también es conocida como energía luminosa. Existen diferentes fuentes de luz que se pueden clasificar en naturales y artificiales. El Sol es la principal fuente natural e importante de luz sobre la Tierra. En cuanto a las fuentes artificiales se estaría

hablando de la luz eléctrica de una bombilla, la luz de una vela, de las lámparas de aceite, entre otras. Según León, A. (2007). “La luz es la sensación producida en el ojo humano por las ondas electromagnéticas. Se trata de campos electromagnéticos alternativos que transportan energía a través del espacio y se propagan bajo la forma de oscilaciones o vibraciones. La velocidad de propagación de las ondas electromagnéticas es de unos 300.000 km/s”. (pag.5)

2.1.2 Espectro electromagnético

Es el conjunto de ondas electromagnéticas que van desde las de menor longitud de onda y por lo tanto mayor frecuencia y energía, como son los rayos cósmicos, rayos gamma y rayos X, pasando por la luz ultravioleta, luz visible (la cual en realidad ocupa una estrecha franja del espectro electromagnético), infrarroja, hasta las ondas electromagnéticas de mayor longitud de onda y menor energía como son las ondas de radio y microondas. Así mismo, Kleiner. L (2001) define el Espectro Electromagnético como conjunto de longitudes de onda de todas las radiaciones electromagnéticas. Incluye:

Los rayos gamma tienen las longitudes de onda más cortas y las frecuencias más altas conocidas. Son ondas de alta energía capaces de viajar a larga distancia a través del aire y son las más penetrantes.

Los rayos X tienen longitudes de onda más largas que los rayos gamma, pero menores que la radiación ultravioleta y por lo tanto su energía es mayor que la de estos últimos.

Se utilizan en diversas aplicaciones científicas e industriales, pero principalmente utilizan en la medicina como la radiografía. Consisten en una forma de radiación ionizante y como tal pueden ser peligrosos. Los rayos X son emitidos por electrones del exterior del núcleo, mientras que los rayos gamma son emitidos por el núcleo.

La radiación ultravioleta (UV) se define como la porción del espectro electromagnético que se encuentra entre los rayos X y la luz visible. La luz visible; es la parte de espectro electromagnético que los ojos humanos son capaces de detectar. Cubre todos los colores del azul

a 400 nm. al rojo a 700 nm. La luz azul contiene más energía que la roja.

La radiación infrarroja (IR) también radiación térmica; es la parte del espectro electromagnético que se encuentra entre la luz visible y las microondas. La fuente natural más importante de radiación infrarroja es el Sol. (pag. s/n)

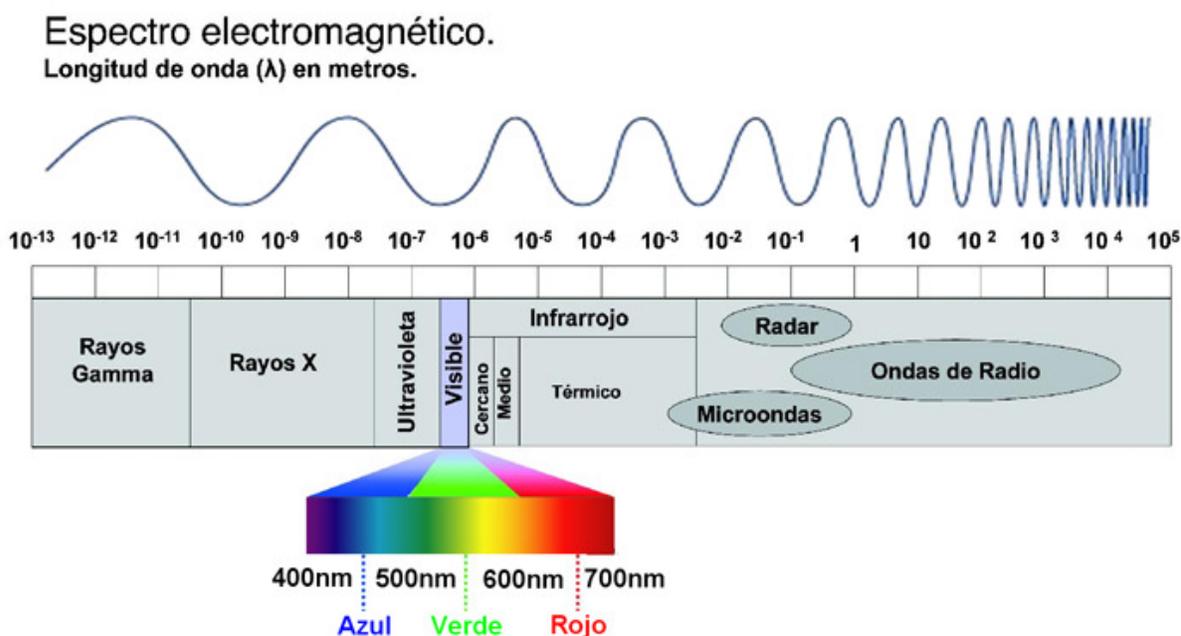


Figura 2.1. Espectro Electromagnético

Fuente: <https://fisica.laguia2000.com/energia/escala-de-las-radiaciones-electromagneticas>

2.1.3 Propiedades de la luz

La luz es emitida por sus fuentes en línea recta y en todas direcciones, y se difunde en una superficie cada vez mayor a medida que avanza. Al igual que todas las ondas, la luz experimenta los fenómenos de reflexión y refracción. La reflexión de luz es el cambio que experimenta el rayo luminoso cuando incide sobre la superficie de separación de dos medios distintos sin abandonar el medio por el cual se propaga y la refracción de la luz es el cambio de dirección de

un rayo de luz al pasar de un medio a otro de distinta densidad, a través del cual viaja a diferente velocidad. Así mismo el Bustamante, B. (2012). expone que:

“Cuando un rayo de luz encuentra un obstáculo en su camino choca contra la superficie de éste y una parte es reflejada. Si el cuerpo es opaco, el resto de la luz será absorbida, si es transparente, una parte será absorbida y la otra atravesará el cuerpo transmitiéndose. De esta manera se tienen cuatro fenómenos diferentes:

Reflexión: Se produce cuando la luz choca contra la superficie de separación de dos medios diferentes, ya sean gases, líquidos o sólidos.

Refracción: Ocurre cuando la luz es desviada de su trayectoria al atravesar la superficie de separación entre dos medios diferentes.

Transmisión: Es el fenómeno que se da cuando la luz cambia de dirección al atravesar un medio sólido, líquido o gaseoso y luego vuelve a cambiar al salir de éste.

Absorción: Sucede cuando la luz blanca choca con un objeto. La luz reflejada por dicho objeto es la que el ojo percibe como color, mientras que el resto de los componentes de la luz son absorbidos. De esta manera, si el objeto refleja todos los componentes de la luz se verá dicho objeto blanco. Por el contrario, si los absorbe se verá negro.

Difusión: en este fenómeno se ve la participación de la reflexión, transmisión y absorción que ocurre en el medio”. (pag. 5)

2.2. COLOR DE LA LUZ

El color de la luz depende de la frecuencia, que a su vez depende de la longitud de onda y la velocidad del frente de onda. La longitud de onda es un fenómeno oscilatorio que se caracteriza generalmente por la relación: $\lambda = CT$, donde λ representa la longitud de onda, C representa la longitud de los frentes de onda, T indica el período de la onda en segundos. Zelanski, P. y Fisher, M. (2001). Definen que: “el color es la impresión producida por un tono de luz en los órganos visuales, o más exactamente, es una percepción visual que se genera en el cerebro de los humanos y otros animales al interpretar las señales nerviosas que le envían los fotorreceptores en la retina del ojo, que a su vez interpretan y distinguen las distintas longitudes de onda que captan de la parte visible del espectro electromagnético”. (pag. s/n).

2.2.1 Propiedades cromáticas de las fuentes de luz

Obralux (2014). “Generalmente se usan dos sistemas para medir las propiedades cromáticas de una fuente lumínica. Uno de ellos es la temperatura del color, la cual indica la apariencia cromática de la luz y cuyos resultados son cuantitativos en términos de cantidad de violeta a rojo. El otro es el índice de rendimiento del color el cual indica la apariencia de un objeto que está siendo iluminado, en términos cualitativos de reproducción de color”. (pag. 150).

2.2.2 Temperatura del color

Obralux (2014). “La temperatura de color de una fuente lumínica es medida por su apariencia cromática y está basada en el principio según el cual, todos los objetos cuando aumentan su temperatura, emiten luz. El color de esa luz cambia dependiendo del incremento de la temperatura, expresada en Kelvin (K).

El color de la luz de un bombillo puede ser definido en términos de temperatura. Existen tres categorías principales; cálido menor o igual a 3.300 K, intermedio entre 3.300 y 5.000K y luz de día mayor o igual a 5.000 K”. (pag. 150).

Tabla 2.1 Temperatura de color de acuerdo al tipo de iluminación.

Manantiales luminosos naturales y artificiales	Temperatura de color (°K)
Sol a mediodía	5300
Solo a las 4:30 pm	4400
Lámpara Halógena	3100
Lámpara Incandescente	2700
Lámpara sodio alta presión	2100
Lámpara sodio baja presión	1800
Lámpara luz mixta	3600
Lámpara vapor de mercurio	4000
Lámpara metal Halide	4000 a 6500

Fuente: www.obralux.com. Manual luminotecnia.

2.2.3 Índice de reproducción cromático

Obralux (2014). “El índice de rendimiento de color es la medida de correspondencia entre el color real de un objeto y la veracidad del mismo bajo determinada fuente lumínica. Para obtener el valor de este índice existen tablas bajo la norma DIN 6169, las cuales hacen referencia a ciertas mediciones y sus rendimientos. Cuando la distribución del espectro luminoso sobre un

cuerpo genera un color referente muy similar o idéntico al color original del cuerpo, se dice que su índice de rendimiento de color es muy bueno, este es de 100". (pag. 150).

Tabla 2.2. Índice de rendimiento cromático de acuerdo al tipo de luz artificial

Fuentes de luz artificial	Índice de rendimiento cromático (Ra-IRC)
Lámpara Incandescente	100 (valor referencia)
Lámpara luz mixta	60
Lámpara vapor de mercurio	45 – 60
Lámpara metal Halide	60 – 97
Lámpara sodio alta presión	21 – 25
Lámpara sodio baja presión	Nulo (monocromático)
Lámpara fluorescente	65 – 97

Fuente: www.obralux.com. Manual luminotecnia.

2.3 CONFORT

El confort visual es un estado generado por la armonía o equilibrio de una elevada cantidad de variables. Las principales están relacionadas con la naturaleza, estabilidad y cantidad de luz, y todo ello en relación con las exigencias visuales de las tareas y en el contexto de los factores personales. Fremap, (1993). Hace mención que “los deslumbramientos son casos límite de desequilibrio luminotécnico. Se producen cuando la cantidad de luz procedente de uno o varios objetos que aparecen en el campo visual es muy elevada”. (p. s/n)

Los requisitos que un sistema de iluminación debe cumplir para proporcionar las condiciones necesarias para el confort visual son los siguientes: Iluminación uniforme; luminancia óptima; ausencia de brillos deslumbrantes; condiciones de contraste adecuadas; colores correctos, ausencia de luces intermitentes o efectos estroboscópicos.

Es importante examinar la luz en el lugar de trabajo no sólo con criterios cuantitativos, sino también cualitativos. El primer paso es estudiar el puesto de trabajo, la precisión que requieren las tareas realizadas, la cantidad de trabajo, la movilidad del trabajador, etcétera. La luz debe incluir componentes de radiación difusa y directa. El resultado de la combinación de ambos producirá sombras de mayor o menor intensidad, que permitirán al trabajador percibir la forma

y posición de los objetos situados en el puesto de trabajo. Deben eliminarse los reflejos molestos, que dificultan la percepción de los detalles, así como los brillos excesivos o las sombras oscuras.

2.4. MAGNITUDES Y UNIDADES LUMINOSAS

2.4.1. Fotometría

Wysecki, G y Stiles, W. (1982) “Es la ciencia que se encarga de la medida de la luz, como el brillo percibido por el ojo humano. Es decir, estudia la capacidad que tiene la radiación electromagnética de estimular el sistema visual”. (pag. s/n).

2.4.2. Angulo sólido

Soldovieri. T y Vilorio. T, (2016). “Es el ángulo espacial que abarca un objeto visto desde un punto dado, que se corresponde con la zona del espacio limitada por una superficie cónica. Mide el tamaño aparente de ese objeto. También se puede entender como la superficie mínima de un obstáculo situado sobre la esfera de radio unidad dispuesto de tal manera que un foco luminoso puntual situado en P no ilumine ningún punto de la superficie S”. (pag. 22)

La unidad del ángulo sólido en el sistema internacional (SI) es el estereorradián, cuya abreviatura es sr.

$$w = \frac{S}{r^2} = \text{estereorradián (sr)} \quad (2.1)$$

Dónde:

w = ángulo sólido

S = Superficie

r = radio

2.4.3. Flujo luminoso

García, J y Boix, O (2008). Definen “el flujo luminoso como la potencia (W) emitida en forma de radiación luminosa a la que el ojo humano es sensible. Su símbolo es Φ y su unidad es el lumen (lm)”. (pag. s/n). A la relación entre watts y lúmenes se le llama equivalente luminoso de la energía y equivale a:

$$1 \text{ watt-luz a } 555 \text{ nm} = 683 \text{ lm} \quad (2.2)$$

2.4.4. Lumen

Parra, E (2013). “El lumen es la medida de la cantidad total de luz visible en un ángulo determinado o emitida por una fuente dada. (símbolo lm)”. (pag. s/n)

2.4.5. Intensidad luminosa

García, J y Boix, O (2008). “Se conoce como intensidad luminosa al flujo luminoso emitido por unidad de ángulo sólido en una dirección concreta. Su símbolo es I y su unidad la candela (cd)”. (pag. s/n)

$$\text{Intensidad luminosa } I = \frac{\Phi}{\omega} \quad (2.3)$$

2.4.6. Una candela

Parra, E (2013). “Se define como la intensidad luminosa de una fuente puntual que emite un flujo luminoso de un lumen en un ángulo sólido de un estereorradián”. (pag. s/n)

2.4.7. Lux

Parra, E (2013). “Es la unidad para la iluminancia o nivel de iluminación, equivale a un lumen/m². Se usa en fotometría como medida de la intensidad luminosa, tomando en cuenta las diferentes longitudes de onda según la función de luminosidad, un modelo estándar de la sensibilidad a la luz del ojo humano (Símbolo: lx)”. (pag. s/n)

2.4.8. Iluminancia

La iluminancia es la que produce en el órgano visual la sensación de claridad, pues la luz no se hace visible hasta que es reflejada por los cuerpos. La mayor o menor claridad con que vemos los objetos igualmente luminosos, dependen de su luminancia. Obralux, (2014). Dice que es “el flujo luminoso requerido por una superficie. Su símbolo es E y su unidad el lux que es 1 lm/m². La iluminancia constituye un dato muy importante para valorar el nivel de iluminación que existe en un puesto de trabajo, en la superficie de un recinto, en una calle, entre otros”. (pag 150)

2.4.9. Luminancia

La luminancia puede ser directa o indirecta, correspondiendo la primera a los manantiales luminosos y la segunda a los objetos luminosos. La misma, es máxima cuando el ojo se encuentra en la perpendicular a la superficie luminosa, ya que entonces el ángulo μ es igual a cero y el coseno de μ igual a uno, correspondiendo a los objetos aparente a la real. Obralux, (2014). Dice que es “la relación entre la intensidad luminosa y la superficie aparente vista por el ojo en una dirección determinada. Su símbolo es L y su unidad es la cd/m^2 ”. (pag 150)

2.4.10. Rendimiento luminoso o eficiencia luminosa

García, J y Boix, O (2008). “Es el cociente entre el flujo luminoso producido por la fuente luminosa y la potencia eléctrica consumida por dicha fuente, su unidad es lumen/watt”. (pag s/n)

$$\varepsilon = \Phi / P \quad (2.4)$$

2.4.11. Índice de eficiencia energética en los sistemas de iluminación

Comité español de iluminación, (2001). “Es un factor que mide la eficiencia energética de una instalación de alumbrado, permitiendo ver la disminución de consumo de un sistema, garantizando los niveles requeridos. El valor de la eficiencia energética se determina con la siguiente expresión:

$$IEE = \left(\frac{\text{Watts}}{\text{m}^2} \right) * \left(\frac{100 \text{ lux}}{E} \right) \quad (2.5)$$

El índice IEE es una guía para mantener el diseño de las instalaciones de iluminación en parámetros de eficiencia energética del conjunto adecuado, cuando no óptimos”. (pag.65)

Tabla 2.4. Valores del Índice de Eficiencia Energética recomendados para alumbrado en los centros hospitalarios.

Nivel del Índice de eficiencia energética	VIEE
IEE Optimo	2,5
IEE Medio	4
IEE Máximo	5,5

Fuente: Comité Español de iluminación, Guía técnica en eficiencia energética de iluminación en centros hospitalarios (2001).

2.4.12. Curvas polares

Son gráficos que se utilizan para expresar como se distribuye las intensidades luminosas que emite una luminaria en un plano determinado. Estos gráficos son los que se usan habitualmente en luminotecnia.

2.4.13. Curvas isolux

Representan los puntos de la superficie que tienen la misma iluminancia. Normalmente las curvas isolux se estudian para un flujo de 1000 lúmenes y a una altura de la luminaria de 1 metro. La curva isolux de la Figura 2.2 se expresa en valores relativos a la iluminancia máxima, que es del 100%, a una altura de montaje h .

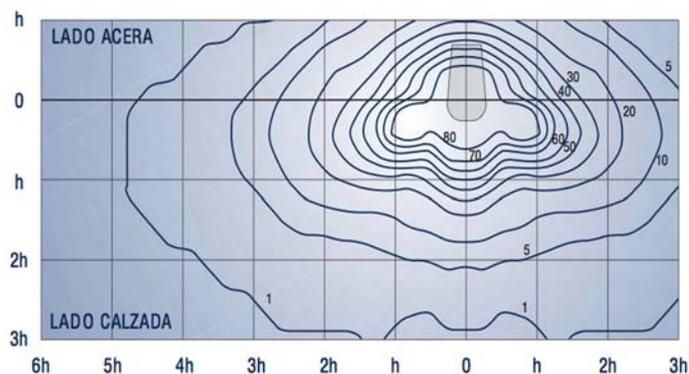


Figura 2.2. Representación curva isolux

Fuente: <https://grlum.dpe.upc.edu/manual/disenioProyecto-eleccionSistemasAlumbrado.php>.

2.4.14. Equipo para mediciones: Luxómetro



Figura 2.3. Luxómetro instrumento utilizado en las mediciones

Fuente: <https://www.domelectra.com/tiendaonline/612-luxmetro-digital-mastech-ms6610>.

Un luxómetro es un instrumento de medición que permite medir simple y rápidamente la iluminancia real y no subjetiva de un ambiente. La unidad de medida es el lux (lx). Contiene una célula fotoeléctrica que capta la luz y la convierte en impulsos eléctricos, los cuales son interpretados y representada en un display o aguja con la correspondiente escala de luxes.

2.5 TIPOS DE LÁMPARAS RECOMENDADAS PARA CENTROS HOSPITALARIOS.

2.5.1. Lámparas fluorescentes

La lámpara fluorescente está compuesta de un tubo de vidrio que está revestido por su parte interior con una sustancia fluorescente. Dentro del tubo hay gases y vapor de mercurio a baja presión, en sus dos extremos posee un filamento y un electrodo sensor que estimulan al gas a través de un arco eléctrico. Existen lámparas fluorescentes en diversas formas: tubulares, circulares y en forma de "U", así como sistemas fluorescentes compactos.



Figura 2.4 Lámparas fluorescentes.

Fuente:http://cefire.edu.gva.es/pluginfile.php/199806/mod_resource/content/0/contenidos/009/luminotecnica/31__tipos_de_lmparas.html.

2.5.2 Lámparas incandescentes halógenas

Son parecidas a las lámparas incandescentes y producen luz de la misma manera, a partir de un filamento de tungsteno. Ahora bien, el globo contiene gas halógeno (bromo o yodo) que actúa controlando la evaporación del tungsteno. Es fundamental para el ciclo del halógeno que la bombilla se mantenga a una temperatura mínima de 250 °C para que el haluro de tungsteno permanezca en estado gaseoso y no se condense sobre la superficie del globo. Tal temperatura

da lugar a que las bombillas se fabriquen con cuarzo en lugar de vidrio. El cuarzo permite reducir el tamaño de la bombilla.

La mayoría de las lámparas halógenas de tungsteno duran más tiempo que sus equivalentes incandescentes y el filamento alcanza una temperatura más alta, creando más luz y un color más blanco.

2.5.3 Lámparas LED

Una lámpara de led es una lámpara de estado sólido que usa LEDs (Diodos Emisores de Luz) como fuente luminosa. Debido a que la luz capaz de emitir un led no es muy intensa, para alcanzar la intensidad luminosa similar a las otras lámparas existentes como las incandescentes o las fluorescentes compactas, las lámparas de led están compuestas por agrupaciones de led, en mayor o menor número, según la intensidad luminosa deseada.

El LED es un diodo semiconductor que al ser atravesado por una corriente eléctrica emite luz. La longitud de onda de la luz emitida y por tanto el color depende básicamente de la composición química del material semiconductor utilizado. Cuando la corriente atraviesa el diodo se libera energía en forma de fotón. La luz emitida puede ser visible, infrarroja o casi ultravioleta.

2.6. MODELOS DE LAMPARAS RECOMENDADAS EN CENTROS HOSPITALARIOS

Según la CIE (Comisión Internacional de iluminación), los tipos de lámparas recomendados para la iluminación de hospitales y centros de asistencia primaria son:

- Fluorescentes tubulares lineales (T8) de 26 mm. de diámetro.
- Fluorescentes tubulares lineales (T5) de 16 mm. de diámetro.
- Fluorescentes compactas con equipo incorporado (denominadas lámparas de bajo consumo).
- Fluorescentes compactos (TC).
- Fluorescentes compactos de tubo largo (TC-L).

- Lámparas incandescentes halógenas.
- Lámparas de inducción electromagnética.
- Lámparas de descarga de halogenuros metálicos (HM).
- Vapor de mercurio color corregido (VM), (sólo para los exteriores).

2.7. ILUMINACIÓN DE INTERIORES EN LAS ÁREAS HOSPITALARIAS

De acuerdo con (Guasch J, 1998), los sistemas de iluminación se definen y caracterizan de la siguiente forma:

2.7.1 Iluminación general uniforme

En este sistema de iluminación las fuentes de luz se distribuyen uniformemente sin tener en cuenta la ubicación de puestos de trabajo. Son sistemas utilizados principalmente en lugares de trabajo donde no existen puestos fijos.

Este sistema de tener características fundamentales, primero estar equipado con dispositivos anti-brillos rejillas, difusores, reflectores, entre otros. Segundo, debe distribuir una fracción de luz hacia el techo y la parte superior de las paredes, tercero las fuentes de luz deben instalarse a la mayor altura posible para minimizar los brillos y conseguir una iluminación lo más homogénea posible. Basados en el CIE (Comisión Internacional de iluminación), este sistema de iluminación se utilizará en locales como:

- Unidades de hospitalización.
- Quirófanos y salas de reconocimiento.
- Salas de partos y de autopsia.
- Oficinas y zonas administrativas.
- Áreas de descanso y espera.
- Sala de visitas. Salas de terapia y rehabilitación.
- Pasillos, halls, vestíbulos.

2.7.2 Iluminación general localizada

Es un tipo de iluminación con fuentes de luz instaladas en el techo distribuidas teniendo en cuenta dos aspectos, las características de iluminación del equipo y las necesidades de iluminación de cada puesto de trabajo. Está indicado para aquellos espacios o áreas de trabajo que necesitan un alto nivel de iluminación y requiere conocer la ubicación futura de cada puesto de trabajo con antelación a la fase de diseño. Este sistema se utilizará en locales como:

- Quirófanos y Urgencias.
- Salas de curas y salas de partos.
- Zonas de diagnóstico e inspección visual.
- Unidades de hospitalización.
- Luz de reconocimiento, de inspección o de vigilia.

2.7.3 Iluminación general e iluminación localizada de apoyo

Es un sistema que intenta reforzar el esquema de la iluminación general situando lámparas junto a las superficies de trabajo. Se recomienda utilizar iluminación localizada cuando las exigencias visuales sean cruciales, como en el caso de los niveles de iluminación de 1000 lux o más. Generalmente la capacidad visual del trabajador se deteriora con la edad, lo que obliga a aumentar el nivel de iluminación general o complementarlo con iluminación localizada.

2.7.4. Iluminación Directa:

Es el obtenido por medio de luminarias con una distribución fotométrica tal que, al menos el 90 % del flujo luminoso emitido alcanza directamente el plano de trabajo, suponiendo dicho plano ilimitado.

2.7.5. Iluminación Indirecta:

Es el obtenido por medio de luminarias con una distribución fotométrica tal que, como máximo el 10 % del flujo luminoso emitido alcanza directamente el plano de trabajo, suponiendo dicho plano ilimitado. En instalaciones específicas se requieren sistemas de iluminación indirecta que garantice una mejora en el confort visual; esta mejora proporciona la

reducción de posibles deslumbramientos directos. Hay que recalcar que este sistema de alumbrado es el de menor eficiencia energética.

2.8. NIVELES DE ILUMINACIÓN SEGÚN NORMAS COVENIN 2249-93 PARA ÁREAS DE CENTROS HOSPITALARIOS.

Tabla 2.8. Niveles de iluminación para áreas de centros hospitalarios.

Ambiente		Tipo de Iluminación	Iluminancia Mínima	Iluminancia Media	Iluminancia Máxima
Central de esterilización		General	500	750	1.000
Pasillo área de hospitalización (día)		General	100	150	200
Pasillo área de hospitalización (noche)		General	30	50	100
Área de operaciones, partos, recuperación, laboratorios y servicios		General	500	750	1000
Área de cuidado especial		General	100	150	200
		Local	500	750	1000
Consultorio dental		General	200	300	500
Sala de recuperación, examen de emergencias		Local	500	750	1000
Unidad de diálisis		Local	1000	1500	2000
Sala de Emergencias		General	500	750	1000
		Local	100	1500	2000
Sala de traumatología		General	500	750	1000
		Local	1000	1500	2000
Laboratorio	Colección o toma de muestras	Local	500	750	1000
	Tejidos	Local	1000	1500	2000
	Cuarto de microscopios	General	200	300	500
	Revisión de muestras	Local	1000	1500	2000
	Químico	Local	500	750	1000
Bioanálisis		General	500	750	1000
Hematología		Local	500	750	1000
Vestuario		General	100	150	200
Historias médicas, revisión		Local	500	750	1000
Retén de niños		General	200	300	500
Observación y tratamiento		Local	500	750	1000
Puesto de enfermeras		General	200	300	500
Pasillo diurno		General	100	150	200
Pasillo nocturno		General	20	30	50
Obstetricia		General	1000	1500	2000

Ambiente		Tipo de Iluminación	Iluminancia Mínima	Iluminancia Media	Iluminancia Máxima
Área de nacimientos	Limpieza	General	2000	3000	5000
		Local	2000	3000	5000
Hospitalización		General	20	30	50
Observación		General	20	30	50
Examen minucioso		Local	500	750	1000
Lectura		Local	200	300	500
Sanitarios		General	200	300	500
Farmacia		General	500	750	1000
Fisioterapia	Gimnasio	General	200	300	500
	Salas de tanques hidroterapia	General	200	300	500
	Cubículos de tratamiento	General	200	300	500
Radiología y fluoroscopia		General	20	30	50
Distribución de placas		Local	1000	1500	2000
Área de espera		General	50	75	100
Quirófano		General	1000	1500	2000
		General + Local		27.000	
Cuarto de suministro de instrumentos y materiales estériles		Local	200	300	500
Depósito de anestesia		General	100	150	200

Fuente: Norma COVENIN 2249 (1993).

2.9 CARGA INSTALADA

Es la sumatoria de las potencias nominales de todo el equipamiento instalado en un recinto o asociado a un circuito eléctrico.

2.10 COSTO ANUAL UNIFORME EQUIVALENTE (CAUE)

El costo anual equivalente es un análisis económico utilizado cuando se tienen proyectos de inversión que involucran costos, donde su concepto principal es utilizar las anualidades o cuotas fijas permitiendo comparar proyectos con diferentes vidas útiles, el criterio de decisión es escoger la alternativa o proyecto que genere menor CAUE, y este se determina mediante la siguiente expresión:

$$\text{CAUE} = \text{Costo inicial} * \left(\frac{A}{P}, i\%, n \right) + \text{costo anual} \quad (2.6)$$

$$\left(\frac{A}{P}, i\%, n \right) = \frac{i * (1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \quad (2.7)$$

Dónde:

Costo inicial: Valor de las luminarias instaladas

Costo anual: Valor por consumo anual de energía calculado previamente

i: Tasa de interés anual

n: Cantidad de años

www.bdigital.ula.ve

CAPÍTULO III

ANÁLISIS DE ENCUESTAS

En el capítulo se describe la metodología con el fin de alcanzar los objetivos de la investigación y comprenderlos. En el desarrollo de la presente investigación se utilizó como técnica la observación directa, la revisión bibliográfica y la encuesta, bajo la modalidad de cuestionario. Sabino C. (2008), “indica que los instrumentos de recolección de datos “constituyen el recurso de los que se vale el investigador para acercarse a los fenómenos de estudio y extraer de ellos la información necesaria”. (pag 85).

Para Sabino, C (2008), se define la encuesta como: “requerir información a un grupo socialmente significativo de personas acerca de los problemas en estudio, para luego, mediante un análisis de tipo cuantitativo, sacar las conclusiones que se corresponda con los datos recogidos.” (pag 85). No obstante, la recolección de la información se efectuó a partir del uso de cuestionarios, dirigidos al personal médico y a los usuarios, para su elaboración se considera los objetivos establecidos en el estudio, haciendo énfasis en la iluminación general y localizada de las áreas que operan actualmente en el quinto piso en el hospital Dr. Luis Razetti.

En este sentido, mediante la aplicación de las encuestas se busca presentar a través de los datos estadísticos obtenidos, la problemática existente en los niveles de iluminación en cada área del hospital en relación con lo establecido en la norma COVENIN 2249-93 para centros hospitalarios.

Por las razones expresadas se efectuó el diseño de un formato de encuesta para ser aplicado al personal médico, especialistas y enfermeras el cual consta de ocho (8) preguntas, para obtener las opiniones precisas de la población objeto de estudio. Debe resaltarse que dicha población

está compuesta por un total de 60 personas a considerar, cuyos datos fueron suministrados por el departamento Recursos Humanos del centro hospitalario.

Para determinar el tamaño de cada muestra es utilizada la expresión del cálculo de poblaciones finitas según Martínez B.C (2005), con esta se obtiene la proporción correcta de personas encuestadas para cada población.

$$n = \frac{Z^2 * P * Q * N}{N * E^2 + Z^2 * P * Q} \quad (3.1)$$

Dónde:

n: Es el Tamaño de la muestra

Z: Indica Intervalo de Confianza

P: Variabilidad Positiva

Q: Variabilidad Negativa

N: Es el tamaño de la población

E: Representa el porcentaje de Error

En este caso, para el intervalo de confianza, se selecciona un nivel del 95%, lo cual arroja un valor para la variable “Z” de 1,96. Se elige un valor de 0,5 para variabilidad positiva y variabilidad negativa (P) y (Q), respectivamente, y por último se escoge un porcentaje de error del 7%. Ahora bien, con N=60 tamaño de la población se efectúa el cálculo de la muestra

$$n = \frac{1.96^2 * 0,5 * 0,5 * 60}{60 * 0.07^2 + 1,96^2 * 0,5 * 0,5} = 45,94 \text{ personas}$$

El resultado arrojado por la ecuación matemática (3.1) indica que el tamaño de la muestra en la encuesta uno será de cuarenta y seis (46) personas comprendidas entre personal médico, especialistas y enfermeras presentes en el hospital.

Igualmente, se elabora otro formato para la segunda encuesta, dirigido a la diversidad de pacientes y usuarios que a diario visitan o son atendidos en el hospital Luis Razetti, esta encuesta dos está estructurada con cinco (5) preguntas orientadas a establecer por parte de dichos usuarios las condiciones de iluminación de las diferentes áreas importantes que constituyen el hospital,

con el objeto de identificar las debilidades en cuanto a iluminación y determinar las áreas más críticas según los usuarios.

Basado en la ecuación matemática (3.1) y un tamaño representativo de la población $N=100$ usuarios, se tiene que la muestra representativa de la misma es de sesenta y seis (66) personas en este estudio.

3.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS DE ENCUESTAS REALIZADAS AL PERSONAL MÉDICO Y PROFESIONAL

En relación a la encuesta realizada al personal médico, especialistas y enfermeras, que efectúan labores en el quinto piso de la institución hospitalaria, se tiene lo siguiente:

Tabla 3.1. Distribución porcentual de las respuestas aportadas por los trabajadores del Hospital Dr. Luis Razetti. Pregunta 1.

Ítem	Pregunta	Excelente	Bueno	Normal	Regular	Malo	Total sujetos
1	¿Dentro de su área de trabajo como considera usted es el nivel de iluminación?	0	6	10	8	22	46
	Expectativas	0,00%	13,04%	21,74%	17,39%	47,83%	100%

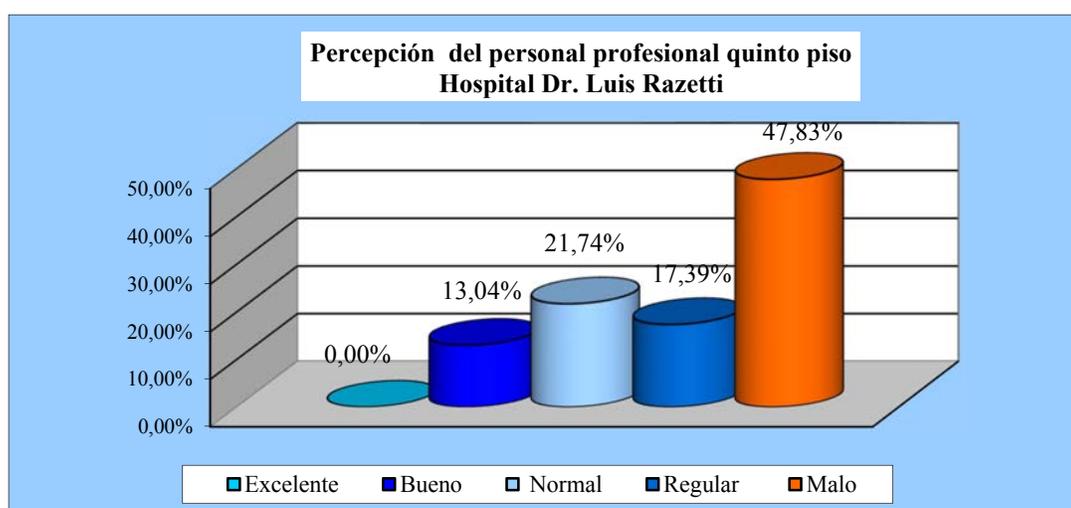


Gráfico 3.1. Respuestas aportadas por los trabajadores del Hospital Dr. Luis Razetti. Pregunta 1. Nivel de iluminación.

De los datos obtenidos de la información suministrada a los encuestados estos indican que: con respecto al ítem 1 donde se preguntó, dentro de su área de trabajo como considera usted es el nivel de iluminación, el 13,04% indico que es bueno, el 21,74% expresó que es normal, el 17,39% señalo que es regular y el 47,83% indicó que es malo.

Tabla 3.2. Distribución porcentual de las respuestas aportadas por los trabajadores del Hospital Dr. Luis Razetti. Pregunta 2.

Ítem	Pregunta	Excelente	Bueno	Normal	Regular	Malo	Total sujetos
2	¿Cómo considera usted que se encuentra el nivel de iluminación en las áreas comunes, pasillos y dormitorios?	1	1	12	13	19	46
		2,17%	2,17%	26,09%	28,26%	41,30%	100%

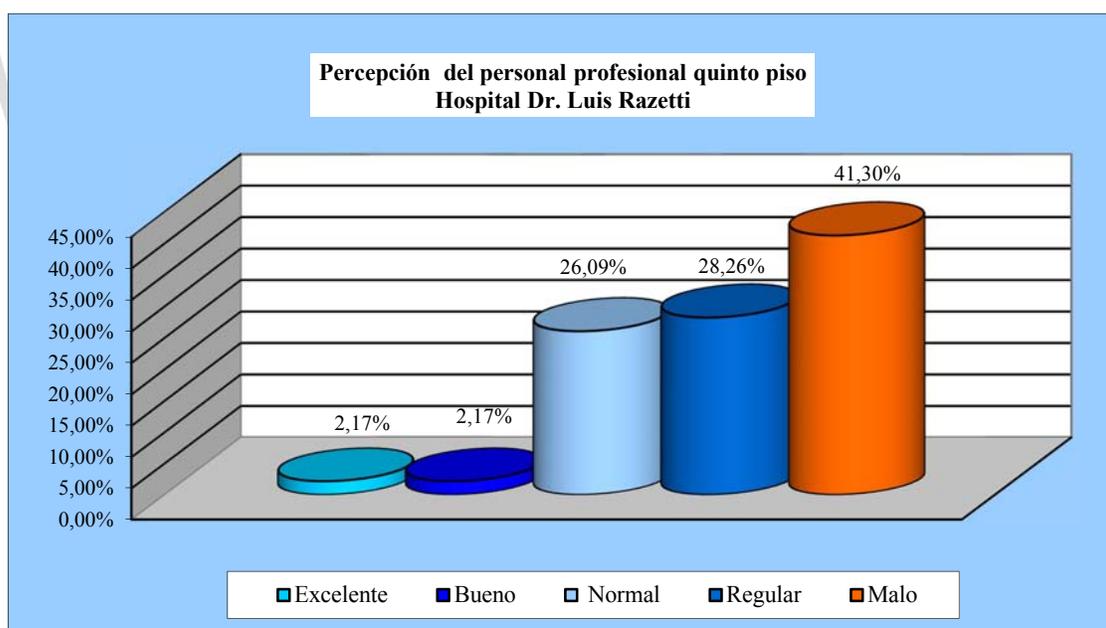


Gráfico 3.2. Respuestas aportadas por los trabajadores del Hospital Dr. Luis Razetti. Pregunta 2. Nivel de iluminación áreas comunes.

Cómo considera usted que se encuentra el nivel de iluminación en las áreas comunes, pasillos y dormitorios, el 2,17% señalo que es excelente, otro 2,17% estableció que es bueno, las 26,09%, indicó que es normal, las 28,26% manifestó que es regular y el 41,30% consideró que es malo.

Tabla 3.3. Distribución porcentual de las respuestas aportadas por los trabajadores del Hospital Dr. Luis Razetti. Pregunta 3.

Ítem	Pregunta	Siempre	Casi Siempre	Indeciso	Casi Nunca	Nunca	Total sujetos
3	¿Considera usted que el sistema de alumbrado genera alguna incomodidad visual?	38	7	1	0	0	46
		82,61%	15,22%	2,17%	0,00%	0,00%	100%



Gráfico 3.3. Respuestas aportadas por los trabajadores del Hospital Dr. Luis Razetti. Pregunta 3. Incomodidad visual por sistema de alumbrado.

En lo relacionado con la tercera pregunta, si considera usted que el sistema de alumbrado genera alguna incomodidad visual, el 82,61% respondió que siempre, el 15,22% indicó que casi siempre y el 2,17% manifestó estar indeciso.

Tabla 3.4. Distribución porcentual de las respuestas aportadas por los trabajadores del Hospital Dr. Luis Razetti. Pregunta 4.

Ítem	Pregunta	Suciedad en luminarias	Lámparas dañadas	Ausencia de lámparas	Ausencia de mantenimiento	Ninguna	Total sujetos
4	¿Cuál considera usted que es la causa de la deficiencia del sistema de iluminación?	8	20	8	10	0	46
		17,39%	43,48%	17,39%	21,74%	0,00%	100%

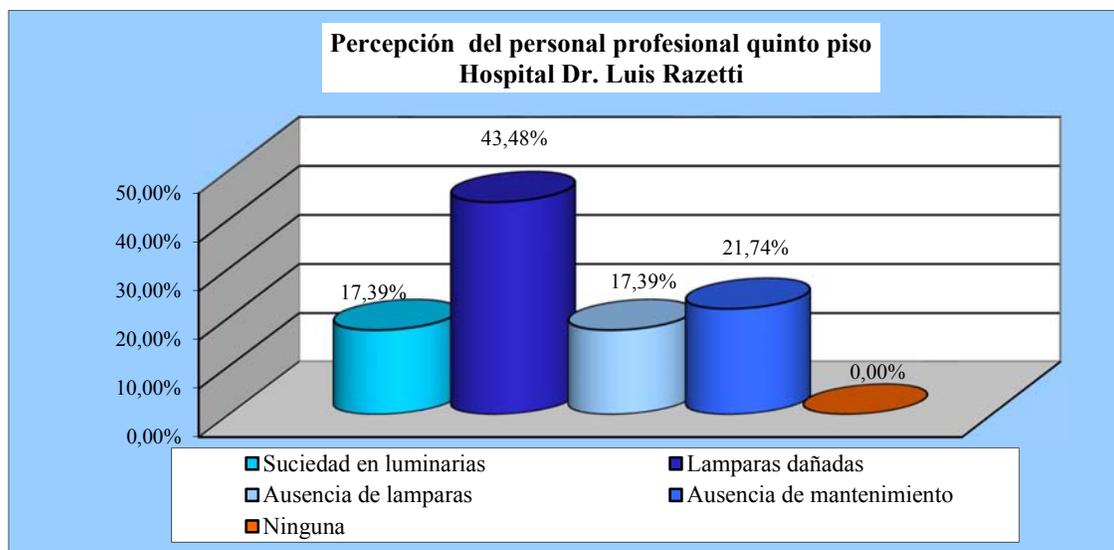


Gráfico 3.4. Respuestas aportadas por los trabajadores del Hospital Dr. Luis Razetti. Preguntado 4. Causa de deficiencia del sistema de iluminación.

En el ítem cuatro donde se hace relación a cuál considera usted es la causa de la deficiencia del sistema de iluminación, 17,39% de los encuestados indicó que suciedad en luminarias, el 43,48% manifestó que las lámparas dañadas, el 17,39% consideró la ausencia de lámparas, el 21,74% estableció que es debido a la ausencia de mantenimiento.

Tabla 3.5. Distribución porcentual de las respuestas aportadas por los trabajadores del Hospital Dr. Luis Razetti. Preguntado 5.

Ítem	Pregunta	Siempre	Casi Siempre	Indeciso	Casi nunca	Nunca	Total sujetos
5	¿Considera usted que en las áreas de recuperación el tipo de iluminación existente brinda confort al paciente?	0	0	1	37	8	46
		0,00%	0,00%	2,17%	80,43%	17,39%	100%

En relación con el ítem cinco, en el cual se consideró si en las áreas de recuperación el tipo de iluminación existente brinda confort al paciente, el 2,17% manifestó estar indeciso, el 80,43% indicó que casi nunca y el 17,39% indicó que nunca.

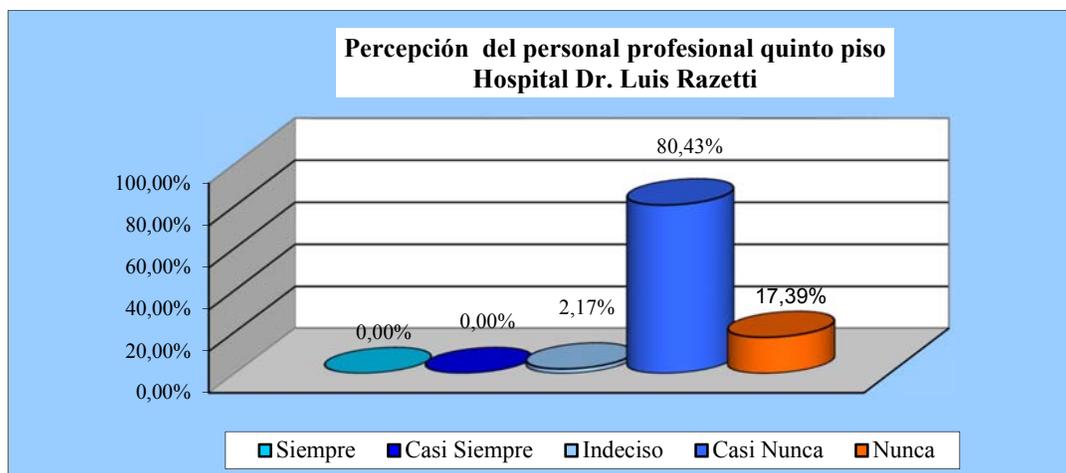


Gráfico 3.5. Respuestas aportadas por los trabajadores del Hospital Dr. Luis Razetti. Pregunta 5. Tipo de iluminación existente y confort del paciente.

Tabla 3.6. Distribución porcentual de las respuestas aportadas por los trabajadores del Hospital Dr. Luis Razetti. Pregunta 6.

Ítem	Pregunta	Siempre	Casi Siempre	Indeciso	Casi nunca	Nunca	Total sujetos
6	¿Considera usted que las luces cialíticas de los quirófanos brindan el flujo lumínico adecuado para intervenciones quirúrgicas?	0	0	3	25	18	46
		0,00%	0,00%	6,52%	54,35%	39,13%	100%

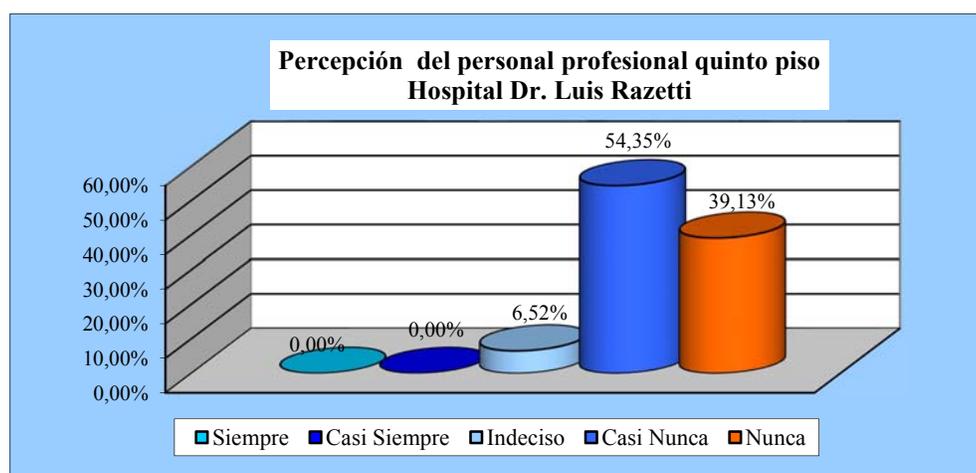


Gráfico 3.6. Respuestas aportadas por los trabajadores del Hospital Dr. Luis Razetti. Pregunta 6. Flujo lumínico adecuado para intervenciones quirúrgicas.

En concordancia con la pregunta 6 considera usted que las luces cialíticas de los quirófanos brindan el flujo lumínico adecuado para intervenciones quirúrgicas, el 6,52% indicó estar indeciso, el 54,35% manifestó que casi nunca y el 39,13% estableció que nunca.

Tabla 3.7. Distribución porcentual de las respuestas aportadas por los trabajadores del Hospital Dr. Luis Razetti. Pregunta 7.

Ítem	Pregunta	Siempre	Casi Siempre	Indeciso	Casi nunca	Nunca	Total sujetos
7	¿Considera usted que se realiza mantenimiento con frecuencia a las luces cialíticas de los quirófanos?	0	0	8	28	10	46
		0,00%	0,00%	17,39%	60,87%	21,74%	100%

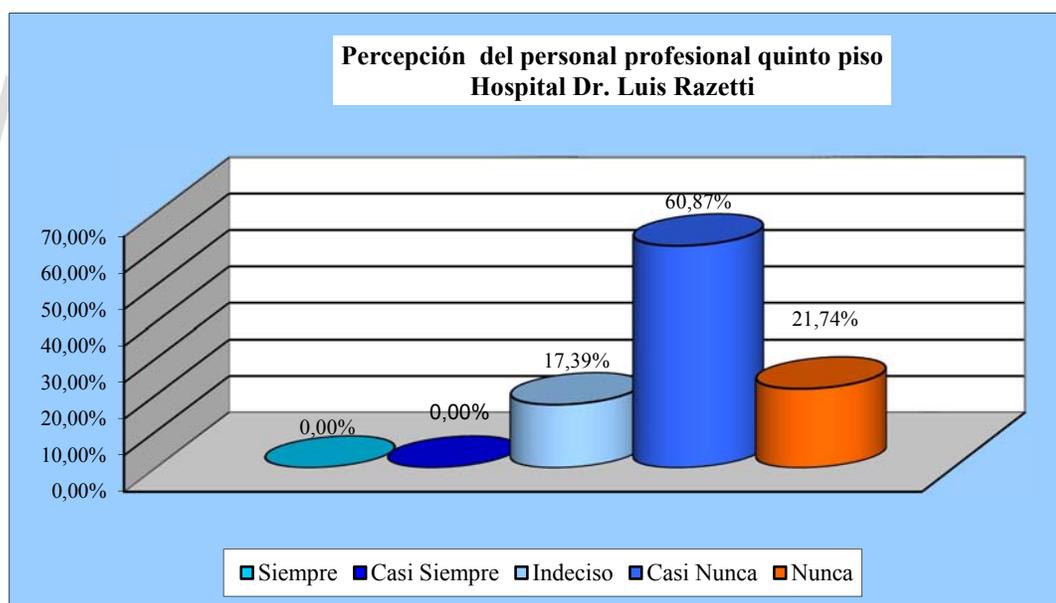


Gráfico 3.7. Respuestas aportadas por los trabajadores del Hospital Dr. Luis Razetti. Pregunta 7. Mantenimiento de luces cialíticas de los quirófanos.

Relacionado con el ítem siete, en el cual se consideró si se realiza mantenimiento con frecuencia a las luces cialíticas de los quirófanos, el 17,39% manifestó estar indeciso, el 60,87% opinó que casi nunca y el 21,74% indicó que nunca.

Tabla 3.8. Distribución porcentual de las respuestas aportadas por los trabajadores del Hospital Dr. Luis Razetti. Pregunta 8.

Ítem	Pregunta	Siempre	Casi Siempre	Indeciso	Casi nunca	Nunca	Total sujetos
8	¿Considera usted que el sistema de iluminación en todas las áreas de quinto piso presenta fallas con regularidad?	30	16	0	0	0	46
		65,22%	34,78%	0,00%	0,00%	0,00%	100%

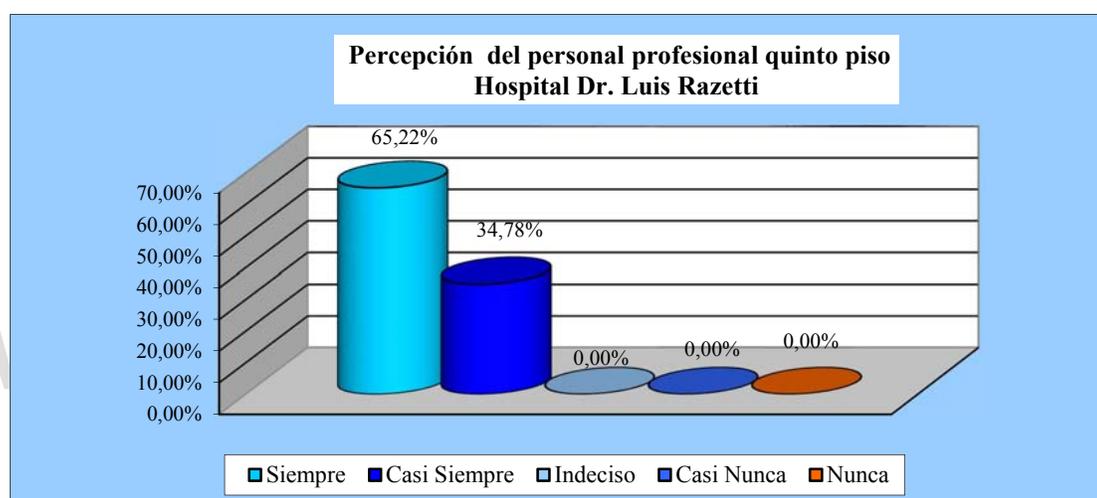


Gráfico 3.8. Respuestas aportadas por los trabajadores del Hospital Dr. Luis Razetti. Pregunta 8. Sistema de iluminación en áreas con fallas.

En lo relacionado con el ítem ocho considera usted que el sistema de iluminación en todas las áreas de quinto piso presenta fallas con regularidad, el 65,22%, manifestó que siempre y el 34,78% de los encuestados opinó que casi siempre se presentan fallas en el sistema de iluminación en las áreas de quinto piso.

A manera de resumen final, y basados en la aplicación de la encuesta N° 1 efectuado al personal médico, especialistas, enfermeras, los mismos resaltaron que los niveles de iluminación dentro de las áreas de trabajo son malos siendo afirmativa esta opinión en un 47,83% de los trabajadores.

En cuanto al nivel de iluminación en áreas comunes pasillos y dormitorios los trabajadores señalaron con un 41,30% que la misma se encuentra en malas condiciones, generando incomodidad visual en un 82,61% de ellos.

Cabe señalar que de acuerdo a la opinión emitida por el personal que labora en la institución hospitalaria la causa de la deficiencia del sistema de iluminación son las lámparas dañadas como se manifiesta en el ítem cuatro de dicha encuesta con un valor crítico del 43,48%, siendo recurrente la suciedad en las mismas y ausencia de mantenimiento.

De igual modo, el personal indica que el tipo de iluminación en las áreas de recuperación casi nunca brinda el confort al paciente siendo esta respuesta común en un 80,43%. Además, en cuanto a las luces cialíticas en los quirófanos el 54,35% considera que casi nunca el flujo lumínico es adecuado para las labores de intervención quirúrgica. En consecuencia, el 60,87% de los encuestados considera que no se realiza frecuentemente mantenimiento a este tipo de luces, convirtiéndose en un área crítica para el personal profesional.

Finalmente es preciso señalar que se evidencia como recurrente las fallas en la iluminación en todas las áreas de quinto piso de acuerdo al ítem 8 de dicha encuesta, resaltando esta problemática en un 65,22% de las respuestas obtenidas

3.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS DE ENCUESTAS REALIZADAS A LOS USUARIOS DEL HOSPITAL DR. LUIS RAZETTI.

De acuerdo a los usuarios, pacientes y acompañantes que visitan el centro hospitalario, la encuesta formulada permitió obtener datos relevantes en el diagnóstico donde se tiene:

Tabla 3.9. Encuesta realizada a los usuarios del Hospital Dr. Luis Razetti.

Ítem	Pregunta	Respuesta
1	¿Cómo considera usted que el servicio de iluminación en las áreas del hospital Dr. Luis Razetti?	El 9,09% manifestó que es bueno, el 16,67% expresó que es normal, el 30,30% opinó regular y el 43,94% indicó que es malo.

Ítem	Pregunta	Respuesta
2	¿En general, como le parece a usted la iluminación en el área de espera del hospital Dr. Luis Razetti?	El 15,15% indicó que es normal, el 22,73% opinó es regular y el 62,12% manifestó que la iluminación en el área de espera es mala.
3	Considera que la iluminación en las escaleras es apropiada para ver personas, objetos y desplazarse con frecuencia en las mismas, se siente seguro?	El 19,70% afirmó que si, mientras que el 80,30% opinó que no, es inseguro.
4	¿Indique una o varias áreas del hospital donde la iluminación es deficiente y usted considere que es una amenaza o riesgo para su seguridad?	El 16,18% estableció que el vestíbulo, el 31,86% opino que en el pasillo, el 22,55% coincidió que en las escaleras, el 20,59% manifestó que el área de espera y un 8,82% de los encuestados resaltó que en los sanitarios.
5	En general, ¿Considera usted que es necesaria las labores de mantenimiento del sistema de iluminación en las áreas del hospital?	Los encuestados opinaron de forma afirmativa en un 100% que son requeridas las labores de mantenimiento del sistema de iluminación en el centro hospitalario.

En relación con la encuesta N°2, los usuarios y visitantes de la instalación hospitalaria manifestaron que el servicio de iluminación de las áreas del hospital es malo evidenciándose en un 43,94% de sus opiniones, estableciendo que en el área de espera de quinto piso la iluminación es mala o deficiente de acuerdo al 62,12% de los encuestados.

Simultáneamente, de acuerdo al ítem 3 los usuarios manifiestan con 80,30% de sus respuestas que la iluminación en las escaleras no es apropiada para desplazarse, por lo que no se sienten seguros. En este orden de ideas, el área donde los mismos consideran que la iluminación es crítica, deficiente es en los pasillos ponderado con un 31,86%.

Tales resultados permiten inferir que para los usuarios y público en general que visita las instalaciones del hospital Dr. Luis Razetti en cada una de sus áreas, el sistema de iluminación es deficiente por lo que coinciden en 100% que es necesario el mantenimiento en todas las áreas, permitiendo reforzar la posibilidad de efectuar una propuesta que permita solventar el problema planteado y evidenciado en las encuestas aplicadas.

CAPÍTULO IV

SITUACIÓN ACTUAL DE LOS SISTEMAS DE ILUMINACIÓN

En este capítulo se analizan y especifican las condiciones actuales del sistema de iluminación de las diversas áreas del centro hospitalario “Dr. Luis Razetti”, mediante la descripción de las luminarias utilizadas, características, tipos de lámparas, así como las mediciones necesarias para efectuar un diagnóstico que permita comparar la condición actual de las áreas con las requeridas en cuanto a la norma COVENIN 2249-93, Iluminancias en tareas y áreas de trabajo.

En este caso, el área de estudio está conformada por el 5to piso, el cual consta de 1770 m² dividido en 4 áreas, área quirúrgica, área de unidad de cuidados intensivos, área de maternidad, área de central de suministros, y el área de emergencia situada en la planta baja con un área aproximado de 406 m²; en cada una de ellas se dividió dicha área en locales según su uso, permitiendo deducir el plano de trabajo. Basados en ellos se procedió a la utilización de la herramienta de medición, un Luxómetro marca LUXMETER MS6610, realizando una cuadrícula para cada área de estudio con una distancia a 1m entre cada división, obteniendo así múltiples valores de iluminancia dados por el luxómetro. La cuadrícula cumple con el objetivo de tener una distribución uniforme del área y así una mejor apreciación de la iluminancia media que presenta el área de estudio, la misma se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$E_m = \sum E_i / N \quad (4.1)$$

Donde:

E_m : Iluminancia media

E_i : Iluminancia dada por el luxómetro

N : Cantidad de medidas

La altura a la cual se realizaron estas medidas dependen el plano de trabajo, por ejemplo, el plano de trabajo de un pasillo es de 0,2m de altura y el plano de trabajo de una oficina es la altura de un escritorio unos 0,8m.

Ya teniendo las medidas del local en forma de cuadrícula es posible calcular la iluminancia media del local y calcular las curvas isolux. Mediante este arreglo es posible crear una matriz en una hoja de cálculo y realizar un gráfico de superficie y 3D, contornos que representen las curvas isolux del local estudiado.

4.1 Cirugía

4.1.1 Área quirúrgica

El área quirúrgica del quinto piso del hospital Dr. Luis Razetti de Barinas cuenta con un área total de 600m² aproximadamente. Esta área del hospital es prácticamente cerrada, no posee ventanas por donde pueda entrar luz natural a las diferentes partes que conforman dicho área. El diseño de la iluminación general está conformado por lámparas fluorescentes en luminarias especulares en su mayoría, para una mejor apreciación de sistemas de iluminación se ha separado en áreas según su propósito así agrupando los espacios de usos similares para una mejor apreciación.

4.1.2 Quirófanos

El Área de cirugía cuenta con cinco quirófanos de los cuales solo cuatro están en condiciones para realizar intervenciones quirúrgicas. El área de cada uno de estos quirófanos oscila entre los 34m² y 12m². Todo el recinto de cirugía cuenta con cielo raso color blanco a una altura de 2,3m, el color de paredes para todos los quirófanos es blanco y cuenta con pisos de granito gris. Todos estos quirófanos están equipados con lámparas fluorescentes con luminarias especulares (sin apantallamiento), lámparas cialíticas de tecnología de halógeno de tungsteno o lámparas cialíticas de tecnología led.

Para realizar el estudio en el quirófano o pabellón A, se muestra a continuación la localización de las lámparas en un plano de planta y la realización de la cuadrícula en el mismo:

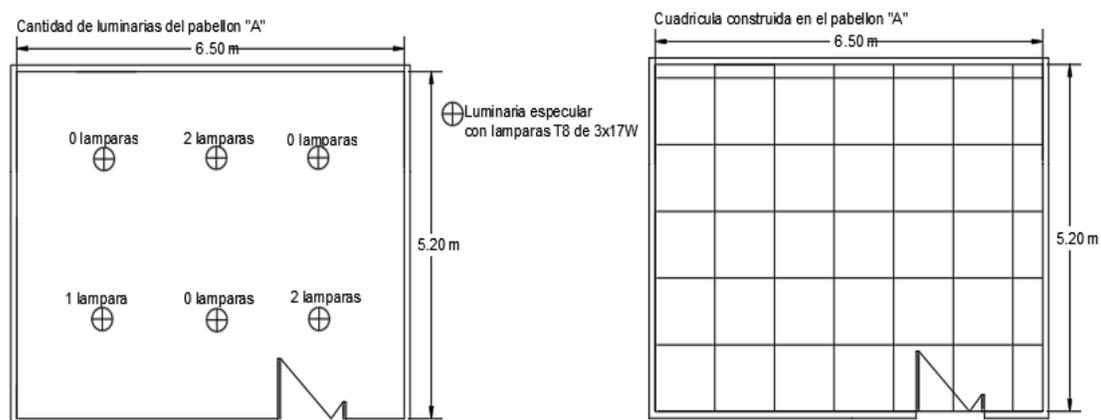


Figura 4.1. Plano de planta quirófano o pabellón

Se observa que este quirófano cuenta con una cantidad de 6 Luminarias tipo especulares instaladas que tienen 3 tubos fluorescentes de 17w cada luminaria, pero solo se encuentran operativos 5 tubos.

La iluminancia media obtenida en este local fue de 54 lux para el sistema de alumbrado general y de 7000 lux para el sistema de iluminación localizado, que comparados con la norma COVENIN 2249-93 se encuentran fuera del rango establecido. A continuación, se observan las curvas isolux obtenidas para la iluminación general:

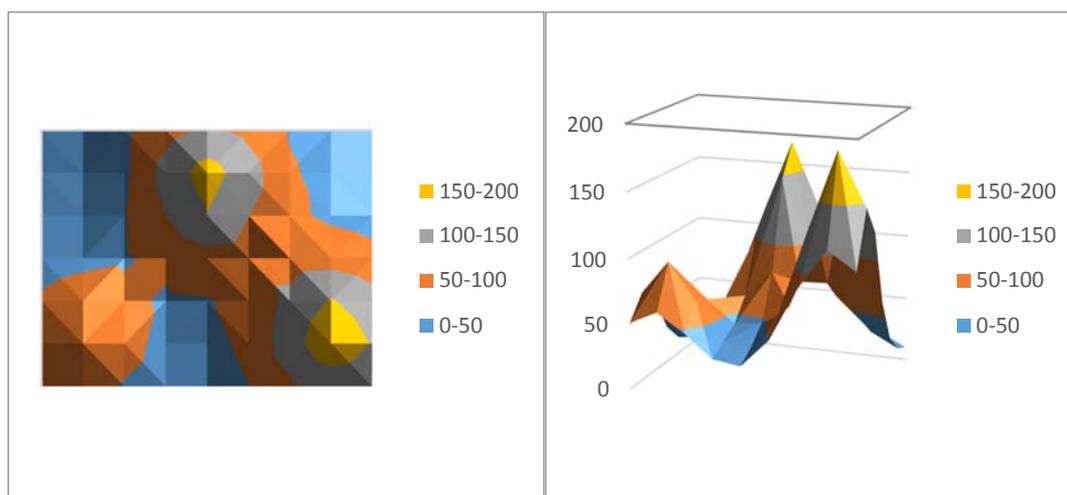


Gráfico 4.1. Grafico 3D y 2D de las curvas isolux del quirófano pabellón "A"

En estas curvas se puede observar que la iluminación en dicho local no es de ninguna manera uniforme, posee zonas con marcada diferencia de iluminación, tanto zonas de alta iluminancia señaladas con el color amarillo justo debajo de las luminarias aun operativas como zonas obviamente oscuras señaladas con el color azul alejadas de las luminarias operativas. De esta manera se obtiene la iluminancia media para cada local y el gráfico que da una idea visual de cómo se distribuye el flujo luminoso en él. A continuación, la descripción del sistema de iluminación instalado:

Tabla 4.1. Sistema de iluminación de quirófanos del área de cirugía Hospital Dr. Luis Razetti.

Área	Erecomendada (Lux)	Cantidad de medidas	Emedia (Lux)	Luminaria Instaladas (Cantidad)	Potencia Instalada (W)	Lámparas operativas	Lámparas Inoperativas	Tipo de Lámpara
Quirófano pabellón A	G 1.000-2.000	56	54	6	306	5	13	18 Tubos fluorescente T5 de 17 W
	L 20.000	10	7.000	13 pétalos	520	2 pétalos	11 pétalos	Luz de quirófano Dai-IchiShomei Co Ltd , modelos AS-08 Y AS-05
Quirófano pabellón B	G 1.000-2.000	40	20	8	408	3	21	24 Tubos fluorescente T5 de 17 W
	L 20.000	10	13.700	13 pétalos	520	2 pétalos	11 pétalos	Luz de quirófano Dai-IchiShomei Co Ltd , modelos AS-08 Y AS-05
Quirófano pabellón C	G 1.000-2.000	40	25	7	357	2	19	21 Tubos fluorescente T5 de 17 W
	L 20.000	10	14.400	13 pétalos	520	7 pétalos	6 pétalos	Luz de quirófano Dai-IchiShomei Co Ltd , modelos AS-08 Y AS-05
Quirófano pabellón D	G 1.000-2.000	37	180	6	306	17	1	18 Tubos fluorescente T5 de 17 W
	L 20.000	10	18.800	300 leds	460	300 leds	12 leds	Lámpara quirúrgica doble de LED marca Bame , modelo UT-6000-LP
Quirófano pabellón E	G 1.000-2.000	10	0	0	0	0	0	0 Tubos fluorescente T5 de 17 W
	L 20.000	10	0	5 pétalos	200	0 pétalos	5 pétalos	Luz de quirófano Dai-IchiShomei Co Ltd , modelo AS-05

4.1.3 Oficinas

Las oficinas destinadas al área de cirugía solo son dos, la de coordinación de Enfermería que cuenta con 9 m² con cielo raso color blanco a 2,3 m de altura, paredes color ámbar y piso de granito gris; y la oficina de Anestesiología y Registros Médicos que se encuentra en el ala de cirugía, la cual posee un área de 15 m² y esta cuenta además con el área de archivos ubicada en el edificio de Central de Suministros con una superficie de 15 m², ambas áreas tienen cielo raso color blanco a 2,3m, paredes color ámbar y blanco y piso de granito color gris. A continuación, la descripción del sistema de iluminación instalado:

Tabla 4.2. Sistema de iluminación de oficinas del área de cirugía Hospital Dr. Luis Razetti.

Área	Erecomendada (Lux)	Cantidad de medidas	Emedia (Lux)	Luminaria Instaladas (Cantidad)	Potencia Instalada (W)	Lámparas operativas	Lámparas Inoperativas	Tipo de Lámpara
Oficinas								
Oficina coordinación de enfermería	200-500	24	37	3	84	1 fluorescente compacta	2 tubos fluorescente	2 tubo fluorescente de 32w 1 fluorescente compacta 20w
Anestesiología y registros médicos	500-1000	7	12*	1	20	0	1	1 fluorescente compacta 20w

*Existe incidencia de luz natural.

4.1.4 Depósitos

Los depósitos o almacenes de suministros ya sea de materiales médicos o quirúrgicos poseen superficies que oscilan entre los 26 m² a los 9 m², cuentan con cielo raso a 2,3 m de altura, paredes color blanco, piso de granito gris. A continuación, la descripción del sistema de iluminación instalado:

Tabla 4.3. Sistema de iluminación de depósitos del área de cirugía Hospital Dr. Luis Razetti.

Área	Erecomendada (Lux)	Cantidad de medidas	Emedia (Lux)	Luminaria Instaladas (Cantidad)	Potencia Instalada (W)	Lámparas operativas	Lámparas Inoperativas	Tipo de Lámpara
Depósitos								
Suministro de materiales estériles	200-500	44	79	4	384	2	10	12 tubo fluorescente de 32w

Área	Erecomendada (Lux)	Cantidad de medidas	Emedia (Lux)	Luminaria Instaladas (Cantidad)	Potencia Instalada (W)	Lámparas operativas	Lámparas Inoperativas	Tipo de Lámpara
Depósito de instrumentos quirúrgicos 1	200-500	22	41	1	64	1	1	2 tubo fluorescente de 32w
Depósito de instrumentos quirúrgicos 1.2	200-500	6	8*	1	20	0	1	1 fluorescente compacta 20w

*Existe incidencia de luz natural.

4.1.5 Dormitorios

El ala de cirugía cuenta con cuatro dormitorios para el personal médico, de los cuales dos son dormitorios individuales y los otros son dormitorios compartidos, sus áreas oscilan entre los 7 a 12 m², todos con cielo raso a 2,3 m de altura, paredes color blanco y ámbar, piso de granito gris. La sala de recuperación de cirugía cuenta con 53 m² albergando a seis camas, con cielo raso a 2,3 m de altura, paredes color ámbar, piso de granito gris.

Además de los dormitorios posee una sala de estar y cocina donde los residentes pueden comer y preparar alimentos, esta sala cocina cuenta con un área de 18 m², cielo raso blanco a 2,3 m de altura, paredes color blanco y ámbar, piso de granito color gris. A continuación, la descripción del sistema de iluminación instalado en las diferentes áreas de dormitorios y sala de estar:

Tabla 4.4. Sistema de iluminación de dormitorios del área de cirugía Hospital Dr. Luis Razetti.

Área	Erecomendada (Lux)	Cantidad de medidas	Emedia (Lux)	Luminaria Instaladas (Cantidad)	Potencia Instalada (W)	Lámparas operativas	Lámparas Inoperativas	Tipo de Lámpara
Dormitorios y salas de descanso y recuperación								
Dormitorio anestesiología 1	100-200	27	56	1	64	1	1	2 tubo fluorescente de 32w
Dormitorio anestesiología 1.2	100-200	15	14*	2	192	0	6	6 tubo fluorescente de 32w
Dormitorio Medico cirujanos 1	100-200	5	8*	1	20	0	1	1 fluorescente compacta 20w
Dormitorio enfermería 1	100-200	6	16*	2	128	0	4	4 tubo fluorescente de 32w

Área	Erecomendada (Lux)	Cantidad de medidas	Emedia (Lux)	Luminaria Instaladas (Cantidad)	Potencia Instalada (W)	Lámparas operativas	Lámparas Inoperativas	Tipo de Lámpara
Sala de estar y cocina 1	100-200	39	183	4	324	5	7	6 tubo fluorescente de 17w 6 tubo fluorescente de 32w
Sala de recuperación cirugía 1	500-1000	78	53	9	864	4	23	27 tubo fluorescente de 32w

*Existe incidencia de luz natural.

4.1.6 Sanitarios y Locker

El área de cirugía posee una sala de locker en la entrada del recinto y sanitarios tanto individuales como compartidos, a su vez estos sirven como zona de vestuario, sus áreas oscilan entre los 2 m² hasta los 13 m², poseen cielo raso a 2,3 m de altura, paredes blancas y piso de granito gris. A continuación, la descripción del sistema de iluminación instalado:

Tabla 4.5. Sistema de iluminación de sanitarios y locker del área de cirugía Hospital Dr. Luis Razetti.

Área	Erecomendada (Lux)	Cantidad de medidas	Emedia (Lux)	Luminaria Instaladas (Cantidad)	Potencia Instalada (W)	Lámparas operativas	Lámparas Inoperativas	Tipo de Lámpara
Sanitarios y Locker								
Locker cirugía 1	200-500	24	54	1	96	1	2	3 tubo fluorescente de 32w
Sanitario dormitorio anestesiología 1	200-500	7	4*	1	20	0	1	1 fluorescente compacta 20w
Sanitario dormitorio anestesiología 1.2	200-500	8	7*	3	148	0	5	1 fluorescente compacta 20w 4 tubo fluorescente de 32w
Sanitario dormitorio enfermería 1	200-500	6	3*	1	20	0	1	1 fluorescente compacta 20w
Sanitario suministro de materiales estériles 1	200-500	6	4*	1	20	0	1	1 fluorescente compacta 20w
Sanitario sala de recuperación cirugía 1	200-500	6	9*	1	20	0	1	1 fluorescente compacta 20w

*Existe incidencia de luz natural.

4.1.7 Faenas

Las áreas de faena son de uso exclusivo del personal quirúrgico, donde almacenan material estéril y limpio o realizan el lavado del material contaminado usado en intervenciones; estas áreas cuentan con una superficie que oscila entre los 6 y 10 m², cielo raso a 2,3 m de altura, paredes blancas y piso de granito gris. A continuación, la descripción del sistema de iluminación instalado:

Tabla 4.6. Sistema de iluminación de faenas del área de cirugía Hospital Dr. Luis Razetti.

Área	Erecomendada (Lux)	Cantidad de medidas	Emedia (Lux)	Luminaria Instaladas (Cantidad)	Potencia Instalada (W)	Lámparas operativas	Lámparas Inoperativas	Tipo de Lámpara
Faena								
Faena limpia 1	200-500	6	14*	1	20	0	1	1 fluorescente compacta 20w
Faena sucia 1	200-500	15	32	1	20	1	0	1 fluorescente compacta 20w

*Existe incidencia de luz natural.

4.1.8 Pasillos

Dentro del área quirúrgica posee diferentes pasillos separados con puertas abatibles o normales, los pasillos oscilan entre los 9 m² a los 122 m², con cielo raso a 2,3m de altura, paredes color cian, piso de granito gris. A continuación, la descripción del sistema de iluminación instalado:

Tabla 4.7. Sistema de iluminación de pasillos del área de cirugía Hospital Dr. Luis Razetti.

Área	Erecomendada (Lux)	Cantidad de medidas	Emedia (Lux)	Luminaria Instaladas (Cantidad)	Potencia Instalada (W)	Lámparas operativas	Lámparas Inoperativas	Tipo de Lámpara
Pasillos								
Pasillo entrada área de cirugía 1	100-200	29	33	2	192	1	5	6 tubo fluorescente de 32w
Pasillo entrada coordinación de enfermería 1	100-200	21	42	2	116	1	3	3 tubo fluorescente de 32w 1 fluorescente compacta 20w
Pasillo central área de cirugía 1	100-200	142	45	10	960	9	21	30 tubo fluorescente de 32w
Pasillo zona de descanso enfermeros y médicos 1	100-200	51	95	5	345	3	12	6 tubo fluorescente de 32w 9 tubo fluorescente de 17w

Área	Erecomendada (Lux)	Cantidad de medidas	Emedia (Lux)	Luminaria Instaladas (Cantidad)	Potencia Instalada (W)	Lámparas operativas	Lámparas Inoperativas	Tipo de Lámpara
Pasillo coordinación enfermería 1	100-200	9	11*	1	20	0	1	1 fluorescente compacta 20w

*Existe incidencia de luz natural.

4.2 Área de unidad de cuidados intensivos UCI.

La Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) del quinto piso del Hospital Dr. Luis Razetti de Barinas cuenta con un área total de 230 m² aproximadamente; esta área del Hospital posee pequeñas ventanas por donde puede entrar luz natural a las diferentes partes que se encuentran junto al perímetro exterior de la edificación, pero aun así estas son muy pequeñas y no proporcionan una gran contribución al sistema de alumbrado, el diseño de la iluminación general está conformado por lámparas fluorescentes en luminarias especulares en gran parte, se procede a dividir en secciones las áreas para una mejor comprensión del sistema de iluminación instalado.

4.2.1 Oficinas

El área de UCI, cuenta con tres oficinas y una sala de reuniones, con una superficie que oscilan entre los 12 y 16 m², con cielo raso a 2,3 m de altura, paredes color blanca y piso de granito. A continuación, la descripción del sistema de iluminación instalado:

Tabla 4.8. Sistema de iluminación de oficinas del área de UCI Hospital Dr. Luis Razetti.

Área	Erecomendada (Lux)	Cantidad de medidas	Emedia (Lux)	Luminaria Instaladas (Cantidad)	Potencia Instalada (W)	Lámparas operativas	Lámparas Inoperativas	Tipo de Lámpara
Oficinas								
Oficina coordinación de enfermería 2	200-500	23	81	2	128	2	2	4 tubo fluorescente de 32w
Oficina 2	200-500	30	75	2	128	2	2	4 tubo fluorescente de 32w
Oficina 2.1	200-500	32	67	2	128	2	2	4 tubo fluorescente de 32w
Sala de reuniones 2	200-500	30	36	1	12	1	0	Bombillo led 12w

4.2.2 Depósito

Este posee un solo almacén de suministros médicos o quirúrgicos de un tamaño de 2,5m², cuentan con cielo raso a 2,3 m de altura, paredes color blanco, piso de granito gris. A continuación, la descripción del sistema de iluminación instalado:

Tabla 4.9. Sistema de iluminación de depósito del área de UCI Hospital Dr. Luis Razetti.

Área	Erecomendada (Lux)	Cantidad de medidas	Emedia (Lux)	Luminaria Instaladas (Cantidad)	Potencia Instalada (W)	Lámparas operativas	Lámparas Inoperativas	Tipo de Lámpara
Depósitos								
Suministro de materiales estériles 2	200-500	10	58	1	20	1	0	1 fluorescente compacta 20w

4.2.3 Dormitorios

El ala UCI cuenta con dos dormitorios para el personal médico, ambos dormitorios son compartidos, sus áreas oscilan entre los 8 a 16 m², con cielo raso a 2,3 m de altura, paredes color blanco, piso de granito gris. La sala de recuperación UCI cuenta con 145 m² albergando a seis camas, con cielo raso a 2,3 m de altura, paredes color ámbar, piso de granito gris. A continuación, la descripción del sistema de iluminación instalado:

Tabla 4.10. Sistema de iluminación de dormitorios del área de UCI Hospital Dr. Luis Razetti.

Área	Erecomendada (Lux)	Cantidad de medidas	Emedia (Lux)	Luminaria Instaladas (Cantidad)	Potencia Instalada (W)	Lámparas operativas	Lámparas Inoperativas	Tipo de Lámpara
Dormitorios y salas de descanso y recuperación								
Dormitorio enfermeras 2	100-200	23	55	1	128	1	3	4 tubo fluorescente de 32w
Dormitorio Médicos 2	100-200	18	28	2	256	1	7	8 tubo fluorescente de 32w
Sala de recuperación UCI	500-1000	105	60	11	1056	11	22	33 tubo fluorescente de 32w

4.2.4 Laboratorio

La unidad de cuidados intensivos posee un pequeño laboratorio para el almacenaje de las tomas de muestras a los pacientes allí reclusos, cuenta con un área de 9 m², cielo raso blanco,

paredes blancas, piso de granito gris. A continuación, la descripción del sistema de iluminación instalado:

Tabla 4.11. Sistema de iluminación de laboratorio del área de UCI Hospital Dr. Luis Razetti.

Área	Erecomendada (Lux)	Cantidad de medidas	Emedia (Lux)	Luminaria Instaladas (Cantidad)	Potencia Instalada (W)	Lámparas operativas	Lámparas Inoperativas	Tipo de Lámpara
Laboratorio								
Laboratorio UCI	500-1000	11	115	1	96	1	2	3 tubo fluorescente de 32w

4.2.5 Sanitarios y locker

El área de cirugía pose una sala de locker y dos sanitarios individuales, su superficie oscila entre los 2 m² hasta los 9 m², poseen cielo raso a 2,3 m de altura, paredes blancas y piso de granito gris, A continuación, la descripción del sistema de iluminación instalado:

Tabla 4.12. Sistema de iluminación de sanitarios del área de UCI Hospital Dr. Luis Razetti.

Área	Erecomendada (Lux)	Cantidad de medidas	Emedia (Lux)	Luminaria Instaladas (Cantidad)	Potencia Instalada (W)	Lámparas operativas	Lámparas Inoperativas	Tipo de Lámpara
Sanitarios y Locker								
Locker UCI	200-500	21	47	2	256	1	7	8 tubo fluorescente de 32w
Sanitario dormitorios UCI	200-500	15	35	1	20	1	0	1 fluorescente compacta 20w
Sanitario sala de recuperación UCI	200-500	6	9*	1	20	0	1	1 fluorescente compacta 20w

*Existe incidencia de luz natural.

4.2.6 Faenas

Esta área de faenas sucia y limpia almacenan material estéril y limpio o realizan el lavado del material contaminado por los pacientes en observación y tratamiento o cirugías, esta cuenta con una superficie que oscila entre los 9 m², cielo raso a 2,3 m de altura, paredes blancas y piso de granito gris y puertas de madera color marrón claro. A continuación, la descripción del sistema de iluminación instalado:

Tabla 4.13. Sistema de iluminación de faenas del área de UCI Hospital Dr. Luis Razetti.

Área	Erecomendada (Lux)	Cantidad de medidas	Emedia (Lux)	Luminaria Instaladas (Cantidad)	Potencia Instalada (W)	Lámparas operativas	Lámparas Inoperativas	Tipo de Lámpara
Faena								
Faena limpia 2	200-500	13	58	1	96	1	2	3 tubo fluorescente de 32w
Faena sucia 2	200-500	8	5*	1	96	0	3	3 tubo fluorescente de 32w

*Existe incidencia de luz natural.

4.2.7 Pasillo

UCI posee un solo pasillo en la zona principal donde se encuentran las oficinas, dormitorios, locker y sanitario, cuenta con una superficie aproximada de 28 m², cielo raso blanco a 2,3m de altura, paredes color blanco y piso de granito color gris. A continuación, la descripción del sistema de iluminación instalado:

Tabla 4.14. Sistema de iluminación de pasillo del área de UCI Hospital Dr. Luis Razetti.

Área	Erecomendada (Lux)	Cantidad de medidas	Emedia (Lux)	Luminaria Instaladas (Cantidad)	Potencia Instalada (W)	Lámparas operativas	Lámparas Inoperativas	Tipo de Lámpara
Pasillo								
Pasillo entrada a oficinas y dormitorios UCI	100-200	70	37	5	640	6	14	20 tubo fluorescente de 32w

4.3 Área de maternidad.

El área de maternidad comprende un área de 580 m² aproximadamente, cuenta con un quirófano para cesáreas, quirófano de curetaje, una sala de parto, sala de pre-parto y recuperación, depósitos de suministros de materiales estériles, dormitorios para médicos y enfermeras, sanitarios individuales y compartidos y una oficina de admisión, todo el recinto cuenta con cielo raso a una altura de 2,3m de altura, paredes de color blanco, piso de granito color gris.

Al igual que el área de cirugía, el recinto posee ventanas (en mal estado o cubiertas dado su deterioro) en algunas habitaciones ubicadas en el perímetro exterior de la edificación, no aportando en gran medida la iluminación necesaria durante el día para la realización de las actividades.

El sistema de iluminación general es de luminarias especulares con lámparas fluorescentes y las lámparas cialíticas existentes en los quirófanos son de halógeno de tungsteno.

Tabla 4.15. Sistema de iluminación del área de maternidad Hospital Dr. Luis Razetti.

Área	Recomendada (Lux)	Cantidad de medidas	Media (Lux)	Luminaria Instaladas (Cantidad)	Potencia Instalada (W)	Lámparas operativas	Lámparas Inoperativas	Tipo de Lámpara
Sala de parto	G 1.000-2.000	25	40	8	512	2	14	16 tubo fluorescente de 32w
Quirófano de cesáreas	G 1.000-2.000	30	38	8	512	2	14	16 tubo fluorescente de 32w
	L 20.000	10	8500	13 pétalos	520	2 pétalos	11 pétalos	Luz de quirófano Dai-IchiShomei Co Ltd , modelos AS-08 Y AS-05
Quirófano curetaje	G 1.000-2.000	30	55	8	512	3	13	16 tubo fluorescente de 32w
	L 20.000	0	0	13 pétalos	520	0 pétalos	13 pétalos	Luz de quirófano Dai-IchiShomei Co Ltd , modelos AS-08 Y AS-05
Oficinas								
Consulta de admisión a sala de parto	200-500	15	62	2	128	2	2	4 tubo fluorescente de 32w
Depósitos								
Suministro de materiales estériles 3	200-500	14	54	1	20	1	0	fluorescente compacta 20w
Deposito 3	200-500	19	48	1	20	1	0	fluorescente compacta 20w
Deposito 3.1	200-500	6	4*	1	20	0	1	fluorescente compacta 20w
Dormitorios y salas de descanso y recuperación								
Dormitorio enfermería 3	100-200	32	62	1	20	1	0	fluorescente compacta 20w
Dormitorio enfermería 3.1	100-200	26	48	1	20	1	0	fluorescente compacta 20w
Dormitorio Medico cirujanos 3	100-200	16	37	1	20	1	0	fluorescente compacta 20w

Área	Erecomendada (Lux)	Cantidad de medidas	Emedia (Lux)	Luminaria Instaladas (Cantidad)	Potencia Instalada (W)	Lámparas operativas	Lámparas Inoperativas	Tipo de Lámpara
Dormitorio Medico cirujanos 3.1	100-200	31	28	1	20	1	0	fluorescente compacta 20w
Sala de Pre-parto y recuperación	500-1000	20	39	12	1152	10	26	36 tubo fluorescente de 32w
Sala de estar y cocina 3	100-200	12	11	3	192	2	4	6 tubo fluorescente de 32w
Sala de obstetricia	500-1000	14	19	5	480	4	13	15 tubo fluorescente de 32w
Sala preparación curetaje	200-500	10	22*	2	102	0	6	6 tubo fluorescente de 17w
Recepción Obstetricia	200-500	10	26*	2	102	0	6	6 tubo fluorescente de 17w
Sanitarios y Locker								
Vestier y locker y sanitario enfermeras 3	200-500	8	12*	5	128	0	7	4 tubo fluorescente de 32w 3 fluorescente compacta 20w
Vestier y locker y sanitario médicos 3	200-500	8	15	5	128	1	6	4 tubo fluorescente de 32w 3 fluorescente compacta 20w
Sanitario sala de estar 3	200-500	5	4*	1	20	0	1	fluorescente compacta 20w
Sanitario sala de preparto y recuperación 3	200-500	6	3*	1	20	0	1	fluorescente compacta 20w
Sanitario sala de preparto y recuperación 3.1	200-500	6	5*	1	20	0	1	fluorescente compacta 20w
Sanitario Consulta de admisión a sala de parto 3	200-500	6	45	1	20	1	0	fluorescente compacta 20w
Sanitario sala de obstetricia	200-500	6	6*	1	20	0	1	fluorescente compacta 20w
Sanitario quirófano de curetaje	200-500	6	33	1	20	1	0	fluorescente compacta 20w
Sanitario de pasillo principal 3	200-500	6	4*	1	20	0	1	fluorescente compacta 20w
Faena								
Faena limpia	200-500	8	42	1	20	1	0	fluorescente compacta 20w
Faena sucia	200-500	8	49	1	20	1	0	fluorescente compacta 20w
Pasillos								
Pasillo principal sala de parto	100-200	184	55	20	1920	10	44	60 tubo fluorescente de 32w

Área	Erecomendada (Lux)	Cantidad de medidas	Emedia (Lux)	Luminaria Instaladas (Cantidad)	Potencia Instalada (W)	Lámparas operativas	Lámparas Inoperativas	Tipo de Lámpara
Aseo								
Cuartos de aseo	100-200	10	4*	0	0	0	0	0
Cuartos de aseo 3	100-200	10	3*	0	0	0	0	0

*Existe incidencia de luz natural.

4.4 Área central de suministros

La central de suministro comprende la edificación central del quinto piso que posee un área aproximado de 360 m², pero en sí, la central de suministro solo ocupa la mitad de esta área, esta central de suministros es la encargada de la esterilización de todos los instrumentos quirúrgicos y almacenaje de los mismos, cuenta con una amplia zona de trabajo, dormitorios, oficina y sanitario. Además, en esta área se encuentra la sala de espera de maternidad y cirugía, tomando en cuenta a los ascensores de personal y público. Todas las áreas presentan con cielo raso a 2,3 m de altura, paredes color blanco y piso de granito gris, esta área de dividió de la siguiente manera para su estudio:

Tabla 4.16. Sistema de iluminación del área de central de suministros Hospital Dr. Luis Razetti.

Área	Erecomendada (Lux)	Cantidad de medidas	Emedia (Lux)	Luminaria Instaladas (Cantidad)	Potencia Instalada (W)	Lámparas operativas	Lámparas Inoperativas	Tipo de Lámpara
Zona de trabajo								
Esterilización central de suministros	500-1000	147	30	9	180	5	4	9 fluorescente compacta 20w
Oficinas								
Banco de osteosíntesis	200-500	15	35	1	20	1	0	1 fluorescente compacta 20w
Central de suministros	200-500	15	12*	1	20	0	1	1 fluorescente compacta 20w
Depósitos								
Depósito de instrumentos de esterilización	200-500	15	7*	1	20	0	1	1 fluorescente compacta 20w
Depósito banco de osteosíntesis	200-500	10	33	1	20	1	0	1 fluorescente compacta 20w
Dormitorios y salas de descanso y recuperación								
Dormitorio central de suministros 1	100-200	20	32	1	20	1	0	1 fluorescente compacta 20w

Área	Erecomendada (Lux)	Cantidad de medidas	Emedia (Lux)	Luminaria Instaladas (Cantidad)	Potencia Instalada (W)	Lámparas operativas	Lámparas Inoperativas	Tipo de Lámpara
Dormitorio central de suministros 2	100-200	14	297	1	12	1	0	1 bombilla led 12w
Cocina central de suministros	100-200	10	5*	1	20	0	1	1 fluorescente compacta 20w
Sanitarios y Locker								
Locker de esterilización	200-500	19	28	1	20	1	0	1 fluorescente compacta 20w
Sanitario esterilización	200-500	25	180	1	12	1	0	1 bombilla led 12w
Sanitario pasillo	200-500	6	4*	1	20	0	1	1 fluorescente compacta 20w
Pasillos								
Pasillo entrada a 5to piso y sala de espera	100-200	164	27	12	1536	6	42	48 tubo fluorescente de 32w
Cuartos de aseo								
Cuartos de aseo 4	100-200	5	3*	1	20	0	1	1 fluorescente compacta 20w
Cuartos de aseo 4.1	100-200	5	4*	1	20	0	1	1 fluorescente compacta 20w

*Existe incidencia de luz natural.

4.5 Área de emergencia

El área de emergencia es un edificio anexo a la estructura principal, el mismo cuenta con un solo piso, el cual se encuentra distribuido en las siguientes áreas: emergencia adultos, emergencia pediátrica, emergencia obstétrica, traumatología, unidad radiológica, sala de yeso, laboratorio de emergencia, 2 quirófanos y 2 consultorios entre otros servicios. Actualmente esta ala de emergencia no está prestando el servicio de forma normal, dado que existe una decisión del gobierno regional de realizar una remodelación al 5^{to} piso de dicha unidad hospitalaria. Por lo tanto, algunas zonas de esta área están cerradas y otras están prestando los servicios que se dan en el área que se está remodelando. Debido a la situación presentada al investigador se le limitó el acceso a ciertas zonas de emergencia.

Tabla 4.17. Sistema de iluminación del área de emergencia Hospital Dr. Luis Razetti

Área	E recomendada (Lux)	Cantidad de medidas	Emedia (Lux)	Luminaria Instaladas	Potencia Instalada (W)	Lámparas operativas	Lámparas Inoperativas	Tipo de Lámpara
Vestíbulo Emergencia	100-200	50	40	9	924	5 bombillos	27 tubos fluorescente	27 Tubos fluorescentes de 32w 1 Bombillos led de 12w

Área	E recomendada (Lux)	Cantidad de medidas	Emedia (Lux)	Luminaria Instaladas	Potencia Instalada (W)	Lámparas operativas	Lámparas Inoperativas	Tipo de Lámpara
Vestíbulo de Unidad de cuidados intensivos pediátricos	100-200	20	5*	7	672	0	21	21 Tubos fluorescentes de 32w
Pasillos	100-200	50	28	5	480	4 tubos fluorescentes	11 tubos fluorescentes	15 Tubos fluorescentes de 32w
Observación Pediátrica	500-1000	50	23	9	444	5 bombillos led	12 tubos fluorescentes	Tubos fluorescentes de 32w Bombillos led de 12w
Observación adultos	500-1000	30	28	3	288	2 tubos fluorescentes	7 tubos fluorescentes	Tubos fluorescentes de 32w
Hospitalización mujeres	200-500	80	49	10	1008	3 tubos fluorescentes, 4 bombillos led	27 tubos fluorescentes	Tubos fluorescentes de 32w Bombillos led de 12w
Consulta de Unidad de cuidados intensivos pediátricos	200-500	30	22	9	612	3 bombillos led	18 tubos fluorescentes	Tubos fluorescentes de 32w Bombillos led de 12w

*Existe incidencia de luz natural.

www.bdigital.ula.ve

CAPÍTULO V

PROPUESTA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LOS SISTEMAS DE ILUMINACIÓN

En este capítulo se plantea la propuesta de un sistema nuevo de iluminación para el centro hospitalario Dr. Luis Razetti, para ello se utilizó como herramienta el programa Dialux Evo 8.0, el cual permitió al investigador efectuar el cálculo y diseño de las áreas estudiadas, adaptando las mismas a los requerimientos de las normas venezolanas COVENIN 2249-93 para instituciones de salud.

Ante la situación planteada, se calculará el índice de eficiencia energética para cada una de las áreas, con el objeto de efectuar la comparación entre el diseño actual y el propuesto, con el fin de demostrar que es factible la disminución de la cantidad de vatios/m² necesarios para el buen funcionamiento del sistema de iluminación en las diferentes áreas que comprenden el estudio.

Posteriormente se determina la potencia asociada al sistema propuesto en contra posición con el actual, con el fin de evaluar los beneficios en cuanto al ahorro en costos por disminución de consumo de energía eléctrica, además de observar la disminución de los costos de operación de dicho sistema, permitiendo a la gerencia de la institución hospitalaria adecuarse con el plan de ahorro energético implementado en la región.

5.1 Área quirúrgica

En esta área se propone el sistema de iluminación localizada SIMEON MEDICAL, que consta de 2 satélites de 31 y 24 pétalos respectivamente, la potencia de cada unidad es de 50 W

y 60 W con un consumo total de 110 W del sistema. Cada satélite cuenta con un flujo luminoso de 160.000 lux y 140.000 lux a 1 metro de distancia con un color de 3.500 K.

5.1.1 Quirófanos

En esta zona se propone la instalación de lámparas tipo panel de 1,20 x 0,60 metros marca general electric modelo BR247A3D, con una temperatura de color de 4.000 K y una potencia de 48 W por panel cuyo flujo luminoso es de 5000 lm, y el índice de rendimiento cromático de 80% ubicadas de forma uniforme de acuerdo a la disposición del mobiliario.

Esta lámpara posee apantallamiento que proporciona una ventaja para la protección de la luminaria ante la regularidad de la limpieza en esta área con agentes químicos y mantiene los sistemas de iluminación de manera hermética evitando cortos circuitos causado por dichos químicos.

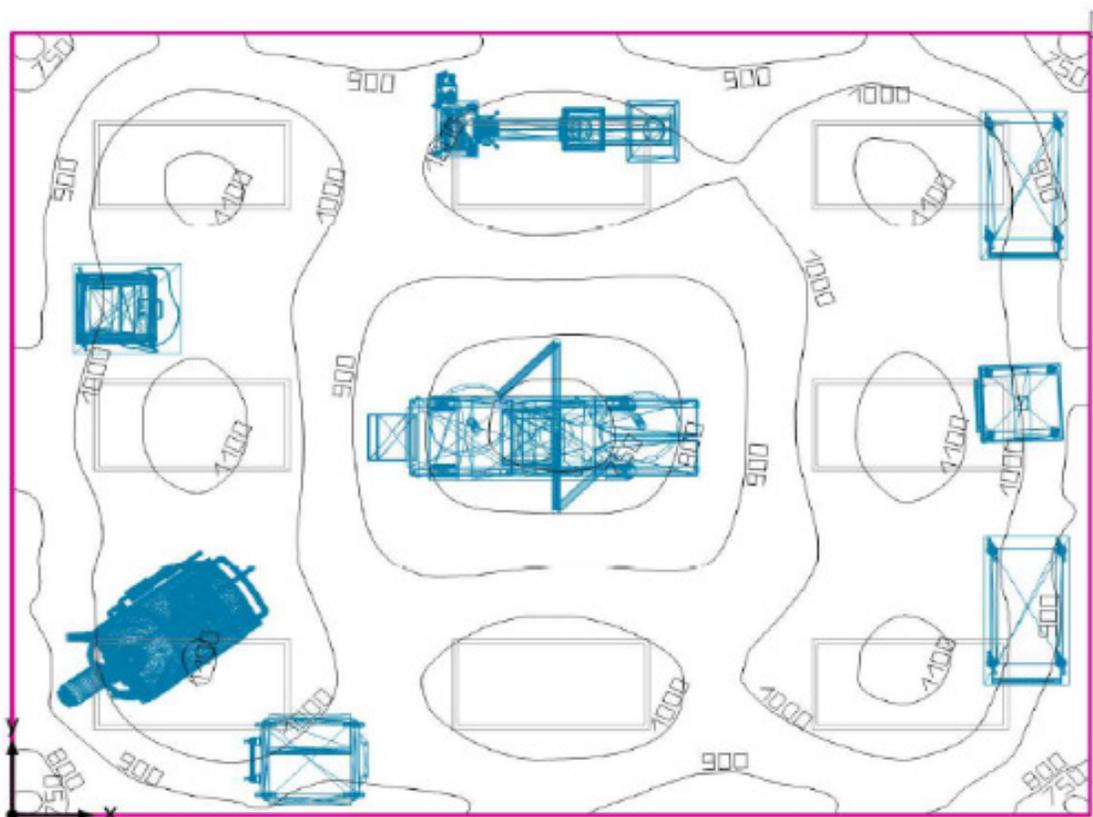


Figura 5.1. Curva Isolux en quirófano pabellón “A”.



Figura 5.2. Diseño del sistema de iluminación en el quirófano de emergencia

5.1.2 Oficinas

En relación a las oficinas, se propone la instalación de luminarias lineales adosadas al techo de 1,20 x 0,1 metros, marca general electric modelo BL447A6DWHITE, con una temperatura de color de 4.000 K y una potencia de 24 W por unidad, flujo luminoso de 2000 lm, y un índice de rendimiento cromático de 80% ubicadas de forma uniforme.

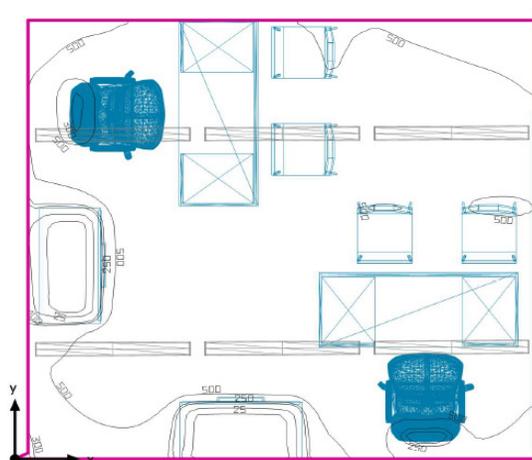


Figura 5.3. Curva Isolux en la oficina de anestesiología y registros médicos.



Figura 5.4. Diseño del sistema de iluminación en oficina de anestesiología y registros médicos

5.1.3 Depósitos

En los depósitos se propone la instalación de lámparas tipo panel adosadas al techo de 0,60 x 0,60 metros, marca general electric modelo BR22X7A3D, con una temperatura de color de 4.000 K y una potencia de 33 W por unidad, cuyo flujo luminoso es de 3350 lm, e índice de rendimiento cromático de 80% ubicadas de forma uniforme.

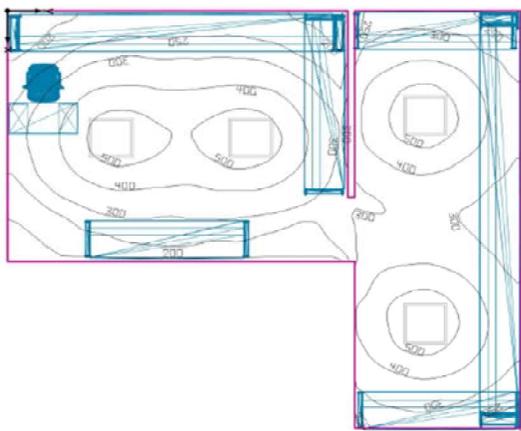


Figura 5.5. Curva Isolux en depósito de suministro de materiales estériles.



Figura 5.6. Diseño del sistema de iluminación en depósito de suministro de materiales estériles

5.1.4 Dormitorios

En relación a los dormitorios se presentan dos tipos de luminarias, la primera destinada a los dormitorios del personal médico, la cual se caracteriza por ser luminarias lineales adosadas al techo de 1,20 x 0,1 metros, marca general electric modelo BL447A6DWHITE, con una temperatura de color de 4.000 K y una potencia de 24 W por unidad, flujo luminoso de 2000 lm, y un índice de rendimiento cromático de 80%.

La segunda luminaria es destinada a las salas de recuperación de pacientes, estas son luminarias tipo panel adosadas al techo de 0,60 x 0,60 metros, marca general electric modelo BR22X7A1V, con una temperatura de color de 3.000 K y una potencia de 33 W por unidad, cuyo flujo luminoso es de 3150 lm, e índice de rendimiento cromático de 80%, este tipo de luminaria se aplica en estas áreas con el objeto de brindar mayor confort a los pacientes en cuanto a la temperatura del color al poseer un efecto relajante, ante su prolongada exposición a la luz artificial.

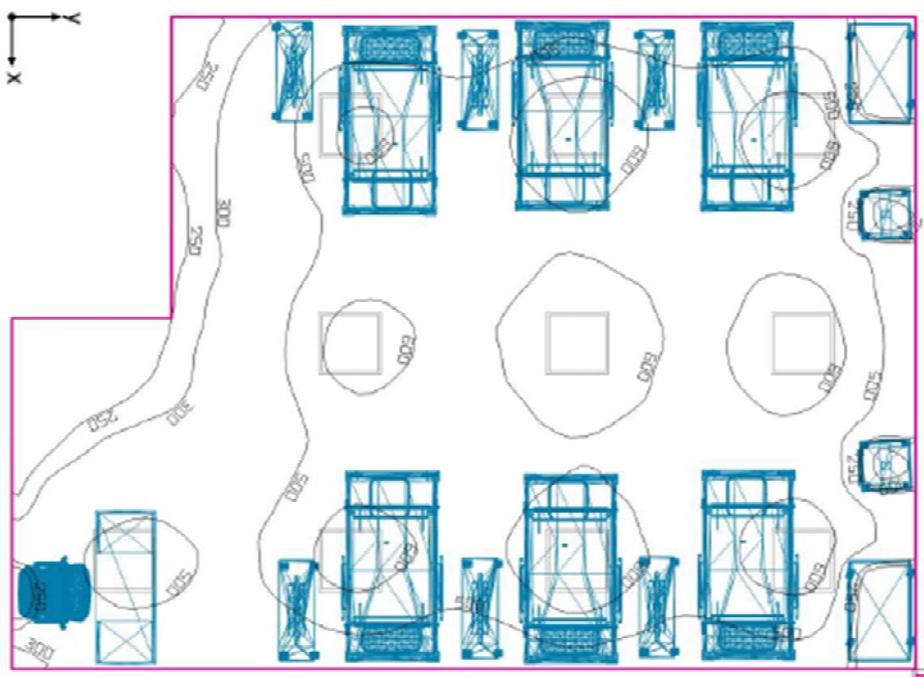


Figura 5.7. Curva Isolux en sala de recuperación cirugía 1.

www.bdigital.ula.ve

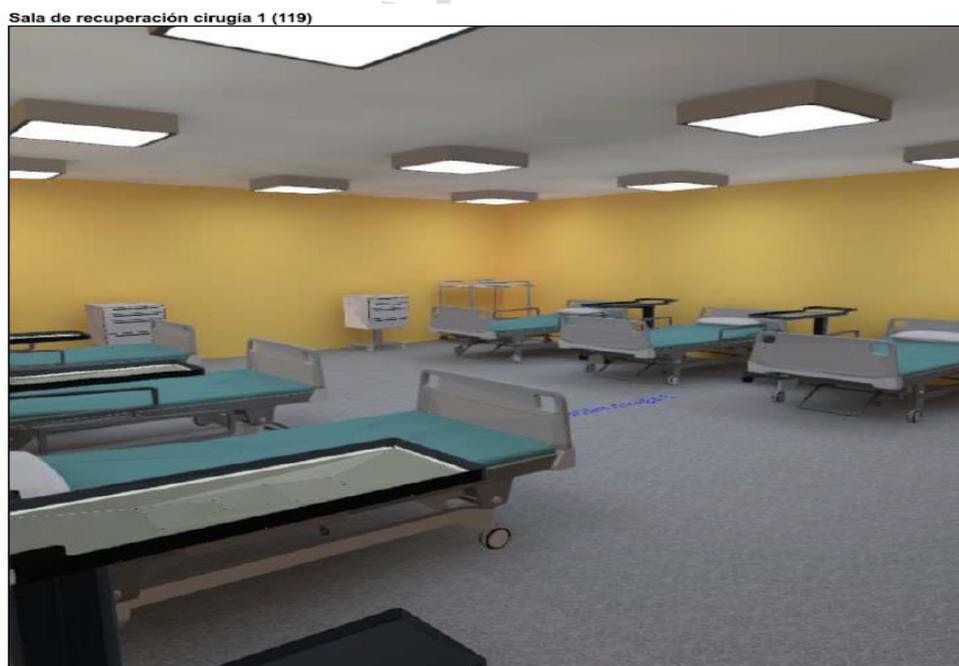


Figura 5.8. Diseño del sistema de iluminación sala de recuperación cirugía 1

5.1.5 Sanitarios y Locker

En cuanto a los sanitarios y locker, se muestran dos tipos de lámparas, la primera considerada para los sanitarios amplios caracterizada por ser luminarias lineales adosadas al techo de 1,20 x 0,1 metros, marca general electric modelo BL447A6DWHTE, con una temperatura de color de 4.000 K y una potencia de 24 W por unidad, flujo luminoso de 2000 lm, y un índice de rendimiento cromático de 80%.

Con relación a la segunda lámpara para los sanitarios individuales se tienen lámparas tipo domo adosadas a pared marca general electric modelo BW373FWOPL, con una temperatura de color de 4.000 K y una potencia de 17 W por unidad cuyo flujo luminoso es de 1500 lm con índice de rendimiento cromático de 80%.

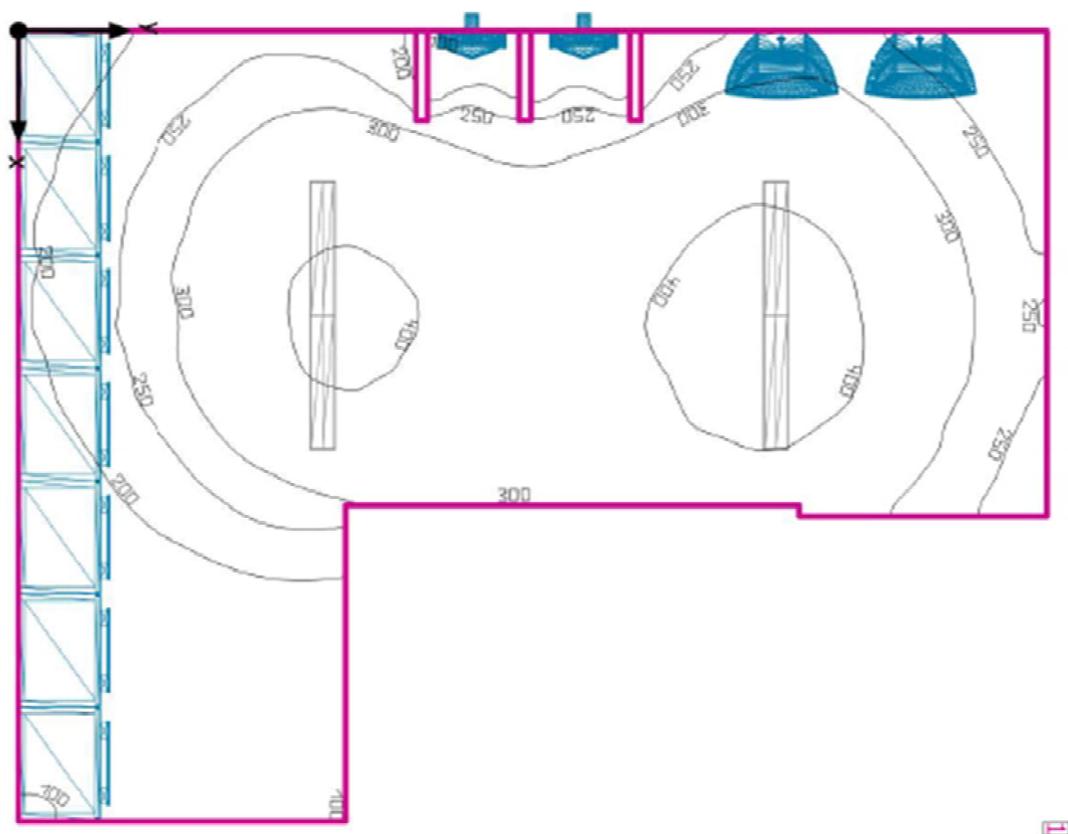


Figura 5.9. Curva Isolux en sanitario dormitorio anestesiología 1.



Figura 5.10. Diseño del sistema de iluminación sanitario dormitorio anestesiología 1

5.1.6 Faenas

En relación a las faenas limpia y sucia se consideró un tipo de lámpara tipo panel adosadas al techo de 0,60 x 0,60 metros, marca general electric modelo BR22X7A3D, con una temperatura de color de 4.000 K y una potencia de 33 W por unidad, cuyo flujo luminoso es de 3350 lm, e índice de rendimiento cromático de 80% ubicadas de forma uniforme.

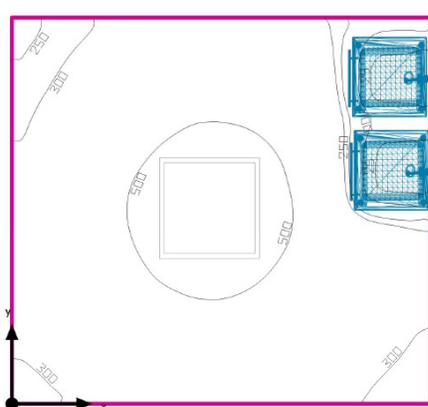


Figura 5.11. Curva Isolux en faena limpia 1.



Figura 5.12. Diseño del sistema de iluminación faena limpia 1

5.1.7 Pasillos

Al respecto se estipula que se utilizarán luminarias tipo lineales adosadas al techo de 1,20 x 0,1 metros, marca general electric modelo BL447A6DWHTE, con una temperatura de color de 4.000 K y una potencia de 24 W por unidad, flujo luminoso de 2000 lm, y un índice de rendimiento cromático de 80%.

Es importante señalar que se anexara en el pasillo central del área de cirugía 2 lámparas tipo panel de 1,20 x 0,60 metros marca general electric modelo BR247A3D, con una temperatura de color de 4.000 K y una potencia de 48 W por panel cuyo flujo luminoso es de 5000 lm, y el índice de rendimiento cromático de 80% con el objeto de optimizar la visibilidad en el área de preparación del personal médico antes del ingreso a quirófano.

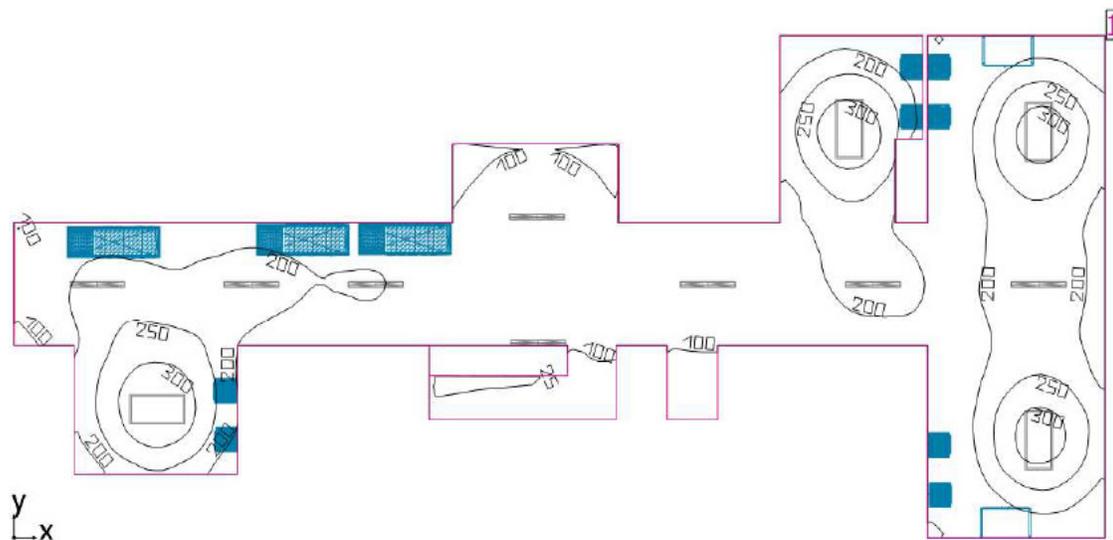


Figura 5.13. Curva Isolux de pasillo central área de cirugía 1.

pasillo central área de cirugía 1 (104)



Figura 5.14. Diseño del sistema de iluminación de pasillo central área de cirugía 1

Tabla 5.1. Sistema de iluminación propuesto para área de cirugía del Hospital Dr. Luis Razetti.

Área	E obtenida(Lx)	E recomendada (Lx)	Lámpara Propuesta	Potencia (W)
Quirófanos				
Quirófano pabellón A	G 967	G 1000 – 2000	8 LÁMPARAS BR247A3D 1195x595 DALI 4000K Wide Beam	384
	L>100.000	L 27000	SIMEON MEDICAL Sim.LED 7000/5000	110
Quirófano pabellón B	G 1182	G 1000 – 2000	10 LÁMPARAS BR247A3D 1195x595 DALI 4000K Wide Beam	480
	L>100.000	L 27000	SIMEON MEDICAL Sim.LED 7000/5000	110
Quirófano pabellón C	G 1035	G 1000 – 2000	8 LÁMPARAS ELECTRIC BR247A3D 1195x595 DALI 4000K Wide Beam	384
	L>100.000	L 27000	SIMEON MEDICAL Sim.LED 7000/5000	110
Quirófano pabellón D	G 1158	G 1000 – 2000	8 LÁMPARAS BR247A3D 1195x595 DALI 4000K Wide Beam	384
	L>100.000	L 27000	SIMEON MEDICAL Sim.LED 7000/5000	110
Quirófano pabellón E	G 1192	G 1000 – 2000	4 LÁMPARAS BR247A3D 1195x595 DALI 4000K Wide Beam	192
Oficinas				
Oficina coordinación de enfermería	342	200-500	2 LÁMPARAS BL447A6ADWHITE 100x1200 DALI 4000K MED	48
Anestesiología y registros médicos	599/698	500-1000	12 LÁMPARAS BL447A6ADWHITE 100x1200 DALI 4000K MED	288
Depósitos				
Suministro de materiales estériles	330	200-500	4 LÁMPARAS BR22X7A3D 622x622 DALI 4000K Wide	132
Depósito de instrumentos quirúrgicos 1	235	200-500	1 LÁMPARA BR22X7A3D 622x622 DALI 4000K Wide	33
Depósito de instrumentos quirúrgicos 1.2	286	200-500	1 LÁMPARA BR22X7A3D 622x622 DALI 4000K Wide	33
Dormitorios y salas de descanso y recuperación				
Dormitorio anestesiología 1	201	100-200	1 LÁMPARA BL447A6ADWHITE 100x1200 DALI 4000K MED	24
Dormitorio anestesiología 1.2	194	100-200	2 LÁMPARAS BL447A6ADWHITE 100x1200 DALI 4000K MED	48
Dormitorio Medico cirujanos 1	218	100-200	1 LÁMPARA BL447A6ADWHITE 100x1200 DALI 4000K MED	24
Dormitorio enfermería 1	199	100-200	2 LÁMPARAS BL447A6ADWHITE 100x1200 DALI 4000K MED	48
Sala de estar y cocina 1	258	100-200	3 LÁMPARAS BL447A6ADWHITE 100x1200 DALI 4000K MED	72

Área	E obtenida(Lx)	E recomendada (Lx)	Lámpara Propuesta	Potencia (W)
Sala de recuperación cirugía 1	518	500-1000	10 LÁMPARAS BR22X7A1V 622x622 1-10V 3000K Wide	330
Sanitarios y Locker				
Locker cirugía 1	212	200-500	2 LÁMPARAS BL447A6ADWHITE 100x1200 DALI 4000K MED	48
Sanitario dormitorio anestesiología 1	296	200-500	1 LÁMPARA BW373FWOPL	17
Sanitario dormitorio anestesiología 1.2	268/332/365	200-500	3 LÁMPARAS BW373FWOPL 2 LÁMPARAS BL447A6ADWHITE 100x1200 DALI 4000K MED	99
Sanitario dormitorio enfermería 1	395/400/412	200-500	3 LÁMPARAS BW373FWOPL	51
Sanitario suministro de materiales estériles 1	247	200-500	1 LÁMPARA BW373FWOPL	17
Sanitario sala de recuperación cirugía 1	240	200-500	1 LÁMPARA BW373FWOPL	17
Faena				
Faena limpia 1	406	200-500	1 LÁMPARA BR22X7A3D 622x622 DALI 4000K Wide	33
Faena sucia 1	273	200-500	1 LÁMPARA BR22X7A3D 622x622 DALI 4000K Wide	33
Pasillos				
Pasillo entrada área de cirugía 1	161	100-200	2 LÁMPARAS BL447A6ADWHITE 100x1200 DALI 4000K MED	48
Pasillo entrada coordinación de enfermería 1	149	100-200	1 LÁMPARA BL447A6ADWHITE 100x1200 DALI 4000K MED	24
Pasillo central área de cirugía 1	230	100-200	8 LÁMPARAS BL447A6ADWHITE 100x1200 DALI 4000K MED 2 LÁMPARAS GENERAL ELECTRIC BR247A3D 1195x595 DALI 4000K	288
Pasillo zona de descanso enfermeros y médicos 1	195	100-200	3 LÁMPARAS BL447A6ADWHITE 100x1200 DALI 4000K MED	72
Pasillo coordinación enfermería 1	131	100-200	1 LÁMPARA BL447A6ADWHITE 100x1200 DALI 4000K MED	24

5.2 Área de unidad de cuidados intensivos UCI

Tabla 5.2. Sistema de iluminación propuesto para área de unidad de cuidados intensivos UCI del Hospital Dr. Luis Razetti.

Área	E obtenida(Lx)	E recomendada (Lx)	Lámpara Propuesta	Potencia (W)
Oficinas				
Oficina coordinación de enfermería 2	483	200-500	5 LÁMPARAS BL447A6ADWHITE 100x1200 DALI 4000K MED	120
Oficina 2	536	200-500	5 LÁMPARAS BL447A6ADWHITE 100x1200 DALI 4000K MED	120
Oficina 2.1	597	200-500	5 LÁMPARAS BL447A6ADWHITE 100x1200 DALI 4000K MED	120
Sala de reuniones 2	525	200-500	4 LÁMPARAS BL447A6ADWHITE 100x1200 DALI 4000K MED	96

Área	E obtenida(Lx)	E recomendada (Lx)	Lámpara Propuesta	Potencia (W)
Depósitos				
Suministro de materiales estériles 2	301	200-500	1 LÁMPARA BW373FWOPL	17
Dormitorios y salas de descanso y recuperación				
Dormitorio enfermeras 2	204	100-200	2 LÁMPARAS BL447A6ADWHITE 100x1200 DALI 4000K MED	48
Dormitorio Médicos 2	186	100-200	1 LÁMPARA BL447A6ADWHITE 100x1200 DALI 4000K MED	24
Sala de recuperación UCI	559	500-1000	30 LÁMPARAS BR22X7A1V 622x622 1-10V 3000K Wide Beam	990
Laboratorio				
Laboratorio UCI	567	500-1000	2 LÁMPARAS BR22X7A3D 622x622 DALI 4000K Wide	66
Sanitarios y Locker				
Locker UCI	288	200-500	2 LÁMPARAS BL447A6ADWHITE 100x1200 DALI 4000K MED	48
Sanitario dormitorios UCI	198	200-500	1 LÁMPARA BW373FWOPL	17
Sanitario sala de recuperación UCI	309	200-500	1 LÁMPARA BW373FWOPL	17
Faena				
Faena limpia 2	301	200-500	1 LÁMPARA BR22X7A3D 622x622 DALI 4000K Wide Beam	33
Faena sucia 2	312	200-500	1 LÁMPARA BR22X7A3D 622x622 DALI 4000K Wide Beam	33
Pasillos				
Pasillo entrada a oficinas y dormitorios UCI	199	100-200	3 LÁMPARAS BL447A6ADWHITE 100x1200 DALI 4000K MED	72

5.3 Área de maternidad

Tabla 5.3. Sistema de iluminación propuesto área de maternidad del Hospital Dr. Luis Razetti.

Área	E obtenida(Lx)	E recomendada (Lx)	Lámpara Propuesta	Potencia (W)
Quirófanos y sala de parto				
Sala de parto	1133	G 1000-2000	8 LÁMPARAS BR247A3D 1195x595 DALI 4000K Wide Beam	384
	L>100.000	L 27.000	SIMEON MEDICAL Sim.LED 7000/5000	110
Quirófano de cesáreas	1135	G 1000-2000	8 LÁMPARAS BR247A3D 1195x595 DALI 4000K Wide Beam	384
	L>100.000	L 27.000	SIMEON MEDICAL Sim.LED 7000/5000	110
Quirófano curetaje	1116	G 1000-2000	8 LÁMPARAS BR247A3D 1195x595 DALI 4000K Wide Beam	384
Oficinas				
Consulta de admisión a sala de parto	509	200-500	4 LÁMPARAS BL447A6ADWHITE 100x1200 DALI 4000K MED	96
Depósitos				
Suministro de materiales estériles 3	256	200-500	1 LÁMPARA BR22X7A3D 622x622 DALI 4000K Wide Beam	33
Deposito 3	213	200-500	1 LÁMPARA BR22X7A3D 622x622 DALI 4000K Wide Beam	33
Deposito 3.1	294	200-500	1 LÁMPARA BR22X7A3D 622x622 DALI 4000K Wide Beam	33
Dormitorios y salas de descanso y recuperación				
Dormitorio enfermería 3	251	100-200	1 LÁMPARA BL447A6ADWHITE 100x1200 DALI 4000K MED	24
Dormitorio enfermería 3.1	156	100-200	1 LÁMPARA BL447A6ADWHITE 100x1200 DALI 4000K MED	24
Dormitorio Medico cirujanos 3	216	100-200	1 LÁMPARA BL447A6ADWHITE 100x1200 DALI 4000K MED	24

Área	E obtenida(Lx)	E recomendada (Lx)	Lámpara Propuesta	Potencia (W)
Dormitorio Medico cirujanos 3.1	232	100-200	2 LÁMPARAS BL447A6ADWHITE 100x1200 DALI 4000K MED	48
Sala de Pre-parto y recuperación	552	500-1000	20 LÁMPARAS BR22X7A1V 622x622 1-10V 3000K Wide Beam	660
Sala de estar y cocina 3	312	100-200	3 LÁMPARAS BL447A6ADWHITE 100x1200 DALI 4000K MED	72
Sala de obstetricia	559	500-1000	6 LÁMPARAS BR22X7A1V 622x622 1-10V 3000K Wide Beam	198
Sala preparación curetaje	421	200-500	2 LÁMPARAS BR22X7A3D 622x622 DALI 4000K Wide Beam	66
Recepción Obstetricia	422	200-500	2 LÁMPARAS BR22X7A3D 622x622 DALI 4000K WideBeam	66
Sanitarios y Locker				
Vestier y locker y sanitario enfermeras	239/438/442/310	200-500	3 LÁMPARAS BW373FWOPL 2 LÁMPARAS BL447A6ADWHITE 100x1200 DALI 4000K MED	99
Vestier y locker y sanitario médicos	294/412/409/298	200-500	3 LÁMPARAS BW373FWOPL 2 LÁMPARAS BL447A6ADWHITE 100x1200 DALI 4000K MED	99
Sanitario sala de estar	268	200-500	1 LÁMPARA BW373FWOPL	17
Sanitario sala de parto y recuperación 3	305	200-500	1 LÁMPARA BW373FWOPL	17
Sanitario sala de parto y recuperación 3.1	271	200-500	1 LÁMPARA BW373FWOPL	17
Sanitario Consulta de admisión a sala de parto 3	410	200-500	1 LÁMPARA BW373FWOPL	17
Sanitario sala de obstetricia	226	200-500	1 LÁMPARA BW373FWOPL	17
Sanitario quirófano de curetaje	197	200-500	1 LÁMPARA BW373FWOPL	17
Sanitario de pasillo principal 3	346	200-500	1 LÁMPARA BW373FWOPL	17
Faena				
Faena limpia 3	464	200-500	1 LÁMPARA BR22X7A3D 622x622 DALI 4000K Wide Beam	33
Faena sucia 3	492	200-500	1 LÁMPARA BR22X7A3D 622x622 DALI 4000K Wide Beam	33
Pasillos				
Pasillo principal sala de parto 3	121	100-200	9 LÁMPARAS BL447A6ADWHITE 100x1200 DALI 4000K MED	216
Pasillo principal sala de parto 3.1	219	100-200	4 LÁMPARAS BL447A6ADWHITE 100x1200 DALI 4000K MED	96
Cuartos de aseo				
Cuartos de aseo 3	152	100-200	1 LÁMPARA BW373FWOPL	17

5.4 Área de central de suministros

Tabla 5.4. Sistema de iluminación propuesto para área de central de suministros del Hospital Dr. Luis Razetti.

Área	E obtenida(Lx)	E recomendada (Lx)	Lámpara Propuesta	Potencia (W)
Zona de trabajo				
Esterilización central de suministros	489/570	500-1000	27 LÁMPARAS BL447A6ADWHITE 100x1200 DALI 4000K MED	648
Oficinas				
Banco de osteosíntesis	485	200-500	2 LÁMPARAS BL447A6ADWHITE 100x1200 DALI 4000K MED	48
Central de suministros	325	200-500	1 LÁMPARA BL447A6ADWHITE 100x1200 DALI 4000K MED	24
Depósitos				
Depósito de instrumentos de esterilización	283	200-500	1 LÁMPARA BL447A6ADWHITE 100x1200 DALI 4000K MED	24
Depósito banco de osteosíntesis	346	200-500	1 LÁMPARA BL447A6ADWHITE 100x1200 DALI 4000K MED	24
Dormitorios y salas de descanso y recuperación				
Dormitorio central de suministros 1	191	100-200	1 LÁMPARA BL447A6ADWHITE 100x1200 DALI 4000K MED	24
Dormitorio central de suministros 2	173	100-200	1 LÁMPARA BL447A6ADWHITE 100x1200 DALI 4000K MED	24
Cocina central de suministros	275	100-200	1 LÁMPARA BL447A6ADWHITE 100x1200 DALI 4000K MED	24
Sanitarios y Locker				
Locker de esterilización	238	200-500	3 LÁMPARAS BL447A6ADWHITE 100x1200 DALI 4000K MED	72
Sanitario esterilización	248	200-500	1 LÁMPARA BW373FWOPL	17
Sanitario pasillo	305	200-500	1 LÁMPARA BW373FWOPL	17
Pasillos				
Pasillo entrada a 5to piso y sala de espera	119	100-200	9 LÁMPARAS BL447A6ADWHITE 100x1200 DALI 4000K MED	216
Cuartos de aseo				
Cuartos de aseo 1	275	100-200	1 LÁMPARA BL447A6ADWHITE 100x1200 DALI 4000K MED	24
Cuartos de aseo 2	287	100-200	1 LÁMPARA BL447A6ADWHITE 100x1200 DALI 4000K MED	24

5.5 Área de emergencia

Tabla 5.5. Sistema de iluminación propuesto para el área de emergencia del Hospital Dr. Luis Razetti.

Área	E obtenida(Lx)	E recomendada (Lx)	Lámpara Propuesta	Potencia (W)
Vestíbulo Emergencia	275	100-200	6 LÁMPARAS BL447A6ADWHITE 100x1200 DALI 4000K MED	144
Vestíbulo Unidad de cuidados intensivos pediátricos	266	100-200	6 LÁMPARAS BL447A6ADWHITE 100x1200 DALI 4000K MED	144
Pasillo	163	100-200	5 LÁMPARAS BL447A6ADWHITE 100x1200 DALI 4000K MED	120

Área	E obtenida(Lx)	E recomendada (Lx)	Lámpara Propuesta	Potencia (W)
Observación Pediátrica	569	500-1000	24 LÁMPARAS BR22X7A1V 622x622 1-10V 3000K Wide Beam	792
Observación adultos	581	500-1000	6 LÁMPARAS BR22X7A1V 622x622 1-10V 3000K Wide Beam	198
Hospitalización mujeres	550	200-500	28 LÁMPARAS BR22X7A1V 622x622 1-10V 3000K Wide Beam	924
Consulta unidad de cuidados intensivos pediátricos	278	200-500	4 LÁMPARAS BL447A6ADWHITE 100x1200 DALI 4000K MED	96

5.6. INDICE DE EFICIENCIA ENERGÉTICA IEE

A continuación, se efectúa el cálculo del Índice de eficiencia energético en cada una de las áreas del quinto piso de la institución hospitalaria con el objeto de demostrar que el sistema propuesto permite la disminución considerable del consumo de energía sin reducir el confort de los trabajadores y usuarios del centro de salud.

Es importante señalar que mientras el valor de este índice sea inferior a 5.5 w/m^2 , se considerará que el sistema de iluminación es eficiente, valor recomendado por el COMITÉ ESPAÑOL DE ILUMINACION en su Guía técnica de eficiencia energética en iluminación (Hospitales y centros de atención primaria). Considerando las áreas del sistema actual y el sistema propuesto se efectúa el cálculo del Índice de eficiencia energética de la siguiente forma:

5.6.1 IEE área quirúrgica

Tabla 5.6. IEE del sistema de iluminación del área quirúrgica del Hospital Dr. Luis Razetti.

Área	VIEE (Potencia instalada) [w/m2]	VIEE (Potencia usada) [w/m2]	VIEE (Sistema propuesto) [w/m2]	Área	VIEE (Potencia instalada) [w/m2]	VIEE (Potencia usada) [w/m2]	VIEE (Sistema propuesto) [w/m2]
Quirófano pabellón A	16,63	4,62	1,16	Sala de estar y cocina	9,78	3,98	1,54
Quirófano pabellón B	60,35	7,54	1,20	Sala de recuperación cirugía	30,47	4,51	1,19
Quirófano pabellón C	45,47	4,33	1,18	Locker cirugía	13,02	4,34	1,65
Quirófano pabellón D	5,69	5,37	1,11	Sanitario dormitorio anestesiología 1	112,04	0	2,25
Quirófano pabellón E	0	0	1,31	Sanitario dormitorio anestesiología 2	158,79	0	2,65

Área	VIEE (Potencia instalada) [w/m2]	VIEE (Potencia usada) [w/m2]	VIEE (Sistema propuesto) [w/m2]	Área	VIEE (Potencia instalada) [w/m2]	VIEE (Potencia usada) [w/m2]	VIEE (Sistema propuesto) [w/m2]
Oficina coordinación de enfermería	23,79	9,06	1,47	Sanitario dormitorio enfermería	197,23	0	7,54
Anestesiología y registros médicos	11,87	0	1,83	Sanitario suministro de materiales estériles	101,01	0	2,08
Anestesiología y registros médicos	3,85	1,92	1,29	Sanitario sala de recuperación cirugía	96,61	0	2,05
Suministro de materiales estériles	18,14	3,02	1,49	Faena limpia	22,89	0	1,30
Depósito de instrumentos quirúrgicos 1	12,44	6,22	1,11	Faena sucia	6,16	6,16	1,19
Depósito de instrumentos quirúrgicos 2	25,98	0	1,19	pasillo entrada área de cirugía	32,55	5,42	1,66
Dormitorio anestesiología 1	14,65	7,32	1,53	pasillo entrada coordinación de enfermería	29,79	5,13	1,73
Dormitorio anestesiología 2	117,11	0	2,11	pasillo central área de cirugía	17,45	5,23	1,02
Dormitorio Medico cirujanos	30,30	0	1,33	Pasillo zona de descanso enfermeros y médicos	20,17	2,98	2,05
Dormitorio enfermería	44,94	0	1,35	pasillo coordinación enfermería	19,52	0	1,96

5.6.2 IEE área unidad de cuidados intensivos UCI

Tabla 5.7. IEE del sistema de iluminación del área UCI del Hospital Dr. Luis Razetti.

Área	VIEE (Potencia instalada) [w/m2]	VIEE (Potencia usada) [w/m2]	VIEE (Sistema propuesto) [w/m2]	Área	VIEE (Potencia instalada) [w/m2]	VIEE (Potencia usada) [w/m2]	VIEE (Sistema propuesto) [w/m2]
Oficina coordinación de enfermería 2	9,42	4,71	1,48	Laboratorio UCI	9,72	3,24	1,35
Oficina 2	11,51	5,75	1,51	Locker UCI	62,24	7,78	1,90
Oficina 2.1	14,62	7,31	1,53	Sanitario dormitorios UCI	13,47	21,56	2,02
Sala de reuniones 2	2,76	2,76	1,51	Sanitario sala de recuperación UCI	92,59	0	2,29
Suministro de materiales estériles 2	14,13	14,13	2,31	Faena limpia 2	19,00	6,33	1,25

Área	VIEE (Potencia instalada) [w/m2]	VIEE (Potencia usada) [w/m2]	VIEE (Sistema propuesto) [w/m2]	Área	VIEE (Potencia instalada) [w/m2]	VIEE (Potencia usada) [w/m2]	VIEE (Sistema propuesto) [w/m2]
Dormitorio enfermeras 2	13,87	3,46	1,40	Faena sucia 2	230,76	0	1,27
Dormitorio Médicos 2	104,60	13,07	1,47	Pasillo entrada a oficinas y dormitorios UCI	60,14	18,04	1,25
Sala de recuperación UCI	12,19	4,06	1,22				

5.6.3 IEE Área de maternidad

Tabla 5.8. IEE del sistema de iluminación del área de maternidad del Hospital Dr. Luis Razetti.

Área	VIEE (Potencia instalada) [w/m2]	VIEE (Potencia usada) [w/m2]	VIEE (Sistema propuesto) [w/m2]	Área	VIEE (Potencia instalada) [w/m2]	VIEE (Potencia usada) [w/m2]	VIEE (Sistema propuesto) [w/m2]
Sala de parto	42,13	5,26	1,11	Recepción Obstetricia	29,49	0	1,32
Quirófano de cesáreas	44,35	5,54	1,11	Vestier y locker y sanitario enfermeras 3	38,36	0	0,98
Quirófano curetaje	32,64	6,12	1,20	Vestier y locker y sanitario médicos 3	51,09	12,77	1,67
Consulta de admisión a sala de parto	2,71	8,67	1,58	Sanitario sala de estar 3	173,61	0	2,20
Suministro de materiales estériles 3	3,11	3,11	1,08	Sanitario sala de preparto y recuperación 3	277,77	0	2,32
Sala preparación curetaje	35,80	0	1,21	Cuartos de aseo 3	0	0	3,76
Deposito 3	3,15	3,15	1,17	Sanitario sala de preparto y recuperación 3.1	138,88	0	2,17
Deposito 3.1	56,11	0	1,25	Sanitario Consulta de admisión a sala de parto 3	29,62	29,62	2,76
Dormitorio enfermería 3	5,39	5,39	1,59	Sanitario sala de obstetricia	92,59	0	2,08
Dormitorio enfermería 3.1	4,07	4,07	1,50	Sanitario quirófano de curetaje	14,02	14,02	1,99
Dormitorio Medico cirujanos 3	7,50	7,50	1,54	Sanitario de pasillo principal 3	238,09	0	2,33
Dormitorio Medico cirujanos 3.1	4,85	4,85	1,40	Faena limpia	9,92	9,92	1,48
Sala de Pre-parto y recuperación	31,02	8,61	1,25	Faena sucia	9,11	9,11	1,49
Sala de estar y cocina 3	142,60	47,53	1,88	Pasillo principal sala de parto 3	22	3,91	1,50
Sala de obstetricia	91,26	24,33	1,27	Pasillo principal sala de parto 3.1	42,16	5,62	2,11

5.6.4. IEE Área de central de suministros

Tabla 5.9. IEE del sistema de iluminación del área de central de suministros del Hospital Dr. Luis Razetti.

Área	VIEE (Potencia instalada) [w/m2]	VIEE (Potencia usada) [w/m2]	VIEE (Sistema propuesto) [w/m2]	Área	VIEE (Potencia instalada) [w/m2]	VIEE (Potencia usada) [w/m2]	VIEE (Sistema propuesto) [w/m2]
Esterilización central de suministros	6,61	3,67	1,46	Cocina central de suministros	78,43	0	1,71
Banco de osteosíntesis	9,27	9,27	1,60	Locker de esterilización	4,29	4,29	1,81
Central de suministros	43,29	0	1,91	Sanitario esterilización	2,08	3,47	2,14
Depósito de instrumentos de esterilización	59,52	0	1,76	Sanitario pasillo	210,08	0	2,34
Depósito banco de osteosíntesis	16,20	16,20	1,85	Pasillo entrada a 5to piso y sala de espera	45,44	5,68	1,45
Dormitorio central de suministros 1	0,80	0,80	1,49	Cuartos de aseo 4	197,23	0	2,58
Dormitorio central de suministros 2	4,05	4,05	1,49	Cuartos de aseo 4.1	166,66	0	2,78

5.6.5. IEE área de emergencia

Tabla 5.10. IEE del sistema de iluminación del área de emergencia del Hospital Dr. Luis Razetti.

Área	VIEE (Potencia instalada) [w/m2]	VIEE (Potencia usada) [w/m2]	VIEE (Sistema propuesto) [w/m2]
Vestíbulo Emergencia	19,82	2,67	0,93
Vestíbulo Unidad de cuidados intensivos pediátricos	320	0	1,28
Pasillos	32,345	5,12	1,38
Observación Pediátrica	27,57	3,72	1,98
Observación adultos	42,85	9,52	1,41
Hospitalización mujeres	13,06	1,95	1,12
Consulta unidad de cuidados intensivos pediátricos	109,09	6,81	1,43
Vestíbulo Emergencia	19,82	2,67	0,93
Vestíbulo Unidad de cuidados intensivos pediátricos	320	0	1,28

5.7. DEMANDA DE POTENCIA DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN ACTUAL Y PROPUESTO.

La demanda del sistema actual se obtiene a través de la suma de la potencia de cada una de las lámparas ubicadas en las áreas de estudio descritas anteriormente.

5.7.1. Demanda del sistema de iluminación Actual

Tabla 5.11. Potencia actual de las luminarias instaladas

Cantidad de lámparas	Tipo de lámparas	Potencia (W)	Potencia Total
558	Tubular fluorescente T8 (1,20 cm)	32	17.856
105	Tubular fluorescente T5 (60 cm)	17	1.785
57	fluorescente compacta (Ahorrador)	20	1.140
24	Bombillas leds	12	288
70 pétalos	Lámparas Cialíticas Halógena de tungsteno	50	3500
2	Lámparas cialíticas led	230 leds	460
Total			25.029

5.7.2. Demanda del sistema de iluminación propuesto

Tabla 5.12. Potencia de las luminarias propuestas

Cantidad de lámparas	Tipo de lámparas	Potencia (W)	Potencia Total
169	Lámparas BL447A6ADWHTe 100x1200 DALI 4000K MED	24	4.056
66	Lámparas BR247A3D 1195x595 DALI 4000K Wide Beam	48	3.168
124	Lámparas BR22X7A1V 622x622 1-10V 3000K Wide Beam	33	4.092
28	Lámparas BW373FWOPL	17	476
21	Lámparas BR22X7A3D 622x622 DALI 4000K Wide Beam	33	693
7	Lámparas cialíticas SIMEON MEDICAL Sim.LED 7000/5000	110	770
Total			13.225

En este sentido el código eléctrico nacional establece usar un factor de demanda del cien por ciento (100%) para la iluminación por lo que la demanda máxima se obtiene mediante la ecuación:

$$D_{\text{máx}} = F_{\text{dem}} * \text{carga conectada} \quad (5.1)$$

Por lo tanto, para cada uno de los casos la demanda máxima será:

$$D_{\text{máx actual}} = 1 * 25.029 \text{ W} = 25,03 \text{ kW}$$

$$D_{\text{máx propuesta}} = 1 * 13.225 \text{ W} = 13,23 \text{ kW}$$

Basado en los resultados obtenidos se observa una disminución considerable del 47,14 % del consumo de potencia.

5.8. ESTUDIO DEL CONSUMO ENERGÉTICO Y ECONÓMICO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN ACTUAL Y PROPUESTO.

El estudio del consumo energético y económico de los sistemas de iluminación tanto actual como propuesto, está definido por la cantidad de horas diarias que se labora, considerando para ello las 24 horas del día lo cual es equivalente a 8760 horas anuales, al multiplicar la demanda máxima por estas horas se obtiene el consumo anual del sistema en kilovatios horas; puesto que se requiere el costo anual por consumo se considera el precio del kilo vatio hora en 28.36 Bs/kW para demandas que superen los 10.000 kVA, de acuerdo a lo publicado en la gaceta oficial 37.415 el 3 de abril del 2002.

Tabla 5.13. Costo anual del sistema de iluminación actual

Demanda Máxima Actual (kW)	Consumo anual del sistema (kWh)	Costo por consumo (BsF/kWh)	Costo anual por consumo (BsF)
25,03	219.262,8	28,36	6.218.293

Tabla 5.14. Costo anual del sistema de iluminación propuesto

Demanda Máxima Propuesta (kW)	Consumo anual del sistema (kWh)	Costo por consumo (BsF/kWh)	Costo anual por consumo (BsF)
13,23	115.894,8	28,36	3.286.776,52

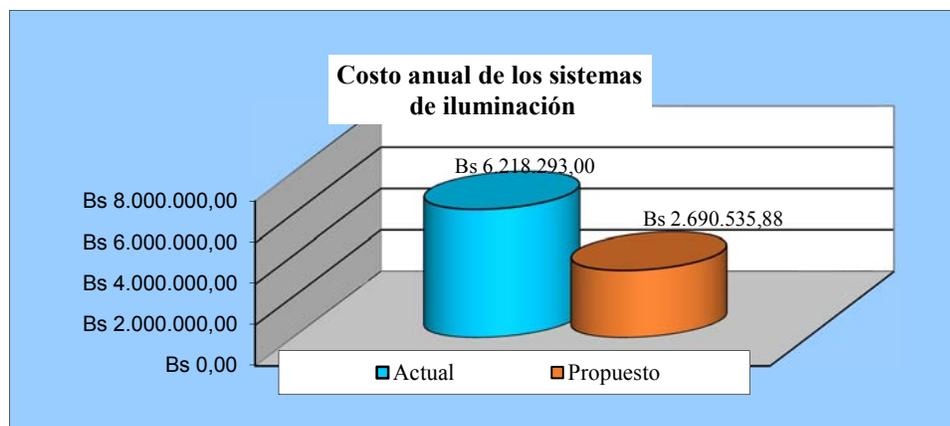


Gráfico 5.1. Comparación de costos anuales de los sistemas de iluminación actual y propuesto del Hospital Dr. Luis Razetti.

5.9 ANÁLISIS ECONÓMICO DEL SISTEMA ACTUAL Y PROPUESTO

El análisis económico de los sistemas de iluminación está determinado por los costos de inversión inicial y de costos de operación de dichos sistemas. Utilizando el Costo anual uniforme equivalente (CAUE) se logra visualizar los costos anuales de que generan dichos equipos en una serie de pagos uniforme en toda su vida útil, si se considera de esta manera los costos es evidente que elegir el costo más bajo garantiza el sistema que generará menos egresos por ende más económico.

Basado en esta premisa se realiza el análisis económico del sistema actual y propuesto utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{CAUE} = \text{Costo inicial} * \left(\frac{A}{P}, i\%, n \right) + \text{costo anual} \quad (2.6)$$

$$\left(\frac{A}{P}, i\%, n \right) = \frac{i * (1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \quad (2.7)$$

Para sustentar dicho cálculo fue requerida la búsqueda de los costos de cada lámpara o luminaria en diversos catálogos del mercado. Actualmente de acuerdo a la restringida gama de proveedores las referencias en costos fueron dadas por la página de compras y ventas Amazon.com donde ofrecen lámparas y luminarias con características similares a las propuestas.

Dicha decisión fue tomada debido a que compañía general electric no emite cotizaciones por las fluctuaciones diarias de precios en casas de cambio nacionales e internacionales de igual forma, los cálculos son efectuados en conformidad con el Banco Central de Venezuela con el Convenio Cambiario N° 39 (DICOM), según Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela, N° 41.329 de fecha 26 de enero de 2018, cuyo valor es de 80.000,00 Bs/M.E. para la fecha del 26 de mayo del 2018.

Tabla 5.15. Cotización del sistema de iluminación actual

Cantidad de lámparas	Tipo de lámparas	Costo unidad \$	Costo total \$	Costo total Bs.
186	Lámpara especular T8,incluyendo tubos y balastro	50	9.300	744.000.000
61	Lámpara especular T5,incluyendo tubos y balastro	50	3.050	244.000.000
1	Lámparas Cialíticas Halógena de tungsteno	2.000	2.000	160.000.000
5	Lámparas Cialíticas Halógena de tungsteno	7.000	35.000	2.800.000.000
1	Lámparas Cialíticas led	8.000	8.000	640.000.000
TOTAL			57.350	4.588.000.000

Tabla 5.16. Cotización del sistema de iluminación propuesto

Cantidad de lámparas	Tipo de lámparas	Costo unidad \$	Costo total \$	Costo total Bs.
169	LAMPARAS SleekLighting 1x1,2 4000K 2100Lm 20W parte 40132	35	5.915	473.200.000
124	LAMPARAS ASD 60x60 3000K 2970Lm 40W parte ASD-DLP22D4050	35	4340	347.200.000
66	LAMPARASASD LED Panel 2x4 3500K 4400Lm 40W parte ASD-DLP24D4035HE Case	57	3762	300.960.000
28	LAMPARAS Quest 40cm cúpula 5000K 1000Lm 15W parte Q-LED-DSK-6-15W	9	252	20.160.000
21	LAMPARAS ASD 60x60 4000K 2970Lm 40W parte ASD-DLP22D4050	35	735	58.800.000
1	Lámparas Cialíticas SIMEON MEDICAL Sim.LED 5000	3.500	3.500	280.000.000
6	Lámparas Cialíticas SIMEON MEDICAL Sim.LED 7000/5000	8.000	48.000	3.840.000.000
TOTAL			66.504	5.320.320.000

El sistema de iluminación actual del Hospital Luis Razetti, se caracteriza por poseer una vida útil de 11.000 horas que es dato suministrado por el fabricante, lo cual equivale a un total de

1.25 años, para el cálculo del costo anual, asimismo se utilizó una tasa de interés del 24% valor estipulado bajo reglamento de la Banca en el estado venezolano, aplicando estos datos junto a los costos de compra y funcionamiento de los equipos en valor de dólares para facilitar el cálculo se obtiene:

$$CAUE_{\text{actual}} = \text{Costo inicial}_{\text{actual}} * \left(\frac{A}{P}, i\%, n \right) + \text{costo anual}_{\text{actual}}$$

$$CAUE_{\text{actual}} = 57.350 \$ * \left(\frac{A}{P}, 24\%, 1 \right) + 77,72 \$$$

$$CAUE_{\text{actual}} = 71.191,72 \$$$

Ahora bien, con respecto al sistema de iluminación propuesto se consideró lámparas led, las cuales se caracterizan por poseer una vida útil de 50.000 horas, equivalente a 6 años.

$$CAUE_{\text{propuesta}} = \text{Costo inicial}_{\text{propuesta}} * \left(\frac{A}{P}, i\%, n \right) + \text{costo anual}_{\text{propuesta}}$$

$$CAUE_{\text{propuesta}} = 66.504 \$ * \left(\frac{A}{P}, 24\%, 6 \right) + 41,08 \$$$

$$CAUE_{\text{propuesta}} = 22.058,83 \$$$

$$CAUE_{\text{propuesta}} < CAUE_{\text{actual}}$$

Basados en el cálculo de CAUE se tiene que el sistema propuesto es menor, permitiendo inferir que la aplicación del mismo no solo garantizaría un mejor servicio para los trabajadores y usuarios del centro hospitalario, sino que se convierte en una opción económica ventajosa para la gerencia permitiendo disminuir los costos en mantenimiento correctivo del sistema instalado, cumpliendo con las condiciones de ahorro energético y la normativa en cuanto a instalaciones hospitalarias dispuestas en la legislación venezolana.

CONCLUSIONES

En el diagnóstico situacional, se logró establecer e identificar que existe marcada insatisfacción en los trabajadores y usuarios con respecto al sistema de iluminación actual del centro hospitalario, dicho diagnóstico se efectuó basado en dos encuestas, la primera aplicado para conocer las percepciones de los trabajadores sobre el sistema de iluminación, y la segunda basada en las percepciones obtenidas de usuarios y público en general de los sistemas de iluminación de todas las áreas del quinto piso.

Permitiendo inferir que las condiciones del mismo afectan el desarrollo de las actividades del personal profesional produciendo fatiga e incomodidad visual, así como interfiere en el descanso, confort de los pacientes en áreas tales como la de recuperación donde se evidencian las malas condiciones de las lámparas instaladas actualmente.

De igual forma de acuerdo a la falta de mantenimiento se observaron áreas que se encuentran completamente a oscuras y áreas con lámparas inoperativas, siendo frecuente la mala distribución de las mismas y la suciedad con factor resaltante en la falta de mantenimiento. En relación a las mediciones e inspección realizada se logró detectar que existe deficiencia en los niveles de iluminación de todas las áreas del hospital en comparación con las normas COVENIN 2249-93.

Por otro lado, luego de establecida la situación del sistema de iluminación de la institución, se procedió al desarrollo de la propuesta para evaluar la factibilidad del reemplazo de dicho sistema, efectuando el análisis técnico, estableciéndose los datos y características de nuevas lámparas led acordes a las necesidades de cada área del centro hospitalario tomando como referencia las ventajas y desventajas de las mismas, así como la distribución y ubicación. En tal sentido, realizando el estudio económico financiero mediante el método CAUE, se destaca que es factible dicha propuesta ya que brinda las ventajas económicas, un mayor rango de vida útil y ahorro de energía.

RECOMENDACIONES

Luego de la aprobación del nuevo sistema de iluminación en función de los recursos económicos se recomienda:

Implementar el nuevo sistema de iluminación en cada una de las áreas de acuerdo a las consideradas descritas en este trabajo basado en la norma COVENIN 2249-93.

Estudiar de acuerdo a las características generales de las lámparas y luminarias en cada área, qué proveedor cumple a cabalidad con las especificaciones técnicas del diseño, para dar cumplimiento cabal al objetivo propuesto.

Brindar capacitación y adiestramiento adecuado al personal de mantenimiento del hospital, para conservar en buen funcionamiento el nuevo sistema de iluminación led.

Realizar monitoreo de las áreas para reportar a tiempo cualquier anomalía o falla en el sistema de la instalación hospitalaria.

Promover la inversión ante la gerencia mediante actividades y comprobación de resultados en cuanto a rapidez en diagnósticos, cirugías, por parte del personal profesional y mejoría en confort de pacientes, demostrándose en sus percepciones, testimonios, que permitan captar recursos financieros para invertir en tecnología, infraestructura, muebles, etc. a fin de ofrecer un sistema de iluminación seguro y de calidad permitiendo que todos los servicios funcionen perfectamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bustamante, B. (2012), “*Sistema de iluminación exterior de la facultad de ingeniería a través de tecnología L.E.D. y fuentes alternativas de energía*” [Resumen en línea]. Trabajo de grado no publicado, Universidad Central de Venezuela. Disponible:<http://docplayer.es/64062462-Trabajo-especial-de-grado-sistema-de-iluminacion-exterior-de-la-facultad-de-ingenieria-a-traves-de-tecnologia-l-e-d-y-fuentes-alternas-de-energia.html>.

Boix, O. (2008), “*Apuntes de Luminotecnia*”. Disponible: <https://recursos.citcea.upc.edu/llum/indice.html>.

Constitución Nacional de la República Bolivariana de Venezuela (1999), *Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela*, 5908, marzo 3, 2000.

Castejón, A y Germán, S. (1993) “*Tecnología Eléctrica*”. [Libro en línea]. Madrid: McGraw-Hill.

Comité español de iluminación, (2001). “*Guía Técnica de Eficiencia Energética en iluminación*”. [Documento en línea]. Disponible: http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_5573_GT_iluminacion_hospitales_01_81a4cdee.pdf.

García, J y Boix, O (2004) “*Luminotecnia. iluminación de interiores y exteriores*”. [Documento en línea]. Disponible: <https://recursos.citcea.upc.edu/llum/fotometria/magnitud.html>.

Guasch J. (2012) “*Enciclopedia de seguridad y salud en el trabajo*”. [Enciclopedia en línea]. Barcelona. España. Disponible: <http://www.insht.es/portal/site/Insht/menuitem.1f1a3bc79ab34c578c2e8884060961ca/?vgnextoid=a981ceffc39a5110VgnVCM100000dc0ca8c0RCRD&vgnnextchannel=9f164a7f8a651110VgnVCM100000dc0ca8c0RCRD>.

Kleiner, L (2001) “*Espectro electromagnético*”. [Documento en línea]. Disponible: <https://www.greenfacts.org/es/glosario/def/espectro-electromagnetico.htm>.

Moreno, L. (2012), “*Luminotecnia: el arte de la correcta iluminación*”. [Libro en línea]. Mérida, Venezuela.

León, A. (2007). “*Lighting*”. [Documento en línea]. Hawái: Atlantic International University. Disponible: www.aiu.edu/applications/DocumentLibraryManager/upload/Lighting.doc.

Obralux. (2014). “*Manual luminotecnia*”. [Documento en línea]. Disponible: www.obralux.com.

Parra, E (2013). “*Iluminación: Lux, lumen y candela*”. [Artículo en línea]. Disponible: <https://bricos.com/2013/07/iluminacion-lux-lumen-y-candela/>.

Parramón, J (1993). “*El gran libro del color*”. [Libro en línea]. Barcelona: Parramón ediciones SA. Disponible: <https://bricos.com/2013/07/iluminacion-lux-lumen-y-candela/>.

Sabino, C. (2008). “*El Proceso de Investigación*”. (5a. ed). [Libro en línea]. Caracas Venezuela: Cecsa. Disponible: <http://www.iutep.tec.ve/uftp/images/Descargas/materialwr/libros/CarlosSabinoElProcesoInvestigacion.PDF>.

San Martín R. (2004) “*Manual de Luminotecnia*”. Ediciones Osram.

Sierra, C y San Martín R. (2006) “*Apuntes de Luminotecnia*”.

Soldovieri. T y Vilorio. T, (2016). “*Angulo Solido y Algunas de sus aplicaciones*”. [Libro en línea]. Maracaibo, Venezuela. Disponible: <http://www.cmc.org.ve/tsweb/documentos/AngSolidoSV.pdf>.

Wyszecki, G y Stiles, W. (1982). “*Color Science: Concepts, Methods and Formulae*”. [Libro en línea]. New York: John Wiley & Sons. Disponible: [https://es.wikipedia.org/wiki/Fotometr%C3%ADa_\(%C3%B3ptica\)#Principales_magnitudes_fotom%C3%A9tricas](https://es.wikipedia.org/wiki/Fotometr%C3%ADa_(%C3%B3ptica)#Principales_magnitudes_fotom%C3%A9tricas).