



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE CUENCA

CARRERA DE ELECTRICIDAD

ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO DE LOS NIVELES DE
ILUMINACIÓN ADECUADOS PARA ESPACIOS EXTERNOS DE
INSTITUCIONES EDUCATIVAS SUPERIORES, APLICADO A
LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA

Trabajo de titulación previo a la obtención
del título de Ingeniero Eléctrico

AUTORES: JAIME SEBASTIAN ALVARADO CAMPOVERDE
SEGUNDO RAMIRO CAMPOVERDE SEMINARIO

TUTOR: ING. FREDDY FERNANDO CAMPOVERDE ARMIJOS, MSC.

Cuenca – Ecuador

2024

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Jaime Sebastian Alvarado Campoverde con documento de identificación N° 0150956886 y Segundo Ramiro Campoverde Seminario con documento de identificación N° 0302701735; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo de titulación; y autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 19 de febrero del 2024

Atentamente,



Jaime Sebastian Alvarado Campoverde

0150956886



Segundo Ramiro Campoverde Seminario

0302701735

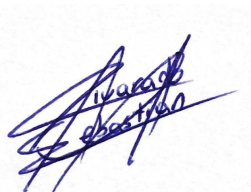
**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL
TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA**

Nosotros, Jaime Sebastian Alvarado Campoverde con documento de identificación N° 0150956886 y Segundo Ramiro Campoverde Seminario con documento de identificación N° 0302701735, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto técnico: “Análisis técnico-económico de los niveles de iluminación adecuados para espacios externos de instituciones educativas superiores, aplicado a la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Eléctrico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 19 de febrero del 2024

Atentamente,



Jaime Sebastián Alvarado Campoverde

0150956886



Segundo Ramiro Campoverde Seminario

0302701735

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Freddy Fernando Campoverde Armijos con documento de identificación N° 0102339470 , docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: “Análisis técnico-económico de los niveles de iluminación adecuados para espacios externos de instituciones educativas superiores, aplicado a la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca”, realizado por Jaime Sebastian Alvarado Campoverde con documento de identificación N° 0150956886 y por Segundo Ramiro Campoverde Seminario con documento de identificación N° 0302701725, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 19 de febrero del 2024

Atentamente,



Ing. Freddy Fernando Campoverde Armijos, Msc.

0102339470

DEDICATORIA

A Dios y a la Virgen por haberme concedido el regalo de la vida, permitiéndome valorar y disfrutar de este hermoso momento. Con mucho cariño y afecto para mi querida abuelita Marta, quien es como mi segunda madre, por estar siempre pendiente de mi bienestar. A mi tío Pepe, quien a desempeñado un papel de padre en mi vida y por cada esfuerzo que hizo por mi. A mis apreciadas tías, Eugenia e Isabel, por enseñarme el valor del respeto y la gratitud hacia los demás. En especial, para mi amada madre, Zoila, por su admirable trabajo y sacrificio, haciendo lo imposible para nunca dejar de apoyarme a lo largo de mi vida. Su amor inquebrantable y apoyo permanente han guiado cada paso en este recorrido académico. A mis estimados amigos, gracias por compartir risas y ofrecer consuelo en los momentos difíciles que enfrenté en esta trayectoria, que nuestra amistad siga brindándonos momentos inolvidables.

Jaime Sebastian Alvarado Campoverde

Con profundo amor y gratitud, dedico este trabajo a Dios, la fuente de toda vida y de toda existencia, a mi amada madre, Laura, a mi segunda madre, mi tía Jesús María, a mi hermana Leticia y a mi primo Carlos, quien ha sido como un padre para mí, así como a todos los familiares que siempre me han apoyado. Agradezco su amor incondicional y su constante respaldo en los momentos más difíciles, así como la inspiración que me han brindado a lo largo de este camino. También expreso mi reconocimiento a mis amigos y compañeros, cuyo aliento y apoyo han sido fundamentales en cada etapa de este proceso. Sin su ayuda, este logro no habría sido posible.

Segundo Ramiro Campoverde Seminario

RESUMEN

El presente trabajo de tesis se llevó a cabo con el propósito fundamental de establecer criterios técnicos-económicos para la mejora de la iluminación exterior en instituciones educativas superiores. Se aborda la importancia de mejorar la iluminación externa en entornos universitarios, destacando su papel crucial en la seguridad, orientación y estética de los campus. Se enfatiza la necesidad de actualizar sistemas de iluminación obsoletos e ineficientes para mejorar la seguridad nocturna, la calidad visual, la experiencia estudiantil y reducir costos operativos.

Este estudio comprende una revisión de normativas nacionales e internacionales recomendadas para la iluminación de exteriores así como criterios de rendimiento energético. Se establecen criterios técnicos-económicos para la planificación y ejecución de proyectos de mejora de la iluminación en entornos exteriores de estas instituciones.

Además, como parte integral de esta investigación se diseña una propuesta específica de mejora de la iluminación exterior para la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca con Dialux. Esta propuesta se basa en mediciones actuales y se realiza considerando los criterios establecidos en este proyecto.

Finalmente, se evalúan y validan los resultados obtenidos mediante la comparación con los criterios establecidos en la propuesta de guía desarrollada en este proyecto. Este enfoque integral no solo apunta a mejorar la infraestructura lumínica de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca, sino también a establecer un marco de referencia para la mejora de la iluminación exterior en instituciones educativas superiores, contribuyendo así a entornos más seguros, eficientes y sostenibles.

ABSTRACT

This thesis work was carried out with the fundamental purpose of establishing technical-economic criteria for the improvement of outdoor lighting in higher educational institutions. It addresses the importance of improving outdoor lighting in university environments, highlighting its crucial role in the safety, orientation and aesthetics of campuses. The need to upgrade obsolete and inefficient lighting systems to improve nighttime safety, visual quality, student experience, and reduce operating costs is emphasized.

This study includes a review of recommended national and international standards for outdoor lighting as well as energy efficiency criteria. Technical-economic criteria are established for the planning and implementation of lighting improvement projects in outdoor environments of these institutions.

In addition, as an integral part of this research, a specific proposal for the improvement of outdoor lighting for the Universidad Politécnica Salesiana Cuenca with Dialux is designed. This proposal is based on current measurements and is carried out considering the criteria established in this project.

Finally, the results obtained are evaluated and validated by comparing them with the criteria established in the guide proposal developed in this project. This comprehensive approach not only aims to improve the lighting infrastructure of the Salesian Polytechnic University but also to improve the lighting infrastructure of the University.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|----------|
| CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN | I |
| CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR | II |
| CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN | III |
| DEDICATORIA | IV |
| RESUMEN | V |
| ÍNDICE DE FIGURAS | XII |
| ÍNDICE DE TABLAS | XV |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| OBJETIVOS | 3 |
| 1 MARCO TEÓRICO | 4 |
| 1.1 Introducción | 4 |
| 1.2 Estado del Arte | 4 |
| 1.2.1 “Evaluación de la contaminación lumínica producida por los anuncios publicitarios de la ciudad de Cuenca de acuerdo con normativas nacionales e internacionales” | 4 |
| 1.2.2 “Elaboración de un plan director de iluminación para el cantón Cuenca” | 5 |
| 1.2.3 “Propuesta de normativa de iluminación para zonas recreati- vas y deportivas de la ciudad de Quito, realizando un estudio técnico-económico con la situación actual proponen una nor- mativa de iluminación para zonas recreativas y deportivas de la ciudad de Quito, realizando un estudio técnico-económico con la situación actual” | 6 |

| | | |
|--------|--|----|
| 1.2.4 | “Propuesta de iluminación pública ornamental para los parques Pedro Moncayo y La Merced con sus respectivas iglesias en el centro histórico de la ciudad de Ibarra” | 6 |
| 1.2.5 | “Diseño de una metodología de evaluación técnico-económica de nuevas tecnologías para la iluminación de espacios exteriores de uso peatonal” | 7 |
| 1.2.6 | “Efectos de la iluminación led en el coeficiente de luminancia” | 8 |
| 1.2.7 | “Análisis de los sistemas de iluminación utilizados en los sitios recreativos, en zonas de presencia delictiva de la ciudad de Cuenca” | 9 |
| 1.2.8 | “Evaluación de la iluminación actual en los parques del perímetro del centro urbano de la ciudad de Cuenca y propuesta de repotenciación de luminarias” | 10 |
| 1.2.9 | “Implementación de un sistema de iluminación exterior con timers programables para el parqueadero de la ESFOT” | 10 |
| 1.2.10 | “Optimización de iluminación de parques conforme a la Norma RTE INEN 069 basado en restricciones fotométricas” | 11 |
| 1.2.11 | “Análisis técnico y económico del uso de luminarias de inducción electromagnética de baja frecuencia.” | 12 |
| 1.2.12 | “Evaluación económica del diseño e implementación del sistema de alumbrado público sostenible para el sendero peatonal de la institución universitaria Pascual Bravo” | 12 |
| 1.2.13 | “Análisis y evaluación de la mejora energética del sistema de iluminación de un centro educativo (IES La Granja)” | 13 |
| 1.2.14 | “Evaluación, determinación y análisis técnico económico del riesgo por condiciones de iluminación, y diseño de una propuesta de mejora en las áreas de los edificios administrativos I y II E IPRED de la Universidad industrial de Santander” . . . | 14 |
| 1.2.15 | “Criterios de diseño en iluminación y color” | 14 |
| 1.2.16 | “Guía para prevenir enfermedades visuales en trabajadores con malas condiciones de iluminación en una óptica dentro de centros comerciales” | 15 |
| 1.2.17 | “Guía técnica de adaptación de las instalaciones de alumbrado exterior al decreto 357/2010” | 16 |
| 1.2.18 | “Diseño de iluminación con luminarias tipo led basado en concepto eficiencia energética y confort visual, implementación de estructura para pruebas” | 17 |
| 1.2.19 | “Acuerdo ministerial 0483-12” | 18 |
| 1.3 | Conceptos y unidades de medida | 18 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1.3.1 | Flujo luminoso | 18 |
| 1.3.2 | Iluminancia | 19 |
| 1.3.3 | Luminancia | 20 |
| 1.3.4 | Parámetros visuales | 21 |
| 1.3.4.1 | El ojo | 21 |
| 1.3.4.2 | Percepción de los objetos | 21 |
| 1.3.4.3 | Contraste | 22 |
| 1.3.4.4 | Temperatura de color (Tc) | 22 |
| 1.3.4.5 | Percepción visual | 22 |
| 1.3.4.6 | Deslumbramiento | 23 |
| 1.4 | Instrumentos y métodos de medición | 24 |
| 1.4.1 | Luxómetro | 24 |
| 1.4.2 | DIALux evo | 24 |
| 1.4.3 | Método de medición de Iluminancia | 24 |
| 2 | DEFINICIÓN DE LAS NORMAS O REGLAMENTOS QUE SERÁN APLICADOS | 28 |
| 2.1 | Normativas y Regulaciones Nacionales e Internacionales para espacios exteriores | 28 |
| 2.1.1 | RETILAP “Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - Colombia” | 28 |
| 2.1.2 | “Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07.- España” | 29 |
| 2.1.3 | “Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008. Condiciones de iluminación en los centros de trabajo” | 32 |
| 2.1.4 | “Norma Oficial Mexicana NOM-013-ENER-2013, Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en vialidades” | 32 |
| 2.1.5 | “CIE 140 – 2000 Métodos de cálculo para iluminación” | 33 |
| 2.1.6 | “RTE INEN 069 Alumbrado Publico”- Ecuador | 33 |
| 2.1.7 | “RTE INEN 007-23 Prestación del Servicio de Alumbrado Público General”-Ecuador | 34 |
| 2.1.8 | Decreto Ejecutivo 2393 “Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores”-Ecuador | 35 |
| 2.1.9 | “Norma Brasileña de Iluminación ABNT NBR 5101” - Brasil | 36 |
| 2.1.10 | “Estándar JGJ/T163-2008 Especificaciones de diseño de iluminación de paisajes nocturnos urbanos”- China | 37 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 2.1.11 | “CIE 234:2019 Guía para un plan director de iluminación Urbana ” | 37 |
| 2.1.12 | “IES lighting handbook” | 38 |
| 2.1.13 | “Regulación de los Sistemas Lumínicos en Chile Decreto N°43” | 38 |
| 2.1.14 | “Norma NTS-001/17 de condiciones mínimas de niveles de iluminación en los lugares de trabajo” - Bolivia | 39 |
| 2.2 | Especificaciones Económicas | 40 |
| 2.2.1 | Valor actual neto (VAN) | 40 |
| 2.2.2 | Tasa interna de retorno (TIR) | 40 |
| 2.2.3 | Relación Costo-Beneficio (RBC) | 40 |
| 2.2.4 | Flujo de caja | 41 |
| 3 | DISEÑO DE LA PROPUESTA DE MEJORA | 42 |
| 3.1 | Definición del área a ser intervenida | 42 |
| 3.2 | Recopilación de datos | 46 |
| 3.2.1 | Mediciones actuales de Iluminación | 47 |
| 3.2.2 | Simulación del estado actual de exteriores de la UPS sede Cuenca | 58 |
| 3.2.3 | Encuesta | 62 |
| 4 | PROPUESTA DE GUIA PARA LA ILUMINACIÓN EXTERIOR ADECUADA EN INSTITUCIONES EDUCATIVAS SUPERIORES | 72 |
| 4.1 | Resultados y Propuesta de la UPS Sede Cuenca | 74 |
| 4.1.1 | Resultados Calculados y Propuesta de Mejora en la UPS Cuenca | 74 |
| 4.2 | Propuesta de Guía para la Elaboración de Proyectos de Iluminación en Exteriores en Instituciones Educativas Superiores, Incluyendo Niveles Óptimos de Iluminación para Espacios Externos | 87 |
| 4.2.1 | Consideraciones Previas a la Implementación | 88 |
| 4.2.2 | Consideración de Niveles de Iluminación | 90 |
| 4.2.3 | Selección de Luminarias y Sensores | 91 |
| 4.2.3.1 | Sensores de Iluminación y Tecnologías Asociadas: | 93 |
| 4.2.4 | Diseño y Distribución Estratégica para Mejorar la Iluminación Exterior | 94 |
| 4.2.5 | Aspectos Económicos y de Mantenimiento | 94 |
| 5 | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 96 |
| 5.1 | Conclusiones | 96 |
| 5.2 | Recomendaciones | 98 |
| | ANEXOS | 100 |

| | |
|---|------------|
| BIBLIOGRAFÍA | 104 |
| A | 106 |
| A.0.1 Plano UPS de zonas intervenidas | 107 |
| A.0.2 Lista de Luminarias | 108 |
| A.0.3 Data sheet de Luminarias Utilizadas | 109 |
| A.0.4 Resultados obtenidos de DIALux | 115 |
| B | 126 |
| C | 129 |
| C.0.1 Resultado De La Encuesta Realizada | 130 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|------|---|----|
| 1.1 | Flujo Luminoso [1]. | 19 |
| 1.2 | Iluminancia [2] | 20 |
| 1.3 | Luminancia [3] | 20 |
| 1.4 | Diagrama simplificado del ojo [4] | 21 |
| 1.5 | Contraste visual [5] | 22 |
| 1.6 | Temperatura del Color [6]. | 22 |
| 1.7 | Puntos de medida en bulevares [7]. | 24 |
| 1.8 | Puntos de medida en canchas [7]. | 25 |
| 1.9 | Puntos de medida en Piletas y Estatuas [7]. | 26 |
| 1.10 | Puntos de medida en Piletas y Estatuas [7]. | 26 |
| 1.11 | Puntos de medida en Andenes, Camineras y Ciclo vías en Parques [7]. | 26 |
| 1.12 | Puntos de medida en Áreas de Descanso, Juegos Infantiles, Verdes y Parques [7]. | 27 |
| 2.1 | Iluminación mínima en áreas críticas distintas a vías vehiculares [8]. | 29 |
| 2.2 | Series CE de clase de alumbrado para viales tipos D y E [9]. | 30 |
| 2.3 | Clases de alumbrado para vías tipo E [9]. | 31 |
| 2.4 | Clases de alumbrado para vías tipos C y D [9]. | 31 |
| 2.5 | Series S de clase de alumbrado para viales tipos C, D y E [9]. | 31 |
| 2.6 | Niveles de iluminación [10]. | 32 |
| 2.7 | Niveles de iluminación [11]. | 33 |
| 2.8 | Parámetros fotométricos para zonas de conflicto [12]. | 34 |
| 2.9 | Iluminación para zonas de peatones y ciclistas [13]. | 35 |
| 2.10 | Requisitos mínimos de iluminación para tráfico peatonal [13]. | 35 |
| 2.11 | Niveles de iluminación mínima para trabajos específicos y similares [14]. | 36 |
| 2.12 | Clases de iluminación para cada tipo de vía peatonal [15]. | 36 |
| 2.13 | Iluminancia media y factor de uniformidad mínimo para cada clase de iluminación [15]. | 37 |
| 2.14 | Valores estándar de iluminación para espacios verdes, aceras, áreas de actividad pública y entradas y salidas principales [16]. | 37 |
| 2.15 | Zonas Ambientales [17]. | 38 |
| 2.16 | Límites del nivel de luminancia [17]. | 38 |

| | | |
|------|---|----|
| 2.17 | Limites del nivel de luminancia [18]. | 38 |
| 2.18 | Clasificación de vías y clases de alumbrado [19]. | 39 |
| 2.19 | Niveles mínimos de iluminación [20]. | 39 |
| 3.1 | Ubicación geográfica UPS Sede Cuenca *Fuente: Google Maps | 43 |
| 3.2 | Plazoleta *Fuente: Autores | 43 |
| 3.3 | Edificio Mario Rizzini *Fuente: Autores | 44 |
| 3.4 | Edificio Cornelio Merchán *Fuente: Autores | 44 |
| 3.5 | Edificio Guillermo Mensi *Fuente: Autores | 45 |
| 3.6 | Parqueadero contiguo al Edificio Guillermo Mensi *Fuente: Autores | 45 |
| 3.7 | Parqueadero contiguo al Edificio Mario Rizzini *Fuente: Autores | 46 |
| 3.8 | Puntos de medición de camineras *Fuente: Autores | 48 |
| 3.9 | Caminera 1 | 48 |
| 3.10 | Caminera 2 | 49 |
| 3.11 | Medición de Plazoleta Central *Fuente: Autores | 50 |
| 3.12 | Plazoleta Zona Circular 1 | 50 |
| 3.13 | Plazoleta Zona Circular 2 | 51 |
| 3.14 | Plazoleta Zona Circular 3 | 52 |
| 3.15 | Frente Exterior Cornelio Merchán *Fuente: Autores | 53 |
| 3.16 | Frente Exterior Cornelio Merchán | 53 |
| 3.17 | Frente Exterior Guillermo Mensi *Fuente: Autores | 54 |
| 3.18 | Frente Exterior Guillermo Mensi Zona 1 | 54 |
| 3.19 | Frente Exterior Guillermo Mensi Zona 2 | 55 |
| 3.20 | Medición de Parqueadero contiguo al Edif. Mario Rizzini *Fuente: Autores | 56 |
| 3.21 | Parqueadero contiguo al Edif. Mario Rizzini | 56 |
| 3.22 | Medición de Parqueadero contiguo al Edif. Guillermo Mensi *Fuente: Autores | 57 |
| 3.23 | Parqueadero contiguo al Edif. Guillermo Mensi | 57 |
| 3.24 | Diseño actual UPS sede Cuenca *Fuente: Autores | 58 |
| 3.25 | Simulación en todas las áreas *Fuente: Autores | 59 |
| 3.26 | Resultado de Pregunta 1 *Fuente: Autores | 65 |
| 3.27 | Resultado de Pregunta 2 *Fuente: Autores | 66 |
| 3.28 | Resultado de Pregunta 3 *Fuente: Autores | 66 |
| 3.29 | Resultado de Pregunta 4 *Fuente: Autores | 67 |
| 3.30 | Resultado de Pregunta 5 *Fuente: Autores | 68 |
| 3.31 | Resultado de Pregunta 6 *Fuente: Autores | 68 |
| 3.32 | Resultado de Pregunta 7 *Fuente: Autores | 69 |
| 3.33 | Resultado de Pregunta 8 *Fuente: Autores | 70 |

| | | |
|------|---|-----|
| 3.34 | Resultado de Pregunta 9 *Fuente: Autores | 70 |
| 3.35 | Resultado de Pregunta 10 *Fuente: Autores | 71 |
| 4.1 | Simulación del diseño de la propuesta de mejora *Fuente: Autores | 74 |
| 4.2 | Superficies de cálculo *Fuente: Autores | 74 |
| 4.3 | Resultado de simulación de la propuesta UPS sede Cuenca *Fuente: Autores | 75 |
| 4.4 | Análisis Caminera 1 *Fuente: Autores | 75 |
| 4.5 | Análisis Caminera 2 *Fuente: Autores | 77 |
| 4.6 | Análisis Plazoleta Central *Fuente: Autores | 78 |
| 4.7 | Análisis Frente Ext.Cornelio Merchán *Fuente: Autores | 79 |
| 4.8 | Análisis Frente Ext.Guillermo Mensi Zona 1 *Fuente: Autores | 80 |
| 4.9 | Análisis Frente Ext.Guillermo Mensi Zona 2 *Fuente: Autores | 81 |
| 4.10 | Análisis Parqueadero Mario Rizzini *Fuente: Autores | 82 |
| 4.11 | Análisis Parqueadero Guillermo Mensi *Fuente: Autores | 83 |
| 4.13 | Evaluación de costos proyectado *Fuente: Autores | 85 |
| 4.12 | Evaluación de costos existente *Fuente: Autores | 86 |
| 4.14 | Análisis de normativas y comparación con Propuesta *Fuente: Autores | 90 |
| 4.15 | Tabla Propuesta *Fuente: Autores | 91 |
| B.1 | Análisis económico del proyecto | 126 |
| B.2 | Análisis económico del proyecto | 126 |
| B.3 | Análisis económico del proyecto | 127 |
| B.4 | Análisis económico del proyecto | 127 |
| B.5 | Análisis económico del proyecto | 128 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|------|---|----|
| 3.1 | Inventario de luminarias existentes en la zona intervenida *Fuente: | |
| | Autores | 47 |
| 3.2 | Caminera 1 *Fuente: Autores | 49 |
| 3.3 | Caminera 2 *Fuente: Autores | 49 |
| 3.4 | Plazoleta Zona Circular 1 *Fuente: Autores | 51 |
| 3.5 | Plazoleta Zona Circular 2 *Fuente: Autores | 51 |
| 3.6 | Plazoleta Zona Circular 3 *Fuente: Autores | 52 |
| 3.7 | Plazoleta Central *Fuente: Autores | 52 |
| 3.8 | Frente Exterior Cornelio Merchán *Fuente: Autores | 53 |
| 3.9 | Frente exterior Guillermo Mensi Zona 1 *Fuente: Autores | 55 |
| 3.10 | Frente exterior Guillermo Mensi Zona 2 *Fuente: Autores | 55 |
| 3.11 | Parqueadero contiguo al Edif. Mario Rizzini *Fuente: Autores | 56 |
| 3.12 | Parqueadero contiguo al Edif. Guillermo Mensi *Fuente: Autores | 58 |
| 3.13 | Caminera 1 *Fuente: Autores | 59 |
| 3.14 | Caminera 2 *Fuente: Autores | 60 |
| 3.15 | Plazoleta Central *Fuente: Autores | 60 |
| 3.16 | Frente Exterior del Edif. Cornelio Merchán *Fuente: Autores | 60 |
| 3.17 | Frente Exterior del Edif. Guillermo Mensi Zona 1 *Fuente: Autores | 60 |
| 3.18 | Frente Exterior del Edif. Guillermo Mensi Zona 2 *Fuente: Autores | 61 |
| 3.19 | Parqueadero contiguo al Edificio Mario Rizzini *Fuente: Autores | 61 |
| 3.20 | Parqueadero contiguo al Edificio Guillermo Mensi *Fuente: Autores | 61 |
| 3.21 | Niveles de Confianza y su Respectivo Valor Z [21]. | 63 |
| 3.22 | Niveles de Confianza y su Respectivo Valor Z *Fuente: Autores | 63 |
| 4.1 | Resultados Caminera 1 *Fuente: Autores | 76 |
| 4.2 | Resultados Caminera 2 *Fuente: Autores | 77 |
| 4.3 | Resultados Plazoleta Central *Fuente: Autores | 78 |
| 4.4 | Resultados Frente Ext. del Edif. Cornelio Merchán *Fuente: Autores | 79 |
| 4.5 | Resultados Frente Exterior del Edif. Guillermo Mensi Zona 1 *Fuente: Autores | 80 |
| 4.6 | Resultados Frente Exterior del Edif. Guillermo Mensi Zona 2 *Fuente: Autores | 81 |

| | | |
|------|--|----|
| 4.7 | Resultados Parqueadero contiguo al Edificio Mario Rizzini *Fuente: | |
| | Autores | 82 |
| 4.8 | Resultados Parqueadero contiguo al Edificio Guillermo Mensi | |
| | *Fuente: Autores | 83 |
| 4.9 | Inventario de luminarias propuestas. *Fuente: Autores | 84 |
| 4.10 | Parámetros para el diseño y distribución de iluminación *Fuente: | |
| | Autores | 94 |

INTRODUCCIÓN

La iluminación es un elemento esencial en la vida cotidiana, en el campo laboral como en el personal. Desde tiempos antiguos, la humanidad ha explorado la manera de iluminar los espacios para poder realizar sus actividades en cualquier momento del día. Hace 400.000 años apareció el primer hombre que descubrió el fuego accidentalmente y comenzó a controlarlo, según testimonios de las cavernas del Hombre de Pekín [22]. En la actualidad, la iluminación ha adquirido papel fundamental en la seguridad y bienestar de las personas.

Mantener espacios con iluminación adecuada y eficiente, especialmente en áreas de mucho tránsito durante el día y la noche, como parques, estacionamientos y pasarelas. Es importante contar con áreas de iluminación acorde a los estándares marcados en cada espacio. Con ello se conseguirá una mayor eficiencia energética, reducir los costes de instalación y el consumo energético, mejorar la visión del citado espacio además de ayudar a mantener la salud visual de los transeúntes y en definitiva conseguir un mejor panorama lumínico del espacio especificado [23].

Cumplir con las normativas y estándares de iluminación es fundamental. Las regulaciones establecidas por organismos locales y nacionales garantizan la seguridad y la eficiencia energética de los sistemas de iluminación. La iluminación LED cumple con la mayoría de estas normativas y es altamente recomendable en proyectos de iluminación en centros universitarios, esta iluminación se ajusta a estándares de calidad y eficiencia, proporcionando una iluminación uniforme y sin destellos que mejora el confort visual y reduce el riesgo de fatiga ocular [24]. Actualmente existen regulaciones, normas ya estandarizadas para cada país en las cuales se rigen para adecuar su iluminación correcta y eficaz.

El propósito de este proyecto es mejorar la calidad de los niveles de iluminación para espacios externos de instituciones educativas aplicado a la Universidad

Politécnica Salesiana sede Cuenca, proporcionando así a la universidad un lugar seguro, eficaz, ambientado y sostenible para el descanso de los transeúntes.

Para la mejora del diseño, se plantea asegurar una iluminación, uniformidad y un dimensionamiento correcto, para las luminarias dentro del espacio analizado en los exteriores de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca, en los cuales se encuentre una eficiencia de las luminarias, bajo los criterios de la normativa (aquí pueden ir todas las normativas que se utilicen).

Con el objetivo de mejorar el diseño existente, se propone garantizar una iluminación uniforme además de dimensionar adecuadamente las luminarias ubicadas en los exteriores de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca, siguiendo los criterios establecidos por las normativas analizadas dentro de este proyecto.

OBJETIVOS

Objetivo General

Establecer criterios técnicos-económicos para la mejora de iluminación exterior de instituciones educativas superiores

Objetivos Específicos

- Analizar las normativas nacionales e internacionales recomendadas para la iluminación exterior en instituciones educativas superiores.
- Definir criterios técnicos-económicos para la planificación y ejecución de proyectos de iluminación en entornos exteriores de instituciones educativas superiores.
- Diseñar una propuesta de mejora de iluminación exterior de la Universidad Politécnica Salesiana - Sede Cuenca, considerando los datos de las mediciones actuales y las normas vigentes.
- Evaluar y validar los resultados obtenidos, contrastando con los criterios de la propuesta de guía desarrollada en este proyecto.

CAPÍTULO 1

MARCO TEÓRICO

1.1. Introducción

La iluminación externa de un centro universitario con tecnología LED se convierte en una alternativa viable y rentable para mejorar la eficiencia energética del mismo, disminuir los costos de mantenimiento y consumo de energía, contribuir a la disminución de la emisión de gases contaminantes al medio ambiente, cumplir con las normativas y regulaciones en materia ambiental y energética establecidas por los gobiernos locales y nacionales [25].

Este proyecto comienza con una revisión de proyectos similares de iluminación mediante una investigación bibliográfica. Además, se lleva a cabo un análisis detallado de las normativas nacionales e internacionales. Simultáneamente, se realiza un levantamiento del estado actual de los niveles de iluminación en los espacios exteriores de la Universidad Politécnica Salesiana.

1.2. Estado del Arte

1.2.1. “Evaluación de la contaminación lumínica producida por los anuncios publicitarios de la ciudad de Cuenca de acuerdo con normativas nacionales e internacionales”

Este trabajo investigativo se enfoca en evaluar los rótulos publicitarios de Cuenca mediante la medición de niveles de luminancia, comparándolos con estándares internacionales y nacionales. Se abordan temas como la contaminación lumínica y sus

efectos en la visión peatonal, destacando la importancia de seguir normativas para evitar impactos negativos en la salud ocular y preservar observaciones astronómicas [26].

El estudio también explora la óptica humana, analizando propiedades de la luz como la refracción, interferencia y reflexión. Los resultados muestran que los letreros afectan a los conductores, generando deslumbramientos y afectaciones visuales, con consecuencias negativas en la ecología y el entorno [26]. Se propone estandarizar los niveles de luminancia mediante rótulos publicitarios regulados, utilizando la norma CIE 92-1992 como referencia. Se establece un rango de 400 a 1000 cd/m², según la superficie emisora de luz, con el objetivo de reducir molestias y prevenir problemas de salud en los habitantes de la ciudad [26].

1.2.2. “Elaboración de un plan director de iluminación para el cantón Cuenca”

En este documento se presenta un plan director de iluminación ornamental (PDI) para la ciudad de Cuenca, aplicable a áreas como parques, plazas, monumentos, iglesias y fachadas patrimoniales. El plan se fundamenta en un análisis de normativas nacionales e internacionales, revisión de PDIs en otras ciudades y mediciones de luminancia e iluminancia, contrastadas con normas colombianas y españolas. El objetivo es regular el nivel lumínico exterior para fomentar el uso eficiente de la energía y garantizar seguridad y confort al espectador, proponiendo normativas basadas en estándares internacionales [27]. En resumen, el proyecto abarca el análisis de 5 parques, 5 plazas, 5 iglesias, 5 fachadas y 5 monumentos en el casco urbano de Cuenca. Se concluye que la iluminancia de los parques está sobredimensionada, con valores de uniformidad por debajo de las recomendaciones normativas. Aunque la iluminancia supera las recomendaciones, se observan problemas como sobre iluminación, carencia de iluminación y falta de uniformidad en plazas y plazoletas. Se recomienda realizar estudios con las áreas en funcionamiento y mantenerlas adecuadamente, además de evitar luminarias conjuntas con elementos de iluminación ornamental para obtener mediciones más precisas [27].

En definitiva, el trabajo destaca la importancia de una planificación lumínica eficiente, considerando estándares internacionales y adaptándolos a la realidad local, con el fin de mejorar la iluminación ornamental en la ciudad [27].

1.2.3. “Propuesta de normativa de iluminación para zonas recreativas y deportivas de la ciudad de Quito, realizando un estudio técnico-económico con la situación actual proponen una normativa de iluminación para zonas recreativas y deportivas de la ciudad de Quito, realizando un estudio técnico-económico con la situación actual”

El siguiente estudio está enfocado en la comparación de datos de iluminación recopilados de diversas zonas recreativas y deportivas con los índices actuales de la Empresa Eléctrica Quito. Se propone una alternativa a los criterios existentes, considerando factores económicos, tecnológicos, técnicos y sociales. Las áreas seleccionadas, como los parques El Heraldito y La Victoria, el Bulevar Naciones Unidas, y las plazas de San Blas y San Marcos, presentan características particulares y cumplen con los parámetros de uniformidad e iluminancia propuestos en la normativa [28].

En cuanto a los niveles de uniformidad en los sitios analizados, todos cumplen o superan los valores propuestos, indicando que se ajustan a los parámetros establecidos. Además, se destaca el caso del Parque El Heraldito, donde la implementación de luminarias contribuye a la reducción de emisiones de CO₂ y busca ofrecer un entorno seguro que atraiga a usuarios nacionales y extranjeros, fomentando el turismo [28].

En conclusión, el diseño de iluminación para zonas recreativas y deportivas requiere un análisis detallado de factores como la iluminación circundante, la ubicación de elementos y características específicas de cada lugar. Es fundamental establecer un procedimiento claro para la medición de iluminancia en estas áreas, reconociendo que los criterios aplicados en vías no son directamente transferibles debido a sus distintas características y funcionalidades [28].

1.2.4. “Propuesta de iluminación pública ornamental para los parques Pedro Moncayo y La Merced con sus respectivas iglesias en el centro histórico de la ciudad de Ibarra”

Este proyecto se enfoca en el diseño de un sistema de iluminación pública ornamental para los parques “Pedro Moncayo Esparza y La Merced”. Parte con una revisión bibliográfica que abarca temas relacionados con sistemas lumínicos, marco legal y regulaciones técnicas de alumbrado público del país, y una comparación de luminarias utilizadas en este contexto. La propuesta busca solventar las deficiencias

y requisitos en la iluminación ornamental de los parques y sus iglesias, empleando herramientas informáticas y datos tecnológicos para seleccionar lámparas eficientes que contribuyan a reducir el consumo energético, mejorar el confort lumínico y embellecer el entorno nocturno [29].

El proyecto realiza una exhaustiva búsqueda de información que incluye cualidades para un buen alumbrado, especificaciones como el color y tipos de luminarias, así como diversos métodos de medición. Mediante una evaluación actual de mapas de iluminación, se evidencia que en los parques analizados no se cumplen los niveles y tipos de iluminación en Zonas críticas recomendado por el (RTE) “İNEN 069” para este tipo de espacios. Esto se atribuye a luminarias fuera de funcionamiento, ubicación incorrecta y la contribución de luz externa proveniente de calles y edificios cercanos [29].

Los resultados obtenidos del diseño propuesto destacan ventajas como un uso mas eficiente de energía eléctrica, un diseño sostenible en términos medio ambientales y una eficiencia que satisface los niveles y tipos de iluminación en este tipo de zonas recomendado por el (RTE) “İNEN 069” para Plazas y plazoletas. Además, se subraya el valor agregado que este diseño aporta al turismo, la seguridad y el confort de los usuarios [29].

1.2.5. “Diseño de una metodología de evaluación técnico-económica de nuevas tecnologías para la iluminación de espacios exteriores de uso peatonal”

Se parte con un propuesta de procedimiento procedimiento con la finalidad de establecer la semejanza entre luminarias de tecnología tradicional y LED, con el objetivo de seleccionar luminarias LED en reemplazo de las de VSAP. Luego, se expone un ejemplo practico aplicando este procedimiento en un parque público que tiene áreas de circulación y recreación peatonal. Finalmente, se lleva a cabo un análisis económico del eventual reemplazo de las luminarias existentes en el caso de estudio por luminarias LED, utilizando datos básicos del proyecto, costos anuales de operación y mantenimiento, costos de instalación, energía y mantenimiento, y un resumen de resultados [30].

Se recopilan datos específicos, como flujo luminoso de la bombilla, gráficas de coeficiente de utilización, eficiencia de la luminaria, diagrama polar de la luminaria, para fundamentar la selección de luminarias LED. Además, se realiza una compa-

ración de mediciones registradas en la instalación existente y cálculos fotométricos, demostrando que la instalación propuesta cumple con los requisitos mínimos de iluminancia y uniformidad según el RETILAP [30].

En cuanto al análisis económico, se resalta la durabilidad y la disminución del consumo energético ofrecidas por las luminarias LED son razones suficientes para promover su implementación. Aunque se estima que el retorno de la inversión se producirá aproximadamente entre el sexto y séptimo año, se sugiere que estudios a mayor escala y considerando otros beneficios económicos podrían arrojar resultados aún más favorables. Se anticipa que la reducción de precios y la mejora continua de la eficiencia de los chips LED respaldarán la inversión a mediano plazo en esta tecnología [30].

1.2.6. “Efectos de la iluminación led en el coeficiente de luminancia”

El trabajo examina cómo el “espectro de la iluminación LED” afecta al fenómeno de reflexión de la luz en carreteras, centrándose en mejorar la Técnica de Luminancia para el alumbrado vial. Se investigó cómo el espectro de la luz influye en el promedio del coeficiente de luminancia Q_o , que se relaciona con la claridad de la calzada. La reflexión de la luz LED blanca exhibe una especie de filtrado espectral en las calles cercanas a Buenos Aires, Argentina. Esta selección se evidenció con un aumento perceptible en el coeficiente Q_o en instalaciones con iluminación LED en comparación con las mismas calles iluminadas por lámparas de sodio de alta presión tradicionales [31].

El estudio incluye mediciones espectrales de reflexión de muestras de pavimento, las cuales fueron evaluadas bajo condiciones normalizadas de observación e iluminación.

Estos hallazgos coinciden con investigaciones anteriores realizadas en este laboratorio y con estudios en Europa y EE.UU, confirmando una leve dependencia del espectro de la luz incidente en la reflexión en las calzadas. Esto sugiere una ligera tendencia hacia una coloración verdosa-rojiza, presente en todos los estudios a pesar de las diferentes técnicas de investigación y tipos de asfalto analizados [31].

El estudio en calles reales, dentro del área metropolitana de Buenos Aires, permitió vincular esta selección espectral con un aumento en la claridad cuando se utiliza iluminación LED en lugar del espectro de sodio de alta presión. Se observa-

ron mejoras en el coeficiente Q_o de alrededor del 20 % en autopistas, mientras que en el estudio espectral de una muestra específica, se estimó un aumento del 4 %. Es importante señalar que esta muestra no necesariamente representaba los pavimentos en uso actualmente. A pesar de esto, la coincidencia en la tendencia respalda la eficiencia energética asociada con la tecnología LED [31].

1.2.7. “Análisis de los sistemas de iluminación utilizados en los sitios recreativos, en zonas de presencia delictiva de la ciudad de Cuenca”

Se realizó el levantamiento de las zonas de estudio (Parque Calderón, Plaza del Arte y Plaza Cívica) utilizando el método de cuadrículas y midiendo la iluminancia con luxómetro. Esto permitió obtener datos de la iluminación actual. Con los datos medidos se analizó si cumplían o no con los parámetros fotométricos establecidos en la norma CIE 140-2000. Como resultado del análisis, se determinó que la Plaza del Arte es la única que cumple parcialmente la norma, mientras que el Parque Calderón y Plaza Cívica no la cumplen [32].

Se planteó como primera solución simular cada zona considerando todas las luminarias encendidas, para analizar la iluminación con el diseño actual. Los nuevos diseños propuestos incluyeron la implementación de tecnología LED y un rediseño integral de la distribución de luminarias en las zonas de estudio, como el Parque Abdón Calderón. Se seleccionaron luminarias LED adecuadas para mejorar la iluminación y se llevó a cabo una simulación detallada utilizando el software DIALux [32].

Los resultados obtenidos de la simulación con los nuevos diseños mostraron mejoras significativas de los niveles de iluminación, siguiendo los criterios fotométricos definidos por la normativa CIE 140-2000. Se generaron mapas de colores falsos y datos luminotécnicos que demostraron una mayor uniformidad y niveles de iluminancia adecuados en comparación con la iluminación actual. Finalmente se concluyó que con la tecnología LED y los rediseños, propuestos, se cumpliría la normativa en todas las zonas [32].

1.2.8. “Evaluación de la iluminación actual en los parques del perímetro del centro urbano de la ciudad de Cuenca y propuesta de repotenciación de luminarias”

El objetivo del proyecto es evaluar la iluminación actual en 7 parques del centro de Cuenca, se realizó un diagnóstico de la iluminación mediante mediciones en campo con luxómetro y registro de datos. También se hicieron simulaciones en el software DIALux para comparar, también se analizaron las mallas críticas de cada parque midiendo niveles de iluminancia, uniformidad, valores máximos, mínimos y promedio. Se clasificó cada parque según cumpla o no con la normativa ecuatoriana ARCERNR-2020 en base a iluminancia promedio y uniformidad [33].

Se hicieron simulaciones de las propuestas y se incluyeron presupuestos de inversión para cada parque. Las simulaciones se llevaron a cabo utilizando el software DIALux, se realizaron simulaciones detalladas del estado actual de la iluminación en los parques, lo que permitió observar la distribución de la iluminación, la presencia de sombras y la uniformidad de la iluminación en las áreas analizadas [33].

Además, se efectuaron simulaciones de escenarios alternativos, las simulaciones también incluyeron la generación de datos cuantitativos, como niveles de iluminancia, uniformidad, valores máximos y mínimos, lo que permitió comparar diferentes escenarios y evaluar su cumplimiento con la normativa vigente. Estos datos fueron fundamentales para respaldar las propuestas de repotenciación y para evaluar la viabilidad económica de los proyectos [33].

Se realizó un análisis económico para evaluar la factibilidad, considerando el ahorro energético. Algunos proyectos son rentables, otros no y finalmente se presentan conclusiones como la necesidad de repotenciar varios parques y beneficios de usar tecnología LED eficiente [33].

1.2.9. “Implementación de un sistema de iluminación exterior con timers programables para el parqueadero de la ESFOT”

El proyecto de iluminación para el campus académico de la Escuela de Formación de Tecnólogos (ESFOT) de la Escuela Politécnica Nacional aborda la necesidad de mejorar la iluminación en el área del parqueadero, para abordar esta problemática, se realizó una medición de los niveles de iluminación existentes en el área del parquea-

dero utilizando un luxómetro, seguido del cálculo de los índices de área y la selección de coeficientes de utilización para determinar los requisitos de iluminación [34].

El proyecto también incluyó la selección de materiales, como conductores y luminarias, así como la implementación de protecciones IP e IK para garantizar la durabilidad y seguridad del sistema de iluminación. Se destacó el uso de tecnologías como el software DIALux para optimizar el diseño del sistema de iluminación y el uso de dispositivos de medida multifuncionales para facilitar los cálculos y verificar los resultados obtenidos por software [34].

En conclusión, la instalación de un sistema de iluminación autónomo, junto con la utilización de lámparas LED y herramientas tecnológicas, permitió no solo mejorar la calidad de iluminación, sino también lograr ahorros significativos en el consumo energético. Además, la instalación de tableros de control independientes entre zonas brindó mayor fiabilidad al sistema. Como recomendaciones, se destaca la importancia de cumplir con las normas de seguridad al realizar trabajos en altura y el uso de tecnologías para facilitar la implementación y corrección oportuna del sistema de iluminación [34].

1.2.10. “Optimización de iluminación de parques conforme a la Norma RTE INEN 069 basado en restricciones fotométricas”

El proyecto se centra en la optimización de la iluminación de parques de acuerdo con las regulaciones establecidas por el Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN). La investigación aborda la importancia de la iluminación en entornos nocturnos en Ecuador y se enfoca en criterios de distintas áreas, así como en la regulación de fabricantes de focos como Phillips [35].

El procedimiento de codificación implica la introducción de valores de escalares, índices y parámetros del sistema, la definición de la malla de puntos, la ubicación de las luminarias, el cálculo de ángulos horizontales y verticales, la determinación de la iluminancia individual de cada lámpara, el cálculo de la iluminancia total, y la comparación de la iluminancia máxima según la normativa RTE 069 de la INEN [35].

Las conclusiones del trabajo se basan en la comparación de los resultados obtenidos con las normativas establecidas y en la visualización de los efectos de la optimización de la iluminación en los parques, con los datos obtenidos se pudo determinar la altura máxima de montaje de la luminaria, lográndose una optimización

de la iluminación de las camineras de cualquier parque, cumpliendo las normas de estándares de iluminación definidas por la INEN, sobre la que se rige parámetros de iluminancia promedio en Ecuador [35].

1.2.11. “Análisis técnico y económico del uso de luminarias de inducción electromagnética de baja frecuencia.”

El estudio busca demostrar los beneficios energéticos y económicos de las luminarias de inducción electromagnética de baja frecuencia en comparación con las convencionales en el alumbrado público, guiándose por políticas de gestión energética que permiten ajustes según necesidades reguladoras [36].

El trabajo aborda aspectos nacionales de alumbrado, describiendo la situación actual y proponiendo la eficiente tecnología de lámparas de inducción magnética. Se plantea la sustitución de lámparas convencionales para ahorrar energía, se detallan principios de funcionamiento y se realiza un análisis técnico y económico comparativo, destacando la viabilidad del cambio y los tiempos de recuperación de inversión [36].

Además, se realizará una valoración económica teórica, considerando costos asociados como lámparas, accesorios, montaje, instalación y mantenimiento. La justificación de la inversión se respalda con indicadores financieros como VAN y TIR [36].

1.2.12. “Evaluación económica del diseño e implementación del sistema de alumbrado público sostenible para el sendero peatonal de la institución universitaria Pascual Bravo”

En este proyecto, se han identificado luminarias de vapor de sodio y de haluro metálico en el sistema de alumbrado público del sendero peatonal de la institución universitaria “Pascual Bravo”, con alta intensidad lumínica pero también con un elevado consumo energético y pérdidas significativas de calor, generando costos considerables en energía y mantenimiento. Esto motiva la búsqueda de alternativas prioritarias que utilicen energías renovables para reducir tanto el impacto ambiental como los costos económicos. Por lo tanto, se propone una evaluación financiera centrada en la adopción de tecnologías eficientes, asegurando un estilo de iluminación adecuado, así como seguridad, confort y paisajismo [37].

La evaluación económica se orienta hacia la puesta en funcionamiento de un sistema de alumbrado sustentable utilizando luminarias LED y paneles solares en el mencionado sendero del campus de Robledo de la Institución Universitaria “Pascual Bravo”. Este enfoque tiene como objetivo mitigar los altos consumos de energía y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, contribuyendo a una solución más ecológica y económicamente eficiente [37].

Para llevar a cabo la evaluación financiera del proyecto, se emplean diversas herramientas y metodologías. Estas métricas permiten analizar no solo la inversión inicial, sino también los costos operativos, de mantenimiento y reposición de elementos con una vida útil inferior a 30 años, considerando precios constantes desde la presentación del proyecto [37].

1.2.13. “Análisis y evaluación de la mejora energética del sistema de iluminación de un centro educativo (IES La Granja)”

Este trabajo se centra en la iluminación de centros educativos, con un enfoque particular en el IES La Granja. Se busca explorar la relación entre los parámetros de la luz y el proceso de aprendizaje, considerando la eficiencia de la iluminación actual y la posibilidad de migrar a tecnología LED. Para hacer que el documento sea accesible, se incluyen conceptos básicos de ingeniería luminotécnica, y se plantea la implementación de un Plan Energético en centros educativos. Este plan abogaría por la eficiencia en intervenciones, la sensibilización y la valoración energética, con el objetivo de mejorar no solo el IES La Granja, sino también la eficiencia energética en los centros de educación en general [38].

Adicionalmente, se subraya la importancia de considerar usos nocturnos y la seguridad del edificio al sugerir la implementación de fuentes de luz de alta eficiencia. Se aborda el impacto de la iluminación artificial, especialmente en días nublados, y se reconoce la influencia de los medios digitales en las necesidades lumínicas y las infraestructuras requeridas. El trabajo propone soluciones flexibles que integren eficaz y eficientemente la luz natural y artificial para mejorar el ambiente lumínico de las aulas y el bienestar de las personas [38].

En la última parte del trabajo, se enfoca en la implementación de instalaciones de iluminación energéticamente eficaces, destacando la necesidad de un sistema de control que ajuste la iluminación según presencia efectiva de personas en el área junto a un sistema de regulación para mejorar la utilización de la luz natural en

ubicaciones particulares que cumplen con determinadas condiciones. Se enfatiza la importancia de considerar no solo la inversión inicial, sino también los costos operativos y de mantenimiento, promoviendo un enfoque logístico y sostenible en la mejora del entorno lumínico [38].

1.2.14. “Evaluación, determinación y análisis técnico económico del riesgo por condiciones de iluminación, y diseño de una propuesta de mejora en las áreas de los edificios administrativos I y II E IPRED de la Universidad industrial de Santander”

El proyecto se centró en evaluar el desempeño de las luminarias en un entorno laboral, recopilando información sobre su estado físico, características y ubicación. A través de mediciones con un luxómetro, se analizó la cantidad de luz emitida en los puestos de trabajo, comparando estos niveles con estándares establecidos por el RETILAP y el RETIE para determinar el grado de riesgo asociado. Además, se propusieron mejoras para abordar las condiciones de iluminación inadecuadas, considerando tanto aspectos normativos como el rendimiento de las fuentes de luz [39].

El diagnóstico inicial comprendió un inventario de las luminarias existentes y sus estados, después bajo condiciones normales se realizaron mediciones del nivel de iluminación artificial en los lugares de trabajo. Se contextualizó teórica y legalmente la iluminación, fundamentando la búsqueda y selección de propuestas de mejora en el desempeño de las luminarias [39].

En la actualidad, el alumbrado artificial se basa principalmente en lámparas eléctricas, con la elección del tipo de fuente de luz dependiendo de las necesidades específicas de cada aplicación. La evaluación de las características de las fuentes de luz LED se realizó considerando su desempeño, y los proveedores fueron calificados en función de criterios establecidos, asignando porcentajes correspondientes a valores acordados con la tutora del proyecto en reunión [39].

1.2.15. “Criterios de diseño en iluminación y color”

En este artículo se desarrollan criterios fundamentales a considerar al realizar instalaciones lumínicas. Se parte de conceptos clave como la influencia de la ilumi-

nación en la salud, la productividad y la naturaleza y propagación de la luz, entre otros aspectos [40].

En la unidad 5 de este artículo se centra en la fisiología de la visión ofreciendo una explicación detallada acerca del funcionamiento de la vista. Se detalla como el estímulo luminoso es captado por los ojos, por medio de un fenómeno llamado sensación visual y las envía al cerebro por medio de los nervios ópticos, para que este lo interprete mediante un proceso llamado percepción visual [40].

También se habla sobre los factores que influyen en la manera de ver las cosas, como el deslumbramiento, el brillo, la percepción de profundidad y la agudeza visual. Se explica cómo el ojo, a pesar de ser increíblemente poderoso, tiene sus limitaciones para distinguir la diferencia exacta entre la iluminación de dos fuentes de luz diferentes [40].

Por ejemplo, el ojo humano no percibe la variación en la luz entre un día soleado a las 9 de la mañana (30,000 lux) y al mediodía el brillo casi duplicado de 50,000 lux, por el contrario, el ojo humano percibe con precisión si dos superficies contiguas están o no iluminadas de manera uniforme. Nuestro ojo puede detectar cambios en la iluminación entre dos áreas vecinas a partir de un valor específico llamado umbral de percepción. A ese cambio en la luz que logramos percibir se le llama el valor límite de diferencia en la iluminación [40].

1.2.16. “Guía para prevenir enfermedades visuales en trabajadores con malas condiciones de iluminación en una óptica dentro de centros comerciales”

Este trabajo se centra determinar la relación que existe entre las condiciones inadecuadas de iluminación en un sitio de trabajo dentro de centros comerciales vs enfermedades visuales y ofrecer claramente por medio de un texto guía los métodos para prevenir estas enfermedades desde los sitios de trabajo, siendo el eje de este proyecto la visión y como es necesario que todo el sistema óptico se encuentre en correcto estado, por que tener una buena visión es crucial para el desarrollo laboral de las personas y por ende si se tiene una mala iluminación del sitio de trabajo, disminuye el proceso de visión y crea inconvenientes tanto de concentración, como de problemas visuales [41].

También se detallan los elementos a considerar para incrementar la calidad de la iluminación. De acuerdo con la tecnología de punta, una buena iluminación debe satisfacer las siguientes condiciones: Iluminación adecuada o preferentemente buena, iluminación uniforme, evitar el deslumbramiento, color correcto, evitar parpadeo de la lámpara y el efecto estroboscópico. Se muestran también los niveles de iluminación adecuados dependiendo del tipo, tareas y áreas de trabajo [41].

Se concluye con que se debe implementar un programa de mantenimiento que atienda cuidadosamente la conservación de las fuentes de iluminación para que mantengan su eficacia, haciendo que los focos luminosos se encuentren en perfectos funcionamiento, limpiar paredes, techos, dado que la reflexión de estas partes es altamente importante para mantener relaciones de brillo cómodas dentro del campo de la visión, además se debe crear una cultura en las personas de reportar cualquier falla a nivel de iluminación que presente [41].

1.2.17. “Guía técnica de adaptación de las instalaciones de alumbrado exterior al decreto 357/2010”

El documento proporciona orientación para la aplicación del Decreto 357/2010 relativo a la preservación de la calidad del firmamento durante la noche frente a la polución lumínica. y medidas de eficiencia energética para el alumbrado exterior en Andalucía, España. Analiza el estado actual de los sistemas de alumbrado exterior y las tendencias futuras. Los aspectos clave tratados incluyen los requisitos de los proyectos de iluminación, las características de las lámparas y luminarias por tipo, los sistemas de control, los criterios fotométricos y los procedimientos prácticos de verificación [42].

El documento detalla varios parámetros clave para aplicar el decreto 357/2010 en iluminación. Estos incluyen niveles de iluminancia, límites de luminancia en fachadas y señales, restricciones en la emisión de flujo luminoso por encima de planos horizontales (FHSi), control de la intensidad luminosa en direcciones específicas, índices para medir y limitar el deslumbramiento, especificaciones en el espectro de emisión de lámparas y estándares mínimos de rendimiento y factor de utilización para las luminarias. Estos parámetros regulan la contaminación lumínica según el decreto [42].

En conclusión la guía presentada analiza la normativa aplicable, características de sistemas de alumbrado, actuaciones posibles para mejorar la situación tanto en nuevas instalaciones como en las existentes [42].

1.2.18. “Diseño de iluminación con luminarias tipo led basado en concepto eficiencia energética y confort visual, implementación de estructura para pruebas”

En el proyecto se propone la implementación de un módulo de pruebas que ayudaría a mejorar el criterio en la selección de luminarias en un diseño eléctrico lo que complementaría los conocimientos teóricos adquiridos. [2].

Se diseñó una estructura metálica para probar luminarias LED, y se llevó a cabo un análisis del material que se utilizará en la construcción., considerando la estabilidad y resistencia mecánica durante las prácticas. Se pudo realizar diferentes pruebas con luminarias LED para espacios exteriores e interiores gracias a esta estructura, con el objetivo de comprobar la fotometría suministrada por el fabricante. Además, se diseñó un panel de soporte para instalar verticalmente las luminarias LED, facilitando su identificación. La estructura también contó con fines de carrera en la parte superior para limitar el movimiento de las bandejas, evitando el funcionamiento innecesario del motor. Este diseño e implementación de bancos de pruebas para las diferentes áreas académicas se consideró como una opción de mejora para el aprendizaje de futuras generaciones estudiantiles [2].

En cuanto a las conclusiones, se resalta la importancia de diseñar considerando la disponibilidad de luz natural para lograr una mayor eficiencia, junto con la creación de un manual de procedimientos de laboratorio para docentes y alumnos. El proyecto se justifica en función de la importancia de incrementar la eficiencia energética mediante el uso de equipos más eficientes, maximizar el confort visual y contribuir al ahorro de energía eléctrica. Los beneficiarios identificados incluyen la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil y los estudiantes de diversas materias relacionadas con instalaciones civiles e industriales, quienes se verán beneficiados con una herramienta práctica y real para su futuro profesional [2].

1.2.19. “Acuerdo ministerial 0483-12”

Se establecen normas técnicas y estándares para el diseño de espacios educativos, proporcionando la reglamentación necesaria para orientar a los arquitectos en la planificación y diseño de la infraestructura escolar. Estos estándares abarcan dos tipos principales: arquitectónicos, que se centran en aspectos como seguridad, confort y dimensionamiento de la edificación escolar, y urbanísticos, que consideran la integración en el entorno urbano, localización territorial, accesibilidad y riesgo natural [43].

Además, el documento aborda aspectos específicos relacionados con el alumbrado y tipos de iluminación a considerar. Se mencionan métodos como el alumbrado general, que es ampliamente utilizado en oficinas y centros educativos, y otros enfoques como el alumbrado localizado, que concentra la luz en áreas específicas de trabajo. La normativa proporciona pautas detalladas para asegurar una adecuada distribución de la luz según el uso y las características de cada espacio [43].

1.3. Conceptos y unidades de medida

Magnitudes fundamentales

Es muy importante conocer las magnitudes que serán utilizadas en este contexto, debido a que representan piezas claves en la comprensión y evaluación del tema en cuestión, Entre las magnitudes relevantes se encuentran:

1.3.1. Flujo luminoso

Este se remite a la cantidad de energía lumínica Emanada de una fuente luminosa o una luminaria en todos los sentidos durante un período específico. Se mide en Lumen [lm] y su símbolo es la letra griega ϕ [44].

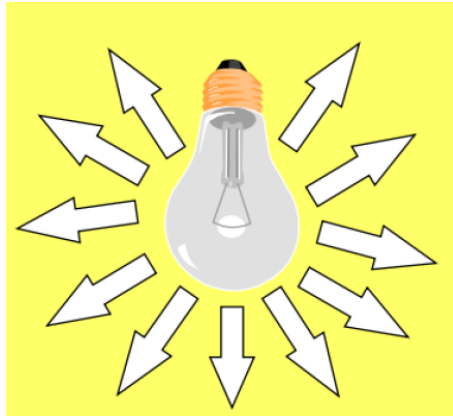


Figura 1.1: Flujo Luminoso [1].

1.3.2. Iluminancia

La iluminancia se emplea para cuantificar el nivel de luminosidad o intensidad presente en entornos laborales, superficie de un recinto, calles, etc. La unidad de iluminancia es el lux y se mide en $Lux = Lumen/m^2$ [32].

Su formula es la siguiente:

$$E = \varphi/S$$

$$1lx = 1lm/1m^2$$

Donde:

E = nivel medio de iluminación en lx.

S = superficie a iluminar en m^2

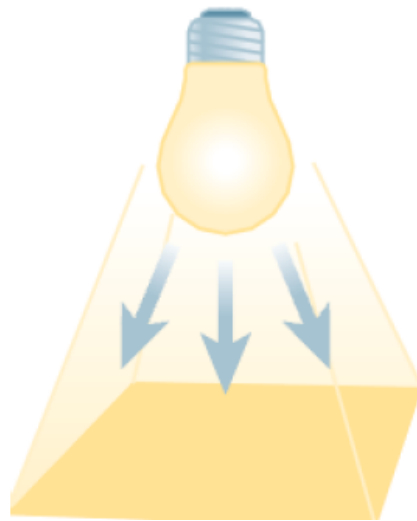


Figura 1.2: Iluminancia [2]

1.3.3. Luminancia

Es la medición de la cantidad de luz que llega a una zona, en otras palabras, la luz que percibimos. Se expresa en unidades de “candela por metro cuadrado” (cd/m^2). [45].

Su formula es la siguiente:

$$L = I/S * \text{Cos}(\beta)$$

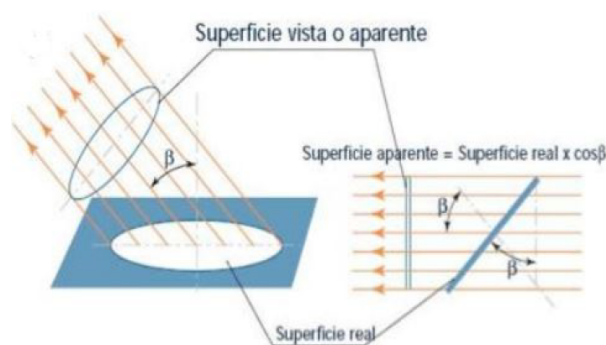


Figura 1.3: Luminancia [3]

1.3.4. Parámetros visuales

1.3.4.1. El ojo

La luz se refiere al conjunto de ondas electromagnéticas capaces de estimular los receptores visuales del ojo. El ojo ha evolucionado para captar la luz y transformarla en señales nerviasas [2].

La luz se refiere a un conjunto de ondas electromagnéticas que pueden estimular los receptores visuales del ojo. El ojo ha evolucionado para detectar la luz y convertirla en señales nerviosas

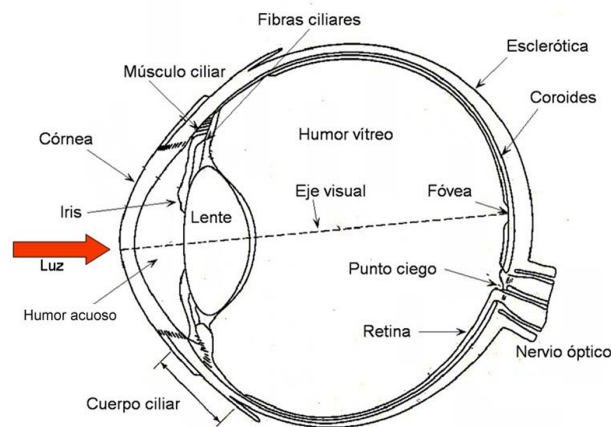


Figura 1.4: Diagrama simplificado del ojo [4]

1.3.4.2. Percepción de los objetos

El ojo tiene la capacidad de funcionar en una extensa gama de niveles de iluminación, por medio de un procedimiento de adaptación. Procedimiento que involucra modificaciones en el tamaño de la pupila y cambios fotoquímicos en la retina al mismo tiempo. La apertura de la pupila depende principalmente de la cantidad de luz que recibe en el ojo. En un entorno muy oscuro, la pupila se dilata considerablemente, pero en lugares más iluminados, la dilatación es menor. Esto es perceptible, cuando se pasa de un área bien iluminada a otra mucho más oscura, o cuando una fuente de luz brillante penetra en el diámetro de la visión [2].

1.3.4.3. Contraste

El contraste es el aspecto visual de una imagen que también puede hacer referencia a la falta de tonos intermedios, lo que hace que la luz y la oscuridad se distingan con notoriedad. Una imagen formada por cuadrados blancos y cuadrados negros proporcionaría un contraste significativo, mientras que si los cuadrados tuvieran diferentes tonos de gris, no habría contraste [46].

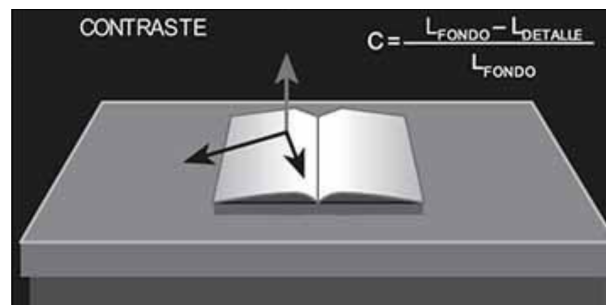


Figura 1.5: Contraste visual [5]

1.3.4.4. Temperatura de color (Tc)

La temperatura de color de una fuente de luz se determina por su apariencia cromática. y se fundamenta en el principio de que todos los objetos emiten luz cuando aumentan su temperatura. El tono de esa luz varía según el aumento de la temperatura, medido en grados Kelvin. (K). A continuación se muestra como los colores de luz son clasificados [6].

| Color de luz | Temperatura de color | Apariencia del color |
|--------------------|----------------------|----------------------|
| Amarillento | 1800-2500 | Cálido |
| Blanco cálido | 2600-3000 | |
| Blanco neutral | 3100-4100 | Intermedio |
| Blanco frío | 4200-6000 | Frio |
| Blanco luz del día | 6100-6500 | |

Figura 1.6: Temperatura del Color [6].

1.3.4.5. Percepción visual

Aquí se explicaran todos las características que se tomara en cuenta la el análisis de la percepción visual:

- La capacidad visual

Se refiere a la habilidad para percibir y reconocer objetos o detalles pequeños,

así como para realizar tareas visuales en condiciones de bajo contraste luminoso [47].

- La cantidad de luz

Este afecta directamente a la capacidad visual, siendo una iluminancia de 20 lux, lo que permite distinguir los rasgos faciales de otras personas. Para llevar a cabo tareas visuales simples, como reuniones, se requieren al menos 200 lux, mientras que tareas visuales más complejas, como control o montaje de precisión, pueden necesitar hasta 2000 lux. En situaciones especiales, como operaciones quirúrgicas, se pueden necesitar una iluminancia de hasta 10,000 lux [47].

- Ángulo visual

Es el ángulo en el cual el ojo humano percibe los objetos observados, está relacionado con la agudeza visual, siendo esta última una medida, entre otras cosas, de la legibilidad de la escritura [47].

1.3.4.6. Deslumbramiento

Es derivado de niveles de iluminación elevadas o alto contraste en entornos visuales, hace una disminución objetiva de la capacidad visual. Originado por la fuente directa de luz o su reflexión, el deslumbramiento se puede mitigar reduciendo el contraste de luminancia entre el entorno y la fuente luminosa, ya sea aumentando la luminosidad ambiental o disminuyendo la luminancia de la fuente.

Para prevenir el deslumbramiento, se aconseja elegir luminarias con buen apantallamiento y disponerlas adecuadamente en el entorno. Aquí es donde se distingue la diferencia de luminosidad o color entre objetos o entre un objeto y su entorno. Para ver un objeto de manera efectiva, se requiere un contraste adecuado con su entorno, idealmente en una relación de al menos 2:1. La dificultad para distinguir entre dos formas aumenta a medida que disminuye el contraste [47].

1.4. Instrumentos y métodos de medición

1.4.1. Luxómetro

Es un dispositivo utilizado para la medición de la luz en luxes, tiene internamente un registrador de datos, que permite medir las condiciones de iluminación y al mismo tiempo memorizar los valores medidos en lux. Los datos se pueden conllevar a un computador para su evaluación; existen variedades de modelos de luxómetros disponibles en el mercado [33].

1.4.2. DIALux evo

El DIALux es un programa gratuito creado por la empresa alemana Dial para la planificación de iluminación. Mediante este software se puede realizar proyectos de iluminación lo más próximos a la realidad y realizar cálculos de iluminación en proyectos de interiores y exteriores [48].

1.4.3. Método de medición de Iluminancia

- En Canchas Deportivas y Bulevares

Se requiere establecer el área que delimita el bulevar o la cancha, En longitud (S) y en anchura (a). Para bulevares con una longitud (S) superior a 50 metros, es posible dividirlos en secciones para obtener múltiples áreas de medición. Subdividir el área en cuadrados, cuyos centros serán los puntos de medida, deben estar espaciados uniformemente como define la CIE 140 [7]. A continuación ejemplos gráficos en las siguientes figuras:

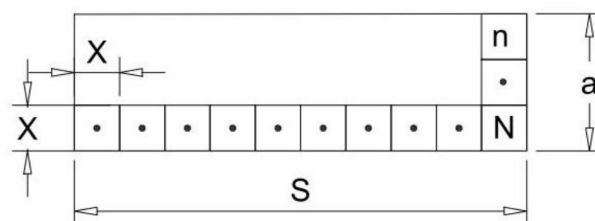


Figura 1.7: Puntos de medida en bulevares [7].

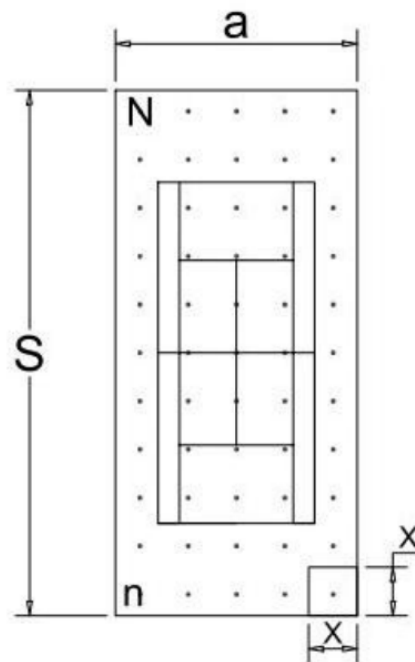


Figura 1.8: Puntos de medida en canchas [7].

$$N = S/X$$

$$n = a/X$$

Donde:

N y n son números enteros.

El lado del cuadrado (X) no debe exceder los 5 metros, debido a que la distancia entre un punto de medición y otro sería demasiado grande, perdiendo la uniformidad en la distribución del flujo luminoso que alcanza la superficie que se desea iluminar. Conjuntamente debe ser mayor a 1m, porque en áreas muy extensas se poseerá un número alto de puntos de medición, en el cual su iluminancia promedio (E_p) no tendrá una diferencia considerable con un valor de lado del cuadrado (X) mayor que 1m [7].

- Piletas y Estatuas

Se requiere establecer el radio (R) desde el centro de la estructura hasta el sendero circundante. La circunferencia puede dividirse en 8 secciones, creando un ángulo de 45° entre cada una de ellas, véase en la Figura 1.9, o se puede dividir en 6 secciones formando un ángulo de 60° entre cada una, como se muestra en la Figura 1.10. Se opta por la alternativa que mejor se adapte a

la estructura. La medición se llevaría a cabo en cada una de las secciones. Si es necesario, debido al espacio entre las secciones, se pueden realizar dos mediciones por sección. Además realizar mediciones en cada uno de los senderos adyacentes [7].

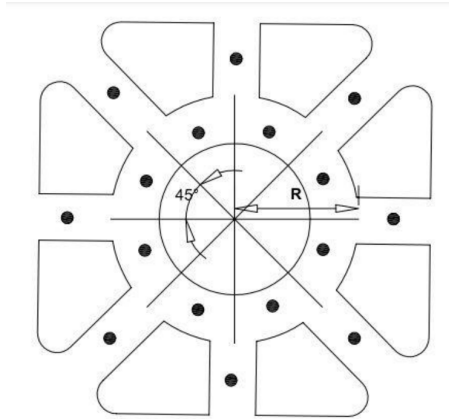


Figura 1.9: Puntos de medida en Piletas y Estatuas [7].

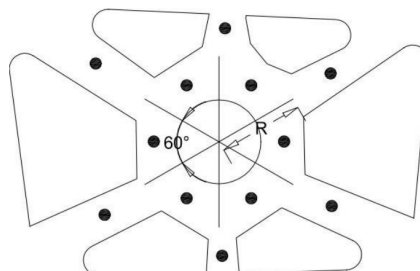


Figura 1.10: Puntos de medida en Piletas y Estatuas [7].

- Andenes, Camineras y Ciclo vías en Parques

Se establece un único punto de medición en la dirección transversal debido a que el ancho es menor a 4 metros. En la dirección longitudinal, se distribuyen puntos de medición a intervalos iguales, asegurando que la distancia entre ellos sea superior a 1 metro pero no exceda los 5 metros. En caso de que el ancho supere los 5 metros, se añade una columna adicional de puntos de medición en la dirección transversal [7].

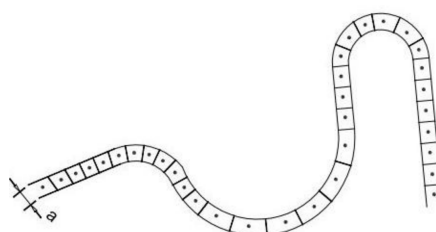


Figura 1.11: Puntos de medida en Andenes, Camineras y Ciclo vías en Parques [7].

- Áreas de Descanso, Juegos Infantiles, Verdes y Parques

Estas áreas si bien no poseen una estructura regular desde el punto de vista geométrico, dado que cada una ha sido concebida según el diseñador, su procedimiento de medición es similar al expuesto en Canchas y Bulevares, pero se debe tomar en consideración que la matriz abarque el número de puntos necesario para comprender el área [7].

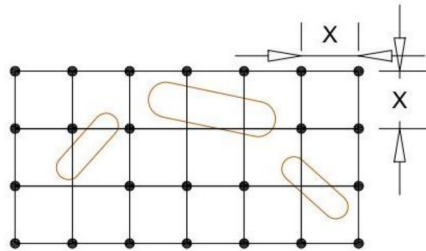


Figura 1.12: Puntos de medida en Áreas de Descanso, Juegos Infantiles, Verdes y Parques [7].

CAPÍTULO 2

DEFINICIÓN DE LAS NORMAS O REGLAMENTOS QUE SERÁN APLICADOS

En este capítulo, se presenta el análisis detallado de las normas y reglamentos de instalaciones lumínicas en zonas externas. La finalidad de este capítulo es evaluar las normas y reglamentos nacionales e internacionales con el fin de recavar la mayor información posible que pudiera ser utilizada para este proyecto.

2.1. Normativas y Regulaciones Nacionales e Internacionales para espacios exteriores

2.1.1. RETILAP “Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - Colombia”

El RETILAP, prescribe los criterios que deben cumplir los equipos en estos ámbitos. Su finalidad es asegurar una iluminación adecuada y la seguridad del peatón en diversos entornos. El reglamento se organiza en 10 capítulos, los cuales se resumirán de manera concisa los capítulos que se analizarán en este proyecto.

- Capítulo 2: Se examina el consumo de energía en diversos sectores y se exploran conceptos como medidores de luminancia, pruebas y verificación de equipos [8].
- Capítulo 3: Enfocándose exclusivamente en requisitos de los productos que conforman los sistemas de iluminación, este capítulo abarca elementos como bombillas, lámparas y otros componentes relevantes [8].

- Capítulo 5: Aquí se aborda la iluminación exterior, centrándose en áreas como canchas, aceras, veredas, calles peatonales y espacios públicos que incluyen canchas deportivas, se emplean diversos métodos de cálculo adaptados al entorno analizado, junto con técnicas de medición para cada ambiente [8].
- Capítulo 6: Se centra en todos los aspectos relacionados con los proyectos de alumbrado público. Aborda desde los pasos iniciales para iniciar un proyecto, los costos asociados, la elaboración de planos y dibujos, hasta la evaluación ambiental integral de la iniciativa [8].
- Capítulo 9: Aquí detalla los mecanismos de validación de conformidad, como la equivalencia con la norma y la certificación mediante la declaración del proveedor, según el reglamento colombiano RETILAP, ofreciendo flexibilidad y asegurando el cumplimiento de estándares [8].

| Clasificación | Clase de iluminación | Iluminancia promedio (luxes) | Uniformidad general $U_0 \geq \%$ |
|--|----------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| Canchas múltiples recreativas | C0 | 50 | 40 |
| Plazas y plazoletas | C1 | 30 | 33 |
| Pasos peatonales subterráneos | C1 | 30 | 33 |
| Puentes peatonales | C2 | 20 | 33 |
| Zonas peatonales bajas y alledaños a puentes peatonales y vehiculares | C2 | 20 | 33 |
| Andenes, senderos, paseos y alamedas peatonales en parques | C3 | 15 | 33 |
| Ciclo-rutas en parques | C2 | 20 | 40 |
| Ciclo-rutas, senderos, paseos, alamedas y demás áreas peatonales adyacentes a rondas de ríos, quebradas, humedales, canales y demás áreas distantes de vías vehiculares iluminadas u otro tipo de áreas iluminadas | C4 | 10 | 40 |

Figura 2.1: Iluminación mínima en áreas críticas distintas a vías vehiculares [8].

2.1.2. “Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07.- España”

El propósito de este reglamento es establecer condiciones técnicas para el proyecto de alumbrado exterior, con el propósito de incrementar la eficiencia energética, reducir emisiones y controlar la contaminación luminosa. No especifica valores mínimos de iluminación, los cuales se rigen por normativas específicas para cada tipo de vía o espacio [9].

Se examinarán los siguientes capítulos:

“ITC-EA-02 Niveles de iluminación.”

“ITC-EA-03 Resplandor luminoso nocturno y luz intrusa o molesta.”

“ITC-EA-05 Documentación técnica, verificaciones e inspecciones.”

“ITC-EA-07 Mediciones luminotécnicas en las instalaciones de alumbrado.”

Este reglamento se aplicará a las instalaciones, de más de 1 kW de potencia instalada, las nuevas instalaciones, a sus modificaciones y ampliaciones, entendiéndose por modificación de importancia aquella que afecte a más del 50 % de la potencia o luminarias instaladas [9].

- Alumbrado destinado a Pasarelas Peatonales, escaleras y rampas
Estos estarán clasificados en CE2. Sin embargo en caso de riesgo de inseguridad ciudadana, se puede optar por la clase CE1. Cuando existan escaleras y rampas de acceso, la iluminancia en el plano vertical no será inferior al 50 % del valor en el plano horizontal de forma que se asegure una buena percepción de los peldaños [9].

| Clase de Alumbrado (1) | Iluminancia horizontal | |
|---------------------------|--|--|
| | Iluminancia Media <i>Em (lux)</i> [mínima mantenida ⁽¹⁾] | Uniformidad Media <i>Um</i> [mínima] |
| CE0 | 50 | 0,40 |
| CE1 | 30 | 0,40 |
| CE1A | 25 | 0,40 |
| CE2 | 20 | 0,40 |
| CE3 | 15 | 0,40 |
| CE4 | 10 | 0,40 |
| CE5 | 7,5 | 0,40 |

(1) Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado. A fin de mantener dichos niveles de servicio, debe considerarse un factor de mantenimiento (f_m) elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

(2) También se aplican en espacios utilizados por peatones y ciclistas.

Figura 2.2: Series CE de clase de alumbrado para viales tipos D y E [9].

- Alumbrado de Parques y Jardines
Los viales principales, tales como accesos al parque o jardín, sus paseos y glorietas, áreas de estancia y escaleras, que estén abiertos al público durante las horas nocturnas, deberán iluminarse como las vías de tipo E [9].

| Situaciones de proyecto | Tipos de vías | Clase de Alumbrado ⁽¹⁾ |
|-------------------------|---|-----------------------------------|
| E1 | <ul style="list-style-type: none"> • Espacios peatonales de conexión, calles peatonales, y aceras a lo largo de la calzada. • Paradas de autobús con zonas de espera • Áreas comerciales peatonales. Flujo de tráfico de peatones Alto..... Normal..... | CE1A / CE2 / S1 S2 / S3 / S4 |
| E2 | <ul style="list-style-type: none"> • Zonas comerciales con acceso restringido y uso prioritario de peatones. Flujo de tráfico de peatones Alto..... Normal..... | CE1A / CE2 / S1 S2 / S3 / S4 |

⁽¹⁾ Para todas las situaciones de alumbrado E1 y E2, cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.

Figura 2.3: Clases de alumbrado para vías tipo E [9].

- Aparcamientos de vehículos al aire libre

El alumbrado de aparcamientos al aire libre cumplirá con los requisitos fotométricos de las clases de alumbrado correspondientes a la situación de proyecto D1-D2, establecidos en la Figura 2.4 [9].

| Situaciones de proyecto | Tipos de vías | Clase de Alumbrado ⁽¹⁾ |
|-------------------------|---|-----------------------------------|
| C1 | <ul style="list-style-type: none"> • Carriles bici independientes a lo largo de la calzada, entre ciudades en área abierta y de unión en zonas urbanas Flujo de tráfico de ciclistas Alto..... Normal..... | S1 / S2 S3 / S4 |
| D1 - D2 | <ul style="list-style-type: none"> • Áreas de aparcamiento en autopistas y autovías. • Aparcamientos en general. • Estaciones de autobuses. Flujo de tráfico de peatones Alto..... Normal..... | CE1A / CE2 CE3 / CE4 |
| D3 - D4 | <ul style="list-style-type: none"> • Calles residenciales suburbanas con aceras para peatones a lo largo de la calzada • Zonas de velocidad muy limitada Flujo de tráfico de peatones y ciclistas Alto..... Normal..... | CE2 / S1 / S2 S3 / S4 |

⁽¹⁾ Para todas las situaciones de alumbrado C1-D1-D2-D3 y D4, cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.

Figura 2.4: Clases de alumbrado para vías tipos C y D [9].

| Clase de Alumbrado ⁽¹⁾ | Iluminancia horizontal en el área de la calzada | |
|-----------------------------------|---|--|
| | Iluminancia Media E_m (lux) ⁽¹⁾ | Iluminancia mínima E_{min} (lux) ⁽¹⁾ |
| S1 | 15 | 5 |
| S2 | 10 | 3 |
| S3 | 7,5 | 1,5 |
| S4 | 5 | 1 |

⁽¹⁾ Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado. A fin de mantener dichos niveles de servicio, debe considerarse un factor de mantenimiento (f_m) elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

Figura 2.5: Series S de clase de alumbrado para viales tipos C, D y E [9].

2.1.3. “Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008. Condiciones de iluminación en los centros de trabajo”

Esta norma establece los requisitos mínimos de alumbrado en los lugares de trabajo en México. El propósito de la norma es asegurar las condiciones adecuadas de iluminación para prevenir accidentes y proteger la salud visual de los trabajadores. Entre los aspectos que aborda se encuentran la intensidad mínima de iluminación, la distribución y calidad de la luz, así como especificaciones técnicas para distintos tipos de áreas laborales [10].

| Tarea Visual del Puesto de Trabajo | Area de Trabajo | Niveles Mínimos de Iluminación (luxes) |
|--|--|--|
| En exteriores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos. | Exteriores generales: patios y estacionamientos. | 20 |
| En interiores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos. | Interiores generales: almacenes de poco movimiento, pasillos, escaleras, estacionamientos cubiertos, labores en minas subterráneas, iluminación de emergencia. | 50 |

Figura 2.6: Niveles de iluminación [10].

2.1.4. “Norma Oficial Mexicana NOM-013-ENER-2013, Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en vialidades”

Esta norma tiene por objeto establecer niveles de eficiencia energética en términos de valores máximos de Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA), así como la iluminancia promedio para alumbrado en vialidades en las diferentes aplicaciones que se indican en la presente norma [11].

Niveles de iluminación en vías alternas

Las vías principalmente utilizadas como acceso directo a áreas residenciales, comerciales e industriales se dividen en distintas categorías, tales como:

Tipo A. Una vía residencial con alto volumen de peatones durante la noche, tráfico vehicular moderado a alto y una cantidad moderada de espacios comerciales

Tipo B. Una vía residencial con un flujo moderado de peatones en la noche, tráfico vehicular de bajo a moderado, y una cantidad moderada de espacios comerciales.

Tipo C. Vía de acceso industrial que se caracteriza por bajo tránsito peatonal nocturno, moderado tránsito vehicular y baja actividad comercial [11].

| Clasificación de Vialidad | Iluminancia mínima promedio [lx] | Relación de uniformidad promedio máxima E_{prom}/E_{min} |
|-------------------------------------|---|--|
| Vías secundarias residencial Tipo A | 6 | 6 a 1 |
| Vías secundarias residencial Tipo B | 5 | 6 a 1 |
| Vías secundarias industrial Tipo C | 3 | 6 a 1 |

Figura 2.7: Niveles de iluminación [11].

2.1.5. “CIE 140 – 2000 Métodos de cálculo para iluminación”

Descrita en la regulación RTE INEN 007/23 “Prestación del Servicio de Alumbrado Público General” y en RETILAP

2.1.6. “RTE INEN 069 Alumbrado Publico”- Ecuador

El propósito de este Reglamento Técnico Ecuatoriano es definir los criterios y normativas que los sistemas de iluminación pública deben cumplir. Estos requisitos garantizan los niveles adecuados y la calidad de la energía lumínica necesaria para actividades visuales, aseguran la seguridad en el suministro energético, protegen los derechos del consumidor y promueven la conservación del medio ambiente. Además, el reglamento busca prevenir, reducir o eliminar los riesgos asociados con la instalación y uso de sistemas de iluminación. Incluyendo criterios de eficiencia energética, esta descrita en la Norma RETILAP [12].

| Clases de Iluminación | Iluminancia Promedio $E(\text{lx})^{10}$ | Uniformidad de la Iluminancia U_o | Incremento de Umbral (%) ¹¹ | |
|-----------------------|--|-------------------------------------|--|---------------------------|
| | | | Moderada y Alta Velocidad | Baja y muy baja velocidad |
| C0 | 50 | 40 | 10 | 15 |
| C1 | 30 | | 10 | 15 |
| C2 | 20 | | 10 | 15 |
| C3 | 15 | | 15 | 20 |
| C4 | 10 | | 15 | 20 |
| C5 | 7,5 | | 15 | 25 |

Figura 2.8: Parámetros fotométricos para zonas de conflicto [12].

2.1.7. “RTE INEN 007-23 Prestación del Servicio de Alumbrado Público General”-Ecuador

El alumbrado público abarca la iluminación de vías y áreas públicas utilizadas para la movilidad, seguridad, ornamentación y actividades deportivas. Se divide en tres categorías: alumbrado público general, alumbrado público ornamental y alumbrado público intervenido.

- Alumbrado público general: Engloba los sistemas de iluminación instalados en las vías públicas, destinadas al tránsito de personas y vehículos. También incluye los sistemas de iluminación de instalaciones deportivas accesibles al público, ya sean al aire libre o cubiertas, de propiedad pública o comunitaria, ubicadas en zonas urbanas como rurales. Excluye la iluminación de las zonas comunes de unidades inmobiliarias declaradas como propiedad horizontal, la iluminación pública ornamental e intervenida [13].
- Alumbrado público intervenido: Es la iluminación de vías que, debido a planes o requerimientos específicos de los gobiernos autónomos descentralizados, difieren de los niveles de iluminación establecidos por regulación, y/o requieren de una infraestructura constructiva distinta de los estándares establecidos para el alumbrado público general [13].
- Alumbrado público ornamental: Es la iluminación de zonas como parques, plazas, iglesias, monumentos y similares, que difiere de los niveles establecidos por regulación para alumbrado público general, dado que éstos obedecen a criterios estéticos determinados por el gobierno autónomo descentralizado correspondiente, o por el órgano estatal competente [13].

| Clase de Iluminación | Descripción del uso de la calzada |
|----------------------|--|
| P1 | Vías de gran importancia. |
| P2 | Utilización nocturna intensa por peatones y ciclistas. |
| P3 | Utilización nocturna moderada por peatones y ciclistas. |
| P4 | Utilización nocturna baja por peatones y ciclistas, únicamente asociada a las propiedades adyacentes. |
| P5 | Utilización nocturna baja por peatones y ciclistas, únicamente asociada a las propiedades adyacentes. Importante mantener el lugar o el carácter arquitectónico del entorno. |
| P6 | Utilización nocturna muy baja por peatones y ciclistas, únicamente asociada a las propiedades adyacentes. Importante preservar el carácter arquitectónico del ambiente. |

Figura 2.9: Iluminación para zonas de peatones y ciclistas [13].

| Clase de iluminación | Iluminancia (lx) | | | Requisitos adicionales | |
|----------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|------------------------|----------------------|
| | Valor promedio horizontal máximo (*) | Valor promedio horizontal mínima (*) | Valor horizontal mínimo (*) | Valor vertical | Valor semicilíndrica |
| P1 | 18 | 15 | 3 | 5.0 | 3.0 |
| P2 | 12 | 10 | 2 | 3.0 | 2.0 |
| P3 | 9.0 | 7.5 | 1.5 | 2.5 | 1.5 |
| P4 | 7.5 | 5.0 | 1.0 | 1.5 | 1.0 |
| P5 | 5.0 | 3.0 | 0.6 | 1.0 | 0.6 |
| P6 | 3.0 | 2.0 | 0.4 | 0.6 | 0.4 |

Figura 2.10: Requisitos mínimos de iluminación para tráfico peatonal [13].

2.1.8. Decreto Ejecutivo 2393 “Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores”-Ecuador

Específicamente en el decreto se detalla en algunos artículos sobre la iluminación correcta específicamente en los siguientes:

- Art. 56. Iluminación, Niveles mínimos.

Todos los lugares de trabajo y tránsito deberán estar dotados de suficiente iluminación natural o artificial, para que el trabajador pueda efectuar sus labores con seguridad y sin daño para los ojos [14].

- Art. 57. Iluminación artificial.

Norma General nos detalla que en las zonas de trabajo que por su naturaleza carezcan de iluminación natural, sea ésta insuficiente, o se proyecten sombras que dificulten las operaciones, se empleará la iluminación artificial adecuada, que deberá ofrecer garantías de seguridad [14].

| ILUMINACIÓN MÍNIMA | ACTIVIDADES |
|-----------------------|---|
| 20 luxes | Pasillos, patios y lugares de paso. |
| 50 luxes | Operaciones en las que la distinción no sea esencial como manejo de materias, desechos de mercancías, embalaje, servicios higiénicos. |

Figura 2.11: Niveles de iluminación mínima para trabajos específicos y similares [14].

2.1.9. “Norma Brasileña de Iluminación ABNT NBR 5101” - Brasil

La norma ABNT NBR 5101 establece los requisitos para la iluminación en lugares de trabajo en Brasil. Establece los niveles mínimos de iluminación para diferentes áreas y tareas, busca crear entornos más seguros para todos, tanto para quienes caminan como para quienes conducen, en lugares como plazas, calles y parques [15].

Requisitos de iluminancia y uniformidad

Vías para el tránsito peatonal

En las Figuras 2.12 y 2.13 se define la clase de iluminación para cada tipo de vía de tránsito peatonal, la iluminancia media y el factor de uniformidad mínimo para cada clase de iluminación [15].

| Descripción de la ruta | Clase de iluminación |
|---|----------------------|
| Vías con uso nocturno intenso por parte de peatones (p. ej., aceras, aceras en zonas comerciales) | P1 |
| Rutas con alto tránsito peatonal nocturno (p. ej., avenidas, plazas, zonas de ocio) | P2 |
| Carreteras con uso nocturno moderado por peatones (por ejemplo, aceras, arcenes) | P3 |
| Vías poco utilizadas por los peatones (por ejemplo, aceras en barrios residenciales) | P4 |

Figura 2.12: Clases de iluminación para cada tipo de vía peatonal [15].

| Clase de iluminación | Iluminación horizontal media Emed Lux | Factor de uniformidad mínimo $U = E_{\min}/E_{\text{med}}$ |
|----------------------|--|---|
| P1 | 20 | 0,3 |
| P2 | 10 | 0,25 |
| P3 | 5 | 0,2 |
| P4 | 3 | 0,2 |

Figura 2.13: Iluminancia media y factor de uniformidad mínimo para cada clase de iluminación [15].

2.1.10. “Estándar JGJ/T163-2008 Especificaciones de diseño de iluminación de paisajes nocturnos urbanos”- China

El objetivo es implementar las leyes, reglamentos y políticas técnicas y económicas nacionales en el diseño de iluminación del paisaje nocturno urbano, dar forma a la imagen nocturna de la ciudad, aumentar el encanto de la ciudad, enriquecer la vida nocturna de la gente y lograr avances tecnológicos, racionalidad económica y conservación de energía. La protección del medio ambiente, es seguro de usar, fácil de mantener y administrar, implementar iluminación verde y formular esta especificación. Esta especificación se utiliza para el diseño de iluminación nocturna de edificios, estructuras, elementos paisajísticos especiales, calles peatonales comerciales, plazas, parques, anuncios y letreros de la ciudad de nueva construcción, renovados y ampliados [16].

| Lugar de Iluminación | Espacio Verde | Acera | Area de actividad Pública | | | | Entrada Principal |
|----------------------------|---------------|-------|---------------------------|------------------|-----------------|--------------|-------------------|
| | | | Plaza de la Ciudad | Plaza de Tráfico | Plaza Comercial | Otras Plazas | |
| Iluminación Horizontal(lx) | ≤ 3 | 5~10 | 15~25 | 10~20 | 10~20 | 5~10 | 20~30 |

Figura 2.14: Valores estándar de iluminación para espacios verdes, aceras, áreas de actividad pública y entradas y salidas principales [16].

2.1.11. “CIE 234:2019 Guía para un plan director de iluminación Urbana ”

El propósito del documento es ofrecer lineamientos en cuanto a los objetivos y principios fundamentales relacionados con la iluminación del entorno nocturno urbano. Se abordan aspectos visuales, organizativos, ambientales y técnicos pertinentes a la planificación urbana. Esta guía establece los criterios de planificación

para el alumbrado que deben considerarse al iniciar proyectos relacionados con la instalación de nuevas luminarias o la actualización de las existentes en áreas urbanas o en nuevos desarrollos urbanos. Se ofrecen orientaciones tanto sobre los aspectos funcionales como sobre los aspectos expresivos del alumbrado [17].

| Zona | Ambiente de iluminación | Ejemplos en zonas urbanas |
|------|--------------------------------|---|
| E1 | Intrinsecamente oscuro | Grandes parques y espacios naturales |
| E2 | Distrito con luminosidad baja | Centro de grandes plazas, pequeños parques, algunas zonas residenciales |
| E3 | Distrito con luminosidad media | Algunas zonas residenciales y de pequeñas empresas |
| E4 | Distrito con luminosidad alta | Centros urbanos y otras zonas comerciales muy concurridas |

Figura 2.15: Zonas Ambientales [17].

| Parámetros Luminotécnicos | Valores Máximos | | | |
|----------------------------------|-----------------|-------|--------|--------|
| | E1 | E2 | E3 | E4 |
| Iluminancia Vertical(E_v) | 2 lux | 5 lux | 10 lux | 25 lux |

Figura 2.16: Límites del nivel de luminancia [17].

2.1.12. “IES lighting handbook”

En la sección 11 de iluminación exterior se trata sobre varios tipos de publicidad y decoración eléctrica, incluyendo rótulos, fachadas comerciales luminosas e iluminación de focos. El alumbrado de jardines, piscinas, fuentes, cascadas y la prevención de sabotajes, robos y accidentes [18].

| | Iluminancia Horizontal Mínima | Relación de Uniformidad Máxima (Max-Min) | Iluminancia Promedio Máxima | Máximo Vertical Iluminancia |
|--|-------------------------------------|--|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Caminos, plazas, pasillos | 0.1 | 20:1 | 1 | 0.1 |
| Áreas de estacionamiento para bicicletas | 0.1 | 20:1 | 0.5 | 0.1 |
| Carreteras internas | 0.8 | 20:1 | 1 | 0.1 |
| Entradas autorizadas | 1 | 20:1 | 2 | NA |
| Iluminación general | 0.1 | 20:1 | 1 | 0.1 |
| Áreas de estacionamiento residencial | 0.1 | 20:1 | 0.5 | NA |
| Áreas de estacionamiento escolar | 0.1 | 20:1 | 0.5 | NA |

Figura 2.17: Límites del nivel de luminancia [18].

2.1.13. “Regulación de los Sistemas Lumínicos en Chile Decreto N°43”

El objetivo del decreto es regular el uso eficiente de la energía de iluminación, promover tecnologías más eficientes y reducir el consumo de energía. Se incluye

estándares mínimos de eficiencia para lámparas, luminarias y sistemas de iluminación. La norma contiene las disposiciones generales que precisan el objetivo general, que es prevenir la contaminación lumínica en los cielos nocturnos para proteger la calidad astronómica de los cielos mediante la regulación del flujo radiante de distintas fuentes [19].

| DESCRIPCIÓN DE VÍAS PARA EL TRÁNSITO PEATONAL | | CLASE DE ALUMBRADO | |
|---|--|--------------------|--|
| Vías para el tránsito peatonal, superior a 480 peatones por hora. | | P1 | |
| Vías para el tránsito peatonal, entre 300 y 480 peatones por hora. | | P2 | |
| Vías para el tránsito peatonal, entre 121 y 299 peatones por hora. | | P3 | |
| Vías para el tránsito peatonal, entre 60 y 120 peatones por hora. | | P4 | |
| Vías para el tránsito peatonal, adyacentes a inmuebles ubicados en una zona de conservación histórica, identificada como tal en el instrumento de planificación territorial respectivo, y que tengan un flujo peatonal inferior a 60 peatones por hora. | | P5 | |
| Vías para el tránsito peatonal, inferior a 60 peatones por hora. | | P6 | |

| CLASE DE ALUMBRADO | MEDIA MÁXIMA (Lux) | MEDIA (Lux) | MÍNIMA PUNTUAL (Lux) |
|--------------------|--------------------|-------------|----------------------|
| P1 | 25,0 | 20,0 | 7,5 |
| P2 | 12,5 | 10,0 | 3,0 |
| P3 | 9,5 | 7,5 | 1,5 |
| P4 | 6,5 | 5,0 | 1,0 |
| P5 | 4,0 | 3,0 | 0,6 |
| P6 | 2,5 | 2,0 | 0,4 |

Figura 2.18: Clasificación de vías y clases de alumbrado [19].

2.1.14. “Norma NTS-001/17 de condiciones mínimas de niveles de iluminación en los lugares de trabajo” - Bolivia

Establecer los requerimientos mínimos de niveles de iluminación en las áreas de los lugares de trabajo, para que se cuente con la cantidad de iluminación requerida para cada actividad visual, a fin de proveer un ambiente seguro y saludable en la realización de las tareas que desarrollen los trabajadores [20].

| Clase De Tarea Visual | Niveles Mínimos De Iluminancia Para Los Centros De Trabajo (Lux) | Ejemplos De Tareas O Requisitos Visuales |
|----------------------------|--|--|
| Visión ocasional solamente | 50 | <ul style="list-style-type: none"> - Circulación por pasillos o vías peatonales - Movimientos seguros en lugares de poco tránsito. - Actividades de almacenamiento de materiales. - Actividades de alimentación, vestuario o aseo. - Zonas abiertas de acceso público de poco tránsito con alrededores oscuros. |

Figura 2.19: Niveles mínimos de iluminación [20].

2.2. Especificaciones Económicas

2.2.1. Valor actual neto (VAN)

Este indicador financiero se refiere a la acción de llevar al presente cantidades monetarias que se recibirán en el futuro, teniendo en cuenta la tasa de descuento. Sirve para determinar si un proyecto es económicamente viable. Si el VAN es positivo, el proyecto tiene el potencial de generar más ingresos de los que cuesta, y se considera una inversión atractiva [31].

$$VAN = C + \frac{F_1}{(1+d)^1} + \frac{F_2}{(1+d)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+d)^n}$$

Donde:

C = Es el capital o la inversión inicial.

F = Flujo en ese periodo.

d = Tasa de descuento.

n = Numero de periodos.

2.2.2. Tasa interna de retorno (TIR)

Este índice financiero se emplea para evaluar la rentabilidad de un proyecto y se contrasta con una tasa de descuento o tasa de interés proyectada. Si la TIR es mayor que esa tasa, el proyecto se considera rentable. [31].

2.2.3. Relación Costo-Beneficio (RBC)

La relación costo-beneficio relaciona los costos y beneficios de un diseño. Un valor superior a 1 indica que los beneficios exceden los costos, lo que indica viabilidad económica. Ayuda a decidir qué proyecto puede generar más beneficios por cada unidad monetaria invertida [31].

2.2.4. Flujo de caja

El flujo de caja es una herramienta financiera, que permite ordenar las entradas y salidas de dinero de la empresa, en un periodo determinado de tiempo, usada para calcular el saldo de efectivo inicio y al final de dicho período y tomar decisiones de inversión o financiamiento [49].

CAPÍTULO 3

DISEÑO DE LA PROPUESTA DE MEJORA

En esta sección se presenta una propuesta de diseño para mejorar el sistema de iluminación exterior de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca. Para ello, se recopila datos del sistema de iluminación actual, así como un inventario de las luminarias existentes, con esto posteriormente se realiza la simulación en DIALux para modelar y visualizar la propuesta de mejora.

Además, para hacer de este proyecto algo más inclusivo, se tomó en cuenta la opinión de la comunidad universitaria mediante una encuesta de percepción visual nocturna. Esta encuesta tuvo como objetivo conocer en qué lugares hay poca iluminación, incorporando así las perspectivas y necesidades de los usuarios finales en el proceso de diseño.

3.1. Definición del área a ser intervenida

El área a ser intervenida en la UPS sede Cuenca comprende la plazoleta central y sus zonas adyacentes de acceso. Esta zona abarca los espacios circundantes a los edificios Cornelio Merchán, Guillermo Mensi y Mario Rizzini. La intervención también se extiende a los parqueaderos ubicados en la parte posterior de los edificios Guillermo Mensi y Mario Rizzini.

La Universidad Politécnica Sede Cuenca está ubicada en la calle Turuhuayco 3-69 y Calle Vieja.



Figura 3.1: Ubicación geográfica UPS Sede Cuenca
Fuente: Google Maps

Zonas



Figura 3.2: Plazoleta
Fuente: Autores



Figura 3.3: Edificio Mario Rizzini
Fuente: Autores



Figura 3.4: Edificio Cornelio Merchán
Fuente: Autores



Figura 3.5: Edificio Guillermo Mensi
Fuente: Autores



Figura 3.6: Parqueadero contiguo al Edificio Guillermo Mensi
Fuente: Autores



Figura 3.7: Parqueadero contiguo al Edificio Mario Rizzini
Fuente: Autores

3.2. Recopilación de datos

Inventario de luminarias

En la siguiente tabla se detalla la ubicación, el tipo, la cantidad y potencia de las luminarias existentes en el campus.

| Ubicación | Elemento | Cantidad | Potencia (W) (C/u) |
|---|----------------------------------|----------|--------------------|
| Plazoleta Central | LED | 8 | 50 |
| Camineras junto a la plazoleta central | Fluorescente T5 Doble | 18 | 53 |
| Edificio G. Mensi lámparas centrales | LED | 2 | 200 |
| Edificio G. Mensi lámparas a los costados | LED | 2 | 100 |
| Oratorio | Reflector de Mercurio Halogenado | 1 | 450 |
| Parqueadero contiguo al Edificio M. Rizzini | LED | 3 | 200 |
| Parqueadero contiguo al Edificio G. Mensi | Reflector de Mercurio Halogenado | 1 | 450 |
| Parqueadero contiguo al Edificio G. Mensi (Zona de motos) | Fluorescente T5 Doble | 10 | 53 |
| Murales Edificio G. Mensi | LED | 6 | 10 |

Tabla 3.1: Inventario de luminarias existentes en la zona intervenida

Fuente: Autores

3.2.1. Mediciones actuales de Iluminación

Se llevaron a cabo mediciones detalladas en áreas específicas del campus, con el fin de comprender la situación lumínica actual. Para recopilar estos datos se dividió en zonas los espacios que serán objeto de intervención.

Iluminación en camineras



Figura 3.8: Puntos de medición de camineras
Fuente: Autores

Caminera 1

| Caminera 1 | | Caminera 1 | |
|------------|----------|------------|----------|
| Puntos | E (lx) | Puntos | E (lx) |
| P1 | 20,1 | P1 | 9,85 |
| P2 | 7,73 | P2 | 5,58 |
| P3 | 10,24 | P3 | 4,89 |
| P4 | 9,72 | P4 | 6,8 |
| P5 | 8,73 | P5 | 8,65 |
| P6 | 7,3 | P6 | 10,32 |
| P7 | 6,36 | P7 | 9,01 |
| P8 | 7,28 | P8 | 8,33 |
| P9 | 9,42 | P9 | 9,05 |

(a) Matriz de iluminancia, 19h00 (b) Matriz de iluminancia, 22h00

Figura 3.9: Caminera 1

| Iluminancia (lx) | 19h00 | 22h00 |
|----------------------|-------|-------|
| E_{prom} | 9,65 | 8,05 |
| E_{max} | 20,1 | 10,32 |
| E_{min} | 6,36 | 4,89 |

Tabla 3.2: Caminera 1
Fuente: Autores

Donde:

E_{prom} se define como la iluminancia promedio.

E_{max} se define como la iluminancia máxima.

E_{min} se define como la iluminancia mínima.

Caminera 2

| Caminera 2 | | | | Caminera 2 | | | |
|------------|----------|--------|----------|------------|----------|--------|----------|
| Puntos | E (lx) | Puntos | E (lx) | Puntos | E (lx) | Puntos | E (lx) |
| P1 | 213 | P2 | 211 | P1 | 212 | P2 | 206 |
| P3 | 253 | P4 | 237 | P3 | 261 | P4 | 251 |
| P5 | 214 | P6 | 209 | P5 | 233 | P6 | 225 |
| P7 | 152,7 | P8 | 141,3 | P7 | 166,6 | P8 | 158,9 |
| P9 | 218 | P10 | 221 | P9 | 230 | P10 | 233 |
| P11 | 214 | P12 | 213 | P11 | 249 | P12 | 250 |
| P13 | 192,4 | P14 | 197,1 | P13 | 232 | P14 | 232 |
| P15 | 121,5 | P16 | 116,8 | P15 | 139 | P16 | 136 |
| P17 | 77,8 | P18 | 81,43 | P17 | 90 | P18 | 91,9 |

(a) Matriz de iluminancia, 19h00

(b) Matriz de iluminancia, 22h00

Figura 3.10: Caminera 2

| Iluminancia (lx) | 19h00 | 22h00 |
|----------------------|-------|--------|
| E_{prom} | 199,8 | 182,45 |
| E_{max} | 261 | 253 |
| E_{min} | 90 | 77,8 |

Tabla 3.3: Caminera 2
Fuente: Autores

Mediciones en las zonas circulares de la Plazoleta Central

La plazoleta está dividida por 3 zonas circulares, siendo la parte interior la zona 1, la parte media la zona 2 y la parte exterior la zona 3.



Figura 3.11: Medición de Plazoleta Central
Fuente: Autores

Zona Circular 1.

| Plazoleta Central | | | | Plazoleta Central | | | |
|---------------------|--------|----------|--------|---------------------|--------|----------|--------|
| Segmento circular 1 | | Caminera | | Segmento circular 1 | | Caminera | |
| Puntos | E (lx) | Puntos | E (lx) | Puntos | E (lx) | Puntos | E (lx) |
| P1 | 30,7 | P1 | 25,5 | P1 | 30,7 | P1 | 25,5 |
| P2 | 28,1 | P2 | 20,3 | P2 | 28,1 | P2 | 20,3 |
| P3 | 29,6 | P3 | 14,53 | P3 | 29,6 | P3 | 14,53 |
| P4 | 29,8 | P4 | 13,61 | P4 | 29,8 | P4 | 13,61 |
| P5 | 28,5 | | | P5 | 28,5 | | |
| P6 | 24,7 | | | P6 | 24,7 | | |
| P7 | 25,2 | | | P7 | 25,2 | | |
| P8 | 20,1 | | | P8 | 20,1 | | |

(a) Matriz de iluminancia, 19h00

(b) Matriz de iluminancia, 22h00

Figura 3.12: Plazoleta Zona Circular 1

| Iluminancia (lx) | 19h00 | 22h00 |
|----------------------|-------|-------|
| E_{prom} | 24,22 | 24,22 |
| E_{max} | 30,7 | 30,7 |
| E_{min} | 13,61 | 13,61 |

Tabla 3.4: Plazoleta Zona Circular 1
Fuente: Autores

Zona Circular 2.

| Plazoleta Central | | | | Plazoleta Central | | | |
|---------------------|----------|----------|----------|---------------------|----------|----------|----------|
| Segmento circular 2 | | Caminera | | Segmento circular 2 | | Caminera | |
| Puntos | E (lx) | Puntos | E (lx) | Puntos | E (lx) | Puntos | E (lx) |
| P1 | 21,9 | P1 | 10,8 | P1 | 22,1 | P1 | 10,88 |
| P2 | 18,7 | P2 | 9,76 | P2 | 18,76 | P2 | 9,49 |
| P3 | 18,8 | P3 | 18,36 | P3 | 19,08 | P3 | 17,78 |
| P4 | 26,8 | P4 | 11,02 | P4 | 26,9 | P4 | 10,5 |
| P5 | 24,8 | P5 | 15,7 | P5 | 24,4 | P5 | 14,64 |
| P6 | 19,6 | P6 | 12,71 | P6 | 19,73 | P6 | 11,82 |
| P7 | 17,4 | P7 | 12,1 | P7 | 17,55 | P7 | 10,12 |
| P8 | 16,31 | | | P8 | 16,77 | | |
| P9 | 17,2 | | | P9 | 17,51 | | |
| P10 | 14,4 | | | P10 | 14,9 | | |
| P11 | 14 | | | P11 | 14,12 | | |
| P12 | 13,6 | | | P12 | 15,8 | | |
| P13 | 12,2 | | | P13 | 14,3 | | |
| P14 | 14,5 | | | P14 | 13,29 | | |
| P15 | 17,3 | | | P15 | 17,3 | | |
| P16 | 21,6 | | | P16 | 21,5 | | |

(a) Matriz de iluminancia, 19h00

(b) Matriz de iluminancia, 22h00

Figura 3.13: Plazoleta Zona Circular 2

| Iluminancia (lx) | 19h00 | 22h00 |
|----------------------|-------|-------|
| E_{prom} | 16,5 | 16,48 |
| E_{max} | 26,8 | 26,9 |
| E_{min} | 9,76 | 9,49 |

Tabla 3.5: Plazoleta Zona Circular 2
Fuente: Autores

Zona Circular 3,

| Plazoleta Central | | Plazoleta Central | |
|---------------------|----------|---------------------|----------|
| Segmento circular 3 | | Segmento circular 3 | |
| Puntos | E (lx) | Puntos | E (lx) |
| P1 | 9,9 | P1 | 9,82 |
| P2 | 7,77 | P2 | 7,51 |
| P3 | 4,7 | P3 | 4,91 |
| P4 | 4,8 | P4 | 4,46 |
| P5 | 4,43 | P5 | 4,06 |
| P6 | 6,65 | P6 | 6,05 |
| P7 | 10,04 | P7 | 11,72 |
| P8 | 8,05 | P8 | 6,72 |
| P9 | 13,33 | P9 | 8,89 |
| P10 | 7,5 | P10 | 5,09 |
| P11 | 7,7 | P11 | 6,14 |

(a) Matriz de iluminancia, 19h00 (b) Matriz de iluminancia, 22h00

Figura 3.14: Plazoleta Zona Circular 3

| Iluminancia (lx) | 19h00 | 22h00 |
|------------------|-------|-------|
| E_{prom} | 7,72 | 6,85 |
| E_{max} | 13,33 | 11,72 |
| E_{min} | 4,43 | 4,06 |

Tabla 3.6: Plazoleta Zona Circular 3
Fuente: Autores

Parámetros de iluminancia en general de toda la Plazoleta Central, para esto se toma en cuenta los valores de cada segmento circular 1, 2 y 3 para poder realizar los cálculos de la misma.

| Iluminancia (lx) | 19h00 | 22h00 |
|------------------|-------|-------|
| E_{prom} | 16,14 | 15,78 |
| E_{max} | 23,61 | 23,10 |
| E_{min} | 9,26 | 9,05 |

Tabla 3.7: Plazoleta Central
Fuente: Autores

Frente Exterior Cornelio Merchán

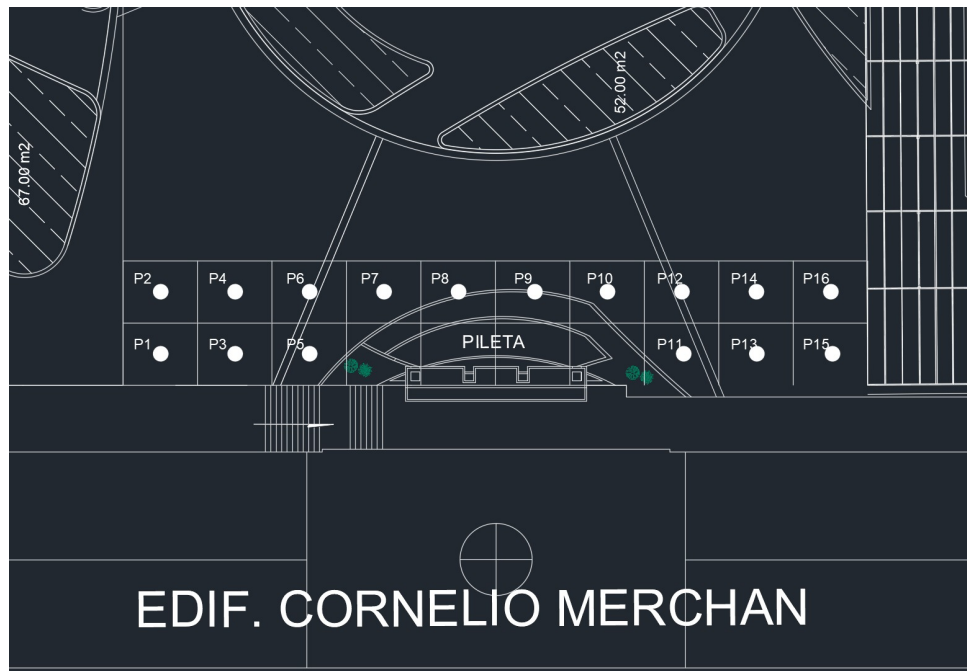


Figura 3.15: Frente Exterior Cornelio Merchán
Fuente: Autores

| Frente Exterior Cornelio Merchan | | | | Frente Exterior Cornelio Merchan | | | |
|----------------------------------|----------|-----------------|----------|----------------------------------|----------|-----------------|----------|
| Puntos | E (lx) | Puntos | E (lx) | Puntos | E (lx) | Puntos | E (lx) |
| P1 | 8,4 | P2 | 8,7 | P1 | 8,4 | P2 | 8,7 |
| P3 | 6,2 | P4 | 4,38 | P3 | 6,2 | P4 | 4,38 |
| P5 | 3,2 | P6 | 4,11 | P5 | 3,2 | P6 | 4,11 |
| Contorno-Pileta | | P7 | 3,47 | Contorno-Pileta | | P7 | 3,32 |
| | | P8 | 2,47 | | | P8 | 2,47 |
| | | Contorno-Pileta | | | | Contorno-Pileta | |
| | | P9 | 3,17 | | | P9 | 3,17 |
| | | P10 | 3,47 | | | P10 | 2,92 |
| P11 | 8,4 | P12 | 9,3 | P11 | 8,4 | P12 | 9,3 |
| P13 | 14,3 | P14 | 18,8 | P13 | 12,59 | P14 | 18,8 |
| P15 | 52,4 | P16 | 87,7 | P15 | 50,5 | P16 | 87,7 |

(a) Matriz de iluminancia, 19h00 (b) Matriz de iluminancia, 22h00

Figura 3.16: Frente Exterior Cornelio Merchán

| Iluminancia (lx) | 19h00 | 22h00 |
|------------------|-------|-------|
| E_{prom} | 14,90 | 14,90 |
| E_{max} | 87,7 | 87,7 |
| E_{min} | 2,47 | 2,47 |

Tabla 3.8: Frente Exterior Cornelio Merchán
Fuente: Autores

Frente Exterior Guillermo Mensi

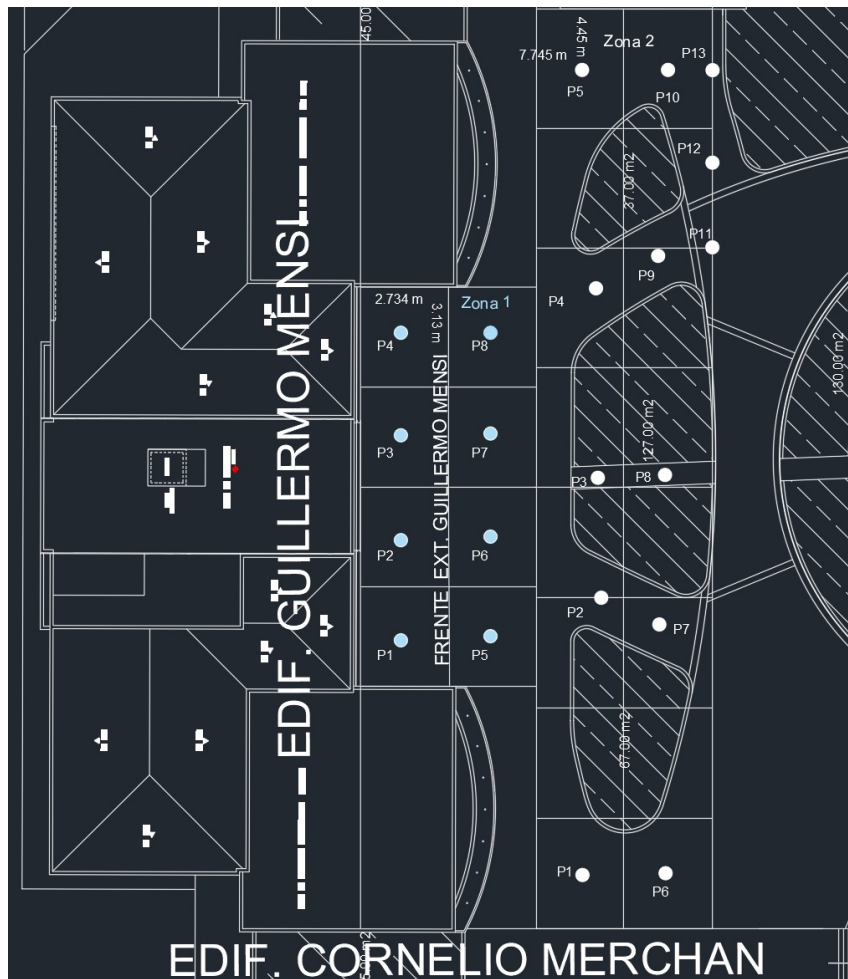


Figura 3.17: Frente Exterior Guillermo Mensi
Fuente: Autores

Frente Exterior Guillermo Mensi (Zona 1)

| Frente Exterior Guillermo Mensi (Zona 1) | | | | |
|--|------|------|------|------|
| Puntos | P1 | P2 | P3 | P4 |
| E (lx) | 62,5 | 57,4 | 59,5 | 63,1 |
| Puntos | P5 | P6 | P7 | P8 |
| E (lx) | 44,5 | 48,6 | 50,1 | 63,1 |

(a) Matriz de iluminancia, 19h00

| Frente Exterior Guillermo Mensi (Zona 1) | | | | |
|--|------|------|------|------|
| Puntos | P1 | P2 | P3 | P4 |
| E (lx) | 62,5 | 57,4 | 59,5 | 63,1 |
| Puntos | P5 | P6 | P7 | P8 |
| E (lx) | 44,5 | 48,6 | 50,1 | 63,1 |

(b) Matriz de iluminancia, 22h00

Figura 3.18: Frente Exterior Guillermo Mensi Zona 1

| Iluminancia (lx) | 19h00 | 22h00 |
|----------------------|-------|-------|
| E_{prom} | 56,1 | 56,1 |
| E_{max} | 63,1 | 63,1 |
| E_{min} | 44,5 | 44,5 |

Tabla 3.9: Frente exterior Guillermo Mensi Zona 1
Fuente: Autores

Frente Exterior Guillermo Mensi (Zona 2)

| Frente Exterior Guillermo Mensi (Zona 2) | | | | | | |
|--|----------------|------|------|-------|------------|-------|
| Puntos | P1 | P2 | P3 | P4 | Area verde | P5 |
| E (lx) | 16,6 | 34,7 | 30,9 | 31,1 | | 23,8 |
| Puntos | P6 | P7 | P8 | P9 | | P10 |
| E (lx) | 16,8 | 25,3 | 23,4 | 23 | 18,4 | |
| Puntos | Zona Plazoleta | | | P11 | P12 | P13 |
| E (lx) | | | | 12,06 | 11,66 | 12,55 |

(a) Matriz de iluminancia, 19h00

| Frente Exterior Guillermo Mensi (Zona 2) | | | | | | |
|--|----------------|------|----|-------|------------|-------|
| Puntos | P1 | P2 | P3 | P4 | Area verde | P5 |
| E (lx) | 16,87 | 33 | 35 | 28,9 | | 20,2 |
| Puntos | P6 | P7 | P8 | P9 | | P10 |
| E (lx) | 14,46 | 23,8 | 20 | 21 | 15,62 | |
| Puntos | Zona Plazoleta | | | P11 | P12 | P13 |
| E (lx) | | | | 10,86 | 11 | 10,22 |

(b) Matriz de iluminancia, 22h00

Figura 3.19: Frente Exterior Guillermo Mensi Zona 2

| Iluminancia (lx) | 19h00 | 22h00 |
|----------------------|-------|-------|
| E_{prom} | 21,56 | 20,14 |
| E_{max} | 34,7 | 35 |
| E_{min} | 11,66 | 10,22 |

Tabla 3.10: Frente exterior Guillermo Mensi Zona 2
Fuente: Autores

Parqueadero contiguo al Edificio Mario Rizzini



Figura 3.20: Medición de Parqueadero contiguo al Edif. Mario Rizzini

Fuente: Autores

| Parqueadero contiguo al edificio Mario Rizzini | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|------|------|------|------|-------|-------|------|
| Puntos | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | P8 | P9 | P10 | P11 | P12 | P13 | P14 | P15 |
| E (lx) | 20,2 | 23,6 | 18,4 | 13,49 | 14,6 | 20,5 | 33,8 | 11,06 | 9,01 | 6,64 | 9,6 | 16,7 | 23,9 | 23,02 | 14,7 |
| Puntos | P16 | P17 | P18 | P19 | P20 | P21 | P22 | P23 | P24 | P25 | P26 | P27 | P28 | P29 | P30 |
| E (lx) | 14,5 | 16,06 | 17,2 | 19,8 | 19,9 | 20,01 | 15,46 | 16,4 | 8,95 | 18,4 | 18,7 | 15,7 | 15,06 | 10,2 | 8,45 |

(a) Matriz de iluminancia, 19h00

| Parqueadero contiguo al edificio Mario Rizzini | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| Puntos | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | P8 | P9 | P10 | P11 | P12 | P13 | P14 | P15 |
| E (lx) | 21,3 | 23,6 | 17,46 | 13,25 | 14,26 | 20,7 | 32,9 | 7,81 | 6,58 | 5,21 | 8,51 | 15,2 | 22,69 | 21,88 | 14,28 |
| Puntos | P16 | P17 | P18 | P19 | P20 | P21 | P22 | P23 | P24 | P25 | P26 | P27 | P28 | P29 | P30 |
| E (lx) | 13,05 | 14,74 | 15,03 | 17,7 | 12,5 | 17,43 | 12,79 | 7,81 | 6,28 | 8,25 | 9,15 | 7,9 | 7,59 | 6,38 | 5,29 |

(b) Matriz de iluminancia, 22h00

Figura 3.21: Parqueadero contiguo al Edif. Mario Rizzini

| Iluminancia (lx) | 19h00 | 22h00 |
|----------------------|-------|-------|
| E_{prom} | 16,47 | 13,58 |
| E_{max} | 33,8 | 32,9 |
| E_{min} | 6,64 | 5,21 |

Tabla 3.11: Parqueadero contiguo al Edif. Mario Rizzini

Fuente: Autores

Parqueadero contiguo al Edificio Guillermo Mensi

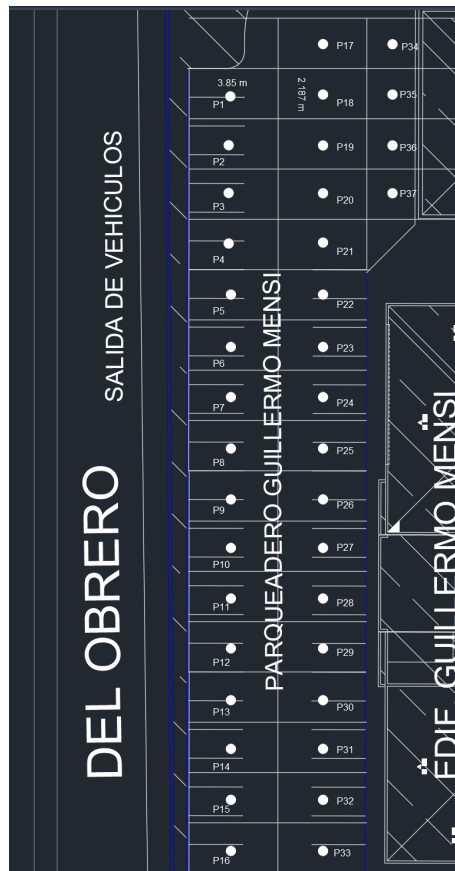


Figura 3.22: Medición de Parqueadero contiguo al Edif. Guillermo Mensi
Fuente: Autores

| Parqueadero contiguo al edificio Guillermo Mensi | | | | | |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|
| Puntos | E (lx) | Puntos | E (lx) | Puntos | E (lx) |
| - | - | P17 | 12,06 | P34 | 22,4 |
| P1 | 53 | P18 | 12 | P35 | 24,7 |
| P2 | 77 | P19 | 13,35 | P36 | 25,5 |
| P3 | 64 | P20 | 14 | P37 | 20,03 |
| P4 | 29,6 | P21 | 11,36 | | |
| P5 | 53 | P22 | 10,98 | | |
| P6 | 77 | P23 | 8,91 | | |
| P7 | 64 | P24 | 8,73 | | |
| P8 | 24,7 | P25 | 8,43 | | |
| P9 | 12,87 | P26 | 8,65 | | |
| P10 | 29,6 | P27 | 11,78 | | |
| P11 | 64,9 | P28 | 11,83 | | |
| P12 | 59,3 | P29 | 12,25 | | |
| P13 | 62,3 | P30 | 11,1 | | |
| P14 | 61,2 | P31 | 9,5 | | |
| P15 | 17,6 | P32 | 9,88 | | |
| P16 | 12,22 | P33 | 10,2 | | |

| Parqueadero contiguo al edificio Guillermo Mensi | | | | | |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|
| Puntos | E (lx) | Puntos | E (lx) | Puntos | E (lx) |
| - | - | P17 | 11,17 | P34 | 12,2 |
| P1 | 52,4 | P18 | 11,04 | P35 | 13 |
| P2 | 80,1 | P19 | 10,8 | P36 | 12,04 |
| P3 | 66 | P20 | 12,02 | P37 | 21,21 |
| P4 | 30,1 | P21 | 9,19 | | |
| P5 | 52,2 | P22 | 8,91 | | |
| P6 | 81,9 | P23 | 8,89 | | |
| P7 | 67 | P24 | 8,89 | | |
| P8 | 23,6 | P25 | 6,24 | | |
| P9 | 9,45 | P26 | 9,53 | | |
| P10 | 30,1 | P27 | 12,31 | | |
| P11 | 64,6 | P28 | 12,81 | | |
| P12 | 59,7 | P29 | 12,41 | | |
| P13 | 64,9 | P30 | 11,7 | | |
| P14 | 59,7 | P31 | 9,53 | | |
| P15 | 18,09 | P32 | 10,51 | | |
| P16 | 11,5 | P33 | 10,8 | | |

(a) Matriz de iluminancia, 19h00

(b) Matriz de iluminancia, 22h00

Figura 3.23: Parqueadero contiguo al Edif. Guillermo Mensi

| Iluminancia (lx) | 19h00 | 22h00 |
|----------------------|-------|-------|
| E_{prom} | 28,11 | 27,04 |
| E_{max} | 77 | 81,9 |
| E_{min} | 8,43 | 6,24 |

Tabla 3.12: Parqueadero contiguo al Edif. Guillermo Mensi
Fuente: Autores

3.2.2. Simulación del estado actual de exteriores de la UPS sede Cuenca

A continuación se presentan las simulaciones realizadas en DIALux correspondientes al cálculo de la iluminancia en el área de estudio.

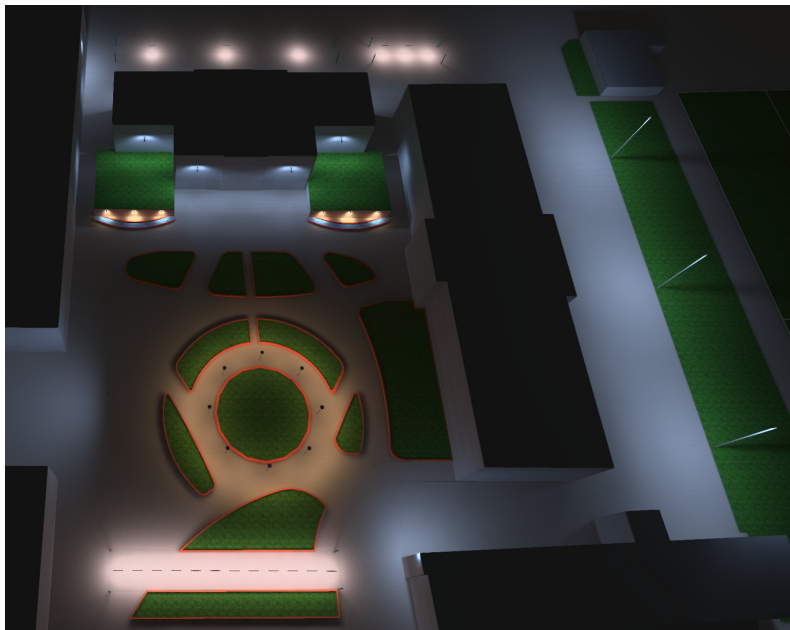


Figura 3.24: Diseño actual UPS sede Cuenca
Fuente: Autores

Resultados del Calculo de la iluminancia

| Área | Iluminancia (lx) | Simulación |
|------------------------------------|------------------|------------|
| Caminera 1 | 11.0 lx | 0.52 |
| Caminera 2 | 204 lx | 0.24 |
| Frente Ext. Guillermo Mensi Zona 2 | 20.8 lx | 0.078 |
| Frente Ext. Guillermo Mensi Zona 1 | 36.3 lx | 0.59 |
| Frente Ext. Cornelio Merchán | 11.3 lx | 0.084 |
| Parqueadero Guillermo Mensi | 28.0 lx | 0.11 |
| Parqueadero Mario Rizzini | 27.3 lx | 0.079 |
| Plazoleta | 21.3 lx | 0.054 |

Figura 3.25: Simulación en todas las áreas
Fuente: Autores

Iluminancia en la Caminera 1

| Resultados | Valores Medidos | Valores Simulados |
|------------|-----------------|-------------------|
| E_{prom} | 9,65 (lx) | 11 (lx) |
| E_{max} | 20,1 (lx) | 54,8 (lx) |
| E_{min} | 6,36 (lx) | 5,74 (lx) |
| U_{prom} | 65 (%) | 52 (%) |
| U_{med} | 31 (%) | 10 (%) |

Tabla 3.13: Caminera 1
Fuente: Autores

Iluminancia en la Caminera 2

| Resultados | Valores Medidos | Valores Simulados |
|------------|-----------------|-------------------|
| E_{prom} | 199,8 (lx) | 204 (lx) |
| E_{max} | 261 (lx) | 359 (lx) |
| E_{min} | 90 (lx) | 48,4 (lx) |
| U_{prom} | 45 (%) | 24 (%) |
| U_{med} | 34 (%) | 13 (%) |

Tabla 3.14: Caminera 2
Fuente: Autores

Iluminancia en la Plazoleta

| Resultados | Valores Medidos | Valores Simulados |
|------------|-----------------|-------------------|
| E_{prom} | 16,14 (lx) | 21,3 (lx) |
| E_{max} | 23,61 (lx) | 54,6 (lx) |
| E_{min} | 9,26 (lx) | 1,15 (lx) |
| U_{prom} | 57 (%) | 5,4 (%) |
| U_{med} | 37 (%) | 2,1 (%) |

Tabla 3.15: Plazoleta Central
Fuente: Autores

Iluminancia en el Frente Exterior del Edif. Cornelio Merchán

| Resultados | Valores Medidos | Valores Simulados |
|------------|-----------------|-------------------|
| E_{prom} | 14,9 (lx) | 11,3 (lx) |
| E_{max} | 87,7 (lx) | 252 (lx) |
| E_{min} | 2,47 (lx) | 0,95 (lx) |
| U_{prom} | 17 (%) | 8,4 (%) |
| U_{med} | 3 (%) | 0,4 (%) |

Tabla 3.16: Frente Exterior del Edif. Cornelio Merchán
Fuente: Autores

Iluminancia en el Frente Exterior del Edif. Guillermo Mensi Zona 1

| Resultados | Valores Medidos | Valores Simulados |
|------------|-----------------|-------------------|
| E_{prom} | 56,1 (lx) | 36,3 (lx) |
| E_{max} | 63,1 (lx) | 50,6 (lx) |
| E_{min} | 44,5 (lx) | 21,4 (lx) |
| U_{prom} | 79 (%) | 59 (%) |
| U_{med} | 71 (%) | 42 (%) |

Tabla 3.17: Frente Exterior del Edif. Guillermo Mensi Zona 1
Fuente: Autores

Iluminancia en el Frente Exterior del Edif. Guillermo Mensi Zona 2

| Resultados | Valores Medidos | Valores Simulados |
|------------|-----------------|-------------------|
| E_{prom} | 21,55 (lx) | 20,8 (lx) |
| E_{max} | 34,7 (lx) | 541 (lx) |
| E_{min} | 11,66 (lx) | 1,62 (lx) |
| U_{prom} | 54 (%) | 7,8 (%) |
| U_{med} | 33 (%) | 0,3 (%) |

Tabla 3.18: Frente Exterior del Edif. Guillermo Mensi Zona 2
Fuente: Autores

Iluminancia en el Parqueadero contiguo al Edificio Mario Rizzini

| Resultados | Valores Medidos | Valores Simulados |
|------------|-----------------|-------------------|
| E_{prom} | 16,46 (lx) | 27,3 (lx) |
| E_{max} | 33,8 (lx) | 60,3 (lx) |
| E_{min} | 6,64 (lx) | 2,16 (lx) |
| U_{prom} | 40 (%) | 7,9 (%) |
| U_{med} | 19 (%) | 3,6 (%) |

Tabla 3.19: Parqueadero contiguo al Edificio Mario Rizzini
Fuente: Autores

Iluminancia en el Parqueadero contiguo al Edificio Guillermo Mensi

| Resultados | Valores Medidos | Valores Simulados |
|------------|-----------------|-------------------|
| E_{prom} | 28,10 (lx) | 28 (lx) |
| E_{max} | 77 (lx) | 252 (lx) |
| E_{min} | 8,43 (lx) | 3,06 (lx) |
| U_{prom} | 29 (%) | 11 (%) |
| U_{med} | 10 (%) | 1,2 (%) |

Tabla 3.20: Parqueadero contiguo al Edificio Guillermo Mensi
Fuente: Autores

3.2.3. Encuesta

La encuesta se realizó con el propósito de comprender cómo los miembros de la comunidad universitaria hacen uso de los espacios exteriores dentro de la UPS sede Cuenca durante la noche y para determinar como se percibe la iluminación en dichos espacios. El objetivo principal es identificar si la iluminación existente es adecuada para las actividades nocturnas y si hay espacios específicos que requieran mejoras para que los usuarios tengan seguridad y comodidad durante la noche.

Para la encuesta la muestra incluirá miembros de la comunidad educativa, para obtener una perspectiva integral dentro del ámbito universitario.

Para los cálculos de una muestra representativa con población finita, se utiliza la siguiente ecuación para el cálculo de la muestra representativa:

$$n = \frac{N \cdot Z_{\alpha}^2 \cdot p \cdot q}{e^2 \cdot (N - 1) + Z_{\alpha}^2 \cdot p \cdot q} \quad (3.1)$$

Donde:

n = Es la muestra representativa.

N = Es el espacio muestral.

Z = Parámetro estadístico que depende del nivel de confianza.

e = Error de estimación máximo aceptado.

p = Probabilidad de que ocurra el evento.

$q = (1 - p)$ = Probabilidad de que no ocurra el evento.

Se obtendrá los valores de las incógnitas mediante la siguiente tabla

| Nivel de Confianza | Valor Critico Z |
|--------------------|-----------------|
| 80 % | 1,28 |
| 90 % | 1,65 |
| 95 % | 1,96 |
| 98 % | 2,33 |
| 99 % | 2,58 |
| 99,80 % | 3,08 |
| 99,90 % | 3,27 |

Tabla 3.21: Niveles de Confianza y su Respectivo Valor Z [21].

Espacio Muestral de la Población Universitaria

Para elegir el grupo representativo del universo de la población universitaria, la primera consideración es analizar el número total de la población en el respectivo período académico. Además, de tener en cuenta que la mayoría de la población universitaria utilice los espacios del campus durante el horario nocturno, ya que esto aumentará la eficacia al momento de recopilar datos mediante la encuesta. De esta manera, el universo de la muestra estará definido por los peatones evaluados, y con base en estos valores se calculará la cantidad de la muestra requerida para obtener una representación específica de la población.

En la siguiente tabla se presentaran los valores de todas las incógnitas que se utilizaran para resolver la ecuación 3.1.

| Datos para el Cálculo de Muestras de la Universidad | |
|---|------|
| Universo de la muestra | 5189 |
| Muestra representativa | n |
| Probabilidad a Favor | 0,95 |
| Probabilidad en Contra | 0,05 |
| Nivel de Confianza | 0,95 |
| Error en Muestra | 0,05 |
| Z | 1,65 |

Tabla 3.22: Niveles de Confianza y su Respectivo Valor Z

Fuente: Autores

A continuación se comienza a sustituir los valores adquiridos en la tabla 3.22 en la ecuación 3.1.

$$n = \frac{5189 \cdot 1,65^2 \cdot 0,95 \cdot 0,05}{0,05^2 \cdot (5189 - 1) + 1,65^2 \cdot 0,95 \cdot 0,05}$$

$$n = 51, 2267 \approx 51$$

Realizado el análisis matemático se calcula que de toda la población de la UPS sede Cuenca se tendrá que tomar 51 muestras para poder realizar los análisis respectivos para que la encuesta sea viable y resulte válida.

Por consiguiente, se presentarán las preguntas, así como la explicación de cada una, explicando el motivo de su formulación y el objetivo al que se pretendía llegar. También se proporcionarán los resultados obtenidos, junto con su respectiva explicación obtenida de la comunidad universitaria encuestada.

Preguntas Presentadas En La Encuesta

Pregunta 1

¿Con qué frecuencia utilizas los espacios exteriores dentro de la universidad durante la noche?

La información recolectada con esta pregunta permitirá saber la frecuencia de circulación y la magnitud del uso de los espacios en las horas nocturnas dentro de la UPS sede Cuenca. **Resultado**

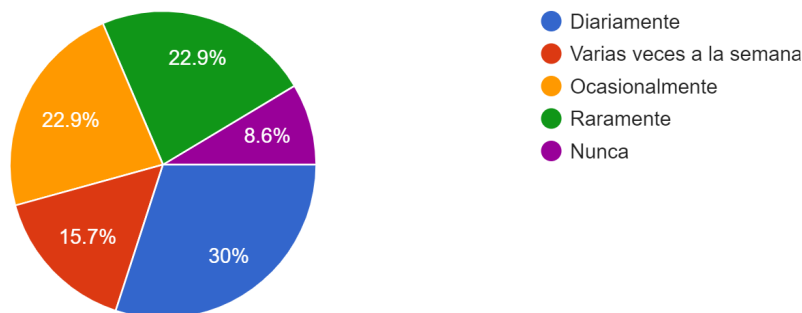


Figura 3.26: Resultado de Pregunta 1
Fuente: Autores

Los resultados muestran que un gran número de encuestados utiliza el espacio exterior de la universidad todos los días, varias veces a la semana o, en ocasiones, por la noche. Sin embargo, también hay un número importante de personas que rara vez o nunca utilizan estas instalaciones por la noche. Esto sugiere que estas respuestas pueden ser útiles para comprender con qué frecuencia se utilizan los espacios al aire libre y pueden ayudar a identificar áreas de mejora en iluminación y seguridad. Considerando las opciones del uso de los entornos se concluye que el 76 % de toda la población hace uso regular de la Universidad en las noches.

Pregunta 2

¿Has experimentado dificultades al caminar por las áreas exteriores dentro de la universidad durante la noche debido a la iluminación?

Con esta pregunta nuestro objetivo es llegar a determinar si los peatones dentro de la UPS tienen problemas con la iluminación existente y poder entender si la iluminación necesita ser mejorada.

Resultado

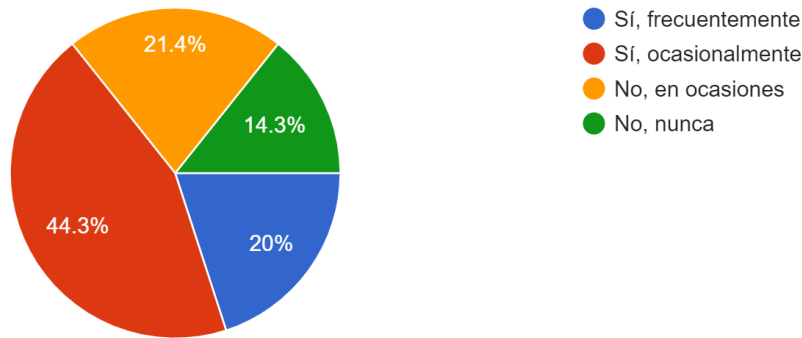


Figura 3.27: Resultado de Pregunta 2
Fuente: Autores

Esta respuesta indica que una parte significativa de los encuestados ha experimentado dificultades al caminar por las áreas exteriores de la universidad durante la noche debido a problemas de iluminación en ciertas ocasiones.

Pregunta 3

¿Cómo describirías la visibilidad en los espacios exteriores dentro de la Universidad durante la noche?

Aquí se toma un enfoque con la visibilidad, ya que se pueden identificar posibles problemas o áreas de mejora en la iluminación, señalización y diseño del espacio.

Resultado

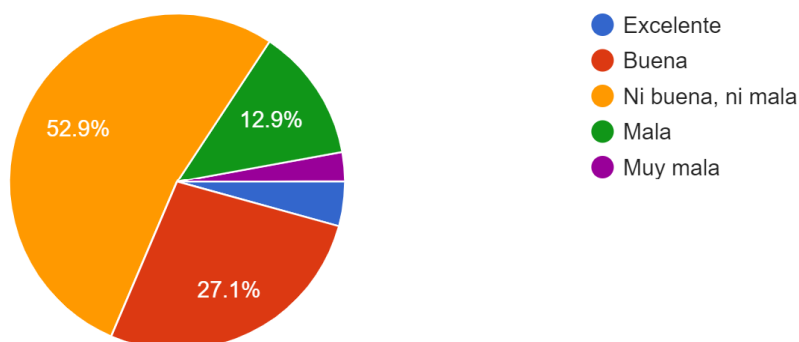


Figura 3.28: Resultado de Pregunta 3
Fuente: Autores

Esta respuesta sugiere que existen áreas de mejora en términos de iluminación nocturna en el campus universitario, aunque no se percibe como un problema generalizado o extremo.

Pregunta 4

¿Consideras que la iluminación actual es suficiente para identificar claramente los detalles arquitectónicos de los edificios y facilita la orientación en los espacios exteriores?

Las respuestas proporcionadas permiten evaluar si la iluminación actual cumple con los estándares necesarios para realzar y destacar los detalles arquitectónicos, estéticos, seguridad del entorno además de la fácil orientación.

Resultado

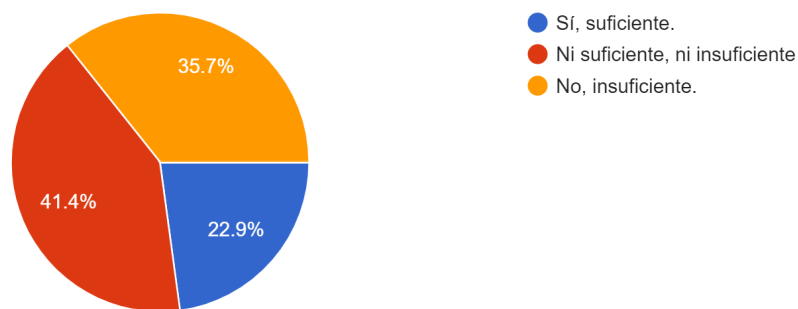


Figura 3.29: Resultado de Pregunta 4

Fuente: Autores

Es posible que los encuestados hayan experimentado dificultades ocasionales para distinguir los detalles arquitectónicos o para orientarse en ciertas áreas debido a limitaciones en la iluminación.

Pregunta 5

¿Has experimentado situaciones de deslumbramiento (exceso de brillo o reflejo de luz de las luminarias) en áreas específicas dentro de la universidad durante la noche?

La pregunta permite identificar áreas específicas donde el deslumbramiento puede haber generado incomodidades visuales o afectado la visibilidad nocturna de los peatones.

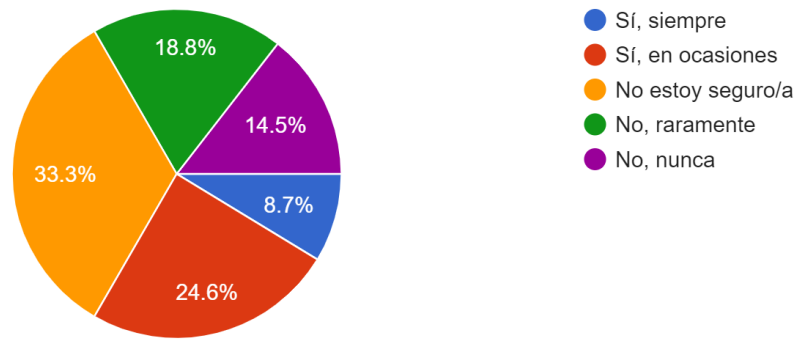


Figura 3.30: Resultado de Pregunta 5
Fuente: Autores

La mayoría de los encuestados ha experimentado situaciones de deslumbramiento en áreas específicas dentro de la universidad durante la noche en ocasiones, lo que indica una preocupación relevante sobre la calidad de la iluminación en ciertos lugares del campus.

Pregunta 6

¿Crees que la calidad de la iluminación en los espacios exteriores de la universidad puede tener algún impacto en tu rendimiento académico durante la noche?

Nos ayuda a saber si la calidad de la iluminación puede influir en la concentración, la lectura y la realización de tareas, especialmente durante las horas nocturnas.

Resultado

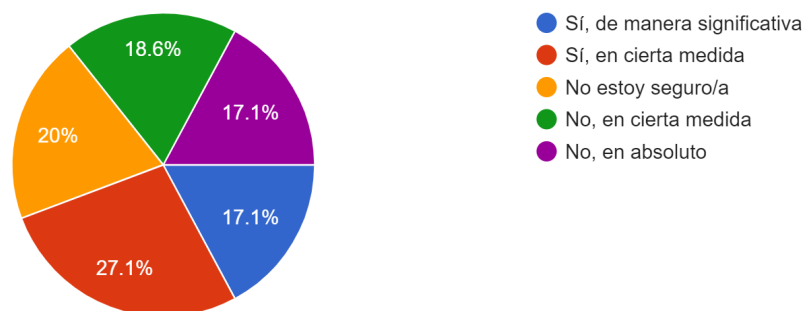


Figura 3.31: Resultado de Pregunta 6
Fuente: Autores

Esto sugiere que los encuestados perciben una posible relación entre la calidad de la iluminación nocturna y su desempeño académico, aunque no consideran que este impacto sea extremadamente significativo.

Pregunta 7

¿Cómo percibes la relación entre la iluminación exterior dentro del campus y tu sensación de seguridad en la universidad durante la noche?

Ayuda a entender si los encuestados sienten que la iluminación actual contribuye a su sensación de seguridad o si existen áreas de preocupación y deben ser mejoradas.

Resultado

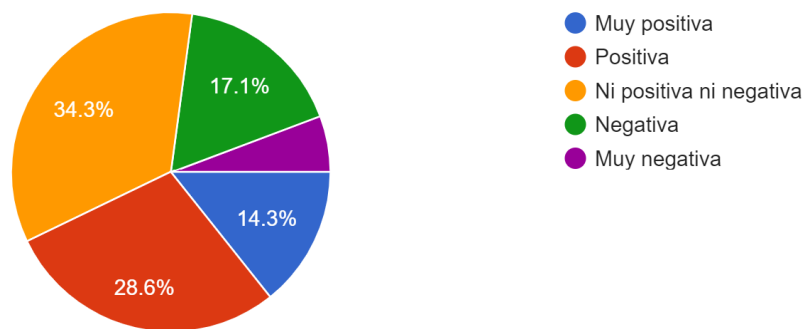


Figura 3.32: Resultado de Pregunta 7

Fuente: Autores

Esto indica que la calidad de la iluminación puede influir en la percepción de seguridad y comodidad de los encuestados, aunque no sea el único factor determinante.

Pregunta 8

¿La iluminación actual influye en tu decisión de utilizar o evitar ciertas áreas exteriores dentro del campus durante la noche?

Mediante esta pregunta se puede evaluar si la iluminación actual motiva o desanima a las personas para utilizar ciertos espacios exteriores durante la noche.

Resultado

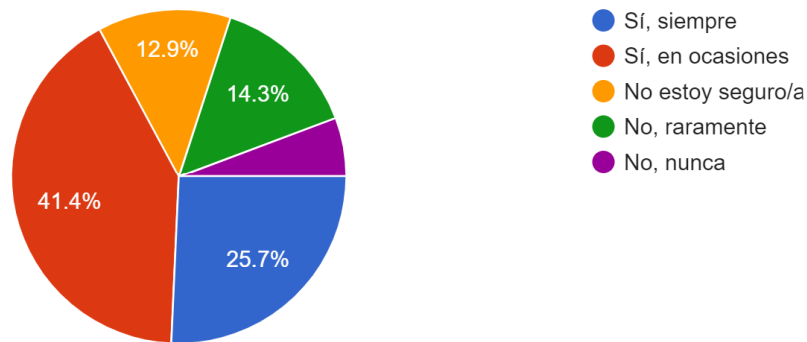


Figura 3.33: Resultado de Pregunta 8

Fuente: Autores

Es posible que en ciertas circunstancias, una iluminación insuficiente o deficiente disuade a los encuestados de usar ciertas áreas exteriores durante la noche, mientras que en otras ocasiones, la iluminación adecuada puede incentivar su uso.

Pregunta 9

¿Consideras que la implementación de tecnologías lumínicas más avanzadas podría ser beneficiosa?

Se analiza esta pregunta para la debida adopción de tecnologías lumínicas más avanzadas podría mejorar aspectos como la visibilidad, la eficiencia energética, la sostenibilidad y la seguridad en el campus.

Resultado

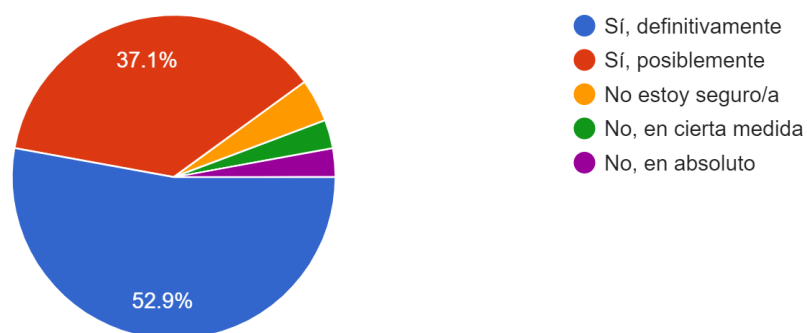


Figura 3.34: Resultado de Pregunta 9

Fuente: Autores

La mayoría de los encuestados ven la implementación de tecnologías lumínicas más avanzadas como beneficiosa, lo que sugiere un reconocimiento general de los posibles beneficios que estas tecnologías podrían aportar al entorno nocturno del campus.

Pregunta 10

¿En qué área específica de la universidad sientes que se necesita una mejora en la iluminación?

Aquí las respuestas proporcionadas ofrecen datos específicos sobre ubicaciones problemáticas donde los encuestados sienten que la iluminación actual es insuficiente o podría mejorarse.

Resultado

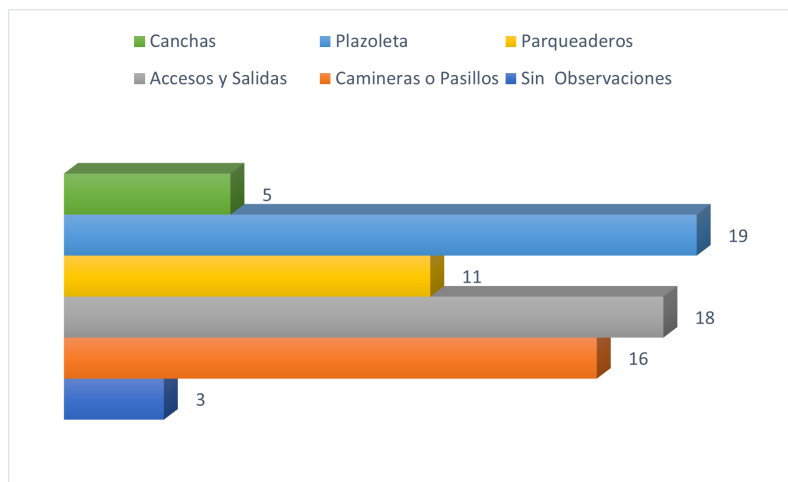


Figura 3.35: Resultado de Pregunta 10

Fuente: Autores

En esta pregunta se plantea a los encuestados los lugares en donde ellos consideran que se necesita una mejora en la iluminación dentro de la universidad, los peatones mencionaron múltiples lugares específicos, por lo que cada una de las respuestas fue examinada y adecuada para el análisis. Se elaboró un gráfico de barras que muestra las respuestas y también las coincidencias entre los lugares señalados por los encuestados.

CAPÍTULO 4

PROPUESTA DE GUIA PARA LA ILUMINACIÓN EXTERIOR ADECUADA EN INSTITUCIONES EDUCATIVAS SUPERIORES

El presente capítulo se detalla la propuesta de guía para la iluminación exterior adecuada en instituciones educativas superiores analizando las normativas y reglamentos mencionados en el Capítulo 2, las cuales sirvieron de referencia para este análisis. Para este caso se analizaron los sitios comunes que tienen las instituciones educativas superiores adecuándolo a la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca los cuales se encontraron como áreas verdes, senderos, canchas, zonas de ocio, parqueaderos además de tener pequeñas plazoletas en el centro del sitio.

En las figuras del Capítulo 2 se presentan diversas clases de iluminación, junto con sus respectivos niveles que han sido definidos y estandarizados. Estos datos son útiles para llevar a cabo un levantamiento preciso, lo que nos permitirá establecer los valores apropiados de iluminación, considerando los valores más predominantes.

Por otra parte se realizó un análisis en cuanto a niveles de iluminancia necesarios, la uniformidad y requisitos que se tomarán en cuenta para el dimensionamiento correcto de iluminación en las áreas comunes de las instituciones.

Las normas, reglamentos, guías y estándares que se han analizado poseen estructuras similares, pero se distinguen en la forma de expresar las ideas. Sin embargo, todas tienen un punto común, el cual es garantizar de forma precisa los niveles de iluminación.

En el capítulo 5 de normativa RETILAP [2.1.1] y en el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 069 [2.1.6], se observa una similitud en el análisis de estos, debido a que ambos están basados en normativas internacionales, llegando así a

tener un mismo estudio, el cual contempla zonas como canchas de uso múltiple, plazas y zonas de tránsito peatonal.

En el Reglamento de eficiencia energética EA-01 a EA-07 de España [2.1.2], la Norma Oficial Mexicana NOM-013-ENER-2013 [2.1.4], el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 007-23 [2.1.7] y la regulación de sistemas lumínicos en Chile [2.1.13], se encuentra un análisis enfocado en tipos de vías y los tipos de intensidad, centrándose especialmente en vías peatonales además de vías para ciclistas y en parqueaderos de distintos tipos.

En cuanto a la Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008 [2.1.3] y el Decreto Ejecutivo 2393 “Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores”-Ecuador [2.1.8], hacen un énfasis en analizar los niveles de iluminación en sitios exteriores como pasillos, lugares de estacionamiento, lo que se considera ser espacios exteriores en general, sin especificaciones detalladas.

Por otra parte en la norma de la Comisión Internacional de Iluminación CIE 234:2019 [2.1.11] y la norma Boliviana NTS-001/17 [2.1.14], se aprecia que están enfocados en lugares como aceras, senderos los cuales dependerán del tránsito peatonal. También en el Estándar JGJ/T163-2008 de China [2.1.10] y la Norma Brasileña de Iluminación ABNT NBR 510 [2.1.9], se enfocan plenamente en los tipos de plazas así como de ciclistas y las rutas que son utilizadas frecuentemente, además de analizar sitios que no necesitan una iluminación elevada.

Se puede apreciar que para la IES lighting handbook [2.1.12] se analizan diversos tipos de escenarios los cuales en su mayoría son valores muy cercanos al cero lo cual se debe a la longevidad del texto analizado. La mayor parte de las normas, regulaciones, decretos, guías están emitidas por la Comisión Internacional de Iluminación (CIE).

4.1. Resultados y Propuesta de la UPS Sede Cuenca

4.1.1. Resultados Calculados y Propuesta de Mejora en la UPS Cuenca

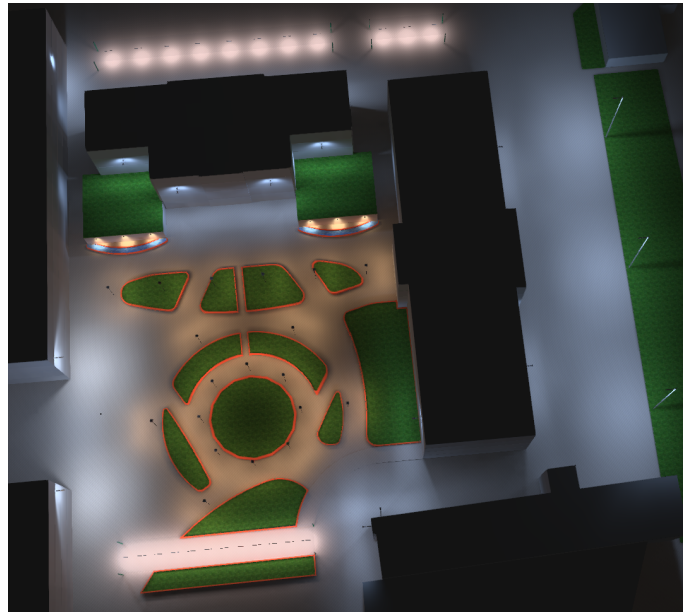


Figura 4.1: Simulación del diseño de la propuesta de mejora
Fuente: Autores

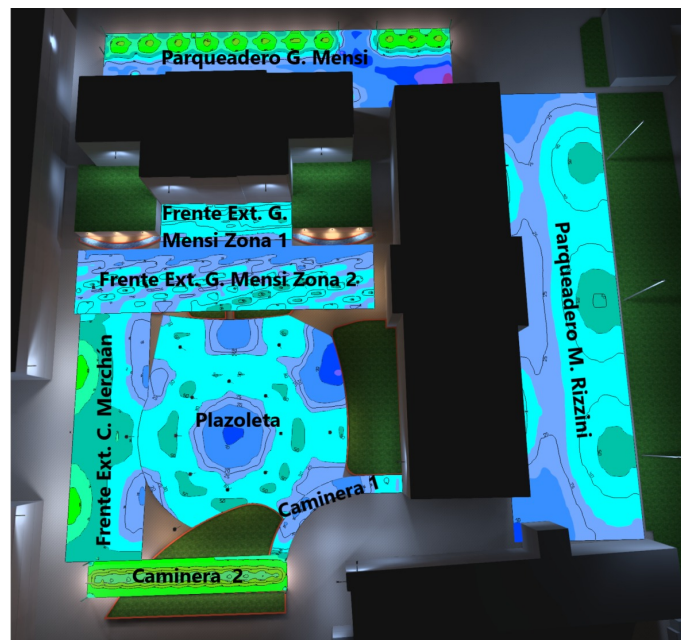


Figura 4.2: Superficies de cálculo
Fuente: Autores

| Location | lx | U(%) |
|------------------------------------|------|------|
| Caminera 1 | 44.4 | 0.44 |
| Caminera 2 | 254 | 0.48 |
| Frente Ext. Cornelio Merchan | 61.2 | 0.43 |
| Frente Ext. Guillermo Mensi Zona 1 | 37.6 | 0.60 |
| Frente Ext. Guillermo Mensi Zona 2 | 33.7 | 0.53 |
| Parqueadero Guillermo Mensi | 97.5 | 0.26 |
| Parqueadero Mario Rizzini | 43.2 | 0.41 |
| Plazoleta | 54.4 | 0.47 |

Figura 4.3: Resultado de simulación de la propuesta UPS sede Cuenca

Fuente: Autores

Caminera 1

| Caminera 1 | Calles ó Aceras Peatonales | |
|------------------------|----------------------------|-----------|
| | E (lx) | U(%) |
| RETILAP | 20 | 33 |
| Real Decreto 1890/2008 | 20 | 40 |
| NOM-025-STPS-2008 | 20 | - |
| NOM-013-ENER-2013 | - | - |
| RTE INEN 069 | 20 | 33 |
| RTE INEN 007-23 | 18 | - |
| Decreto Ejecutivo 2393 | 20 | - |
| ABNT NBR 5101 | 20 | 30 |
| JGJ/T163-2008 | 7,5 | - |
| CIE 234:2019 | 10 | - |
| Decreto N° 43 | 12,5 | - |
| NTS001/17 | 50 | - |
| IES Lighting Handbook | 1 | 5 |
| Valor Propuesto | 30 | 40 |

Figura 4.4: Análisis Caminera 1

Fuente: Autores

| Resultados | Datos Existentes | | Datos Projectados |
|------------|------------------|-------------------|-------------------|
| | Valores Medidos | Valores Simulados | Valores Simulados |
| E_{prom} | 9,65 (lx) | 11 (lx) | 44,4 (lx) |
| E_{max} | 20,1 (lx) | 54,8 (lx) | 135 (lx) |
| E_{min} | 6,36 (lx) | 5,74 (lx) | 19,6 (lx) |
| U_{prom} | 65 (%) | 52 (%) | 44 (%) |
| U_{med} | 31 (%) | 10 (%) | 15 (%) |

Tabla 4.1: Resultados Caminera 1
Fuente: Autores

Donde:

U_{prom} es la uniformidad promedio.

U_{med} es la uniformidad media.

Análisis

Para la caminera 1 en base al cálculo y mediciones realizadas se obtuvo un valor de iluminancia promedio de 9,65 (lx), así mismo en la simulación se obtuvo un valor de iluminancia promedio de 11 (lx), lo cual se considera un valor bajo según la normativa RETILAP que recomienda un valor de 20 (lx), a razón de que es una zona de alto tráfico peatonal, por lo que se procede a recomendar un valor de iluminancia de 30 (lx), que según las normativas revisadas satisface adecuadamente el nivel de iluminancia necesario para este tipo de espacios. Así mismo se obtuvo un valor de uniformidad promedio de 59(%) y en la simulación un valor de uniformidad promedio de 52(%) el cual no es deficiente debido a que supera los valores mínimos de 33(%) requeridos por la normativa RETILAP para estos espacios, sin embargo se propone un valor de uniformidad de 40 (%) basado en el Real Decreto 1890/2008 de España.

Caminera 2

| Caminera 2 | Calles ó Aceras Peatonales | |
|------------------------|----------------------------|-----------|
| | E (lx) | U(%) |
| RETILAP | 20 | 33 |
| Real Decreto 1890/2008 | 20 | 40 |
| NOM-025-STPS-2008 | 20 | - |
| NOM-013-ENER-2013 | - | - |
| RTE INEN 069 | 20 | 33 |
| RTE INEN 007-23 | 18 | - |
| Decreto Ejecutivo 2393 | 20 | - |
| ABNT NBR 5101 | 20 | 30 |
| JGJ/T163-2008 | 7,5 | - |
| CIE 234:2019 | 10 | - |
| Decreto N° 43 | 12,5 | - |
| NTS001/17 | 50 | - |
| IES Lighting Handbook | 1 | 5 |
| Valor Propuesto | 30 | 40 |

Figura 4.5: Análisis Caminera 2

Fuente: Autores

| Resultados | Datos Existentes | | Datos Proyectados |
|------------|------------------|-------------------|-------------------|
| | Valores Medidos | Valores Simulados | Valores Simulados |
| E_{prom} | 182,44 (lx) | 204 (lx) | 254 (lx) |
| E_{max} | 261 (lx) | 359 (lx) | 355 (lx) |
| E_{min} | 90 (lx) | 48,4 (lx) | 123 (lx) |
| U_{prom} | 45 (%) | 24 (%) | 48 (%) |
| U_{med} | 34 (%) | 13 (%) | 35 (%) |

Tabla 4.2: Resultados Caminera 2

Fuente: Autores

Para la Caminera 2 en base al cálculo y mediciones realizadas se obtuvo un valor de iluminancia promedio de 182,44 (lx), así mismo en la simulación se obtuvo un valor de iluminancia promedio de 204 (lx), en este caso puntual de la UPS sede Cuenca el cuál se considera un valor alto según la normativa RETILAP que recomienda un valor de 20 (lx), por ende hay un sobre dimensionamiento considerable, esto se justifica a causa de que es un espacio compartido donde los estudiantes también realizan distintas actividades como: lectura, descanso, etc. Para las camineras en exteriores en general se recomienda un valor de iluminancia de 30 (lx), que según las normativas revisadas satisface adecuadamente el nivel de iluminancia necesario. Así mismo se obtuvo un valor de uniformidad promedio de 42(%) y en la simulación un valor de uniformidad promedio de 24(%) esto a razón de la variabilidad inherente a los datos reales, el valor mínimo requerido por la norma Brasileña ABNT

NBR 5101 es 30(%) para estos espacios, sin embargo se propone un valor de 40 (%) basado en el Real Decreto 1890/2008 de España.

Plazoleta Central

| Plazoleta Central | Plazas y Plazoletas | |
|------------------------|---------------------|-----------|
| | E (lx) | U(%) |
| RETILAP | 30 | 33 |
| Real Decreto1890/2008 | 20 | 40 |
| NOM-025-STPS-2008 | 20 | - |
| NOM-013-ENER-2013 | - | - |
| RTE INEN 069 | 30 | 33 |
| RTE INEN 007-23 | 18 | - |
| Decreto Ejecutivo 2393 | - | - |
| ABNT NBR 5101 | 10 | 25 |
| JGJ/T163-2008 | 13 | - |
| CIE 234:2019 | 5 | - |
| Decreto N° 43 | 12,5 | - |
| NTS001/17 | 50 | - |
| IES Lighting Handbook | 1 | 5 |
| Valor Propuesto | 30 | 40 |

Figura 4.6: Análisis Plazoleta Central

Fuente: Autores

| Resultados | Datos Existentes | | Datos Propyectados |
|------------|------------------|-------------------|--------------------|
| | Valores Medidos | Valores Simulados | Valores Simulados |
| E_{prom} | 16,14 (lx) | 21,3 (lx) | 54,4 (lx) |
| E_{max} | 23,61 (lx) | 54,6 (lx) | 70,7 (lx) |
| E_{min} | 9,26 (lx) | 1,15 (lx) | 25,3 (lx) |
| U_{prom} | 57 (%) | 5,4 (%) | 47 (%) |
| U_{med} | 37 (%) | 2,1 (%) | 36 (%) |

Tabla 4.3: Resultados Plazoleta Central

Fuente: Autores

Para la plazoleta central se obtuvo un valor de iluminancia general de 16,14 (lx), así mismo en la simulación se obtuvo un valor de iluminancia promedio de 21,3 (lx), el cuál al ser una plazoleta se considera como un valor mínimo de iluminancia según las normativa RETILAP, no obstante se recomienda un valor de iluminancia de 30 (lx), que según las normativas satisface adecuadamente el nivel de iluminancia necesario para este tipo de espacios a razón de que son lugares que no requieren demasiada iluminación, dado que son lugares de descanso o de paso. Así mismo se obtuvo un valor de uniformidad general de 58(%) y en la simulación un valor de uniformidad promedio de 24(%) esto se debe a la variabilidad inherente a los datos

reales, el valor mínimo requerido por la normativa RETILAP es 33(%) para estos sitios, además se propone un valor de 40(%) como se recomienda en el Real Decreto 1890/2008 con el fin de tener una percepción adecuada de los objetos debido a la uniformidad para cada ambiente analizado.

Frente Exterior Cornelio Merchán

| Frente Exterior Cornelio Merchán | Pacios y lugares de paso | |
|----------------------------------|--------------------------|-----------|
| | E (lx) | U(%) |
| RETILAP | 15 | 33 |
| Real Decreto1890/2008 | 12,5 | 40 |
| NOM-025-STPS-2008 | 20 | - |
| NOM-013-ENER-2013 | 6 | 16,7 |
| RTE INEN 069 | 15 | 33 |
| RTE INEN 007-23 | 7,5 | - |
| Decreto Ejecutivo 2393 | 20 | - |
| ABNT NBR 5101 | - | - |
| JGJ/T163-2008 | 15 | - |
| CIE 234:2019 | - | - |
| Decreto N° 43 | 9,5 | - |
| NTS001/17 | - | - |
| IES Lighting Handbook | 1 | 5 |
| Valor Propuesto | 20 | 25 |

Figura 4.7: Análisis Frente Ext.Cornelio Merchán

Fuente: Autores

| Resultados | Datos Existentes | | Datos Propyectados |
|------------|------------------|-------------------|--------------------|
| | Valores Medidos | Valores Simulados | Valores Simulados |
| E_{prom} | 14,9 (lx) | 11,3 (lx) | 61,2 (lx) |
| E_{max} | 87,7 (lx) | 252 (lx) | 111 (lx) |
| E_{min} | 2,47 (lx) | 0,95 (lx) | 26,3 (lx) |
| U_{prom} | 17 (%) | 8,4 (%) | 43 (%) |
| U_{med} | 3 (%) | 0,4 (%) | 24 (%) |

Tabla 4.4: Resultados Frente Ext. del Edif. Cornelio Merchán

Fuente: Autores

El valor de iluminancia promedio medida es 14,90 (lx) y el valor de iluminancia promedio simulada es 11,3 (lx). Estos valores se consideran deficientes según la Normativa RETILAP que propone un valor de iluminancia de 30 (lx).

El valor de uniformidad general medido es de 16,5(%) y el valor simulado de uniformidad general es 8,4(%). Estos valores se consideran deficientes según el Real Decreto 1890/2008 de España que propone un valor de 40 (%) .

Frente Exterior Guillermo Mensi

| Frente Exterior Guillermo Mensi (Zona 1) | Pacios y lugares de paso | |
|--|--------------------------|-----------|
| | E (lx) | U(%) |
| RETILAP | 15 | 33 |
| Real Decreto1890/2008 | 12,5 | 40 |
| NOM-025-STPS-2008 | 20 | - |
| NOM-013-ENER-2013 | 6 | 16,7 |
| RTE INEN 069 | 15 | 33 |
| RTE INEN 007-23 | 7,5 | - |
| Decreto Ejecutivo 2393 | 20 | - |
| ABNT NBR 5101 | - | - |
| JGJ/T163-2008 | 15 | - |
| CIE 234:2019 | - | - |
| Decreto N° 43 | 9,5 | - |
| NTS001/17 | - | - |
| IES Lighting Handbook | 1 | 5 |
| Valor Propuesto | 20 | 40 |

Figura 4.8: Análisis Frente Ext.Guillermo Mensi Zona 1

Fuente: Autores

| Resultados | Datos Existentes | | Datos Propyectados |
|------------|------------------|-------------------|--------------------|
| | Valores Medidos | Valores Simulados | Valores Simulados |
| E_{prom} | 56,1 (lx) | 36,3 (lx) | 33,5 (lx) |
| E_{max} | 63,1 (lx) | 50,6 (lx) | 46,6 (lx) |
| E_{min} | 44,5 (lx) | 21,4 (lx) | 19,3 (lx) |
| U_{prom} | 79 (%) | 59 (%) | 58 (%) |
| U_{med} | 71 (%) | 42 (%) | 41 (%) |

Tabla 4.5: Resultados Frente Exterior del Edif. Guillermo Mensi Zona 1

Fuente: Autores

Para la Zona 1 del frente exterior del edificio Guillermo Mensi se obtuvo un valor de iluminancia promedio de 56,1 (lx), así mismo en la simulación se obtuvo un valor de iluminancia promedio de 36,3 (lx), y al estar en la categoría de; patios y lugares de paso, se considera un valor elevado según según la norma Mexicana y el decreto ejecutivo 2393 que propone un valor de iluminancia de 20 (lx).

En este caso puntual de la UPS sede Cuenca hay una iluminancia elevada debido a su particular diseño arquitectónico donde los costados del edificio sobresalen y forman un espacio reducido donde la luz es mas intensa formando es un área pequeña muy iluminada. Para zonas de paso se propone un valor de iluminancia de 20 (lx), que según las normativas es el necesario para este tipo de espacios. Así mismo se obtuvo un valor de uniformidad general del 79(%) que resulta adecuado, a razón de que excede los valores mínimos necesarios de 16,7(%) recomendado por la norma

Mexicana NOM-013-ENER-2013 para estos espacios, sin embargo en la simulación tiene un valor de uniformidad promedio de 8,4(%) esto se debe a la variabilidad inherente a los datos reales, además se propone un valor mínimo de uniformidad del 40(%) basado en el Real Decreto 1890/2008 de España debido a que con este valor se obtiene una uniformidad ideal.

| Frente Exterior Guillermo Mensi (Zona 2) | Pacios y lugares de paso | |
|--|--------------------------|-----------|
| | E (lx) | U(%) |
| RETILAP | 15 | 33 |
| Real Decreto 1890/2008 | 12,5 | 40 |
| NOM-025-STPS-2008 | 20 | - |
| NOM-013-ENER-2013 | 6 | 16,7 |
| RTE INEN 069 | 15 | 33 |
| RTE INEN 007-23 | 7,5 | - |
| Decreto Ejecutivo 2393 | 20 | - |
| ABNT NBR 5101 | - | - |
| JGJ/T163-2008 | 15 | - |
| CIE 234:2019 | - | - |
| Decreto N° 43 | 9,5 | - |
| NTS001/17 | - | - |
| IES Lighting Handbook | 1 | 5 |
| Valor Propuesto | 20 | 40 |

Figura 4.9: Analisis Frente Ext. Guillermo Mensi Zona 2

Fuente: Autores

| Resultados | Datos Existentes | | Datos Propyectados |
|------------|------------------|-------------------|--------------------|
| | Valores Medidos | Valores Simulados | Valores Simulados |
| E_{prom} | 21,55 (lx) | 20,8 (lx) | 33,7 (lx) |
| E_{max} | 34,7 (lx) | 541 (lx) | 65,1 (lx) |
| E_{min} | 11,66 (lx) | 1,62 (lx) | 17,7 (lx) |
| U_{prom} | 54 (%) | 7,8 (%) | 53 (%) |
| U_{med} | 33 (%) | 0,3 (%) | 27 (%) |

Tabla 4.6: Resultados Frente Exterior del Edif. Guillermo Mensi Zona 2

Fuente: Autores

El valor de iluminancia promedio medida es 21,55 (lx) y el valor de iluminancia promedio simulada es 20,8 (lx). Estos valores se consideran adecuados según la norma Mexicana y el decreto ejecutivo 2393 que propone un valor de iluminancia de 20 (lx).

El valor de uniformidad general medido es de 52(%) y el valor simulado de uniformidad general es 8,4(%). Según el Real Decreto 1890/2008 de España para estos espacios se propone un valor de uniformidad de 40(%)

Parqueadero Mario Rizzini

| Parqueadero Mario Rizzini | Parqueaderos | |
|---------------------------|--------------|-----------|
| | E (lx) | U(%) |
| RETILAP | - | - |
| Real Decreto 1890/2008 | 12,5 | 40 |
| NOM-025-STPS-2008 | 20 | - |
| NOM-013-ENER-2013 | - | - |
| RTE INEN 069 | - | - |
| RTE INEN 007-23 | 12 | - |
| Decreto Ejecutivo 2393 | - | - |
| ABNT NBR 5101 | - | - |
| JGJ/T163-2008 | - | - |
| CIE 234:2019 | - | - |
| Decreto N° 43 | - | - |
| NTS001/17 | 9,5 | - |
| IES Lighting Handbook | 0,5 | 5 |
| Valor Propuesto | 20 | 40 |

Figura 4.10: Análisis Parqueadero Mario Rizzini
Fuente: Autores

| Resultados | Datos Existentes | | Datos Proyectados |
|------------|------------------|-------------------|-------------------|
| | Valores Medidos | Valores Simulados | Valores Simulados |
| E_{prom} | 16,46 (lx) | 27,3 (lx) | 43,2 (lx) |
| E_{max} | 33,8 (lx) | 60,3 (lx) | 78,8 (lx) |
| E_{min} | 6,64 (lx) | 2,16 (lx) | 17,8 (lx) |
| U_{prom} | 40 (%) | 7,9 (%) | 41 (%) |
| U_{med} | 19 (%) | 3,6 (%) | 23 (%) |

Tabla 4.7: Resultados Parqueadero contiguo al Edificio Mario Rizzini
Fuente: Autores

Para el parqueadero contiguo al edificio Mario Rizzini se obtuvo un valor de iluminancia general de 16,46 (lx), así mismo en la simulación se obtuvo un valor de iluminancia promedio de 27,3 (lx) esta diferencia entre los valores medidos y simulados se debe a que una de las tres luminarias de este parqueadero está inclinada hacia un lado lo que hace que se diferencie de la simulación. Al ser un parqueadero estos valores se consideran como valores cercanos al adecuado según la normativa Mexicana NOM-025- STPS-2008 que propone un valor de iluminancia de 20 (lx), Sin embargo para esta zona proponemos un valor de 30 (lx) por que estos espacios además de ser parqueaderos también son utilizados como zona de paso peatonal. De igual modo se obtuvo un valor de uniformidad promedio de 39(%) el cual es adecuado por que se asemeja al 40(%) dictado por la normativa del Real decreto 1890/2008 de España para estos sitios, sin embargo en la simulación se obtiene un

valor de uniformidad promedio de 3,6(%) esto se debe a la variabilidad inherente a los datos reales, finalmente el valor propuesto para la uniformidad es de 40(%) basado en el Real Decreto 1890/2008 de España.

Parqueadero Guillermo Mensi

| Parqueadero Guillermo Mensi | Parqueaderos | |
|-----------------------------|--------------|-----------|
| | E (lx) | U(%) |
| RETILAP | - | - |
| Real Decreto 1890/2008 | 12,5 | 40 |
| NOM-025-STPS-2008 | 20 | - |
| NOM-013-ENER-2013 | - | - |
| RTE INEN 069 | - | - |
| RTE INEN 007-23 | 12 | - |
| Decreto Ejecutivo 2393 | - | - |
| ABNT NBR 5101 | - | - |
| JGJ/T163-2008 | - | - |
| CIE 234:2019 | - | - |
| Decreto N° 43 | - | - |
| NTS001/17 | 9,5 | - |
| IES Lighting Handbook | 0,5 | 5 |
| Valor Propuesto | 20 | 40 |

Figura 4.11: Análisis Parqueadero Guillermo Mensi

Fuente: Autores

| Resultados | Datos Existentes | | Datos Proyectados |
|------------|------------------|-------------------|-------------------|
| | Valores Medidos | Valores Simulados | Valores Simulados |
| E_{prom} | 28,10 (lx) | 28 (lx) | 97,5 (lx) |
| E_{max} | 77 (lx) | 252 (lx) | 223 (lx) |
| E_{min} | 8,43 (lx) | 3,06 (lx) | 25 (lx) |
| U_{prom} | 29 (%) | 11 (%) | 26 (%) |
| U_{med} | 10 (%) | 1,2 (%) | 11 (%) |

Tabla 4.8: Resultados Parqueadero contiguo al Edificio Guillermo Mensi

Fuente: Autores

El valor de iluminancia promedio medida es 28,10 (lx) y el valor de iluminancia promedio simulada es 28 (lx). Estos valores se consideran adecuados según la Normativa NOM-025-STPS-2008 que propone un valor de iluminancia de 20 (lx). Sin embargo para esta zona proponemos un valor de 30 (lx) por que estos espacios además de ser parqueaderos también son utilizados como zona de paso peatonal. El valor de uniformidad general medido es de 27(%) y el valor simulado de uniformidad general es 11(%). Según la Normativa del Real decreto 1890/2008 de

España para estos espacios se propone un valor de uniformidad de 40(%).

Análisis De La Encuesta

Se pudo observar que, existe una coincidencia sobre los lugares con la baja iluminación entre los datos obtenidos y simulados con la percepción de las personas, por lo que se pudo corroborar que las zonas analizadas están afectando la seguridad y comodidad de la personas. Para asegurar un proyecto inclusivo se llevó a cabo una encuesta basada en 10 preguntas. Estas preguntas tenían como objetivo común conocer la percepción lumínica de la comunidad universitaria, recopilando sus opiniones sobre la falta de iluminación en ciertas zonas de la universidad. Varios encuestados proporcionaron información relevante que ayudó a certificar que las áreas evaluadas presentaban deficiencias tanto en la percepción visual como en la iluminación proporcionada por las luminarias existentes. Esto nos permitió identificar las mejoras necesarias en los espacios analizados.

Nuevas Equipos

A continuación se en lista las nuevas luminarias propuestas para el proyecto de mejora.

| Ubicación | Elemento | Cantidad | Potencia (W) (C/u) |
|---|---------------------------------|----------|--------------------|
| Plazoleta Central | Luminarias Farol Post. Met. LED | 11 | 50 |
| Oratorio | Reflector Tipo LED | 1 | 450 |
| Parqueadero contiguo al Edificio M. Rizzini | Reflector Tipo LED | 2 | 250 |
| Frente Ext. Edificio C. Merchán | Reflector Tipo LED | 2 | 250 |
| Parqueadero contiguo al Edificio G. Mensi | Reflector Tipo LED | 3 | 250 |

Tabla 4.9: Inventario de luminarias propuestas.

Fuente: Autores

Implementación de sensores

Los sensores de movimiento son dispositivos electrónicos que activan un sistema cuando detectan movimiento en un área. Algunas de sus características técnicas son:

- Detección

Se detectan movimientos a través de puertas, ventanas, cristales y paredes finas además tiene un largo alcance entre 3 a 7 m y pueden detectar movimiento en general.

- Ángulo de detección

El ángulo de detección de un sensor de movimiento puede variar entre 90°, 110° y 360°.

- Lapso de tiempo de alerta

El lapso de tiempo de alerta se puede configurar dependiendo del sensor de movimiento además este puede variar entre 5 s y 5 m.

- Tiempo retardado

El tiempo retardado de un sensor de movimiento puede ser de 8 s como mínimo y 7 min como máximo.

- Temperatura de trabajo

La temperatura de trabajo de un sensor de movimiento puede variar entre -20 °C y 40 °C.

Evaluación Económica

En el análisis económico realizado, se examinaron los precios existentes asociados con la iluminación en la infraestructura actual. Se procedió a comparar estos precios con los proyectados en una nueva propuesta de iluminación. Este análisis económico incluyó la aplicación de métricas clave como la Tasa Interna de Retorno (TIR), el Valor Actual Neto (VAN) y la Relación Beneficio-Costo (RBC).

| PROYECTADO | | | | |
|---|--------|----------|--------------|---------------|
| DESCRIPCION | U | CANTIDAD | PU | TOTAL |
| SUMINISTRO, MONTAJE E INSTALACION DE LUMINARIAS TIPO LED 250W | U | 2 | 436,05 | 872,1 |
| * ENFOQUE DE LUMINARIA | U | 1 | | |
| * TORNILLOS Y ACCESORIOS DE SUJECION | GLOBAL | 1 | | |
| SUMINISTRO, MONTAJE E INSTALACION DE LUMINARIAS TIPO LED 100W | U | 8 | 390,05 | 3120,4 |
| * ENFOQUE DE LUMINARIA | U | 1 | | |
| * TORNILLOS Y ACCESORIOS DE SUJECION | GLOBAL | 1 | | |
| SUMINISTRO, MONTAJE E INSTALACION DE CAJA DE CONTROL INC PROT | u | 4 | 140 | 560 |
| * CAJA DE CONTROL HERMETICA IP66 | u | 1 | | |
| * RELOJ PROGRAMABLE | u | 1 | | |
| * CONTACTORES 220V | u | 1 | | |
| * BREAKER 2F20A | u | 1 | | |
| * RIEL DIN | u | 0,25 | | |
| * TORNILLOS Y ACCESORIOS DE SUJECION | GLOBAL | 1 | | |
| SUMINISTRO, MONTAJE E INSTALACION LUMINARIAS FAROL INC POST MET | u | 11 | 160 | 1760 |
| * LUMINARIA FAROL 60W | | | | |
| * SOPORTE METALICA INXD PL | | | | |
| * PERNOS Y ACCESORIOS DE SUJECION | | | | |
| SUMINISTRO, TENDIDO DE CONDUCTOR NRO. 12 AWG THHN | U | 400 | 0,56 | 224 |
| * CINTA AISLANTES 3M | U | | | |
| * GUIA ACERO INOXIDABLE | U | | | |
| SUMINISTRO, TENDIDO DE CONDUCTOR NRO. 10 AWG THHN | U | 200 | 1,1 | 220 |
| * CINTA AISLANTES 3M | U | | | |
| * GUIA ACERO INOXIDABLE | U | | | |
| | | | TOTAL | 6756,5 |

Figura 4.13: Evaluación de costos proyectado

Fuente: Autores

| EXISTENTE | | | | |
|---|---|----------|--------------|----------------|
| DESCRIPCION | U | CANTIDAD | PU | TOTAL |
| SUMINISTRO, MONTAJE E INSTALACION DE LUMINARIAS LED 200W | U | 5 | 436,05 | 2180,25 |
| * ENFOQUE DE LUMINARIA | U | | | |
| * TORNILLOS Y ACCESORIOS DE SUJECION | U | | | |
| SUMINISTRO, MONTAJE E INSTALACION DE REFLECTORES DE HG 450W | U | 2 | 250 | 500 |
| * ENFOQUE DE LUMINARIA | U | | | |
| * TORNILLOS Y ACCESORIOS DE SUJECION | U | | | |
| SUMINISTRO, MONTAJE E INSTALACION DE LUMINARIAS LED 100W | U | 2 | 390,05 | 780,1 |
| * ENFOQUE DE LUMINARIA | U | | | |
| * TORNILLOS Y ACCESORIOS DE SUJECION | U | | | |
| SUMINISTRO, MONTAJE E INSTALACION LUMINARIAS FAROL INC POST MET | U | 8 | 160 | 1280 |
| * LUMINARIA FAROL 60W | U | | | |
| * SOPORTE METALICA INXD PL | U | | | |
| * PERNOS Y ACCESORIOS DE SUJECION | U | | | |
| SUMINISTRO, MONTAJE E INSTALACION LUMINARIAS NEON 53W | U | 28 | 28 | 784 |
| * ENFOQUE DE LUMINARIA | U | | | |
| * TORNILLOS Y ACCESORIOS DE SUJECION | U | | | |
| SUMINISTRO, MONTAJE E INSTALACION LUMINARIAS 30W IP55 - IP56 | U | 6 | 35 | 210 |
| * ENFOQUE DE LUMINARIA | U | | | |
| * TORNILLOS Y ACCESORIOS DE SUJECION | U | | | |
| SUMINISTRO, TENDIDO DE CONDUCTOR NRO. 12 AWG THHN | U | 400 | 0,56 | 224 |
| * CINTA AISLANTES 3M | U | | | |
| * GUIA ACERO INOXIDABLE | U | | | |
| SUMINISTRO, TENDIDO DE CONDUCTOR NRO. 10 AWG THHN | U | 200 | 1,1 | 220 |
| * CINTA AISLANTES 3M | U | | | |
| * GUIA ACERO INOXIDABLE | U | | | |
| | | | TOTAL | 6178,35 |

Figura 4.12: Evaluación de costos existente

Fuente: Autores

Con este desglose de los costos, se realiza el cálculo de la potencia y el consumo actual de energía en la parte existente. En la propuesta, se lleva a cabo el cálculo de la demanda proyectada, la demanda existente y total, así como el consumo de energía mensual y anual. Además, se determinan la tasa de crecimiento, la tasa de amortización y los valores relacionados con las operaciones y el mantenimiento.

En la evaluación económica adjuntada en el Anexo B se obtiene los resultados de los cálculos y del VAN, TIR Y RBC. Siendo así que el VAN a partir del segundo año ya proyecta un beneficio significativo, el TIR tiene un valor de **6 %** significa que el proyecto generará un rendimiento del **6 %** sobre la inversión inicial. En este caso de estudio el valor del RBC es **1.44**, este valor es mayor a **1** por lo que se considera un proyecto rentable.

Por lo que el estudio de mejora en la iluminación externa de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca, mediante la implementación de tecnología LED, no solo demuestra ser financieramente rentable según el análisis de Valor Actual Neto (VAN), La Tasa Interna de Retorno (TIR) Y la Relación Beneficio-Costo (RBC), sino que proporciona una variedad de beneficios estratégicos y prácticos para la comunidad universitaria.

Programas de Mantenimiento Preventivo

Desarrollo de un plan detallado para mantener el sistema en óptimo rendimiento.

- Inspección Mensual
Verificar visualmente la integridad de las luminarias.
Buscar signos de daño, corrosión o acumulación de suciedad.
- Limpieza Trimestral:
Apagar la energía antes de limpiar.
Limpiar las luminarias con un paño suave y húmedo.
Revisar y limpiar las lentes.
- Verificación de Fijaciones y Cables Mensual:
Asegurar que todas las fijaciones estén apretadas.
Inspeccionar cables en busca de daños o conexiones sueltas.
- Pruebas de Funcionamiento Anuales:
Realizar pruebas de encendido y apagado.
Evaluar la uniformidad de la luz emitida.
- Reemplazo de LEDs Agotados:
Cambiar LEDs al final de su vida útil.
Registrar fechas y razones en el historial.
- Registro de Mantenimiento:
Documentar todas las actividades de mantenimiento.
Incluir fechas de inspección, limpieza, y reemplazos.

4.2. Propuesta de Guía para la Elaboración de Proyectos de Iluminación en Exteriores en Instituciones Educativas Superiores, Incluyendo Niveles Óptimos de Iluminación para Espacios Externos

Objetivo de la Guía

El propósito principal de esta guía es proporcionar información clara y concisa sobre los criterios y niveles adecuados de iluminación para proyectos de iluminación exterior en instituciones de educación superior, además fomenta la adopción de tecnologías de alumbrado eficientes con el objetivo de disminuir el consumo de energía

y garantizar que la iluminación contribuya a una navegación segura y accesible para todos los usuarios, incluyendo aquellos con discapacidad visual o movilidad reducida. Se detallan los parámetros a tener en cuenta desde el inicio hasta la conclusión del proyecto.

Ámbito de Aplicación

Aplica a todos los espacios externos de instituciones de educación superior, incluyendo, pero no limitado a, accesos principales, senderos, estacionamientos, áreas recreativas y espacios de circulación.

4.2.1. Consideraciones Previas a la Implementación

Clasificación de Tipos de Áreas o Espacios

Para iniciar un proyecto de instalación o mejora de iluminación es fundamental saber de los múltiples espacios y áreas que existen en un campus universitario, esto ayuda clasificar los espacios según la necesidad específica que se presente en cada zona .

Los principales tipos de espacios son:

- Zonas de Recreación
Patios, plazas, áreas de estudio al aire libre, áreas deportivas al aire libre.
Estas áreas necesitan de una iluminación que impulse la seguridad y la participación de actividades recreativas
- Vías de Circulación
Senderos o camineras peatonales, pasillos, rampas y escaleras al aire libre, accesos principales y secundarios al campus.
Necesitan iluminación suficiente para garantizar la seguridad y la orientación especialmente en áreas de gran afluencia y en horarios nocturnos.
- Entornos verdes Jardines y zonas arboladas.
Se puede lograr un beneficio significativo al incorporar una iluminación suave, que destaque la vegetación y contribuya a la creación de un ambiente agradable.
- Áreas de estacionamiento: Parqueaderos para vehículos, vías de entrada y salida.
Necesitan iluminación uniforme para facilitar la visibilidad y seguridad al es-

tacionar y moverse, así como también requieren iluminación clara para garantizar la seguridad y facilitar la orientación vehicular y peatonal.

Uso del Espacio y Horarios de Actividad

Es fundamental considerar las actividades que se desarrollan en estas zonas y los horarios del día en que son más frecuentados.

- **Horarios de Mayor Actividad:**
Identificar los momentos del día en que estas áreas experimentan mayor actividad para ajustar la iluminación en consecuencia.
- **Naturaleza de las Actividades:**
Adaptar la iluminación según las necesidades específicas de las actividades al aire libre, como eventos nocturnos o actividades deportivas.

Realización de encuesta

Dentro del contexto de un proyecto de mejora o rediseño de iluminación en exteriores una encuesta complementa los datos objetivos recopilados a través de mediciones de iluminancia y simulaciones lumínicas. Ayuda a confirmar si las percepciones de los usuarios coinciden con los datos objetivos y contribuye a priorizar las áreas que necesitan atención en la mejora de la iluminación.

Parámetros para desarrollar una encuesta

- Definir claramente los objetivos específicos de la encuesta dentro del contexto del plan de mejora o rediseño lumínico.
- Elaborar preguntas que aborden aspectos relevantes del diseño lumínico, como la calidad de la iluminación, la percepción de seguridad, el confort visual y cualquier preocupación específica que los usuarios puedan tener.
- Determinar cuál sería la muestra más adecuada y los métodos de recolección de datos mas apropiados y convenientes para los participantes.
- Realizar las encuestas siguiendo un plan claro garantizando el seguimiento de procedimientos éticos, y la obtención del consentimiento informado.
- Realizar un análisis detallado de los resultados obtenidos para identificar las áreas que se consideran prioritarias para el rediseño de la iluminación.

4.2.2. Consideración de Niveles de Iluminación

Después de haber realizado el análisis de las normativas y su aplicación práctica en la UPS sede Cuenca, se propone una guía de los niveles de iluminación para realizar instalaciones lumínicas en exteriores que cumplan con los niveles necesarios para cada espacio. Cabe recalcar que si se trata de un proyecto de mejora, previamente se tiene que medir y calcular los niveles actuales de iluminación y comprobar que se cumplan con los niveles necesarios para cada espacio.

Se presenta un desglose completo de todas las normativas que fueron analizadas, en el presente se comparan todos los valores de iluminancia y uniformidad para cada espacio, permitiendo la identificación de valores más recurrentes, esto permite derivar un valor propuesto final, basado las recomendaciones de las normativas examinadas.

| CLASIFICACION | Plazas y Plazoletas | | Calles ó Aceras Peatonales | | Andenes y Senderos | | Areas Verdes | | Pacios y lugares de paso | | Zonas de ocio | | Canchas en general | | Parqueaderos | |
|----------------------------|---------------------|------|----------------------------|------|--------------------|------|--------------|------|--------------------------|------|---------------|------|--------------------|------|--------------|------|
| | E (lx) | U(%) | E (lx) | U(%) | E (lx) | U(%) | E (lx) | U(%) | E (lx) | U(%) | E (lx) | U(%) | E (lx) | U(%) | E (lx) | U(%) |
| RETILAP | 30 | 33 | 20 | 33 | 15 | 33 | 10 | 40 | 15 | 33 | 10 | 40 | 50 | 40 | - | - |
| Real Decreto1890/2008 | 20 | 40 | 20 | 40 | 7,5 | 40 | - | - | 12,5 | 40 | - | - | - | - | 12,5 | 40 |
| NOM-025-STPS-2008 | 20 | - | 20 | - | 20 | - | 20 | - | 20 | - | - | - | - | - | 20 | - |
| NOM-013-ENER-2013 | - | - | - | - | - | - | - | - | 6 | 16,7 | - | - | - | - | - | - |
| RTE INEN 069 | 30 | 33 | 20 | 33 | 15 | 33 | 10 | 40 | 15 | 33 | 10 | 40 | 50 | 40 | - | - |
| RTE INEN 007-23 | 18 | - | 18 | - | 12 | - | 9 | 40 | 7,5 | - | 5 | - | - | - | 12 | - |
| Decreto Ejecutivo 2393 | - | - | 20 | - | 20 | - | 20 | - | 20 | - | - | - | - | - | - | - |
| ABNT NBR 5101 | 10 | 25 | 20 | 30 | 10 | 25 | 10 | 25 | - | - | 10 | 25 | - | - | - | - |
| JGJ/T163-2008 | 13 | - | 7,5 | - | 7,5 | - | 3 | - | 15 | - | 3 | - | - | - | - | - |
| CIE 234:2019 | 5 | - | 10 | - | - | - | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Decreto N° 43 | 12,5 | - | 12,5 | - | - | - | - | - | 9,5 | - | 4 | - | - | - | - | - |
| NTS001/17 | 50 | - | 50 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 50 | - | 9,5 | - |
| IES Lighting Handbook | 1 | 5 | 1 | 5 | - | - | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | - | - | 0,5 | 5 |
| Valor Más Frecuente | 30 | 33 | 20 | 33 | 15 | 33 | 10 | 40 | 15 | 33 | 10 | 40 | 50 | 40 | 10 | 25 |
| Valor Promedio | 19 | 27 | 18 | 28 | 13 | 33 | 9 | 30 | 12 | 26 | 6 | 28 | 50 | 40 | 11 | 23 |
| Valor Propuesto | 30 | 40 | 20 | 40 | 20 | 40 | 20 | 40 | 20 | 40 | 10 | 40 | 50 | 40 | 20 | 40 |

*Las casillas determinadas con (-) nos dan a conocer que no se encontraron valores en esa Norma o estandar analizado.
 *E (lx) Iluminancia promedio
 *U (lx) Uniformidad General

Figura 4.14: Análisis de normativas y comparación con Propuesta
Fuente: Autores

Así mismo, se presenta una tabla final que resume de manera clara los valores resultantes en el desglose anterior, esta tabla ofrece una visión organizada de los resultados obtenidos, que sirve como referencia práctica para la realización de instalaciones lumínicas en exteriores de instituciones educativas superiores.

| Clasificación | Valor Promedio | | Valor Propuesto | | Valor Más Frecuente | |
|----------------------------|----------------|---------|-----------------|---------|---------------------|---------|
| | E (lx) | U (%) | E (lx) | U (%) | E (lx) | U (%) |
| Plazas y Plazoletas | 19 | 27 | 30 | 40 | 30 | 33 |
| Calles ó Aceras Peatonales | 18 | 28 | 20 | 40 | 20 | 33 |
| Andenes y Senderos | 13 | 33 | 20 | 40 | 15 | 33 |
| Áreas Verdes | 9 | 30 | 20 | 40 | 10 | 40 |
| Patios y lugares de paso | 12 | 26 | 20 | 40 | 15 | 33 |
| Zonas de ocio | 6 | 28 | 10 | 40 | 10 | 40 |
| Canchas en General | 50 | 40 | 50 | 40 | 50 | 40 |
| Parqueaderos | 20 | 40 | 20 | 40 | 10 | 25 |

Figura 4.15: Tabla Propuesta
Fuente: Autores

4.2.3. Selección de Luminarias y Sensores

Se promoverá el uso de luminarias LED por su eficiencia y larga durabilidad, al igual que la implementación de sistemas de control automáticos basados en sensores de movimiento y luz ambiental para disminuir el consumo de energía durante el horario de baja actividad.

Luminarias Recomendadas Características

- Protección Para la protección se recomienda ser IP 65: el mismo estará protegido contra el polvo y a su vez protegido contra chorros de agua. lo cual es beneficioso ya que todas las luminarias estarán en los exteriores expuestos a fenómenos naturales.
- Vida Útil
Para el respectivo estudio se recomienda que las luminarias cumplan con una Vida útil de 15.000 horas además de tener un flujo luminoso del 70
- Estructura
Se deberá analizar su estructura ya que esta debe ser de tamaño que no afecte el diseño arquitectónico de cada zona, para estos se recomienda tener un cuerpo y difusor de policarbonato estabilizado contra rayos UV. Estos deben ser resistentes al calor y soportar impactos.
- Certificación

Los equipos comercializados deberán cumplir con la legislación obligatoria en materia de requisitos esenciales. Estos deben contar con certificados de calidad para una mejor implementación, además, indicará que el producto cumple con las disposiciones aplicables de todas esas directivas que le son aplicables.

- **Temperatura de color**

Para este estudio ya que estas luminarias se adecuarán para los exteriores se tomó en cuenta que la temperatura de color para la iluminación exterior adecuada no deberán superar los 4000K. Estas temperaturas pueden definirse en un rango de 2500K a 4000K.

Tipos de luminarias y zonas de aplicación

- **Luminarias LED**

Las luminarias LED (Light Emitting Diode) Son una excelente opción para mejorar la iluminación exterior en el campus universitario, ya que ofrecen varias ventajas debido a su eficiencia energética, larga vida útil y flexibilidad en la temperatura de color, también su compatibilidad con controles inteligentes facilita la gestión centralizada y eficiente del sistema de iluminación.

Aplicaciones Recomendadas:

Vías peatonales y áreas de estudio al aire libre que requieren iluminación eficiente y adaptable.

Zonas recreativas que se beneficiarán de una iluminación de calidad y versátil. Entradas y salidas, donde la eficiencia energética y la baja emisión de calor son especialmente valiosas.

- **Luminarias Solares**

Las luminarias solares son una opción sostenible y rentable para mejorar la iluminación exterior en el campus. Aprovechando la energía solar, reducen la huella ambiental y operan con costos mínimos y contribuyen a la eficiencia económica del proyecto.

Aplicaciones Recomendadas:

Zonas al aire libre con exposición solar adecuada, como áreas de acceso, recreativas y deportivas.

Espacios verdes y patios, ofreciendo una solución rentable y respetuosa con el medio ambiente.

- **Luminarias de Bajo Consumo**

Las luminarias de bajo consumo son una elección equilibrada para mejorar

la iluminación exterior en el campus. Ofrecen costos iniciales accesibles y son fácilmente disponibles en el mercado. Son ideales para áreas donde se busca una iluminación eficiente sin una inversión significativa.

Aplicaciones Recomendadas:

Entradas y salidas donde se requiere iluminación eficiente sin excesivos costos. Áreas con menor necesidad de iluminación intensa, optimizando la eficiencia y reduciendo los gastos operativos.

Espacios donde un equilibrio entre rendimiento y economía sea prioritario

4.2.3.1. Sensores de Iluminación y Tecnologías Asociadas:

- Sensores de Movimiento

Funcionalidad: Activación de la iluminación al detectar movimiento.

Aplicaciones Recomendadas:

Vías peatonales y áreas de estudio al aire libre, mejorando la iluminación en base a la detección de presencia activa.

- Fococélulas

Funcionalidad: Ajuste automático de la intensidad lumínica según la luz natural disponible.

Aplicaciones Recomendadas:

Áreas Recreativas y Deportivas: Regulan la iluminación según las condiciones de luz natural, optimizando el consumo de energía durante el día.

Patios y Zonas Verdes:

Mantienen una iluminación sutil en áreas de descanso, reduciendo la intensidad durante el día y aumentándola cuando es necesario.

- Sistemas de Control Inteligente

Funcionalidad:

Proporcionan una gestión centralizada y efectiva del sistema de iluminación, que incluye la integración de datos de múltiples sensores.

Aplicaciones Recomendadas:

Entradas y Salidas: Ajustan la iluminación según el tránsito de peatones, incrementando la intensidad en horas de mayor movimiento y disminuyéndola en momentos de menor actividad.

4.2.4. Diseño y Distribución Estratégica para Mejorar la Iluminación Exterior

La iluminación exterior del campus se mejora a través de un diseño adaptable y una distribución adecuada de las luminarias, así se garantiza la funcionalidad específica de cada área y su operatividad global.

Al momento de realizar el diseño se debe considerar que la iluminación cumpla con los parámetros de iluminancia y uniformidad correspondiente para cada zona.

| Área Exterior | Diseño de Iluminación | Distribución de Luminarias | Tecnologías Emergentes |
|----------------------|---|---|---|
| Camineras o Senderos | Iluminación LED para eficiencia y seguridad | Luminarias a intervalos regulares. | Sensores de movimiento para optimizar |
| Zonas Recreativas | Uso de luz cálida para ambiente acogedor | Distribución focalizada en áreas clave. | Integración de sistemas solares para ahorro. |
| Entradas Principales | Luminarias potentes para orientación | Iluminación direccional hacia entradas | Sistemas de control inteligente para ajustes. |
| Áreas Verdes | Iluminación suave para resaltar paisaje | Luminarias de bajo impacto ambiental. | Tecnologías de regulación según luz natural. |

Tabla 4.10: Parámetros para el diseño y distribución de iluminación

Fuente: Autores

4.2.5. Aspectos Económicos y de Mantenimiento

Se debe considerar los siguientes aspectos para una implementación efectiva, asegurando la viabilidad financiera y la sostenibilidad a largo plazo del sistema de iluminación.

- **Evaluación de Costos**

Para llevar a cabo un proyecto de iluminación con base en un análisis económico sólido, comience recopilando información detallada sobre los costos actuales asociados con la iluminación existente. Formule una propuesta clara que describa las mejoras propuestas que incluya tanto aspectos técnicos como financieros, buscar proveedores confiables y obtener cotizaciones para luminarias, sensores y dispositivos. También, se debe considerar los costos de instalación, incluyendo mano de obra, además de considerar posibles modificaciones en la infraestructura existente y

es necesario evaluar la necesidad de infraestructura adicional. Compare meticulosamente los costos actuales con los proyectados, considerando inversiones iniciales, así como gastos operativos y de mantenimiento a largo plazo.

Aplice métricas financieras como la Tasa Interna de Retorno (TIR), el Valor Actual Neto (VAN) y la Relación Beneficio-Costo (RBC) para evaluar la viabilidad financiera del proyecto. También calcular el rendimiento energético esperado con la implementación de las nuevas luminarias y tecnologías, estima los ahorros de costos operativos y evalúa la vida útil técnica de los equipos. Comunique eficazmente los resultados a las partes interesadas, subrayando tanto los beneficios financieros como los no financieros.

- **Programas de Mantenimiento Preventivo**

Establecer una rutina detallada de inspecciones y mantenimiento con procedimientos claros. Planificar actualizaciones tecnológicas con el fin de garantizar la compatibilidad y eficiencia del sistema, además de establecer procedimientos para realizar revisiones periódicas y ajustes necesarios.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Se detectó que varios lugares en la Universidad Politécnica Salesiana - Sede Cuenca no cumplen con los niveles de iluminación recomendados por normativas como la RETILAP y NOM-025-STPS-2008. Por ejemplo, las áreas de paso tenían una iluminación promedio de 9,65 lux, mientras que la plazoleta central tenía una iluminación de 16,14 lux, ambos por debajo de los estándares recomendados, estas deficiencias en los niveles de iluminación pueden afectar de manera negativa en la seguridad y comodidad de los usuarios de la Universidad, subrayando la importancia de realizar mejoras en el sistema de iluminación.

Para la plazoleta central, a pesar de que el valor de iluminancia promedio medido fue de 16,14 (lx), el cual es ligeramente superior al mínimo recomendado por RETILAP, en la encuesta los usuarios manifestaron que esta zona es una de las menos iluminada, por que se sugiere aumentar los niveles de iluminancia a 30 (lx) para mejorar la visibilidad y crear un ambiente más acogedor y seguro, especialmente considerando que la plazoleta es un espacio de reunión y actividad social.

En el caso del frente exterior del edificio Cornelio Merchan se identificaron valores de iluminancia promedio de 14,90 (lx) medidos y 11,3 (lx) simulados, estos están significativamente por debajo del valor recomendado de 30 (lx) por RETILAP. Y en base a las encuestas se constata que esta situación genera preocupaciones en cuanto a la visibilidad y la seguridad en esta zona de paso peatonal, especialmente durante el horario nocturno o en circunstancias de baja luminosidad.

En el contexto técnico, se constata que las diversas zonas intervenidas no cumplen con los niveles de iluminación necesarios, a razón de la falta de un plan de mantenimiento adecuado, resultando en el deterioro y abandono de algunas luminarias.

Para el estudio, planificación e implementación de sistemas de iluminación para exteriores en instituciones de educación superior, es fundamental recalcar que las normativas y estándares que fueron analizados proporcionan indicaciones específicas, que garantizan la eficiencia, seguridad y calidad de la iluminación en el entorno educativo. Además, la incorporación del análisis de estas normativas contribuye a la creación de espacios seguros, dignos para el aprendizaje, además del mismo aportar un ideal desarrollo académico de los estudiantes.

Con el fin de asegurar la eficiencia de los sistemas de iluminación en términos de confort visual y la correcta iluminación de los distintos entornos por donde transita toda la comunidad universitaria, es crucial considerar la investigación y el cumplimiento de normativas y estándares en la planificación de sistemas de iluminación para exteriores en instituciones de educación superior. Esto conduce a un ambiente bien iluminado y seguro, promoviendo un entorno educativo de calidad para la comunidad universitaria. Además, al estar bien adecuado en el plano arquitectónico y contar con una estética ideal al espacio analizado, se refuerza la experiencia de los usuarios dentro de la institución educativa así como de sus invitados.

La integración de normativas, criterios técnicos-económicos, diseño de propuestas específicas y una evaluación rigurosa han permitido desarrollar un enfoque completo para mejorar la iluminación exterior en la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca. Este proceso no solo garantiza el cumplimiento normativo, sino que también busca optimizar la eficiencia lumínica y la sostenibilidad económica, generando un entorno más seguro y agradable para la comunidad universitaria.

La utilización del software DIALux en el proyecto de ha sido muy importante para la evaluación precisa y detallada de la iluminación exterior. Esta herramienta ha permitido simular y analizar diferentes escenarios lumínicos, proporcionando información necesaria sobre los niveles de iluminación y la distribución de la luz, para la propuesta de mejora. Gracias a DIALux, se ha logrado recomendar soluciones óptimas y viables, contribuyendo así a mejorar la calidad del entorno lumínico de la institución educativa y promoviendo la sostenibilidad en el uso de la energía.

El diseño de la propuesta de mejora para la iluminación exterior en la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca se respalda en datos de mediciones actuales hechos en las zonas intervenidas y se consideró las normativas vigentes a nivel nacional e internacional. Además, se uso como base proyectos similares centrados en normas y estándares aplicables a espacios exteriores y sus entornos. La propuesta no solo tiene como objetivo cumplir con los estándares

establecidos, sino que a partir de este análisis particular poder generalizar una guía aplicable para futuros proyectos de luminancia en zonas exteriores.

Es necesario que las instituciones educativas superiores asuman un papel importante al momento de considerar las múltiples opciones de iluminación, además del uso de energías renovables. Esta petición a la adquisición de tecnologías de iluminación que minimicen el impacto ambiental causado por la sobre iluminación en áreas urbanas importantes, además de fomentar el uso de energías renovables, realizando estudios y priorizando estos aspectos no solo contribuirá a la reducción del impacto ecológico, sino que también establecerá un caso ejemplar que inspira tanto a la comunidad educativa como a la sociedad en general.

La evaluación de los resultados obtenidos a sido esencial para contrastarlos con los criterios de la propuesta de guía desarrollada en este proyecto. La validación se ha realizado a través de mediciones comparativas y análisis detallados como la simulación del mismo, cumpliendo de manera esperada con los objetivos planteados en un inicio.

Según el análisis económico realizado y siguiendo las directrices financieras establecidas, como el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y la Relación Costo-Beneficio (RCB), se confirma la viabilidad del proyecto de mejora en la iluminación exterior. Estos datos financieros demuestran que la inversión inicial se recupera con el tiempo, generando beneficios económicos sostenibles y justificando la implementación de las mejoras propuestas.

La inclusión de la percepción visual de los usuarios en el diseño de iluminación a través de encuestas permite tratar aspectos subjetivos como el confort visual, la estética, y la sensación de seguridad, es importante integrar esta información en el plan de diseño para que se refleje las opiniones de los usuarios finales de manera significativa.

El desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo es importante para asegurar la sostenibilidad del sistema de iluminación propuesto, su implementación garantizara la durabilidad del sistema lumínico, así como el cumplimiento permanente de los niveles de iluminación adecuados para cada espacio.

5.2. Recomendaciones

Se recomienda a las instituciones educativas a realizar auditorías o inspecciones energéticas periódicas de sus sistemas de iluminación, con el objetivo de

identificar oportunidades de mejora y ahorro. Estas auditorías deben realizarse de manera regular, idealmente de forma anual o semestral, para evaluar el rendimiento energético de los sistemas de iluminación existentes y detectar posibles áreas de ineficiencia o desperdicio energético.

Se sugiere llevar a cabo una revisión detallada de las normativas nacionales e internacionales, enfocándose en el tema a investigar y no solo en los requisitos mínimos, sino también en las mejores prácticas y estándares más actualizados. Es fundamental estar al tanto de cualquier revisión o actualización de las normativas para asegurar la alineación constante con las directrices establecidas.

Se recomienda que la propuesta de mejora debe ser flexible para adaptarse a posibles cambios en las necesidades y enfoques tecnológicos, se aconseja que la iluminancia medida en lux (lx), sea al menos de 30 para asegurar que el entorno sea seguro y confortable. Aunque algunos lugares cumplen con el mínimo requerido por las normativas, se sugiere realizar ajustes adicionales con el fin de mejorar la experiencia y el nivel de calidad de la iluminación para aquellos que hacen uso de dichos lugares.

Para la simulación, se debe tener en cuenta que al momento de diseñar las zonas intervenidas, estas deben ser analizadas de manera independiente, debido a que al simular todas las áreas juntas, estas influirán en la iluminancia y uniformidad de otras zonas que tienen diferentes clasificaciones, debido a que cada zona o espacio tiene diferentes niveles de iluminación según el tipo de uso que tengan. Por lo tanto, se recomienda hacer una evaluación de cada escenario por separado para garantizar la calidad del diseño.

Basándonos en el análisis económico realizado, se recomienda a las instituciones educativas considerar la implementación de medidas de mejora en sus sistemas de iluminación exterior como una inversión estratégica a largo plazo. A pesar de los costos iniciales asociados con la adquisición e instalación de nuevas luminarias y sensores, el análisis del retorno de inversión (ROI) muestra que los ahorros a largo plazo en términos de consumo energético y reducción de costos operativos compensarán estos gastos iniciales. Por consiguiente, se recomienda a las instituciones a priorizar la eficiencia energética y la sostenibilidad al evaluar y planificar proyectos de mejora en la iluminación exterior, ya que estos no solo generarán ahorros económicos significativos, sino que también contribuirán a reducir la huella ambiental y mejorar la calidad del entorno construido.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Comisión Nacional para el Ahorro de Energía. (2008) Sistemas de Iluminación. [En línea]. Recuperable: https://win.enerxia.net/xEduca/CFM.IE/02Interior/UD5_basico.ilumin.pdf
- [2] M. P. Castro Guaman y N. C. Posligua Murillo, “Diseño de iluminación con luminarias tipo led basado en el concepto eficiencia energética y confort visual, implementación de estructura para pruebas.” B.S. thesis, Universidad Politecnica Salesiana, Guayaquil, Ecuador, 2015.
- [3] V. Blanca Giménez, N. Castilla Cabanes, A. Martínez Antón, y R. M. Pastor Villa, “Luminotecnia: Magnitudes fotométricas básicas. unidades de medida,” Valencia, España, 2011.
- [4] U. de Cantabria. (2006) Vision luz y color. [En línea]. Recuperable: <https://https://personales.unican.es/perezvr/pdf/vision%20luz%20y%20color.pdf>
- [5] Prevenir.com. (2021, aug) Nociones básicas sobre iluminación. [En línea]. Recuperable: <https://prevenir.com/2021/08/29/nociones-basicas-sobre-iluminacion/>
- [6] A. E. Ortuño Quisbert, D. Bustillos Tarqui *et al.*, “Estudio técnico, económico y social del sistema de alumbrado público con tecnología led en la ciudad de la paz,” Ph.D. dissertation, La Paz, Bolivia, 2016.
- [7] G. Salazar, V. B. Nieto, y L. R. Ramírez, “Propuesta de normativa de iluminación para zonas recreativas y deportivas de la ciudad de Quito, realizando un estudio técnico-económico con la situación actual,” Ibarra, Ecuador, pp. 25–25, 2015.
- [8] M. de Minas y Energía. (2010, mar) Reglamento técnico de iluminación y alumbrado público RETILAP. [En línea]. Recuperable: <https://issuu.com/quioscosic/docs/resolucion-180540/174>
- [9] T. y C. E. Ministerio de Industria. (2008, nov) Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus instrucciones

- técnicas complementarias ea-01 a ea-07. [En línea]. Recuperable: <https://www.boe.es/eli/es/rd/2008/11/14/1890/con>
- [10] S. G. de Mexico. (2008) Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo. [En línea]. Recuperable: <https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/3581/stps/stps.htm>
- [11] ——. (2013) Norma Oficial Mexicana NOM-013-ENER-2013, Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en vialidades. [En línea]. Recuperable: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5302568&fecha=14/06/2013#gsc.tab=0
- [12] S. E. de Normalización. (2017) RTE INEN 069 “Alumbrado Publico”. [En línea]. Recuperable: <https://www.normalizacion.gob.ec/>
- [13] G. del Ecuador. (2023) Regulacion Nro. ARCERNNR-007/23. [En línea]. Recuperable: www.controlrecursosyenergia.gob.ec
- [14] M. D. Trabajo. (2003, feb) Decreto ejecutivo 2393 reglamento de seguridad y salud de los trabajadores. [En línea]. Recuperable: <https://www.epemapar.gob.ec/wp-content/uploads/lotaip/2016/agosto/literal2/ejecutivo2393.pdf>
- [15] A. B. de Normas Técnicas. (2018, oct) ABNT NBR 5101 Iluminação pública Procedimento. [En línea]. Recuperable: <https://pdfcoffee.com/download/nbr-5101-2018-iluminaao-publicapdf-2-pdf-free.html>
- [16] M. de Vivienda y Desarrollo Urbano-Rural de la República Popular China. JGJ/T 163-2008
- [17] C. I. D. I. (CIE). (2019, jan) Cie 234:2019 “Guía para un plan director de iluminación Urbana ”. [En línea]. Recuperable: https://issuu.com/editorialmic/docs/cie_plandirectoriluminacion
- [18] I. E. S. of North America, *IES lighting handbook*, North America, 1947.
- [19] M. D. M. A. D. CHILE. (2018, nov) Regulación de los sistemas lumínicos en Chile prevención de la contaminación. [En línea]. Recuperable: https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/26691/2/BCN_Regulacion_luminica_en_Chile_DEF.pdf
- [20] E. y. P. S. Ministerio de trabajo. (2017, nov) Norma de condiciones mínimas de niveles de iluminación en los lugares de trabajo. [En línea]. Recuperable: <http://www.caboco.org/normativa/norma-de-condiciones-mnimas-de-niveles-de-iluminacin-en-los-lugares-de-trabajo>

- [21] P. V. Camino Peralta, “Percepción visual de áreas patrimoniales en la ciudad de Cuenca con el uso de nuevas tecnologías de luminarias,” B.S. thesis, Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador, 2020.
- [22] D. David L, *A History of Light and Lighting*. IESNA, 2006.
- [23] J. D. Martillo Salazar y J. A. Varela Loza, “Diseño biofílico para espacios de interacción en el parque central de la Alborada-etapa 3, 2022,” B.S. thesis, Universidad de Guayaquil: Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Guayaquil, Ecuador, 2023.
- [24] J. A. Ayala Vertel, “Afectaciones de la iluminación en los trabajadores de la estación de servicio servifluidos la abuela,” B.S. thesis, Politécnico Gran Colombiano, Bogotá, Colombia, 2022.
- [25] D. P. G. POVEDA y L. X. R. VARGAS, “Proyecto de trabajo de grado propuesta de una alternativa de eficiencia energética en el edificio el cubo en la ciudad de Bogotá,” Master’s thesis, Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia, 2019.
- [26] A. H. Gómez Orellana y K. J. Guamán Vásquez, “Evaluación de la contaminación lumínica producida por los anuncios publicitarios de la ciudad de Cuenca de acuerdo con normativas nacionales e internacionales,” B.S. thesis, Universidad Politécnica Salesiana, Azuay, Ecuador, 2023.
- [27] J. A. Chasi Tenesaca y C. E. Fajardo Calle, “Elaboración de un plan director de iluminación para el cantón Cuenca,” B.S. thesis, Universidad Politécnica Salesiana, Azuay, Ecuador, 2022.
- [28] V. M. Bravo Nieto y L. V. Rendón Ramírez, “Propuesta de normativa de iluminación para zonas recreativas y deportivas de la ciudad de Quito, realizando un estudio técnico-económico con la situación actual,” B.S. thesis, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador, 2015.
- [29] E. A. González Hurtado, “Propuesta de iluminación pública ornamental para los parques Pedro Moncayo y la Merced con sus respectivas iglesias en el centro histórico de la ciudad de Ibarra,” B.S. thesis, Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador, 2022.
- [30] G. A. Cardozo Méndez y L. A. Noguera Vega, “Diseño de una metodología de evaluación técnico-económica de nuevas tecnologías para la iluminación de espacios exteriores de uso peatonal,” Bogotá, Colombia, pp. 25–40, 2015.
- [31] P. Ixtaina, B. Bannert, y A. Gallardo, “Efectos de la iluminación led en el coeficiente de luminancia,” in *XIII Congreso Panamericano de Iluminación LUXAMÉRICA*, 2016.

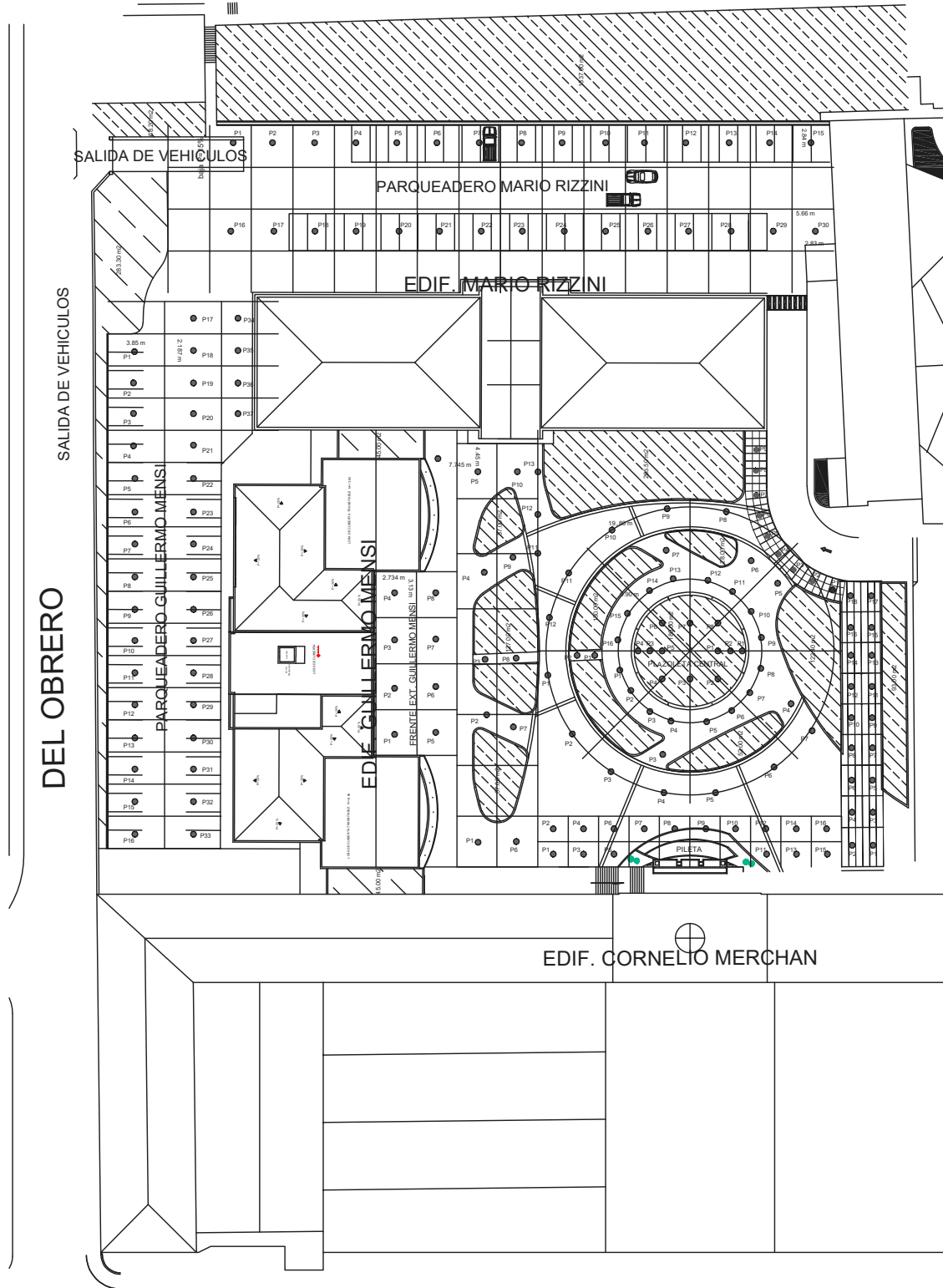
- [32] D. F. Cedillo Arévalo y G. S. Chocho Rojas, “Análisis de los sistemas de iluminación utilizados en los sitios recreativos, en zonas de presencia delictiva de la ciudad de Cuenca,” B.S. thesis, UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA, Cuenca, Ecuador, 2022.
- [33] M. I. Aucay Lalvay y J. A. Criollo Criollo, “Evaluación de la iluminación actual en los parques del perímetro del centro urbano de la ciudad de Cuenca y propuesta de repotenciación de luminarias,” B.S. thesis, Universidad Politecnica Salesiana, Cuenca, Ecuador, 2022.
- [34] P. A. Maldonado Montúfar y C. E. Arévalo Pastás, “Implementación de un sistema de iluminación exterior con timers programables para el parqueadero de la “esfot”.” B.S. thesis, Escuela Politecnica Nacional, Quito, Ecuador, 2018.
- [35] J. F. Mora Freire, “Optimización de iluminación de parques conforme a la norma RTE INEN 069 basado en restricciones fotométricas,” B.S. thesis, Universidad Politecnica Salesiana, Quito, Ecuador, 2018.
- [36] C. P. Basantes Moreno, “Análisis técnico y económico del uso de luminarias de inducción electromagnética de baja frecuencia,” B.S. thesis, Quito, 2016., Quito, Ecuador, 2016.
- [37] G. Ríos Ramírez, J. F. Vanegas, y M. J. Yarce, “Evaluación económica del diseño e implementación del sistema de alumbrado público sostenible para el sendero peatonal de la institución universitaria Pascual Bravo,” 2015.
- [38] M. J. Mirón Peña *et al.*, “Análisis y evaluación de la mejora energética del sistema de iluminación de un centro educativo,” Valencia, España, 2015.
- [39] M. E. MALDONADO, “Evaluación, determinación y análisis técnico económico del riesgo por,” Bucaramanga, Colombia, 2015.
- [40] J. Caminos, “Criterios de diseño en iluminación y color,” Buenos Aires, Argentina, 2011. [En línea]. Recuperable: https://www.academia.edu/download/54026034/criterios_iluminacion.pdf
- [41] Y. L. Herrera Rodríguez, “Guía para prevenir enfermedades visuales de trabajadores con malas condiciones de iluminación en una óptica dentro de centros comerciales,” Bogotá, Colombia, 2011.
- [42] M. García Gil, *Guía técnica de adaptación de las instalaciones de alumbrado exterior al decreto 357/2010, de 3 de agosto*. Andalucía, España: Junta de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente, 2011.

- [43] M. D. Educación. (2012, nov) Acuerdo 0483-12. [En línea]. Recuperable: <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/01/ACUERDO-483-12.pdf>
- [44] A. Iciar del Río, “Diseño de una luminaria led,” B.S. thesis, Universitat Politècnica de Catalunya, Catalunya, España, 2017.
- [45] K. J. Chindón Livisaca, “Estudio de la factibilidad del uso de energía fotovoltaica para la iluminación exterior de la universidad politécnica salesiana sede cuenca,” B.S. thesis, Universidad Politecnica Salesiana Sede Cuenca, Cuenca,Ecuador, 2018.
- [46] A. H. Gómez Orellana y K. J. Guamán Vásquez, “Evaluación de la contaminación lumínica producida por los anuncios publicitarios de la ciudad de cuenca de acuerdo con normativas nacionales e internacionales,” B.S. thesis, Cuenca, Ecuador, 2023.
- [47] ERCO. (2022, jan) Percepción visual conocimientos luminotécnicos erco. [En línea]. Recuperable: <https://www.erco.com/es/planificacion-de-iluminacion/conocimientos-luminotecnicos/percepcion-visual/deslumbramiento-7462/>
- [48] R. M. Delgado León y C. P. Saraguro Segovia, “Modelado y análisis de niveles de iluminación pública en fachadas, iglesias, monumentos, parques y plazas del centro histórico del cantón cuenca usando información geográfica,” B.S. thesis, Azuay, Ecuador, 2021.
- [49] C. de Comercio de Bogotá. (2010, feb) Define y proyecta flujo de caja de tu empresa. [En línea]. Recuperable: https://bibliotecadigital.ccb.org.co/bitstream/handle/11520/1466/3615_15_02_10_2doc_flujocaja.pdf?sequence=1

ANEXOS

ANEXO A

A.0.1. Plano UPS de zonas intervenidas



A.0.2. Lista de Luminarias

Proyecto Titulación_Alvarado Sebastian_Campoverde Ramiro

DIALux

Luminaire list

| Φ_{total} 443301 lm | P_{total} 3652.0 W | Luminous efficacy 121.4 lm/W | | | | |
|-----------------------------|-------------------------|--|--|---------|----------|-------------------|
| pcs. | Manufacturer | Article No. | Article name | P | Φ | Luminous efficacy |
| 6 | LEDVANCE | 405807511 3923 | SPOT MULTI 1x30W 3000K FL WT/BK | 30.0 W | 2700 lm | 90.0 lm/W |
| 3 | LEDVANCE | 405807542 9369 | LED PFM FLOODLIGHT 200W 830 277V BK | 200.0 W | 26150 lm | 130.7 lm/W |
| 18 | LEDVANCE | 405807554 1245 | DAMP PROOF 1500 58W 840 IP65 GY | 58.0 W | 8000 lm | 137.9 lm/W |
| 8 | Schröder | | ALURA LED / 5120 / 32 LEDs 600mA WW 830 59W / Asymmetrical / 334032 | 59.0 W | 4053 lm | 68.7 lm/W |
| 6 | Schröder | | AMPERA EVO 1 / 50001 / 40 LEDs 800mA NW 740 101W / / 504932 | 101.0 W | 12649 lm | 125.2 lm/W |
| 3 | VARTON | V1- S1-70117- 40L04-652 5050 Uran | LED | 250.0 W | 32111 lm | 128.4 lm/W |

A.0.3. Data sheet de Luminarias Utilizadas

Proyecto Titulación_Alvarado Sebastian_Campoverde Ramiro

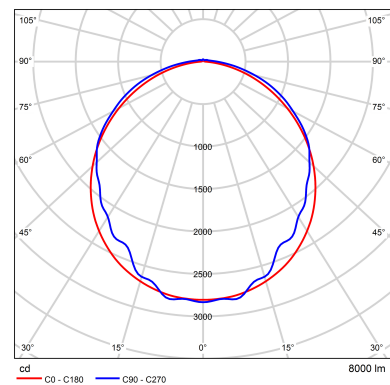
DIALux

Product data sheet

LEDVANCE - DAMP PROOF 1500 58W 840 IP65 GY



| | |
|------------------------|---------------|
| Article No. | 4058075541245 |
| P | 58.0 W |
| Φ _{Luminaire} | 8000 lm |
| Luminous efficacy | 137.9 lm/W |
| CCT | 4000 K |
| CRI | 80 |



Polar LDC

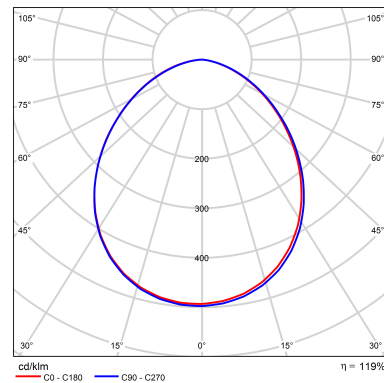
Damp-proof luminaires, classic shape. Product features: High luminous efficacy: up to 139 lm/W. Beam angle: 110°. Product benefits: Low flicker $\leq 10\%$. Evenly distributed light. Energy savings of up to 60% (compared to luminaires that use fluorescent lamps). Easy installation, no tools required for connection. 5 years guarantee. Areas of application: Industrial and storage facilities. Car parks and underpasses. Garages. Workshops, assembly lines. Equipment / Accessories: Stainless steel clamps with safety screws included. Mounting accessories included (suspension kit, theft protection kit).

Product data sheet

LEDVANCE - LED PFM FLOODLIGHT 200W 830 277V BK



| | |
|------------------------|---------------|
| Article No. | 4058075429369 |
| P | 200.0 W |
| Φ _{Lamp} | 22000 lm |
| Φ _{Luminaire} | 26150 lm |
| η | 118.86 % |
| Luminous efficacy | 130.7 lm/W |
| CCT | 6873 K |
| CRI | 79 |



Polar LDC

LEDVANCE® LED PERFORMANCE FLOODLIGHT is a reliable and high efficacy LED floodlight with aluminum die-cast housing for general-purpose applications. It provides performance LED alternative to traditional double-ended halogen-lamp floodlights. The range is available in 5 housing sizes for different wattages to meet most of the application requirements. The long lifetime enables substantial energy and maintenance savings. A universal mounting bracket allows wall or surface mounting that tilts upwards or downwards. The LEDVANCE® LED PERFORMANCE FLOODLIGHT is available in black housing.

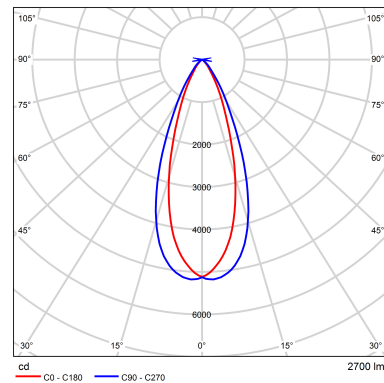
Product data sheet

LEDVANCE - SPOT MULTI 1x30W 3000K FL WT/BK

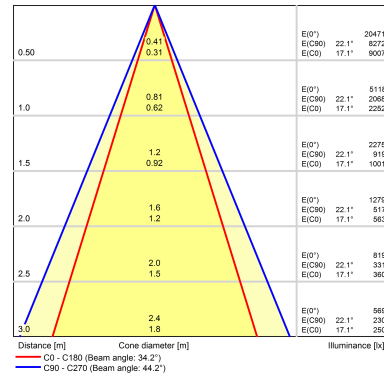


| | |
|------------------------|---------------|
| Article No. | 4058075113923 |
| P | 30.0 W |
| Φ _{Luminaire} | 2700 lm |
| Luminous efficacy | 90.0 lm/W |
| CCT | 3259 K |
| CRI | 80 |

Recessed mounted spotlight, swivelable with one spot. Product features: Large faceted reflector for high light output. Beam angle: 38°. Gimbal adjustment angle: +/- 25°. Product benefits: Low flicker light thanks to special electronic control gear. High luminous efficacy. Covering against other ceiling installations thanks to closed sheet steel housing. Easy replacement of external driver thanks to plug with bayonet lock. Functional and minimalistic design. 5 years guarantee. Areas of application: Accent- and general lighting for all kind of salesrooms. Fashion shops, accessories shops. Shops, boutiques. Hotel rooms. Cafés. Equipment / Accessories: Driver included.



Polar LDC



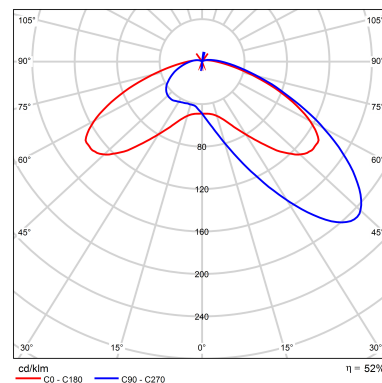
Cone diagram

Product data sheet

Schröder - ALURA LED / 5120 / 32 LEDs 600mA WW 830 59W / Asymmetrical / 334032



| | |
|--------------------|-----------|
| P | 59.0 W |
| Φ_{Lamp} | 7802 lm |
| $\Phi_{Luminaire}$ | 4053 lm |
| η | 51.94 % |
| Luminous efficacy | 68.7 lm/W |
| CCT | 3000 K |
| CRI | 80 |



Polar LDC

CONCEPT
 LED luminaire for ambiance lighting
 Recommended installation height: between 3m and 5m

HOUSING & FINISH
 Base mounting, top cover and arms in corrosion free, high-pressure, die-cast aluminium, polyester powder coated
 Protector in UV resistant polycarbonate
 Colour: AKZO grey 900 sanded

INSTALLATION
 Slip-over mounting on vertical mast with 60mm diameter
 Fixation with 6 stainless steel M8 grub screws
 Delivered with pre-fitted electrical supply cable

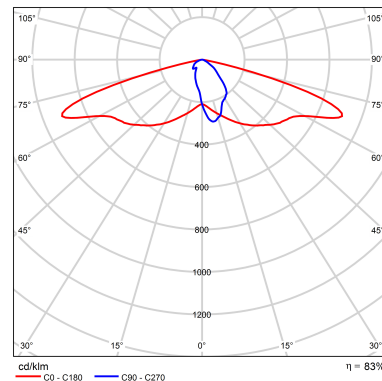
OPTICAL UNIT
 "FutureProof" optical unit, enclosed in top cover with driver, replaceable on-site
 Flatbed PCB, with acrylic lens overlay principle
 Available with a ribbed or smooth protector
 Symmetric and asymmetric photometric distributions
 CRI > 70
 ULOR: 3.6%

Product data sheet

Schröder - AMPERA EVO 1 / 50001 / 40 LEDs 800mA NW 740 101W / / 504932



| | |
|--------------------|------------|
| P | 101.0 W |
| Φ_{Lamp} | 15296 lm |
| $\Phi_{Luminaire}$ | 12649 lm |
| η | 82.70 % |
| Luminous efficacy | 125.2 lm/W |
| CCT | 6873 K |
| CRI | 79 |



Polar LDC

AMPERA EVO comes in two separate high-pressure die cast aluminium parts for the greatest installation and maintenance ease. The two parts are connected by two tool-free side latches. The electrical connection is automatically triggered on closing via a knife-type connector. This system allows safe connection with the mains cabling and prevents from any cabling error inside the gear compartment.

AMPERA EVO is available in two sizes to offer maximum flexibility and aesthetic coherence for town and city centres. AMPERA EVO takes advantage of the latest photometric innovations. It uses the LensoFlex®4 and MidFlex™ photometric engines, which have been developed around the concepts of high performance, compactness, versatility and standardisation.

AMPERA EVO comes with the IzyFix universal fixation system adapted to post-top and side-entry mounting on any pole arms (from Ø32mm, with adapter, to Ø76mm). The IzyFix system enables the luminaire to be switched from one position to another at any time, without removing it from the pole, offering complete versatility regarding pole and bracket configuration. The inclination angle can be adjusted on-site from -30° to +30°, in both the post-top and side-entry position, to optimise the light distribution.

AMPERA EVO is a future-proof luminaire designed for a more sustainable future. It is made of highly recyclable materials and offers tool-free access for maintenance operations. Moreover,

Product data sheet

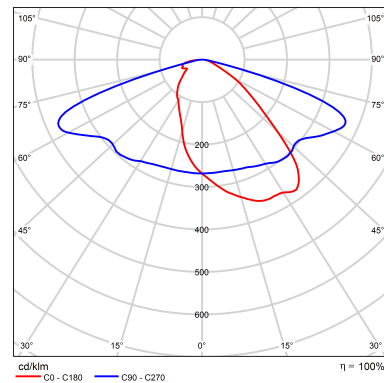
VARTON - LED



| | |
|--------------------|---------------------------|
| Article No. | V1- S1-70117-40L04-652 |
| P | 250.0 W |
| Φ_{Lamp} | 32108 lm |
| $\Phi_{Luminaire}$ | 32111 lm |
| η | 100.01 % |
| Luminous efficacy | 128.4 lm/W |
| CCT | 6873 K |
| CRI | 79 |

- Алюминиевый анодированный корпус
- Индекс цветопередачи Ra >75
- Температурный режим от -40С° до + 45С°
- Входное напряжение AC100-305V, 50/60Hz
- Pf \geq 0,97
- Степень защиты оболочки IP65
- Срок службы светодиодов 50 000 часов
- Гарантия 3 года
- УХЛ 1
- Класс защиты от поражений электрическим током I

- Size 390x211x80mm
- High color rendering index CRI >75Ra
- Operating temperature -40°C to +45°C
- Input voltage AC100-305V
- Frequency 50Hz \pm 10%
- LED Lifespan 50 000h
- 3 year warranty
- High power factor PF > 0,97



Polar LDC

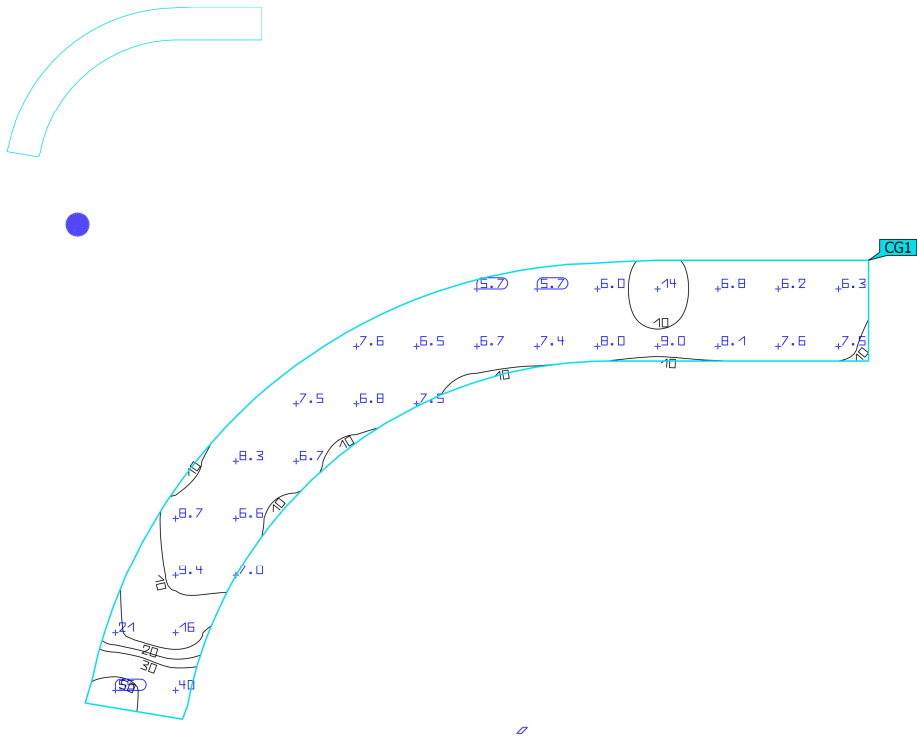
A.0.4. Resultados obtenidos de DIALux

Proyecto Titulación_Alvarado Sebastian_Campoverde Ramiro

DIALux

Site 1 (Light scene 1)

Caminera 1

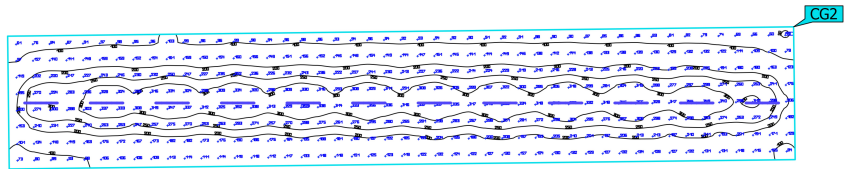


| Properties | \bar{E} | E_{min} | E_{max} | $U_0 (g_1)$ | g_2 | Index |
|--|-----------|-----------|-----------|-------------|-------|-------|
| Caminera 1 Perpendicular illuminance Height: 0.500 m | 11.0 lx | 5.74 lx | 54.8 lx | 0.52 | 0.10 | CG1 |

Utilisation profile: DIALux presetting (5.1.4 Standard (outdoor transportation area))

Site 1 (Light scene 1)

Caminera 2

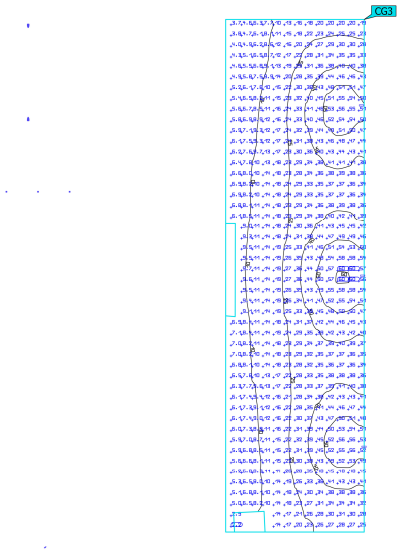


| Properties | \bar{E} | E_{min} | E_{max} | $U_0 (g_1)$ | g_2 | Index |
|--|-----------|-----------|-----------|-------------|-------|-------|
| Caminera 2 Perpendicular illuminance Height: 0.500 m | 204 lx | 48.4 lx | 359 lx | 0.24 | 0.13 | CG2 |

Utilisation profile: DIALux presetting (5.1.4 Standard (outdoor transportation area))

Site 1 (Light scene 1)

Parqueadero Mario Rizzini

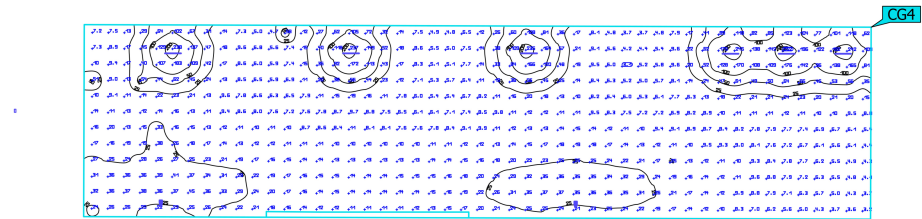


| Properties | \bar{E} | E_{min} | E_{max} | $U_0 (g_1)$ | g_2 | Index |
|---|-----------|-----------|-----------|-------------|-------|-------|
| Parqueadero Mario Rizzini Perpendicular illuminance Height: 0.500 m | 27.3 lx | 2.16 lx | 60.3 lx | 0.079 | 0.036 | CG3 |

Utilisation profile: DIALux presetting (5.1.4 Standard (outdoor transportation area))

Site 1 (Light scene 1)

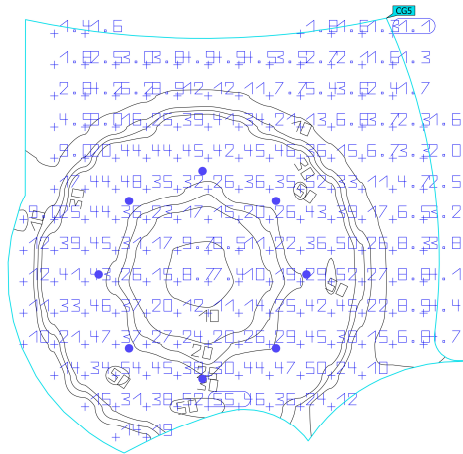
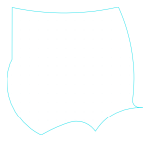
Parqueadero Guillermo Mensi



| Properties | \bar{E} | E_{min} | E_{max} | $U_0 (g_1)$ | g_2 | Index |
|---|-----------|-----------|-----------|-------------|-------|-------|
| Parqueadero Guillermo Mensi Perpendicular illuminance Height: 0.500 m | 28.0 lx | 3.06 lx | 252 lx | 0.11 | 0.012 | CG4 |

Utilisation profile: DIALux presetting (5.1.4 Standard (outdoor transportation area))

Site 1 (Light scene 1)
Plazoleta

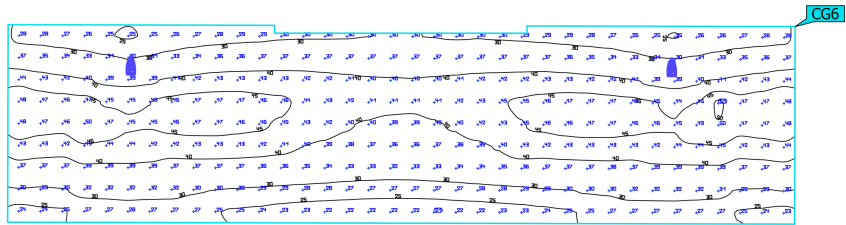


| Properties | E | E _{min} | E _{max} | U _o (g ₁) | g ₂ | Index |
|---|---------|------------------|------------------|----------------------------------|----------------|-------|
| Plazoleta Perpendicular illuminance Height: 0.500 m | 21.3 lx | 1.15 lx | 54.6 lx | 0.054 | 0.021 | CGS |

Utilisation profile: DIALux presetting (5.1.4 Standard (outdoor transportation area))

Site 1 (Light scene 1)

Frente Ext. Guillermo Mensi Zona 1

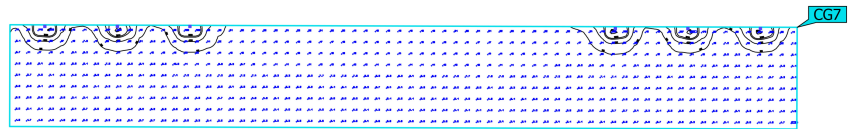


| Properties | \bar{E} | E_{min} | E_{max} | $U_0 (g_1)$ | g_2 | Index |
|--|-----------|-----------|-----------|-------------|-------|-------|
| Frente Ext. Guillermo Mensi Zona 1 Perpendicular illuminance Height: 0.500 m | 36.3 lx | 21.4 lx | 50.6 lx | 0.59 | 0.42 | CG6 |

Utilisation profile: DIALux presetting (5.1.4 Standard (outdoor transportation area))

Site 1 (Light scene 1)

Frente Ext Guillermo Mensi Zona 2

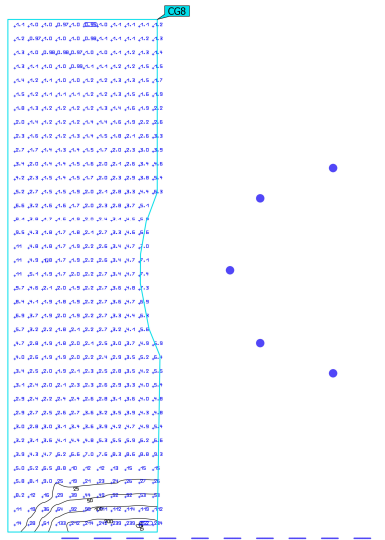


| Properties | \bar{E} | E_{min} | E_{max} | $U_0 (g_1)$ | g_2 | Index |
|---|-----------|-----------|-----------|-------------|-------|-------|
| Frente Ext Guillermo Mensi Zona 2 Perpendicular illuminance Height: 0.500 m | 20.8 lx | 1.62 lx | 541 lx | 0.078 | 0.003 | CG7 |

Utilisation profile: DIALux presetting (5.1.4 Standard (outdoor transportation area))

Site 1 (Light scene 1)

Frente Ext.Cornelio Merchán



| Properties | \bar{E} | E_{min} | E_{max} | $U_0 (g_1)$ | g_2 | Index |
|---|-----------|-----------|-----------|-------------|-------|-------|
| Frente Ext.Cornelio Merchán Perpendicular illuminance Height: 0.500 m | 11.3 lx | 0.95 lx | 252 lx | 0.084 | 0.004 | CG8 |

Utilisation profile: DIALux presetting (5.1.4 Standard (outdoor transportation area))

SENSORES

SENSOR 360D SOBREPONER
P29353



Sensor para automatización de la iluminación. Evita el desperdicio de energía eléctrica en espacios sin ocupante o con suficiente luz natural. Incluye sensor de movimiento tipo pasivo infrarrojo y fotocelda.

CARACTERÍSTICAS

Diseño moderno con sensor tipo PIR y lentes de fresnel.
Tipo de 3 hilos, compatible con cargas LED.
Permite ajustar tiempo de retardo y nivel de iluminación para encendido.

APLICACIONES

Iluminación interior.
Áreas de tráfico como corredores.
Espacios abiertos.



**Ultra
Confiable**



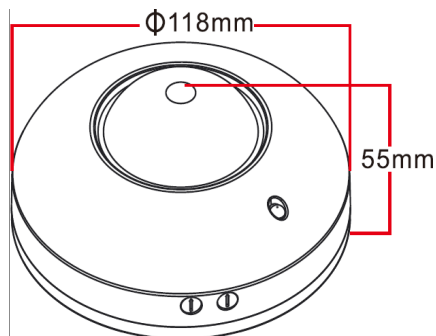
DATOS FÍSICOS

DATOS ELÉCTRICOS

| | | | |
|-----------------------------|--------------|-----------------------|---|
| Acabado | Blanco | Angulo de detección | 360° |
| Grado de protección IP | IP20 | Capacidad Maxima | 100W LED ó CFL |
| Dimensiones | Φ118x55 mm | Tensión de operación | 110-130 V 60 Hz |
| Peso | 140 gr | Alcance del sensor | 6m (<24 °C) |
| Tipo de montaje | Sobreponer | Retardo de apagado | Ajustable entre 10 segundos a 7 minutos |
| Chasis | Polimero ABS | Rango de luz ambiente | Ajustable entre 10 luxes y 2000 luxes |
| Temperatura de operación Ta | 0°C ~ +35°C | | |

* El sensor requiere línea de vista directa con el usuario. Para fuente LED, el retardo de apagado debe estar ajustado al máximo

DIMENSIONES



Las características de los productos pueden ser modificadas sin previo aviso según la evolución de la tecnología LED. 05/19

Producto Ecológico: Permite ahorrar energía comparado con productos tradicionales. Libre de mercurio.

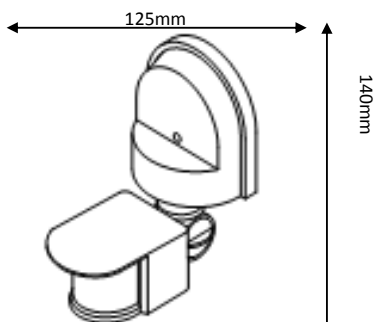
by **FEILO SYLVANIA**

INFORMACIÓN TÉCNICA

Valores Eléctricos

| | | |
|---|---|--------------|
| Código Mx | 85203 | |
| Código LA | 7015815 | |
| Modelo | LDV- MS- INF-W- 180- 120-277V-IP44-WH-B | |
| Voltaje | 120-277 V~ | |
| Frecuencia (Hz) | 50/60Hz | |
| Operado a Voltaje | 120 V | 277 V |
| Consumo | 0.696 | 2.160 |
| Corriente de línea (A) | 0.029 | 0.070 |
| Factor de Potencia (FP) | 0.200 | 0.111 |
| Distorsión de armónicas (thdi%) | 23.50 | 15.73 |
| Carga Máxima (W) LED / Fluorescente | 200 W | 300 W |
| Carga Máxima (W) Halogena / Incan. | 800 W | 1,200 W |
| Nivel de iluminación (Lux) | <10-2000 (ajustable) | |
| Tiempo de demora | Min: 10sec±3sec Max: 7min±2min | |
| Rango Detección | 180° | |
| Temperatura de Funcionamiento | -20°C~+40°C | |
| Humedad de Funcionamiento | <93%RH | |
| Altura de Instalación | 1.8-2.5m | |
| Distancia Máxima Detección (24°) | 12m (<24°C) | |
| Velocidad de detección de Movimiento | 0.6 ~1.5m/s | |
| Protección IP | 44 | |
| Garantía | 3 years | |

Dimensiones



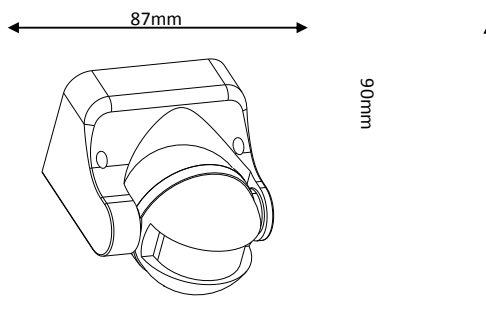
Por favor consulte con su distribuidor autorizado sobre nuevas actualizaciones.
La información comercial y técnica de nuestros productos puede ser modificada sin previo aviso.

INFORMACIÓN TÉCNICA

Valores Eléctricos

| | | |
|---|---|--------------|
| Código Mx | 85202 | |
| Código LA | 7015816 | |
| Modelo | LDV- MS- INF-W- 180- 120-277V-IP44-WH-A | |
| Voltaje | 120-277 V~ | |
| Frecuencia (Hz) | 50/60Hz | |
| Operado a Voltaje | 120 V | 277 V |
| Consumo | 0.704 | 2.170 |
| Corriente de línea (A) | 0.029 | 0.071 |
| Factor de Potencia (FP) | 0.202 | 0.110 |
| Distorsión de armónicas (thdi%) | 23.60 | 15.68 |
| Carga Máxima (W) LED / Fluorescente | 200 W | 300 W |
| Carga Máxima (W) Halogena / Incan. | 800 W | 1,200 W |
| Nivel de iluminación (Lux) | <10-2000 (ajustable) | |
| Tiempo de demora | Min: 10sec±3sec Max: 7min±2min | |
| Rango Detección | 180° | |
| Temperatura de Funcionamiento | -20°C~+40°C | |
| Humedad de Funcionamiento | <93%RH | |
| Altura de Instalación | 1.8-2.5m | |
| Distancia Máxima Detección (24°) | 12m (<24°C) | |
| Velocidad de detección de Movimiento | 0.6~1.5m/s | |
| Protección IP | 44 | |
| Garantía | 3 years | |

Dimensiones



Por favor consulte con su distribuidor autorizado sobre nuevas actualizaciones.
La información comercial y técnica de nuestros productos puede ser modificada sin previo aviso.

ANEXO B

| EXISTENTE | | | | |
|---|---|----------|--------|----------------|
| DESCRIPCION | U | CANTIDAD | PU | TOTAL |
| SUMINISTRO, MONTAJE E INSTALACION DE LUMINARIAS LED 200W | U | 5 | 436,05 | 2180,25 |
| * ENFOQUE DE LUMINARIA | U | | | |
| * TORNILLOS Y ACCESORIOS DE SUJECION | U | | | |
| SUMINISTRO, MONTAJE E INSTALACION DE REFLECTORES DE HG 450W | U | 2 | 250 | 500 |
| * ENFOQUE DE LUMINARIA | U | | | |
| * TORNILLOS Y ACCESORIOS DE SUJECION | U | | | |
| SUMINISTRO, MONTAJE E INSTALACION DE LUMINARIAS LED 100W | U | 2 | 390,05 | 780,1 |
| * ENFOQUE DE LUMINARIA | U | | | |
| * TORNILLOS Y ACCESORIOS DE SUJECION | U | | | |
| SUMINISTRO, MONTAJE E INSTALACION LUMINARIAS FAROL INC POST MET | U | 8 | 160 | 1280 |
| * LUMINARIA FAROL 60W | U | | | |
| * SOPORTE METALICA INXD PL | U | | | |
| * PERNOS Y ACCESORIOS DE SUJECION | U | | | |
| SUMINISTRO, MONTAJE E INSTALACION LUMINARIAS NEON 53W | U | 28 | 28 | 784 |
| * ENFOQUE DE LUMINARIA | U | | | |
| * TORNILLOS Y ACCESORIOS DE SUJECION | U | | | |
| SUMINISTRO, MONTAJE E INSTALACION LUMINARIAS 30W IP55 - IP56 | U | 6 | 35 | 210 |
| * ENFOQUE DE LUMINARIA | U | | | |
| * TORNILLOS Y ACCESORIOS DE SUJECION | U | | | |
| SUMINISTRO, TENDIDO DE CONDUCTOR NRO. 12 AWG THHN | U | 400 | 0,56 | 224 |
| * CINTA AISLANTES 3M | U | | | |
| * GUIA ACERO INOXIDABLE | U | | | |
| SUMINISTRO, TENDIDO DE CONDUCTOR NRO. 10 AWG THHN | U | 200 | 1,1 | 220 |
| * CINTA AISLANTES 3M | U | | | |
| * GUIA ACERO INOXIDABLE | U | | | |
| TOTAL | | | | 6178,35 |

Figura B.1: Análisis económico del proyecto

| EXISTENTE | | |
|-----------|----------|---------|
| Potencia | 3834 | W |
| Energia | 690,12 | kWh/mes |
| Energia | 8281,44 | kwh/año |
| Cp | 0,09 | |
| USD x mes | 62,1108 | |
| USD x año | 745,3296 | |
| O&M | 74,1402 | |

Figura B.2: Análisis económico del proyecto

| PROYECTADO | | | | |
|---|--------|----------|--------------|---------------|
| DESCRIPCION | U | CANTIDAD | PU | TOTAL |
| SUMINISTRO, MONTAJE E INSTALACION DE LUMINARIAS TIPO LED 250W | U | 2 | 436,05 | 872,1 |
| * ENFOQUE DE LUMINARIA | U | 1 | | |
| * TORNILLOS Y ACCESORIOS DE SUJECION | GLOBAL | 1 | | |
| SUMINISTRO, MONTAJE E INSTALACION DE LUMINARIAS TIPO LED 100W | U | 8 | 390,05 | 3120,4 |
| * ENFOQUE DE LUMINARIA | U | 1 | | |
| * TORNILLOS Y ACCESORIOS DE SUJECION | GLOBAL | 1 | | |
| SUMINISTRO, MONTAJE E INSTALACION DE CAJA DE CONTROL INC PROT | u | 4 | 140 | 560 |
| * CAJA DE CONTROL HERMETICA IP66 | u | 1 | | |
| * RELOJ PROGRAMABLE | u | 1 | | |
| * CONTACTORES 220V | u | 1 | | |
| * BREAKER 2F20A | u | 1 | | |
| * RIEL DIN | u | 0,25 | | |
| * TORNILLOS Y ACCESORIOS DE SUJECION | GLOBAL | 1 | | |
| SUMINISTRO, MONTAJE E INSTALACION LUMINARIAS FAROL INC POST MET | u | 11 | 160 | 1760 |
| * LUMINARIA FAROL 60W | | | | |
| * SOPORTE METALICA INXD PL | | | | |
| * PERNOS Y ACCESORIOS DE SUJECION | | | | |
| SUMINISTRO, TENDIDO DE CONDUCTOR NRO. 12 AWG THHN | U | 400 | 0,56 | 224 |
| * CINTA AISLANTES 3M | U | | | |
| * GUIA ACERO INOXIDABLE | U | | | |
| SUMINISTRO, TENDIDO DE CONDUCTOR NRO. 10 AWG THHN | U | 200 | 1,1 | 220 |
| * CINTA AISLANTES 3M | U | | | |
| * GUIA ACERO INOXIDABLE | U | | | |
| | | | TOTAL | 6756,5 |

Figura B.3: Análisis económico del proyecto

| PROYECTADO | | |
|------------|---------|---------|
| DEM PROY | 1780 | W |
| DEM EXIS | 1680 | W |
| DEM TOT | 3460 | W |
| Energia | 622,8 | kWh/mes |
| Energia | 7473,6 | kwh/año |
| USD | 56,052 | |
| USD x Año | 672,624 | |
| Cp | 0,09 | |
| O&M | 81,078 | |
| rv | 1,34% | |
| ri | 4,28% | |

Figura B.4: Análisis económico del proyecto

| Ta | EXISTENTE | | | PROYECTADO | | | 1/(1+ri)Ta | Beneficio | RBC | 1,448 |
|----|-------------|---------|----------|-------------|---------|----------|------------|-----------|---------|----------|
| | Energia Kwh | KΔE | Io | Energia Kwh | KΔE | Io | | | TIR | 6% |
| 0 | 8281,440 | 745,330 | 6178,350 | 7473,600 | 672,624 | 6756,500 | 1,000 | 72,706 | 578,150 | -505,444 |
| 1 | 8392,411 | 755,317 | 74,140 | 7573,746 | 681,637 | 81,078 | 0,959 | 70,656 | 6,653 | 64,003 |
| 2 | 8504,870 | 765,438 | 74,140 | 7675,234 | 690,771 | 81,078 | 0,920 | 68,664 | 6,380 | 62,284 |
| 3 | 8618,835 | 775,695 | 74,140 | 7778,083 | 700,027 | 81,078 | 0,882 | 66,728 | 6,118 | 60,610 |
| 4 | 8734,327 | 786,089 | 74,140 | 7882,309 | 709,408 | 81,078 | 0,846 | 64,847 | 5,867 | 58,980 |
| 5 | 8851,367 | 796,623 | 74,140 | 7987,932 | 718,914 | 81,078 | 0,811 | 63,018 | 5,626 | 57,392 |
| 6 | 8969,976 | 807,298 | 74,140 | 8094,970 | 728,547 | 81,078 | 0,778 | 61,242 | 5,395 | 55,846 |
| 7 | 9090,173 | 818,116 | 74,140 | 8203,443 | 738,310 | 81,078 | 0,746 | 59,515 | 5,174 | 54,341 |
| 8 | 9211,982 | 829,078 | 74,140 | 8313,369 | 748,203 | 81,078 | 0,715 | 57,837 | 4,962 | 52,876 |
| 9 | 9335,422 | 840,188 | 74,140 | 8424,768 | 758,229 | 81,078 | 0,686 | 56,207 | 4,758 | 51,449 |
| 10 | 9460,517 | 851,447 | 74,140 | 8537,660 | 768,389 | 81,078 | 0,658 | 54,622 | 4,563 | 50,059 |
| 11 | 9587,288 | 862,856 | 74,140 | 8652,065 | 778,686 | 81,078 | 0,631 | 53,082 | 4,375 | 48,707 |
| 12 | 9715,757 | 874,418 | 74,140 | 8768,002 | 789,120 | 81,078 | 0,605 | 51,585 | 4,196 | 47,390 |
| 13 | 9845,948 | 886,135 | 74,140 | 8885,493 | 799,694 | 81,078 | 0,580 | 50,131 | 4,024 | 46,107 |
| 14 | 9977,884 | 898,010 | 74,140 | 9004,559 | 810,410 | 81,078 | 0,556 | 48,718 | 3,858 | 44,859 |
| 15 | 10111,588 | 910,043 | 74,140 | 9125,220 | 821,270 | 81,078 | 0,533 | 47,344 | 3,700 | 43,644 |

Figura B.5: Análisis económico del proyecto

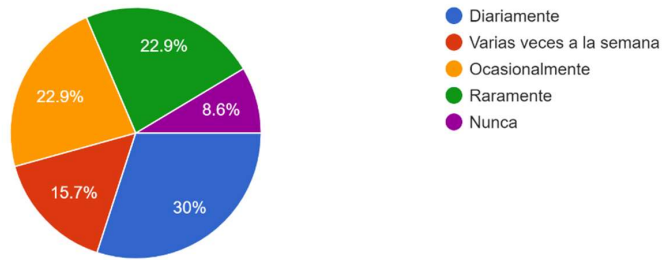
ANEXO C

C.0.1. Resultado De La Encuesta Realizada

Encuesta sobre la percepción visual nocturna en la UPS sede Cuenca

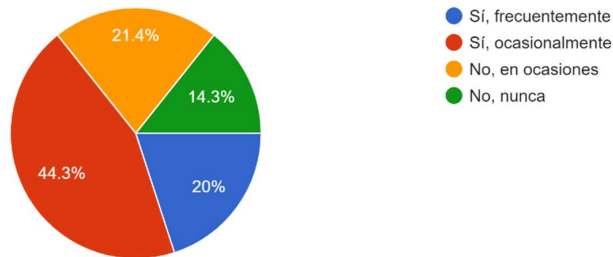
¿Con qué frecuencia utilizas los espacios exteriores dentro de la universidad durante la noche?

70 respuestas



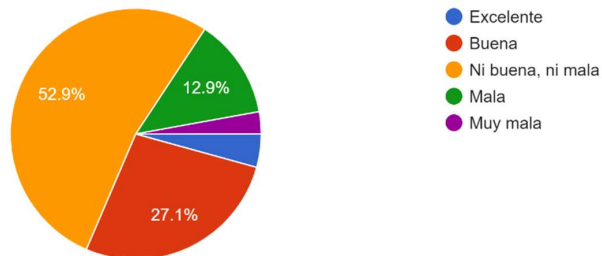
¿Has experimentado dificultades al caminar por las áreas exteriores dentro de la universidad durante la noche debido a la iluminación?

70 respuestas



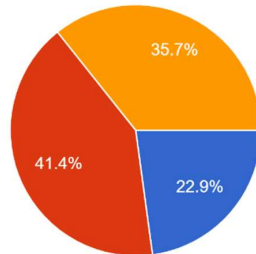
¿Cómo describirías la visibilidad en los espacios exteriores dentro de la Universidad durante la noche?

70 respuestas



¿Consideras que la iluminación actual es suficiente para identificar claramente los detalles arquitectónicos de los edificios y facilita la orientación en los espacios exteriores?

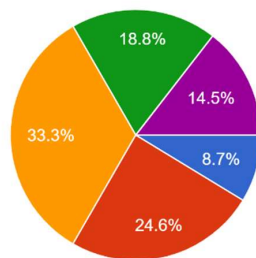
70 respuestas



- Sí, suficiente.
- Ni suficiente, ni insuficiente
- No, insuficiente.

¿Has experimentado situaciones de deslumbramiento (exceso de brillo o reflejo de luz de las luminarias) en áreas específicas dentro de la universidad durante la noche?

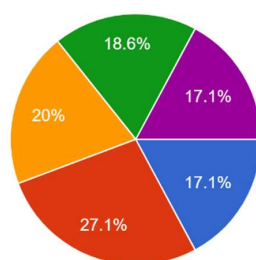
69 respuestas



- Sí, siempre
- Sí, en ocasiones
- No estoy seguro/a
- No, raramente
- No, nunca

¿Crees que la calidad de la iluminación en los espacios exteriores de la universidad puede tener algún impacto en tu rendimiento académico durante la noche?

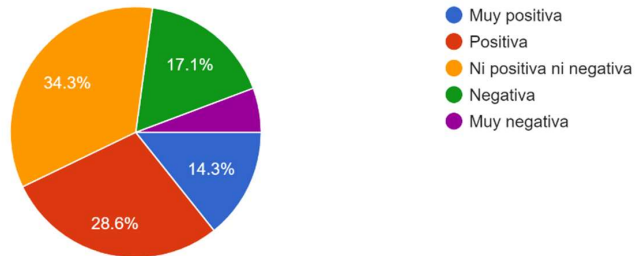
70 respuestas



- Sí, de manera significativa
- Sí, en cierta medida
- No estoy seguro/a
- No, en cierta medida
- No, en absoluto

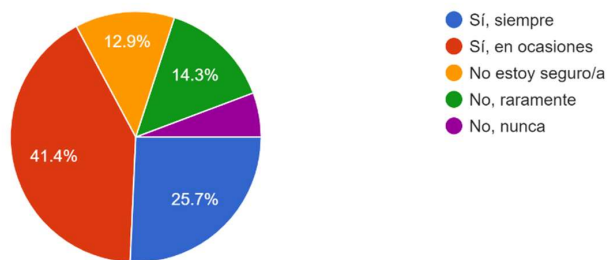
¿Cómo percibes la relación entre la iluminación exterior dentro del campus y tu sensación de seguridad en la universidad durante la noche?

70 respuestas



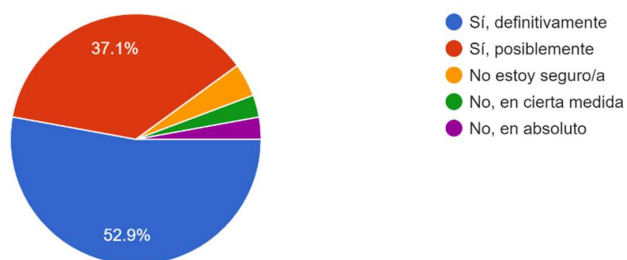
¿La iluminación actual influye en tu decisión de utilizar o evitar ciertas áreas exteriores dentro del campus durante la noche?

70 respuestas



¿Consideras que la implementación de tecnologías lumínicas más avanzadas podría ser beneficiosa?

70 respuestas



¿En qué área específica de la universidad sientes que se necesita una mejora en la iluminación?

70 respuestas

