

Pregrado

Carrera: Electricidad
Asignatura (UIC): Desarrollo de Proyectos Eléctricos.

Trabajo de titulación previo a la obtención del Título en: Tecnólogo Superior En Electricidad.

Tema: REDISEÑO E IMPLEMENTACION DE SISTEMA DE FUERZA E ILUMINACION DEL AUDITORIO DE LA UNIDAD EDUCATIVA FISCAL CELIANO MONJE UBICADA EN GUAMANI, CANTÓN QUITO.

Autor/s:
Caiza Toaquiza Jhon Xavier
Valdivieso Pabón Christian Andrés

Tutor metodológico: Luis Daniel Andagoya Alba
Tutor Técnico: Luis Daniel Andagoya Alba

Sangolquí, agosto de 2024



Autor:



Jhon Xavier Caiza Toaquiza

Título a obtener: Tecnólogo Superior En Electricidad

Matriz: Sangolquí -Ecuador

Correo electrónico: jhon.caiza@ister.edu.ec

Autor:



Valdivieso Pabón Christian Andrés

Título a obtener: Tecnólogo Superior En Electricidad

Matriz: Sangolquí -Ecuador

Correo electrónico: christian.valdivieso@ister.edu.ec

Dirigido por:



Luis Daniel Andagoya Alba

Título: Master en Integración de las Energías Renovables en el Sistema Eléctrico / Ingeniero Eléctrico.

Matriz: Sangolquí -Ecuador

Correo electrónico: luis.andagoya@ister.edu.ec

Todos los derechos reservados.

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

©2024 Tecnológico Universitario

Rumiñahui SANGOLQUÍ – ECUADOR

(Caiza Toaquiza Jhon Xavier

Valdivieso Pabón Christian Andrés)

*(Repotenciación del sistema de fuerza
e iluminación del auditorio y dos aulas de la
Unidad Educativa “Celiano Monje”, ubicada
al sur de Quito en el sector de Guamani.)*

**CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

CT-ANX-2024-ISTER-6-6.2

Sangolquí, 17 de octubre del 2024

**MSc. Elizabeth Ordoñez
DIRECTORA DE DOCENCIA**

**MSc. Mónica Loachamín
COORDINADORA DE TITULACIÓN**

**INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE
UNIVERSITARIO**

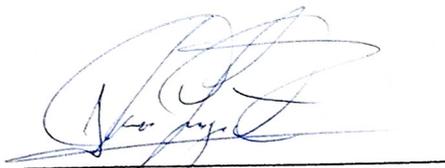
Presente

Por medio de la presente, yo, Jhon Xavier Caiza Toaquiza declaro y acepto en forma expresa lo siguiente: Ser autor del trabajo de titulación denominado Repotenciación del sistema de fuerza e iluminación del auditorio y dos aulas de la Unidad Educativa “Celiano Monje”, de la Tecnología Superior en electricidad; y a su vez manifiesto mi voluntad de ceder al Instituto Superior Tecnológico Rumiñahui con condición de Universitario los derechos de reproducción, distribución y publicación de dicho trabajo de titulación, en cualquier formato y medio, con fines académicos y de investigación.

Esta cesión se otorga de manera no exclusiva y por un periodo indeterminado. Sin embargo, conservó los derechos morales sobre mi obra.

En fe de lo cual, firmo la presente.

Atentamente,



Jhon Xavier Caiza Toaquiza
C.I.: 1726453275

MATRIZ SANGOLQUÍ: Av. Atahualpa 1701 y 8 de Febrero
Telf: 0960052734 / 023524576 / 022331628
 www.ister.edu.ec / info@ister.edu.ec

**CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

CT-ANX-2024-ISTER-6-6.2

Sangolquí, 17 de Octubre del 2024

MSc. Elizabeth Ordoñez
DIRECTORA DE DOCENCIA

MSc. Mónica Loachamín
COORDINADORA DE TITULACIÓN

**INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE
UNIVERSITARIO**

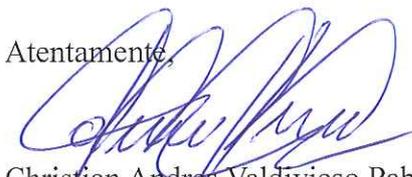
Presente

Por medio de la presente, yo, Christian Andres Valdivieso Pabon, declaro y acepto en forma expresa lo siguiente: Ser autor del trabajo de titulación denominado Repotenciacion del Sistema de fuerza e Iluminacion del Auditorio y dos <Aulas de la Unidad Educativa Celiano Monje, de la Tecnología Superior en Electricidad; y a su vez manifiesto mi voluntad de ceder al Instituto Superior Tecnológico Rumiñahui con condición de Universitario los derechos de reproducción, distribución y publicación de dicho trabajo de titulación, en cualquier formato y medio, con fines académicos y de investigación.

Esta cesión se otorga de manera no exclusiva y por un periodo indeterminado. Sin embargo, conservo los derechos morales sobre mi obra.

En fe de lo cual, firmo la presente.

Atentamente,



Christian Andres Valdivieso Pabon
C.I.:1712928884

**FORMULARIO PARA ENTREGA DE PROYECTOS EN
BIBLIOTECA INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO
RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE UNIVERSITARIO**

CT-ANX-2024-ISTER-1

CARRERA:
TECNOLOGÍA UNIVERSITARIA SUPERIOR EN ELECTRICIDAD

AUTOR /ES:
JHON XAVIER CAIZA TOAQUIZA
CHRISTIAN ANDRES VALDIVIESO PABON

TUTOR:
ING. LUIS DANIEL ANDAGOYA ALBA

CONTACTO ESTUDIANTE:
0999703810 - 0998361894

CORREO ELECTRÓNICO:
jhoncaiza25@gmail.com
andresvaldivieso66@gmail.com

TEMA:
Repotenciación del sistema de fuerza e iluminación del auditorio y dos aulas de la Unidad Educativa “Celiano Monje”

OPCIÓN DE TITULACIÓN:
UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

RESUMEN EN ESPAÑOL:
Repotenciación del sistema de fuerza e iluminación del auditorio y dos aulas de la Unidad Educativa “Celiano Monje”, ubicada al sur de Quito en el sector de Guamani. La repotenciación del sistema de fuerza e iluminación en la Unidad Educativa “Celiano Monje” busca modernizar y mejorar la infraestructura eléctrica de la institución, situada en el sur de Quito, en el sector de Guamani. El proyecto se centra en dos áreas principales: el auditorio y dos aulas. La actualización del sistema de fuerza incluye la renovación de las instalaciones eléctricas para garantizar un suministro estable y seguro, adecuado para el funcionamiento de equipos modernos y de alta demanda. Esto implica la instalación de

MATRIZ SANGOLQUÍ: Av. Atahualpa 1701 y 8 de Febrero
Telf: 0960052734 / 023524576 / 022331628
 www.ister.edu.ec / info@ister.edu.ec

nuevos paneles eléctricos, cables y sistemas de protección para prevenir fallos y garantizar una operación eficiente. Por otro lado, el sistema de iluminación será optimizado para proporcionar una mejor calidad lumínica, esencial para el desarrollo de actividades educativas y eventos en el auditorio. Se prevé la incorporación de tecnología de iluminación más eficiente, que no solo mejora la visibilidad y el confort visual, sino que también contribuye a la reducción del consumo energético. Este proyecto no solo beneficiará a los estudiantes y al personal educativo, sino que también potenciará el ambiente general del centro educativo.

PALABRAS CLAVE:

- Unidad Educativa “Celiano Monje”
- Infraestructura eléctrica
- Auditorio
- Aulas
- Renovación eléctrica

ABSTRACT:

This project is focused on upgrading and modernizing the electrical infrastructure at Unidad Educativa “Celiano Monje” in Guamaní, Quito. The primary goal is to enhance the electrical and lighting systems in the institution's auditorium and two classrooms. The power system update involves overhauling the current electrical setup to ensure a reliable and safe supply for modern, high-demand equipment. This process includes the installation of new electrical panels, wiring, and protective measures to prevent potential failures and ensure efficient operation. In addition, the lighting system will be improved to provide better light quality, which is essential for both educational activities and events held in the auditorium. The project plans to implement advanced lighting technology that will not only improve visibility and visual comfort but also lower energy consumption. Overall, these enhancements are expected to support both students and staff while contributing to a more favorable learning environment within the educational facility.

PALABRAS CLAVE:

- Guamaní, Quito
- System upgrade
- Lighting systems
- Auditorium
- Classrooms

SOLICITUD DE PUBLICACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

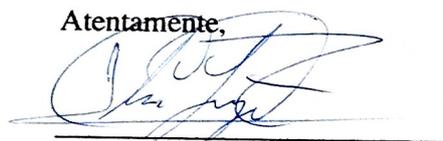
CT-ANX-2024-ISTER-2
Sangolquí, 17 de octubre del 2024

**Sres.-
INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE
UNIVERSITARIO**

Presente

A través del presente me permito aceptar la publicación del trabajo de titulación de la Unidad de Integración Curricular en el repositorio digital "DsPace" del estudiante: JHON XAVIER CAIZA TOAQUIZA, con C.I.: 1726453275 alumno de la Carrera de ELECTRICIDAD.

Atentamente,



Firma del Estudiante
C.I.: 1726453275

SÓLO PARA USO DEL ISTER

Han sido revisadas las similitudes del trabajo en el software "TURNITING" y cuenta con un porcentaje de; motivo por el cual, el Proyecto Técnico de Titulación es publicable. (EL PORCENTAJE DE SIMILITUD DEBE SER MÁXIMO DE 15%)

MSc. Elizabeth Ordoñez
DIRECTORA DE DOCENCIA

MSc. Mónica Loachamín
COORDINADORA DE TITULACIÓN

Fecha del Informe ____/____/____

MATRIZ SANGOLQUÍ: Av. Atahualpa 1701 y 8 de Febrero
Telf: 0960052734 / 023524576 / 022331628
📞📧🌐 www.ister.edu.ec / info@ister.edu.ec

SOLICITUD DE PUBLICACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2024-ISTER-2

Sangolquí, 17 de Octubre) del 2024

Sres.-

INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE UNIVERSITARIO

Presente

A través del presente me permito aceptar la publicación del trabajo de titulación de la Unidad de Integración Curricular en el repositorio digital “DsPace” del estudiante: CHRISTIAN ANDRES VALDIVIESO PABON, con C.I.: 1712928884 alumno de la Carrera de ELECTRICIDAD

Atentamente,


Firma del Estudiante
C.I.: 1712928884

SÓLO PARA USO DEL ISTER

Han sido revisadas las similitudes del trabajo en el software “TURNITING” y cuenta con un porcentaje de; motivo por el cual, el Proyecto Técnico de Titulación es publicable. (EL PORCENTAJE DE SIMILITUD DEBE SER MÁXIMO DE 15%)

MSc. Elizabeth Ordoñez
DIRECTORA DE DOCENCIA

MSc. Mónica Loachamín
COORDINADORA DE TITULACIÓN

Fecha del Informe ____ / ____ / ____

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a todos aquellos que han sido parte fundamental en la realización de este proyecto. En primer lugar, a mi familia, cuyo apoyo incondicional y amor constante me han brindado la fortaleza necesaria para enfrentar cada desafío a lo largo de este proceso. Su comprensión y paciencia han sido el pilar sobre el que he construido mi esfuerzo académico y profesional.

A mis profesores y asesores, quienes con su guía experta y consejos valiosos han moldeado el enfoque y la calidad de esta investigación. Su dedicación y compromiso con mi desarrollo académico han sido una fuente constante de inspiración y han facilitado la realización de este trabajo con rigor y excelencia.

Finalmente, dedico esta tesis a la Unidad Educativa 'Celiano Monje' y a su comunidad educativa, que me han permitido explorar y mejorar su infraestructura. La confianza depositada en este proyecto ha sido crucial para su éxito, y espero que los resultados contribuyan significativamente al bienestar y al desarrollo de sus estudiantes y personal. Este trabajo es un reflejo del esfuerzo colectivo y del deseo de generar un impacto positivo en nuestra comunidad.

AGRADECIMIENTOS

Con profundo agradecimiento, dedicamos esta tesis a nuestras familias, cuyo amor incondicional y apoyo constante han sido fundamentales para lograr este objetivo. A nuestros padres, quienes siempre han confiado en nosotros y nos han enseñado el verdadero valor de la perseverancia y el esfuerzo, así como a nuestros seres queridos que nos han acompañado a lo largo de este viaje académico, les extendemos nuestra más sincera gratitud. Su paciencia, comprensión y aliento han sido esenciales para la realización de este proyecto.

También queremos dedicar este trabajo a nuestros compañeros y mentores, que nos han brindado guía e inspiración durante todo el proceso. A nuestros profesores, cuya dedicación y pasión por la enseñanza nos han proporcionado las herramientas necesarias para superar los desafíos y alcanzar nuestras metas. Este trabajo de titulación es el fruto del apoyo y la colaboración de todos los que nos han acompañado en este camino. A cada uno de ustedes, les expresamos nuestro más sincero agradecimiento y aprecio.

RESUMEN

Repotenciación del sistema de fuerza e iluminación del auditorio y dos aulas de la Unidad Educativa “Celiano Monje”, ubicada al sur de Quito en el sector de Guamani.

La repotenciación del sistema de fuerza e iluminación en la Unidad Educativa “Celiano Monje” busca modernizar y mejorar la infraestructura eléctrica de la institución, situada en el sur de Quito, en el sector de Guamani. El proyecto se centra en dos áreas principales: el auditorio y dos aulas. La actualización del sistema de fuerza incluye la renovación de las instalaciones eléctricas para garantizar un suministro estable y seguro, adecuado para el funcionamiento de equipos modernos y de alta demanda. Esto implica la instalación de nuevos paneles eléctricos, cables y sistemas de protección para prevenir fallos y garantizar una operación eficiente.

Por otro lado, el sistema de iluminación será optimizado para proporcionar una mejor calidad lumínica, esencial para el desarrollo de actividades educativas y eventos en el auditorio. Se prevé la incorporación de tecnología de iluminación más eficiente, que no solo mejora la visibilidad y el confort visual, sino que también contribuye a la reducción del consumo energético. Este proyecto no solo beneficiará a los estudiantes y al personal educativo, sino que también potenciará el ambiente general del centro educativo.

Palabras claves:

- Repotenciación
- Sistema de fuerza
- Sistema de iluminación

- Unidad Educativa “Celiano Monje”
- Infraestructura eléctrica
- Auditorio
- Aulas
- Renovación eléctrica
- Suministro estable
- Equipos modernos
- Paneles eléctricos
- Cables
- Sistemas de protección
- Tecnología de iluminación
- Calidad lumínica
- Actividades educativas

ABSTRACT

This project is focused on upgrading and modernizing the electrical infrastructure at Unidad Educativa “Celiano Monje” in Guamaní, Quito. The primary goal is to enhance the electrical and lighting systems in the institution's auditorium and two classrooms. The power system update involves overhauling the current electrical setup to ensure a reliable and safe supply for modern, high-demand equipment. This process includes the installation of new electrical panels, wiring, and protective measures to prevent potential failures and ensure efficient operation.

In addition, the lighting system will be improved to provide better light quality, which is essential for both educational activities and events held in the auditorium. The project plans to implement advanced lighting technology that will not only improve visibility and visual comfort but also lower energy consumption. Overall, these enhancements are expected to support both students and staff while contributing to a more favorable learning environment within the educational facility.

- **Keywords:**
- Electrical infrastructure
- Unidad Educativa “Celiano Monje”
- Guamaní, Quito
- System upgrade
- Lighting systems
- Auditorium
- Classrooms

- Power system
- Electrical panels
- Wiring
- Protective measures
- Lighting quality
- Advanced lighting technology

Índice General

CAPITULO I
1.1. Planteamiento del Problema	12
1.2. Justificación.....	12
1.3. Alcance.....	13
1.4 Objetivos General y Específicos.	14
CAPITULO II	16
2.1. Breve descripción de instalaciones eléctricas.....	16
2.2. Importancia de la iluminación adecuada en entornos educativos.	16
2.2. Propósito y alcance del rediseño de iluminación en una unidad educativa.....	18
2.3. Fundamentos de iluminación.....	20
2.4. Tipos de fuentes de luz	23
2.5 Conceptos de diseño de iluminación	25
2.6. Normativas y regulaciones ecuatorianas	27
2.7. Revisión de Estudios y Evidencia Científica.....	29
2.8. Descripción del Enfoque Metodológico	30
2.9. Consideraciones técnicas y tecnológicas	31
Lux y Lumen.	31
2.10. Diseño de la Iluminación.....	32
- Implementación y Monitoreo.....	33
- Áreas para Futuras Investigaciones	34
CAPITULO III.....	37
3.1. Memoria Técnica	37
Esquemáticos Eléctricos	40
2. Diagramas de Montaje:	42
3.5. Circuito de Fuerza.....	43

3.2.1. Tablero de distribución	44
3.3. Sistema de Iluminación.....	49
3.4. Cálculo de DiaLux	53
3.4.2. Cálculos de conductor:.....	58
3.3.1. Circuito de Iluminación	65
3.7. NORMAS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MATERIALES	66
3.4.2. Cálculos de conductor:.....	68
CAPITULO IV.....	75
4. Pruebas, resultados y discusión.....	75
4.1.1. Luminarias	76
4.1.3. Cajas Térmicas.....	81
CAPITULO V.....	85
5. Conclusiones y recomendaciones	85
5.3 BIBLIOGRAFIA	87

CAPITULO I

1. Introducción

1.1. Planteamiento del Problema.

En la unidad educativa Celiano Monje, lamentablemente, hay un diseño de iluminación deficiente e instalaciones eléctricas deterioradas. Este problema puede manifestarse de diversas maneras, como falta de iluminación adecuada en aulas y pasillos, interruptores defectuosos, cableado expuesto o conexiones inseguras.

Un diseño deficiente de la iluminación puede repercutir negativamente en el entorno de aprendizaje al producir fatiga visual en alumnos y profesores, problemas de concentración y bajo rendimiento académico. Además, una infraestructura eléctrica dañada puede suponer un problema de seguridad para todos los presentes en el centro educativo, ya que aumenta la probabilidad de que se produzcan incidentes como descargas eléctricas, cortocircuitos e incendios.

Este problema puede deberse a diversas circunstancias, como la falta de mantenimiento preventivo, la falta de recursos para realizar mejoras y una supervisión inadecuada por parte de las autoridades competentes. El resultado directo es un entorno de aprendizaje insalubre que perjudica el crecimiento académico y personal de los alumnos.

1.2. Justificación

Por el diseño deficiente en su sistema eléctrico este proyecto se realizará el rediseño de iluminación para su implementación en la Escuela Fiscal “Celiano Monje”, esto es importante porque se busca mejorar el ambiente educativo y la calidad de las instalaciones.

El diseño de la iluminación también puede influir en la atmósfera y el entorno de aprendizaje. La luz natural, por ejemplo, se ha relacionado con la mejora del estado de ánimo, la productividad y la atención en los estudiantes y personal docente. Integrar la luz natural en el diseño puede crear un entorno de aprendizaje más agradable y dinámico ayudando así a la concentración de los estudiantes y mejorando su rendimiento académico.

A la hora de diseñar el sistema de iluminación, tendríamos que tener en cuenta la eficiencia energética, utilizando tecnologías como iluminaria LED de preferencia que sea de tipo luz de día para reducir el consumo de energía y los gastos operativos a largo plazo.

El diseño de la iluminación en una unidad educativa implica no sólo suministrar una iluminación adecuada, sino también establecer un entorno que promueva el aprendizaje, la seguridad y el bienestar de los implicados.

1.3. Alcance.

Se busca alcanzar con las mejoras del rediseño eléctrico en la Unidad Educativa “Celiano Monje”, se procederá con una inspección detallada de las instalaciones a tratar y así determinar las falencias eléctricas existente en la escuela, para identificar fallas y así tener un mejor panorama más claro de la situación actual y determinar las acciones a realizar para mejorar el rediseño de iluminación y repotenciación eléctrica. Por otro lado, también se desarrollará un diseño en AutoCAD y DIALUX, garantizando así un trabajo final satisfactorio. Para finalizar se realizará la instalación de nuevas luminarias basándonos en el estudio de campo y el rediseño dentro de todo

esto complementamos con nueva tubería “conduit”, nuevo cableado nuevas piezas eléctricas buscando un fin de mejorar la infraestructura eléctrica de acuerdo con las normas a seguir dentro de las dos aulas que tienen mediadas de 11.5m x 6m cada una y el auditorio que tiene sus mediada de 17.20m x 6.50m.

El resultado final será crear un entorno más seguro para estudiantes, profesores y personal. Además de mejorar el aspecto físico de las luminarias e instalaciones electicas, así aumentando la calidad visual de las instalaciones. En este proyecto se busca una mejora en la infraestructura eléctrica, por lo cual es importante el desarrollo de un diseño eléctrico y adecuadas luminarias, tomacorrientes, cableado. Con esto se busca lograr un entorno escolar más amigable centrado en la educación siendo así favorable para todo el entorno de la unidad educativa.

Al finalizar el proyecto se prevé entregar lo siguiente:

- Sistema eléctrico de iluminación de un auditorio y dos aulas operativo y funcional.
- Diseño del sistema eléctrico en AutoCAD.
- Simulación del sistema eléctrico en DiaLux.
- Memoria técnica.
- Presupuesto y planillas.
- Escrito final del proyecto de titulación.

1.4 Objetivos General y Específicos.

Objetivo general: Crear un entorno agradable y estimulante en la unidad educativa fiscal “Celiano Monje “que fomente el bienestar emocional y una actitud positiva tanto entre los

estudiantes como entre el profesorado. Basándonos como referencia en Normas Eléctricas Ecuatorianas para nuestro rediseño repotenciación, siendo así importante seleccionar los colores de iluminación adecuados, puede ayudar a crear una atmósfera de aprendizaje más agradable y propicia.

Objetivos específicos:

1. Garantizar que las áreas a tratar dispongan de la iluminación y la conectividad adecuadas para mejorar la visibilidad, reducir la fatiga visual, mejorar la estética de la infraestructura eléctrica y crear un ambiente más atractivo para el aprendizaje.
2. Implementar un diseño de iluminación eficiente, que incluya la instalación de luminarias modernas y de bajo consumo energético basándonos en normas adecuadas.
3. Utilizar sistemas de iluminación y control adecuados para reducir el deslumbramiento en las aulas y otras zonas de estudio, mejorando así el confort visual de los alumnos y el personal.
4. Para proteger a los niños y al personal, asegúrese de que las aulas cumplen todas las normas de seguridad, como sistemas eléctricos seguros, iluminación suficiente y ventilación óptima.

CAPITULO II

2. Marco Teórico

2.1. Breve descripción de instalaciones eléctricas.

En Ecuador, las instalaciones eléctricas están reguladas por normativas específicas que brindan seguridad y eficiencia de los sistemas eléctricos en residencias, comercios e industrias. Las normas ecuatorianas se alinean con estándares internacionales para garantizar la protección contra riesgos eléctricos, la eficiencia energética y el cumplimiento de las especificaciones técnicas necesarias. Las instalaciones suelen ser diseñadas y ejecutadas por profesionales capacitados para asegurar la conformidad con estas normativas y para garantizar la seguridad de los usuarios y la durabilidad de los sistemas eléctricos.(Iza et al., s. f.)

2.2. Importancia de la iluminación adecuada en entornos educativos.

Una iluminación adecuada en contextos educativos es crucial para el bienestar y el rendimiento de los alumnos, así como para la eficacia general de la enseñanza y el aprendizaje. Aquí analizaremos la importancia de una buena iluminación en estos entornos, desde el impacto en la salud visual hasta el efecto en el estado de ánimo y la concentración de los alumnos.(Duran, 2023)

2.2.1. Salud visual:

Una iluminación deficiente puede tener efectos nocivos en la salud visual de los alumnos. La fatiga visual es una afección frecuente causada por una iluminación insuficiente o por el deslumbramiento. Los síntomas pueden incluir dolores de cabeza, visión borrosa y dificultad para concentrarse. Una iluminación adecuada, que ofrezca las cantidades apropiadas de luz y minimice

el deslumbramiento, ayuda a aliviar estos problemas y a fomentar una visión saludable en los estudiantes.(Gavilanes, s. f.)

2.2.2. Rendimiento académico:

Varios estudios han descubierto que una iluminación adecuada puede ayudar a los niños a mejorar su rendimiento académico. La luz influye en la concentración, la percepción visual y la retención de la información. Una iluminación deficiente puede dificultar la lectura y comprensión de textos, así como la realización de tareas visuales, lo que reduce el rendimiento académico. Una iluminación adecuada, en cambio, puede ayudar a centrar la atención y mejorar el aprendizaje.(Gavilanes, s. f.)

2.2.3. Ambiente de aprendizaje:

La iluminación también es un factor crucial para crear un entorno de aprendizaje eficaz. Una iluminación adecuada puede influir en el estado de ánimo de los alumnos y contribuir a crear un entorno de aprendizaje más agradable y estimulante. La luz natural, en particular, se ha relacionado con una mayor sensación de bienestar y una actitud más optimista hacia el aprendizaje. Además, una iluminación adecuada puede ayudar a designar zonas específicas dentro del aula, como espacios de lectura o de trabajo en grupo, fomentando así una variedad de tareas docentes.(Gavilanes, s. f.)

2.2.4. Ritmos circadianos:

La iluminación también influye en el ritmo circadiano de los niños, que regula los ciclos de sueño y vigilia. La exposición a la luz natural durante el día favorece un ritmo circadiano saludable, que puede aumentar la calidad del sueño y, en consecuencia, el rendimiento académico. Una iluminación adecuada en el aula, que imite las variaciones naturales de la luz a lo largo del

día, puede beneficiar el ritmo circadiano de los niños y favorecer un mejor sueño nocturno.(meli, 2017)

2.2.5. Inclusión y equidad:

Una iluminación adecuada en todos los entornos educativos es esencial para fomentar la inclusión y la equidad en la educación. Los alumnos con deficiencias visuales son especialmente sensibles a la calidad de la iluminación, y una iluminación deficiente puede impedir su participación y su éxito académico. Por consiguiente, al desarrollar sistemas de iluminación para entornos educativos, es fundamental tener en cuenta las demandas especiales de estos niños.

En conclusión, una iluminación adecuada en los entornos educativos es fundamental para promover la salud visual, mejorar el rendimiento académico, crear un entorno propicio para el aprendizaje, regular los ritmos circadianos y fomentar la inclusión y la equidad en la educación. A la hora de diseñar sistemas de iluminación para aulas y otros entornos educativos, es fundamental tener en cuenta estos factores para satisfacer las necesidades de todos los alumnos y fomentar un entorno de aprendizaje óptimo.(meli, 2017)

2.2. Propósito y alcance del rediseño de iluminación en una unidad educativa.

El objetivo del rediseño de la iluminación en una unidad educativa es mejorar el entorno de aprendizaje, promover el bienestar de estudiantes y educadores y aumentar la eficiencia energética y la sostenibilidad del espacio educativo. Este rediseño implica evaluar, desarrollar e implantar un sistema de iluminación que cumpla criterios de calidad visual, ergonomía y eficiencia energética, teniendo en cuenta los requisitos específicos de cada ubicación dentro de la unidad educativa.(*La importancia de la iluminación en los espacios educativos / Arquitectura Viva, s. f.*)

La revisión de la iluminación incluye todos los espacios de enseñanza y aprendizaje, como aulas, laboratorios, bibliotecas, pasillos y zonas comunes. Su objetivo es proporcionar una iluminación ideal en cada una de estas zonas teniendo en cuenta parámetros como la dispersión de la luz, la temperatura del color, el nivel de iluminación y la reducción del deslumbramiento.

El objetivo principal de la renovación de la iluminación es mejorar la calidad del entorno de aprendizaje. Una iluminación adecuada puede ayudar a reducir la fatiga ocular, aumentar la concentración y el rendimiento académico de los alumnos y fomentar un entorno de aprendizaje más estimulante y propicio. Además, una buena iluminación puede contribuir a garantizar la seguridad y el bienestar de los alumnos y el personal educativo, al reducir la posibilidad de accidentes y mejorar la percepción del entorno. *(La importancia de la iluminación en los espacios educativos / Arquitectura Viva, s. f.)*

Otro objetivo importante del rediseño de la iluminación es mejorar la eficiencia energética y la sostenibilidad en el entorno educativo. La implantación de soluciones de iluminación más eficientes, como las luminarias LED, puede ayudar a reducir el consumo de energía y los gastos, al tiempo que minimiza la huella medioambiental de la unidad educativa. Además, la adopción de sofisticados sistemas de control de la iluminación, como sensores de movimiento y de luz diurna, puede mejorar la eficiencia de la luz artificial y reducir el derroche de energía. *(Iluminación con lámparas led en la instalaciones de equipos y maquinarias eléctricas para mejorar la calidad de aprendizaje de los estudiantes del 2do y 3ero de bachillerato de la “Unidad Educativa Ecuador Amazónico” del Cantón Daule Provincia del Guayas., s. f.)*

Para alcanzar estos objetivos, el rediseño de la iluminación es un proceso sistemático que abarca numerosas etapas. En primer lugar, se evalúan minuciosamente las condiciones actuales de iluminación en la unidad educativa, identificando las oportunidades de mejora y estableciendo

objetivos precisos de rediseño. Esto puede incluir el control de los niveles de iluminación, la evaluación de la distribución de la luz natural y la detección de problemas de deslumbramiento o sombras.

A continuación, se elabora un plan de rediseño del alumbrado para resolver los problemas detectados durante la inspección inicial. Esto puede incluir la selección de luminarias y fuentes de luz adecuadas, la distribución óptima de las luminarias en cada espacio y la implantación de sistemas de control del alumbrado para mejorar la eficiencia energética. *(Iluminación con lámparas led en la instalaciones de equipos y maquinarias eléctricas para mejorar la calidad de aprendizaje de los estudiantes del 2do y 3ero de bachillerato de la “Unidad Educativa Ecuador Amazónico” del Cantón Daule Provincia del Guayas., s. f.)*

Una vez elaborado el plan de rediseño, se aplican las mejoras propuestas. Esto puede implicar la instalación de nuevas luminarias y equipos de control, así como la introducción de cambios en la distribución de la luz y en los ajustes del sistema de control. Durante este periodo, es fundamental mantener el buen funcionamiento de los programas educativos y, al mismo tiempo, garantizar la seguridad de los estudiantes y el personal.

Por último, se realiza una evaluación posterior a la implantación para confirmar la eficacia del plan de iluminación e introducir las mejoras necesarias. Esto podría incluir la evaluación de los niveles de iluminación, la recopilación de las opiniones de los usuarios y la comparación de los datos de consumo de energía antes y después del cambio. *(Espacios Educativos / LAMP, s. f.)*

2.3. Fundamentos de iluminación

Para comprender eficazmente el diseño de la iluminación en espacios educativos, primero hay que familiarizarse con algunas ideas básicas sobre iluminación. Estos principios sientan las

bases para comprender cómo funcionan los sistemas de iluminación y cómo influyen en el entorno en el que se utilizan. A continuación, se explican algunos de los conceptos más importantes:

2.3.1. Luminancia:

La luminancia es la cantidad de luz emitida o reflejada por una superficie en una dirección determinada. Se mide en candelas por metro cuadrado (cd/m^2). La luminancia es un factor importante a la hora de diseñar la iluminación de un espacio, ya que influye en la percepción visual y el contraste entre objetos y lugares. (*Fundamentos básicos de iluminación - SERCORARQ*, s. f.)

2.3.2. Iluminancia:

La iluminancia es la cantidad de luz que incide sobre una superficie. Se mide en lux (lx), una unidad de flujo luminoso por unidad de superficie (lumen por metro cuadrado). La iluminancia es una medida importante para mantener unos niveles de luz aceptables en un espacio concreto, ya que influye en la vista y el confort visual de los ocupantes. (*Fundamentos básicos de iluminación - SERCORARQ*, s. f.)

2.3.3. Temperatura de color:

La temperatura de color describe el aspecto visual de la luz emitida por una fuente en función de su temperatura absoluta. Se mide en grados Kelvin (K). Las fuentes de luz con temperaturas de color más bajas (menos de 3.500 K) emiten una luz cálida, mientras que las que tienen temperaturas de color más altas (más de 5.000 K) emiten una luz más fría y blanca. La temperatura del color influye en cómo las personas perciben su entorno y puede repercutir en su estado de ánimo y su productividad. (*Fundamentos de iluminación LED en nuestros productos*, s. f.)

2.3.4. Índice de reproducción cromática (CRI):

El índice de reproducción cromática (IRC) es una medida de la capacidad de una fuente de luz para reproducir con precisión los colores de los objetos en comparación con una fuente de luz de referencia, como la luz solar o una bombilla incandescente. Se da en una escala de 0 a 100, en la que un CRI mayor indica una representación más precisa del color. Un CRI alto es beneficioso en lugares donde la fidelidad del color es crítica, como el lugar de trabajo o la escuela. *(Fundamentos de iluminación LED en nuestros productos, s. f.)*

2.3.5. Flujo luminoso:

El flujo luminoso es la cantidad total de luz emitida por una fuente luminosa en todas las direcciones. Se mide en lúmenes (lm). La cantidad total de luz producida por una fuente luminosa se mide como flujo luminoso, que es un determinante clave de su brillo percibido. Cuanto mayor es el flujo luminoso, más brillante es la fuente de luz. *(Fundamentos de iluminación LED en nuestros productos, s. f.)*

2.3.6. Eficacia luminosa:

La eficacia luminosa es la relación entre la cantidad de luz producida por una fuente luminosa y la cantidad de energía eléctrica consumida. Se expresa en lúmenes por vatio (lm/W). La eficacia luminosa es una medida de la eficiencia energética de una fuente de luz y debe tenerse en cuenta a la hora de seleccionar las luminarias para un proyecto de iluminación. *(Curso de iluminación, s. f.)*

2.3.7. Distribución de la luz:

La distribución de la luz se refiere al modo en que la luz emitida por una fuente luminosa se distribuye en un lugar específico. La distribución uniforme de la luz es deseable en la mayoría de los contextos porque reduce los contrastes de luces y sombras y ofrece una iluminación uniforme en todo el espacio. *(Curso de iluminación, s. f.)*

2.3.8. Control de deslumbramiento:

El control del deslumbramiento se refiere a las medidas adoptadas para limitar el impacto del deslumbramiento en una zona. El deslumbramiento se produce cuando una luz o un brillo intensos interfieren en la capacidad de los ocupantes para ver con comodidad. Para reducir el deslumbramiento en los centros educativos se pueden utilizar distintas soluciones de diseño, como la elección de luminarias con distribuciones luminosas adecuadas y la integración de sistemas de control de la iluminación. *(Curso de iluminación, s. f.)*

2.4. Tipos de fuentes de luz

2.4.1. Lámparas incandescentes:

Las lámparas incandescentes son una de las fuentes de luz más antiguas y comunes. Funcionan calentando un filamento de tungsteno dentro de una bombilla de vidrio hasta que emite luz visible. Las incandescentes destacan por su luz cálida y su capacidad para reproducir con precisión los colores. Sin embargo, tienen una menor eficiencia energética y una vida útil más corta en comparación con otras tecnologías más recientes. *(Blog para profesionales, s. f.)*

2.4.2. Lámparas fluorescentes:

Las bombillas fluorescentes son una opción popular para la iluminación comercial y educativa debido a su eficiencia energética y longevidad. Funcionan utilizando electricidad para excitar el vapor de mercurio, lo que da lugar a una radiación ultravioleta que posteriormente es convertida en luz visible por un recubrimiento de fósforo en el interior de la lámpara. Las lámparas fluorescentes se distinguen por su luz blanca brillante y están disponibles en diversas formas y tamaños para adaptarse a una amplia gama de aplicaciones. *(Blog para profesionales, s. f.)*

2.4.3. Lámparas de descarga de alta intensidad (HID):

Las lámparas de descarga de alta intensidad incluyen las lámparas de vapor de mercurio, sodio de alta presión y halogenuros metálicos. Estas lámparas funcionan generando un arco eléctrico a través de un gas ionizado dentro de una bombilla de vidrio, lo que da lugar a una luz brillante de alta intensidad. Las bombillas HID son eficientes en términos de producción de luz por unidad de energía consumida, aunque pueden requerir un periodo de encendido y enfriamiento antes de alcanzar su máxima potencia luminosa. (*Tipos y fuentes de luz en el diseño industrial / Blog, s. f.*)

2.4.4. Lámparas de halógeno:

Las lámparas halógenas son un tipo de lámpara incandescente que utiliza gas halógeno para mejorar la eficacia y prolongar la vida útil del filamento de tungsteno. Son conocidas por su luz potente y su excelente reproducción cromática. Las lámparas halógenas son habituales en aplicaciones que requieren un control preciso de la dirección y el haz de luz, como focos y proyectores.

2.4.5. Luminarias LED (diodos emisores de luz):

Las luminarias LED son una de las soluciones de iluminación más modernas y eficientes que existen en la actualidad. Funcionan emitiendo luz cuando una corriente eléctrica atraviesa un semiconductor, produciendo luz visible. Las luminarias LED destacan por su gran ahorro energético, su larga vida útil, su capacidad para crear un amplio espectro de colores y su control preciso. Son útiles para aplicaciones educativas porque pueden proporcionar una iluminación homogénea y de alta calidad con un bajo consumo de energía.

Cada forma de fuente de luz tiene cualidades y aplicaciones únicas, y la fuente de luz adecuada vendrá determinada por diversos factores, como el tipo de espacio, los requisitos de

iluminación y los objetivos de diseño. Las luminarias LED son cada vez más populares en entornos educativos debido a su ahorro energético, su larga vida útil y su capacidad para proporcionar una iluminación cómoda y de alta calidad. (*Tipos y fuentes de luz en el diseño industrial / Blog*, s. f.)

2.5 Conceptos de diseño de iluminación

Son esenciales para establecer entornos visuales eficaces, cómodos y prácticos en entornos educativos. Estas directrices se centran en la ergonomía, la seguridad, la eficiencia energética y el confort visual. A continuación, se presentan algunos de los principios de diseño de iluminación más esenciales: (*¿Qué es el diseño de iluminación y cómo aplicarlo con éxito?*, s. f.)

2.5.1. Uniformidad:

La uniformidad se refiere a la distribución uniforme de la luz en un espacio concreto. Una cantidad constante de iluminación es esencial para minimizar las zonas sobre iluminadas o infra iluminadas, que pueden producir fatiga visual y dificultar la buena visión de los ocupantes. En los entornos educativos, se busca una iluminación uniforme en todas las zonas de enseñanza y aprendizaje para garantizar unas condiciones visuales equitativas y confortables para todos los alumnos y el personal. (*¿Qué es el diseño de iluminación y cómo aplicarlo con éxito?*, s. f.)

2.5.2. Nivel de iluminación:

El nivel de iluminación es la cantidad de luz presente en una habitación y se mide en lux (lx). El nivel óptimo de iluminación varía en función del tipo de actividad que se desarrolle en el espacio. Por ejemplo, en los espacios de lectura y escritura se requieren niveles de iluminación más altos, mientras que en las zonas de descanso se aceptan niveles de iluminación más bajos. En

los entornos educativos deben cumplirse determinados niveles de iluminación para permitir una visión cómoda y segura, al tiempo que se fomenta un entorno de aprendizaje eficaz.(eMascaró, s. f.-a)

2.5.3. Distribución de luz:

La dispersión de la luz se refiere a cómo se dispersa la luz dentro de un espacio específico. Una distribución adecuada de la luz implica colocar estratégicamente las luminarias y las fuentes de luz para garantizar una iluminación uniforme y equilibrada en todo el espacio. Esto puede lograrse utilizando luminarias con diferentes características de distribución de la luz, como luminarias de haz ancho, medio o estrecho, en función de las necesidades y actividades individuales del espacio.

2.5.4. Control de deslumbramiento:

El control del deslumbramiento se refiere a las medidas adoptadas para reducir el impacto del deslumbramiento en una zona. El deslumbramiento se produce cuando una luz o un brillo elevados interfieren con la capacidad de los ocupantes para ver cómodamente. Esto puede provocar fatiga ocular y afectar a la concentración y el rendimiento académico. Las técnicas de diseño para reducir el deslumbramiento en contextos educativos incluyen la selección de luminarias con diseños ópticos adecuados, la colocación estratégica de las luminarias y el uso de sistemas de control de la iluminación.(eMascaró, s. f.-a)

2.5.5. Eficiencia energética:

La eficiencia energética es un aspecto importante en el diseño de la iluminación, sobre todo en entornos educativos, donde el objetivo es reducir los costes de funcionamiento y el impacto ambiental. Se pueden tomar varias medidas para mejorar la eficiencia energética de un sistema de iluminación, como adoptar luminarias LED de alta eficiencia, integrar sensores de movimiento y

luz para controlar el uso de la luz y maximizar el uso de la luz natural incluyendo claraboyas y ventanas.(¿*En qué consiste el diseño de iluminación?*, s. f.)

Estos son los elementos de diseño de iluminación que hay que tener en cuenta a la hora de diseñar y llevar a cabo proyectos de iluminación en entornos educativos. Utilizando eficazmente estos conceptos, podemos diseñar entornos visuales que sean cómodos, seguros y eficientes, promoviendo un aprendizaje eficaz y una experiencia educativa positiva.(¿*En qué consiste el diseño de iluminación?*, s. f.)

2.6. Normativas y regulaciones ecuatorianas

Normativas Relevantes Relacionadas con la Iluminación en Espacios Educativos

1. Código Eléctrico Nacional (CEN)

2 Objetivo: Establece los requisitos mínimos para la instalación, operación y mantenimiento de sistemas eléctricos, incluyendo la iluminación.(*Normativa – Gobierno Electrónico de Ecuador*, s. f.)

3 Contenido: Especifica los niveles de iluminación adecuados para diferentes tipos de ambientes, como aulas, laboratorios y áreas comunes en instituciones educativas .(*Normativa – Gobierno Electrónico de Ecuador*, s. f.)

2. Norma Técnica de Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión (NTIEBT)

- Requisitos: Define los estándares para la instalación de sistemas de iluminación de baja tensión, enfocándose en la seguridad y eficiencia energética.(*Leyes Reglamentos – Calidad Ecuador*, s. f.)

- Implementación: Asegura el uso de materiales certificados y homologados para evitar riesgos eléctricos.

Análisis de Normas Establecidas por Organismos Gubernamentales. (*Leyes Reglamentos – Calidad Ecuador*, s. f.)

1. ARCONEL (Agencia de Regulación y Control de Electricidad)

- Regulación: Supervisa y regula el cumplimiento de las normativas eléctricas, asegurando que las instalaciones cumplan con los estándares de seguridad y calidad. (*Agencia de Regulación y Control de Electricidad | Ecuador - Guía Oficial de Trámites y Servicios*, s. f.)

- Multas y Sanciones: El incumplimiento puede resultar en multas para instituciones educativas y otras entidades que no sigan las regulaciones. (*Agencia de Regulación y Control de Electricidad | Ecuador - Guía Oficial de Trámites y Servicios*, s. f.)

2. Ministerio de Educación

- Directrices: Emite recomendaciones y estándares específicos para la iluminación en instituciones educativas, enfocándose en crear ambientes propicios para el aprendizaje. (*Documentos Legales y Normativos – Ministerio de Educación*, s. f.)

Comparación con Normativas Internacionales

1. Normas Internacionales (IEC, ISO)

- IEC 60598: Establece estándares para luminarias, asegurando seguridad y rendimiento. (*Normativa | Corte Constitucional del Ecuador*, s. f.)

- ISO 8995: Proporciona directrices sobre los niveles de iluminación necesarios para distintas actividades, promoviendo la eficiencia energética y el confort visual. (*Iluminación*, s. f.)
2. Estándares de la Industria (ANSI/IESNA)
 - ANSI/IES RP-3: Directrices específicas para iluminación en ambientes educativos, similar a las normas ecuatorianas, pero con énfasis en el uso de tecnologías avanzadas y sostenibles. (*IES Marketing - Other Publishers - Enterprise Solutions - Products & Services*, s. f.)
 3. NEC-11 Cap:13/44 Aulas y salón de profesores: 300 luxes. (*Capítulos de la NEC (Norma Ecuatoriana de la Construcción) – MIDUVI – Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda*, s. f.)

2.7. Revisión de Estudios y Evidencia Científica

1. Evidencia General

- Rendimiento Académico: Estudios han demostrado que una buena iluminación mejora la concentración y el rendimiento académico de los estudiantes.
- Bienestar: La iluminación adecuada reduce la fatiga visual y el estrés, mejorando el bienestar general de los estudiantes. (*El concepto de revisión sistemática de la evidencia científica*, s. f.)

2. Investigaciones Específicas en Ecuador

- Estudios Locales: Aunque la investigación específica en Ecuador es limitada, estudios globales aplicables sugieren que mejoras en la iluminación en escuelas ecuatorianas podrían tener un impacto significativo en el rendimiento y bienestar de los estudiantes.(Martinez Nova & Gijon-Nogueron, 2016)

2.8. Descripción del Enfoque Metodológico

1. Evaluación Inicial

- Inspección: Evaluar las condiciones actuales de iluminación en la unidad educativa.
- Medición: Utilizar luxómetros para medir los niveles de iluminación en diferentes áreas.

2. Planificación y Diseño

- Selección de Luminarias: Elegir luminarias que cumplan con las normativas y proporcionen una iluminación adecuada y uniforme.
- Distribución de Luz: Diseñar la distribución de las luminarias para evitar sombras y deslumbramientos, asegurando una iluminación uniforme en todo el espacio.

3. Implementación

- Instalación: Realizar la instalación siguiendo los estándares de seguridad y eficiencia energética.
- Pruebas: Realizar pruebas de iluminación para asegurar que los niveles de luz cumplan con las normativas.

4. Mantenimiento

- Revisión Periódica: Establecer un plan de mantenimiento regular para asegurar que el sistema de iluminación funcione de manera óptima.
- Actualización: Adaptar y actualizar el sistema según las necesidades cambiantes y nuevas normativas.

2.9. Consideraciones técnicas y tecnológicas

Todo el crecimiento de los estudiantes está muy influido por su entorno educativo. La iluminación es una parte importante de este entorno, ya que influye tanto en el rendimiento académico como en el bienestar general de alumnos y profesores. En Ecuador, muchas instituciones educativas tienen problemas de calidad de iluminación. Una disposición adecuada de la iluminación puede mejorar enormemente el entorno educativo. Este informe ofrece directrices para reformar con éxito la iluminación en las instituciones educativas ecuatorianas e identifica áreas para futuras investigaciones. (*Asociación Electrotécnica Peruana “SOLUCIONES TECNOLÓGICAS PARA REDUCIR LAS PERTURBACIONES QUE DEGRADAN LA CALIDAD DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA ” - Asociación Electrotécnica Peruana, s. f.*)

Lux y Lumen.

- Un lux es una unidad de medida del nivel de iluminación que equivale a un lumen por metro cuadrado. Se utiliza para medir la cantidad de luz que incide sobre una superficie. (eMascaró, s. f.-c)

- Un lumen es una unidad de medida del flujo luminoso, que representa la cantidad total de luz emitida por una fuente en todas las direcciones.

Lumen: Mide la cantidad total de luz emitida.

Lux: Mide la cantidad de luz que llega a una superficie.(eMascaró, s. f.-c)

2.10. Diseño de la Iluminación

- Selección de Fuentes de Luz:

- Optar por luces LED de alta eficiencia, que ofrecen una mejor calidad de luz y son más duraderas que las bombillas tradicionales.

- Asegurarse de que las luces seleccionadas tengan una temperatura de color adecuada (entre 4000K y 5000K) para evitar la fatiga visual y mantener a los estudiantes alerta.(5 factores claves para diseñar la iluminación de viviendas, s. f.)

- Distribución y Control de la Luz:

- Implementar un diseño de iluminación que distribuya la luz de manera uniforme en todas las áreas del aula.

- Utilizar sistemas de control de iluminación, como sensores de movimiento y temporizadores, para optimizar el uso de la luz y reducir el consumo energético.(Factores Clave a Considerar En El Diseño de Iluminación, 2022)

- Integración de Luz Natural:

- Maximizar el uso de luz natural mediante ventanas adecuadamente ubicadas y el uso de cortinas o persianas que permitan controlar la intensidad de la luz.

- Considerar el uso de tragaluces y reflectores de luz para áreas con poca exposición a la luz natural.(eMascaró, s. f.-b)

- Implementación y Monitoreo

Instalación:

- Contratar a profesionales con experiencia en sistemas de iluminación educativa para asegurar una instalación correcta y segura.
- Realizar la instalación durante periodos de receso escolar para minimizar la interrupción de las actividades académicas.(cursosonlinearquitectura.com, 2021)

Capacitación y Mantenimiento:

- Capacitar al personal de mantenimiento en el uso y cuidado de los nuevos sistemas de iluminación.
- Establecer un programa de mantenimiento regular para asegurar el funcionamiento óptimo de las instalaciones de iluminación.(5 factores claves para diseñar la iluminación de viviendas, s. f.)

Evaluación Continua:

- Implementar un sistema de monitoreo continuo para evaluar la eficacia del rediseño de iluminación.
- Realizar encuestas periódicas a estudiantes y docentes para obtener retroalimentación sobre la calidad de la iluminación.(DISEÑO DE ILUMINACIÓN INTERIOR: ¿QUÉ ASPECTOS TOMAR EN CUENTA?, s. f.-a)

- Áreas para Futuras Investigaciones

- Impacto de la Iluminación en el Rendimiento Académico

Investigar cómo afectan los distintos niveles y tipos de iluminación al rendimiento académico de los niños en las distintas fases de su escolarización. Esto incluiría estudios longitudinales que puedan relacionar las mejoras en la iluminación con aumentos específicos del rendimiento en matemáticas, lectura y ciencias. *(DISEÑO DE ILUMINACIÓN INTERIOR: ¿QUÉ ASPECTOS TOMAR EN CUENTA?, s. f.-b)*

- Salud y Bienestar

Examinar el impacto de la iluminación escolar en la salud y el bienestar de alumnos y profesores. Podrían investigarse aspectos como la frecuencia de las cefaleas, la fatiga ocular y el efecto sobre el ciclo circadiano. *(DISEÑO DE ILUMINACIÓN INTERIOR: ¿QUÉ ASPECTOS TOMAR EN CUENTA?, s. f.-a)*

- Eficiencia Energética y Sostenibilidad

Evaluar la tecnología de iluminación más eficiente y respetuosa con el medio ambiente que puede adoptarse en las instalaciones educativas ecuatorianas. Esto implicaría un estudio de costes y beneficios a largo plazo de la inversión en sistemas de iluminación modernos como LED, sensores de luz diurna y sistemas automatizados de gestión de la energía. *(DISEÑO DE ILUMINACIÓN INTERIOR: ¿QUÉ ASPECTOS TOMAR EN CUENTA?, s. f.-b)*

- Inclusión y Accesibilidad

Investigar cómo el cambio de iluminación puede favorecer la accesibilidad y la inclusión de los alumnos con necesidades especiales, como los que tienen problemas visuales o de aprendizaje. (*DISEÑO DE ILUMINACIÓN INTERIOR: ¿QUÉ ASPECTOS TOMAR EN CUENTA?*, s. f.-a)

- Diseño y Arquitectura Escolar

Investigar cómo el diseño arquitectónico de escuelas puede combinarse con soluciones de iluminación para producir entornos de aprendizaje más eficaces y entretenidos. Esto incluye el estudio de cómo los distintos diseños de aulas y mobiliario interactúan con la iluminación para mejorar la experiencia docente.



(DISEÑO DE

CAPITULO III

3.1. Memoria Técnica

- Planos y Cálculos
- Alimentación Principal. (Acometida)
- Sistema de Fuerza (Conductores, Toma Corrientes dobles polarizados a tierra)
- Sistema de Iluminación – 120V.
- Sistema de Distribución (Centros de Carga y Protecciones)
- Cuadro de Cargas y Cálculo de la demanda.

Planos y Cálculos

Levantamiento de planos

Realizamos el levantamiento del lugar tomando las medidas de la Institución Educativa y realizamos los planos según la información obtenida y en base a eso rediseñamos los circuitos de iluminación y de fuerza de las áreas correspondientes a nuestro proyecto.

Para realizar la repotenciación del sistema eléctrico y de iluminación en la escuela, utilizamos AutoCAD para generar los planos detallados. AutoCAD nos permite diseñar con precisión los esquemáticos eléctricos y los diagramas de montaje, asegurando que cada componente esté correctamente ubicado y conectado dentro del sistema.

En el contexto de la acometida principal y la distribución de energía, AutoCAD facilita la representación exacta de la trayectoria de los cables, la ubicación de las luminarias, tomacorrientes, interruptores, y otros elementos críticos, permitiendo una planificación y ejecución efectiva del proyecto.

Además, el uso de AutoCAD nos permite actualizar y modificar los planos en tiempo real, adaptándonos a cualquier cambio que surja durante el proceso de instalación o inspección, asegurando que la infraestructura eléctrica cumpla con todos los requisitos de seguridad y funcionalidad.

Cálculos de Diseño

Para el diseño del sistema, se realizaron cálculos precisos que aseguran su correcto funcionamiento:

Se calcularon las capacidades necesarias de los componentes eléctricos, como conductores, centros de carga, protecciones, tomacorrientes & interruptores, garantizando que puedan manejar las cargas esperadas.

Esquemáticos Eléctricos:

- **Conexiones Eléctricas:** Estos diagramas muestran todas las conexiones eléctricas entre los componentes del sistema, incluyendo las luminarias, interruptores, tomacorrientes, y puntos de conexión principales. Cada línea verde en el plano representa un circuito eléctrico que conecta las luminarias y otros dispositivos a la fuente de alimentación. Los esquemas eléctricos permiten visualizar cómo fluye la electricidad a través del sistema, asegurando que todos los componentes estén correctamente interconectados.



FIGURE 2. PLANO ELECTRICO

Estos planos detallados son fundamentales para guiar la instalación y asegurar que el sistema de iluminación y fuerza funcione de manera eficiente y segura, cumpliendo con los objetivos del proyecto de repotenciación en la escuela.

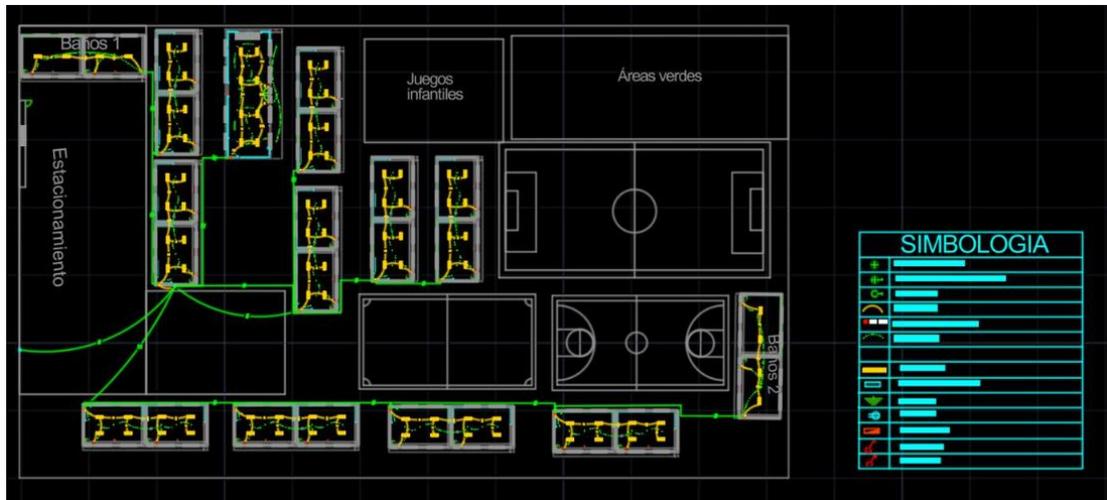


FIGURE 3. PLANO DE LUMINARIAS Y SIMBOLOGÍA

La imagen muestra un plano de distribución eléctrica en un área escolar, donde se puede observar el sistema de iluminación y fuerza. Los principales aspectos que se pueden destacar son:

La alimentación (Acometida) que va desde el medidor hasta la caja térmica principal de distribución T1 consta de tres conductores N.º 6 AWG de cobre aislado tipo THHN para fases, neutro, N.º 10 tierra canalizado por manguera BX de 3".

Luego tenemos alimentación que va desde la caja térmica principal de distribución T1 a caja térmica T4 que consta de cable concéntrico 3x10.

De igual manera tenemos alimentación que va desde la caja térmica principal de distribución T1 a caja térmica T7 que consta de cable concéntrico 3x10.

2. Diagramas de Montaje:

- **Montaje Físico:** Estos diagramas proporcionan instrucciones detalladas para el montaje físico de los componentes en el chasis del sistema. En el contexto de la imagen, esto incluiría la disposición y fijación de las luminarias en sus ubicaciones correspondientes, la instalación de las tuberías EMT que canalizan los cables, y la colocación de interruptores y tomacorrientes en sus respectivas posiciones. Los diagramas de montaje aseguran que todos los componentes estén correctamente instalados, siguiendo las especificaciones del diseño y cumpliendo con las normativas de seguridad.



FIGURE 4. TUBERÍA EMT DE 1/2 "INSTALADA CON CAJETINES OCTOGONALES

Estos planos detallados son fundamentales para guiar la instalación y asegurar que el sistema de iluminación y fuerza funcione de manera eficiente y segura, cumpliendo con los objetivos del proyecto de repotenciación en la escuela.

3.5. Circuito de Fuerza

Sistema de Fuerza:

- **Distribución de Energía:** El sistema de fuerza, representado por las líneas verdes están distribuidas desde la acometida principal hacia el medidor general, llegando al tablero principal de donde se distribuye los diferentes circuitos que alimentan diversas áreas funcionales, como el estacionamiento, baños, y áreas de recreación, aulas estudiantiles, auditorio y áreas administrativas.
- **Puntos de Conexión:** Existen puntos de conexión que alimentan las diferentes áreas, lo que permite una distribución de la energía eléctrica.
- **Panel de Control:** Tenemos un panel de control o centro de carga con protecciones (breakers termomagnéticos) cerca de la entrada principal, desde donde se distribuyen los circuitos hacia las diferentes áreas.
- Conductores eléctricos
- Se utilizarán cables de cobre tipo THHN de calibre 12 AWG: negro para la fase, blanco para el neutro y verde para la tierra. Estos cables estarán instalados en tuberías EMT galvanizadas de ½ pulgada, con cajetines rectangulares.

Tomacorrientes & Interruptores

El sistema de tomacorrientes y interruptores ha sido diseñado para ofrecer flexibilidad y facilidad de uso. Los tomacorrientes serán polarizados (con tres polos) y tendrán conexión a tierra, garantizando seguridad y uniformidad.

Los tomacorrientes de uso general se colocarán a una altura de 0.40 metros del suelo. Además, se instalarán interruptores dobles con luz piloto a una altura de 1 metro, lo que facilitará su acceso y uso. Los interruptores serán de la línea "veto premium", capaces de soportar más de 10,000 operaciones según las normas IEC, asegurando durabilidad y confiabilidad.

- **3.6. Protecciones**

- **Los circuitos de fuerza estarán protegidos por interruptor termo magnético N°1P-20A. SCHNEIDER**

Cálculos:

$$\text{Corriente total: } \frac{\text{Potencia Total}}{\text{Tension}}$$

$$\text{Corriente total: } \frac{1500W}{110V} = 13.64A$$

Conclusión:

La corriente total de 13.64 A es menor que la capacidad del breaker de 20 A. Por lo tanto, un breaker de 20 A es adecuado.

3.2.1. Tablero de distribución

Centro de carga.

Para nuestro proyecto, utilizaremos un centro de carga bifásico Square D con 8 vías, capaz de manejar hasta 125A. Este centro de carga se puede montar en superficie o empotrado y viene equipado con un dispositivo de corriente residual (RCD), así como bloques de terminales para entrada, tierra y neutro. Es compatible con los módulos de protección Square D MCB y SPD.

Las dimensiones del centro de carga son 250 mm de ancho, 272 mm de alto y 79 mm de profundidad. Su envolvente es blanca (RAL 9003), pintada con polvo epoxy de poliéster, y está fabricada en acero laminado frío de 0,9 mm de grosor. Con un grado de protección IP2XC, cumple con la norma IEC 60439-3, lo que garantiza su idoneidad para instalaciones en edificios comerciales pequeños y residenciales.

Puesta a Tierra.

Según el sistema eléctrico que requiere la instalación de toma de tierra general, se han de seguir unos determinados pasos y pautas. En todos los casos, la toma de tierra se debe realizar antes de la cimentación, ya que si se planifica de manera posterior habrá que buscar soluciones más complicadas y costosas.

El objetivo de este sistema de puesta a tierra es garantizar que, si una persona entra en contacto con un objeto metálico que debido a una avería eléctrica tenga cierta tensión, esta no exceda el umbral seguro, generalmente establecido en un máximo de 50 V

Los materiales que se usan en una puesta a tierra variarán ligeramente según la resistividad del terreno.

A continuación, se describen las partes de una toma de tierra:

Electrodos para puesta de tierra

La toma de tierra general se suele hacer mediante un anillo o malla de conductor horizontal desnudo y enterrado, complementado por electrodos verticales para disminuir la resistencia.

Existen diferentes tipos de electrodos según sean sus características y funcionalidad:

Las picas, también conocidas como jabalinas, son electrodos de acero con recubrimiento electrolítico de cobre que se utilizan en las soluciones de tipo estándar en terrenos de baja resistividad. La pica es una barra de acero cobrizada y se recomienda el uso de un grosor de cobre superior a 250 micras. Normalmente las picas son de 2 metros y pueden empalmarse para conseguir longitudes mayores. También existen picas de cobre macizo, acero galvanizado y acero inoxidable.

Electrodos dinámicos se usan en suelos con alta resistividad, por ejemplo, cuando el suelo es de roca y no sirve la solución estándar.

En estos casos, se usa el electrodo activo, formado por un tubo hueco de cobre relleno con una mezcla de compuestos iónicos que mejoran la resistividad del terreno alrededor del electrodo entre 30-80%.

Las placas se recomiendan para tomas de tierra en terrenos pedregosos. Generalmente son de cobre o acero galvanizado.

Los electrodos de grafito se caracterizan por ser buenos conductores e inertes frente a los agentes químicos, por ello están indicados en terrenos con alta resistividad. Es conveniente

instalarlos en pozos profundos, de forma que el electrodo quede al menos dos metros por debajo de la superficie.

Mejoradores de la conductividad

Los mejoradores de la conductividad se utilizan en terrenos con alta resistividad, donde conseguir un valor bajo de resistencia de tierra puede ser imposible aun instalando múltiples electrodos, para conseguir retener la humedad del terreno y aportar iones que reduzcan significativamente la resistencia de manera perdurable y sin corrosión.

Pararrayos: instalación de toma de tierra

Los pararrayos han de tener su propia toma de tierra, independiente de la puesta a tierra general pero unida a esta mediante una vía de chispas para evitar problemas de corrosión y disminuir las sobretensiones.

En un sistema de protección contra el rayo cada conductor de bajada debe tener una toma de tierra, constituida por los elementos conductores en contacto con el terreno capaces de dispersar la corriente del rayo en este.

La toma de tierra del pararrayos ha de tener un valor de resistencia exclusiva inferior a 10 ohmios. Debido a que el rayo es una corriente impulsional, es importante que la impedancia de la toma de tierra sea baja.

En lo que respecta a los electrodos utilizados, no se recomienda emplear solo uno de gran longitud. Se recomiendan electrodos profundos si la resistividad de la superficie es elevada y los estratos inferiores del terreno son húmedos.

<https://at3w.com/blog/sistema-de-puesta-a-tierra-general-instalacion-de-toma-de-tierra/>

Equipo de Medición

Para nuestras pruebas utilizaremos equipos sofisticados y acorde lo establecido para una medición correcta. En este caso usaremos una pinza de medición de puesta a tierra modelo AMCE 3711

Este dispositivo puede medir sistemas de puesta a tierra en subestaciones, industrias y redes de distribución de energía, así como determinar la resistividad del terreno para la instalación de sistemas de puesta a tierra de baja, media tensión.

Los probadores de resistencia a tierra Modelos 3711 y 3731 miden resistencias de electrodos de tierra y pequeñas mallas de tierra en cualquier condición atmosférica sin el uso de electrodos de tierra auxiliares. Los probadores de resistencia de tierra de mordazas se utilizan en sistemas de tierra múltiples sin tener que desconectar los electrodos de tierra durante el ensayo. Los modelos 3711 y 3731 simplemente rodean con sus mordazas los conductores de tierra o los electrodos de tierra y miden la resistencia a tierra.

Resistencia de electrodos artificiales

La resistencia a tierra de un electrodo prescrito en deberá ser a lo más de 25 Ohms. Cuando sea mayor, se deberá conectar dos o más electrodos en paralelo. Se recomienda que los electrodos sean probados periódicamente con el fin de determinar su resistencia.

Características y Usos: El electrodo de puesta a tierra estará constituido por una varilla de acero revestida de una capa de cobre. La capa de cobre se depositará sobre el acero mediante cualquiera de los siguientes procedimientos: Por fusión del cobre sobre el acero (Copperweld) Por proceso electrolítico Por proceso de extrusión revistiendo a presión la varilla de acero con tubo de cobre En cualquier caso, deberá asegurarse la buena adherencia del cobre sobre el acero.

CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO
FABRICANTE		DECOPPER S.A.C.
MATERIAL		ACERO SAE 1020 RECUBIERTO CON COBRE
NORMA DE FABRICACION		NTC – 2206
DIMENSIONES:		
Longitud	mts	2.40
Diametro	mm	5/8 y 3/4
ESPEJOR MINIMO DE LA CAPA DE COBRE	mm	0.27

FIGURE 5. CARACTERISTICAS TECNICAS DE LA VARILLA IMPLEMENTADA

3.3. Sistema de Iluminación

- los circuitos de iluminación estarán protegidos por interruptor termo magnético N°1P-16A. SCHNEIDER.

CANT. LUM	DESCRIPCION	POT. W	TOT. POT W
4	LAMPARA LED 4X18	72	288
4	LAMPARA LED 4X18	72	288
8			576

Cálculo de la corriente total del circuito:

Potencia total del circuito:

Potencia Total=Potencia por Luminaria × Numero de Luminarias

Potencia Total=60W×8=480W

Corriente total del circuito:

Corriente total:= $\frac{Potencia\ Total}{Tencion}$

Corriente total: := $\frac{480W}{Tencio110Vn} = 4.36A$

Verificación del breaker:

Un breaker de 16 A puede manejar hasta 16 A antes de dispararse.

La corriente total calculada es de 4.36 A, que es significativamente menor que la capacidad del breaker de 16 A.

Conclusión:

Un breaker de 16 A es más que suficiente para un circuito de 8 luminarias que consumen un total de 480 W. La corriente total de 4.36 A está dentro de la capacidad del breaker, lo que asegura que no se disparará bajo condiciones normales de operación.

- **Luminarias:** Las luminarias están distribuidas a lo largo de varios pasillos y áreas de la escuela, como los baños, estacionamiento, áreas de juegos infantiles, y áreas verdes, aulas y departamentos administrativos.
- **Circuitos:** Los circuitos de iluminación se encuentran interconectados y se distribuyen en líneas como se reconoce en el plano, asegurando una cobertura uniforme en todas las áreas.
- **Conexiones:** Las líneas verdes representan las conexiones eléctricas que alimentan a cada grupo de luminarias. Las conexiones están centralizadas, para facilitar el control y mantenimiento del sistema de iluminación.

Datos Iniciales:

- Número de lámparas: 16.
- Potencia por lámpara (P): 72W.
- Tensión de operación (V): 120V.
- Distancia del cableado (L): 60 metros.
- Caída de tensión permitida: 3% de 120V.

Cálculos:

1. Potencia Total:

$$P_{total} = 72W \times 18 = 1.296W$$

2. Corriente Total (I):

$$I = \frac{P_{total}}{V} + \frac{1.152W}{120V} = 0,0108A$$

3. Resistencia Máxima Permitida del Conductor (R):

La resistencia máxima permitida para cumplir con la caída de tensión se calcula así:

$$R = \frac{dV}{I} = \frac{3.6V}{9.6A} = 0.75\Omega$$

4. Resistencia del Cable Calibre 14:

Según la NEC 2011 (Art. 310-15), el cable calibre 14 AWG de cobre tiene una resistencia aproximada de 8.29 Ω /km.

Para una longitud de 30 metros:

$$R_{cable} = \frac{8.29\Omega}{Km} \times \frac{60}{1000} = 0.4974\Omega$$

Verificación según Normativas:

1. Capacidad de Corriente del Conductor (Art. 310-15 de la NEC):

- Un cable calibre 14 AWG tiene una capacidad de 15A, mayor que los 4.8A calculados, lo cual es adecuado.

2. Caída de Tensión Permitida:

- La resistencia calculada del cable es de 0.4974 Ω , menor que la resistencia máxima permitida de 0.75 Ω , lo cual cumple con la normativa de caída de tensión.

3. Protección Contra Sobre corriente (Art. 240 de la NEC):

- El cable debe estar protegido con un interruptor de 15A, que es adecuado para el cable calibre 14.

Cálculo de iluminación en DiaLux

El cálculo de iluminación en DiaLux consiste en simular y analizar cómo la luz se distribuye en un espacio, considerando tanto la intensidad como la cobertura de las fuentes de luz.

Este proceso permite asegurar que los niveles de iluminación sean adecuados para las actividades previstas, cumpliendo con los estándares y requerimientos específicos. Además, el software facilita la visualización de la ubicación óptima de las luminarias en los planos, garantizando una distribución uniforme y eficiente de la luz en el área de trabajo o recreación.

3.4. Cálculo de DiaLux

El estudio en el software de simulación DIALUX se obtienen resultados de acuerdo la necesidad específica en este caso de un Unidad Educativa en este caso son:

Auditorio

Para la iluminación del auditorio, se emplearán 8 luminarias, cada una equipada con 4 tubos LED de 18W. Estos tubos tienen una eficiencia luminosa de 150 lúmenes por vatio (lm/W), lo que garantiza una iluminación adecuada y eficiente en todo el espacio. En total, cada luminaria proporcionará 9600 lúmenes (4 tubos x 18W x 150 lm/W), asegurando un entorno bien iluminado, ideal para las actividades previstas en el auditorio.

Preset	Europa (EN 12464-1:2021)
Template selection	Please select
Active utilisation profile	
Type of use	
Space	38 Places of public assembly - Theatres, concert halls, cinemas, entertainment venues
Application	38.1 Practice rooms
Illuminance	
Maintenance values	
Visual task (Em)	500.0 lx Modify ▶
Visual task modified (Em,mod)	500.0 lx
Surrounding area (Em)	300.0 lx
Background area (Em)	100.0 lx
Cylindrical (Em,z)	150.0 lx
Wall (Em,wall)	7.5 lx
Ceiling (Em,ceiling)	100.0 lx
Uniformity (E _{min} /E _m)	0.410

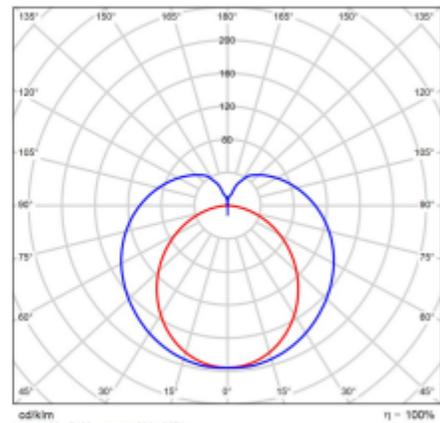
FIGURE 6 CANTIDAD DE LUXES PREESTABLECIDOS PARA EL AUDITORIO SEGÚN EL SOFTWARE.

Product data sheet

LEDVANCE - LEDTUBE T8 EM CON P 1200 16W 865 LEDV



Article No.	4058075823990
P	16.0 W
Φ_{Lamp}	2400 lm
$\Phi_{Luminaire}$	2400 lm
η	100.00 %
Luminous efficacy	150.0 lm/W
CCT	3000 K
CRI	100



Polar LDC

FIGURE 7: ESTUDIO DE LA LUMINARIA A USAR

Luminaire list

Φ_{total}		P_{total}		Luminous efficacy		
921600 lm		6144.0 W		150.0 lm/W		
pcs.	Manufacturer	Article No.	Article name	P	Φ	Luminous efficacy
352	LEDVANCE	40580758 23990	LEDTUBE T8 EM CON P 1200 16W 865 LEDV	16.0 W	2400 lm	150.0 lm/W
32	LEDVANCE	40580758 23990	LEDTUBE T8 EM CON P 1200 16W 865 LEDV	16.0 W	2400 lm	150.0 lm/W

FIGURE 8:DESCRIPCION DE LUMINARIA

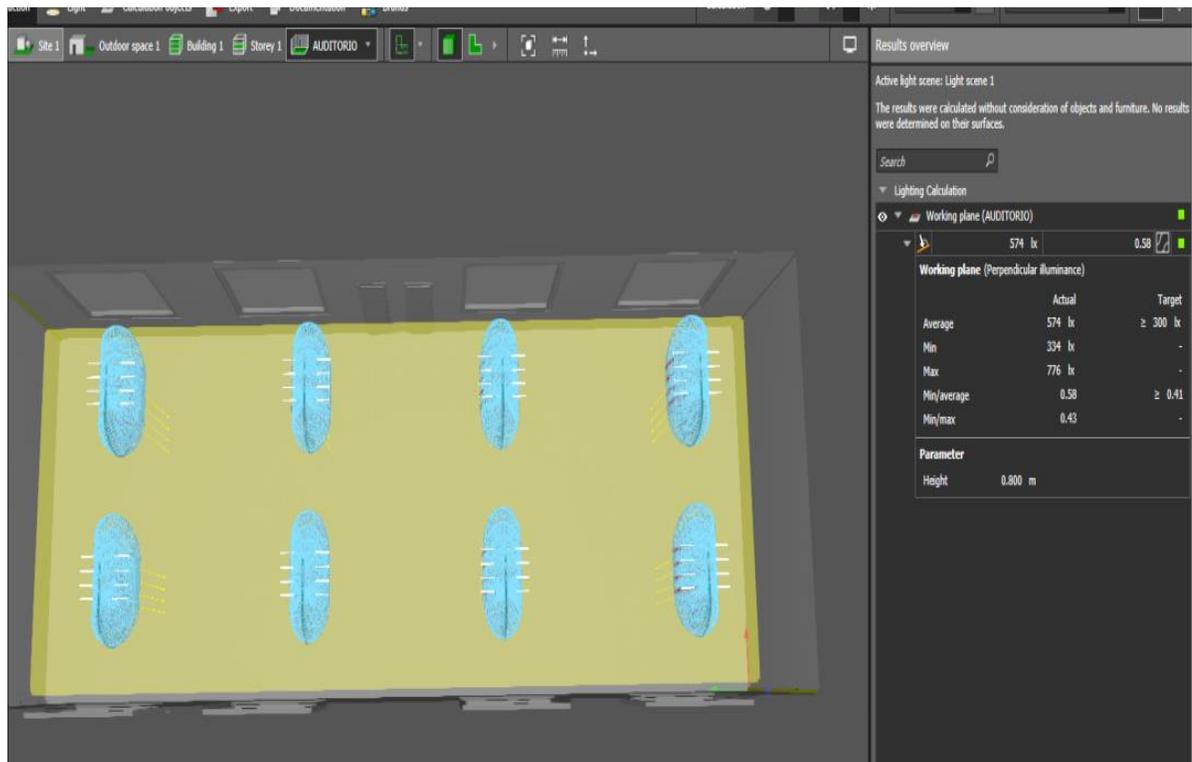


FIGURE 9: ESTUDIO DIALUX

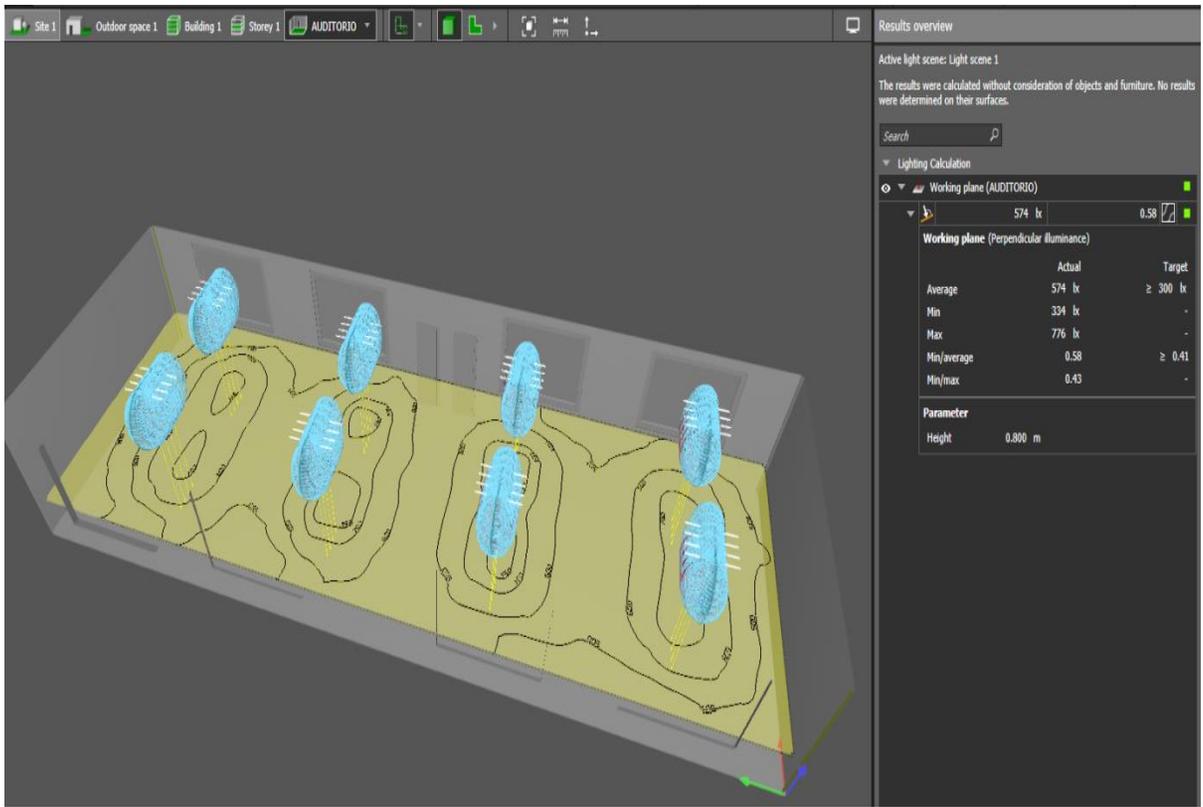


FIGURE 10: ESTUDIO DIALUX

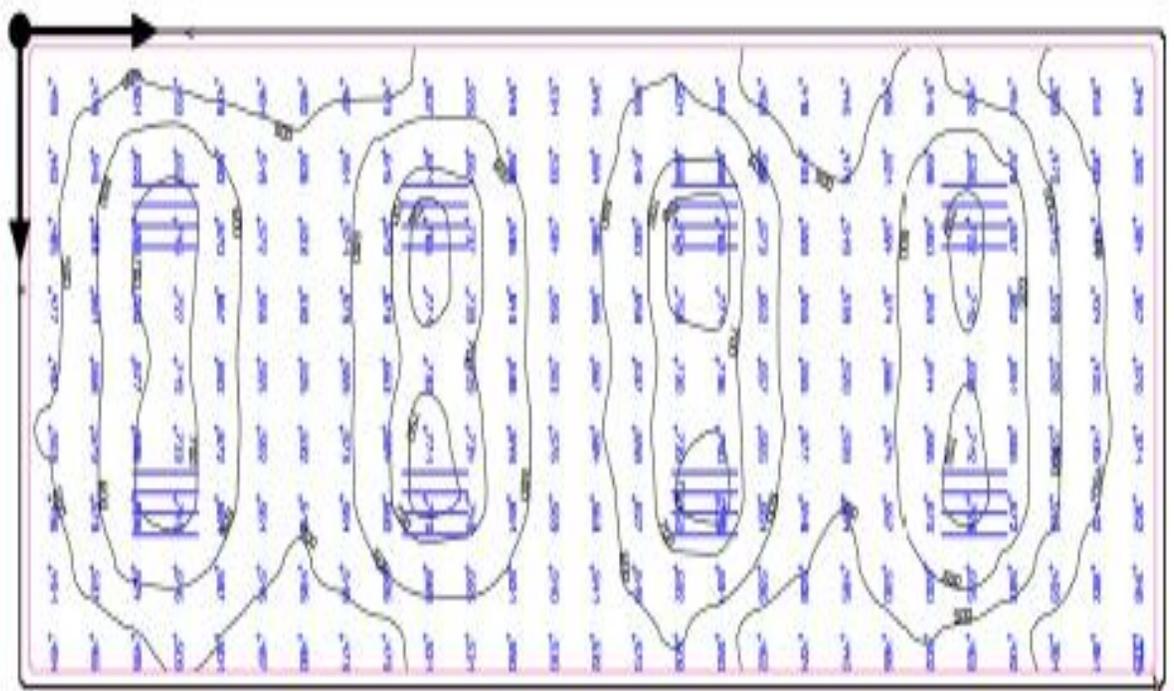


FIGURE 11: RESULTADOS DE LUMINOSIDAD

Building 1 · Storey 1 · AUDITORIO (Light scene 1)

Summary

Results

	Symbol	Calculated	Target	Check	Index
Working plane	$E_{\text{perpendicular}}$	574 lx	≥ 300 lx	✓	WP3
	U_0 (gr)	0.58	≥ 0.41	✓	WP3
	Lighting power density	4.54 W/m ²	-		
		0.79 W/m ² /100 lx	-		
Glare valuation ⁽¹⁾	$R_{UG, \text{max}}$	30	≤ 35	✓	
Energy estimation ⁽²⁾	Consumption	[621.04 - 985.60] kWh/a	max. 4250 kWh/a	✓	
Room	Lighting power density	4.26 W/m ²	-		
		0.74 W/m ² /100 lx	-		

FIGURE 12: PARÁMETROS CORRECTOS DEL ESTUDIO EN DIALUX

3.4.2. Cálculos de conductor:

Auditorio:

Datos:

Longitud del cable: 10 metros

Tensión: 110 V

Corriente: Asumiremos 30 A (un valor común para un cable calibre 10).

Resistencia del conductor (calibre 10 de cobre): 3.39 Ω /km

$$cCaída de Tension (V) = \frac{2 \times 10 \text{ ft} \times 30 \times 3.39}{1000} = 2.034V$$

Verificación:

La caída de tensión calculada es de 2.034 V.

El valor de caída de tensión representa aproximadamente el 1.85% de 110 V, lo cual está dentro del 3% recomendado para instalaciones eléctricas.

Conclusión:

El cable calibre 10 es adecuado para este tramo de 10 metros con una corriente de 30 A y una tensión de 110 V, ya que la caída de tensión es mínima y dentro de los límites aceptables.

Aula Jardín 1

Para la iluminación de las dos aulas, se ha planificado lo siguiente: Se instalarán 4 luminarias, cada una equipada con 4 tubos LED de 16W con una eficiencia de 150 lúmenes por vatio (lm/W). En total, cada luminaria ofrecerá 9600 lúmenes, asegurando un entorno bien iluminado y adecuado para las actividades educativas.

Preset	Europa (EN 12464-1:2021)	
Template selection	Please select	
Active utilisation profile		
Type of use		
Space	44 Educational premises - Educational buildings	
Application	44.21 Student common rooms and assembly halls	
Illuminance		
Maintenance values		
Visual task (Em)	300.0 lx	Modify ▶
Visual task modified (Em,mod)	300.0 lx	

FIGURE 13. CANTIDAD DE LUXES PREESTABLECIDOS PARA LAS AULAS DEL JARDÍN SEGÚN EL SOFTWARE.

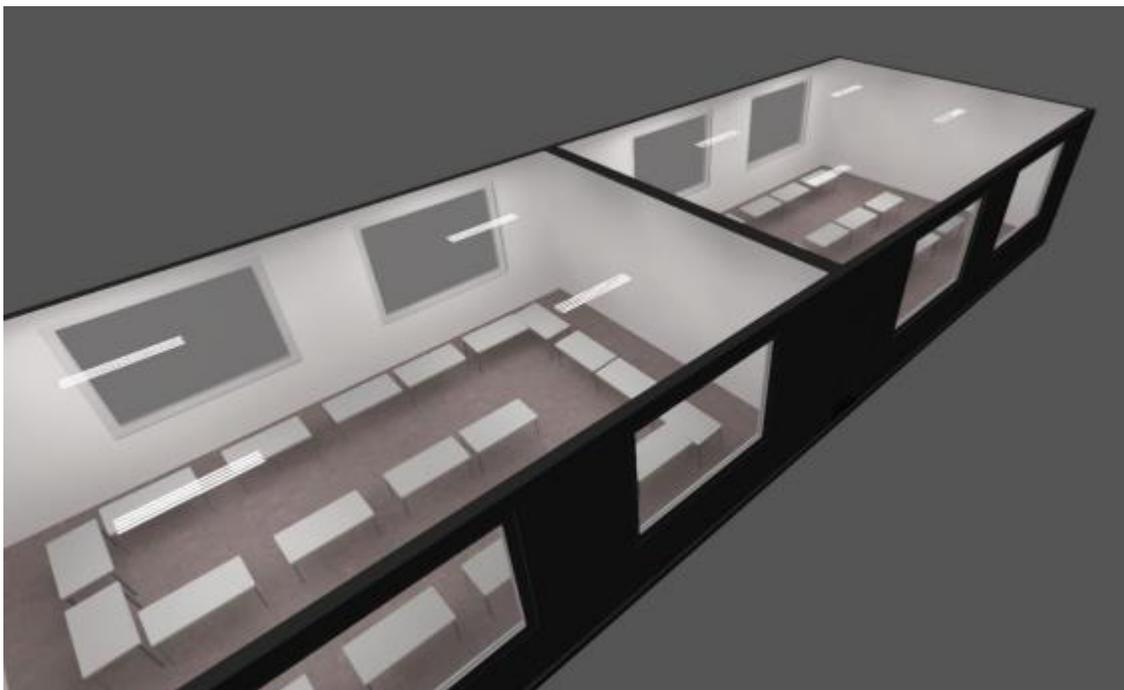


FIGURE 14: ESTUDIO DIALUX

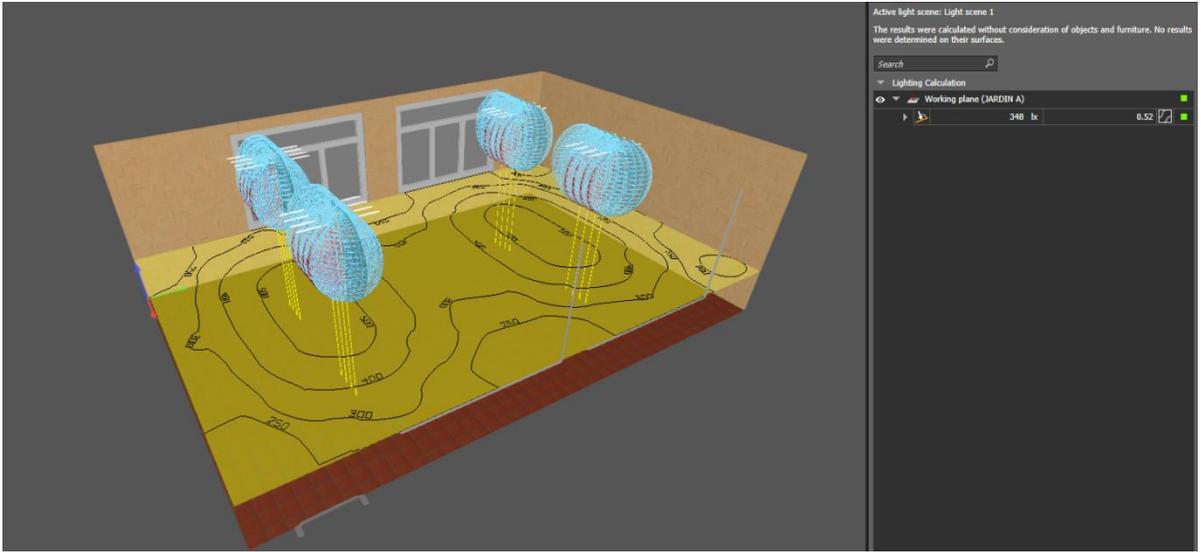


FIGURE 15: ESTUDIO DIALUX

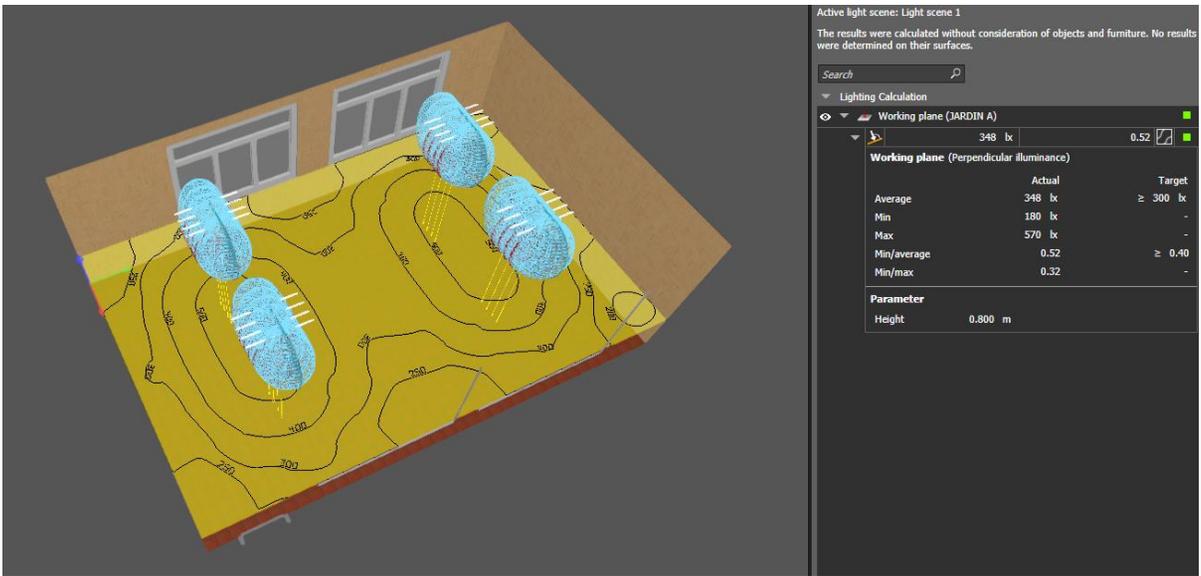


FIGURE 16:ESTUDIO DIALUX

Building 1 · Storey 1 · JARDIN B (Light scene 1)
Summary

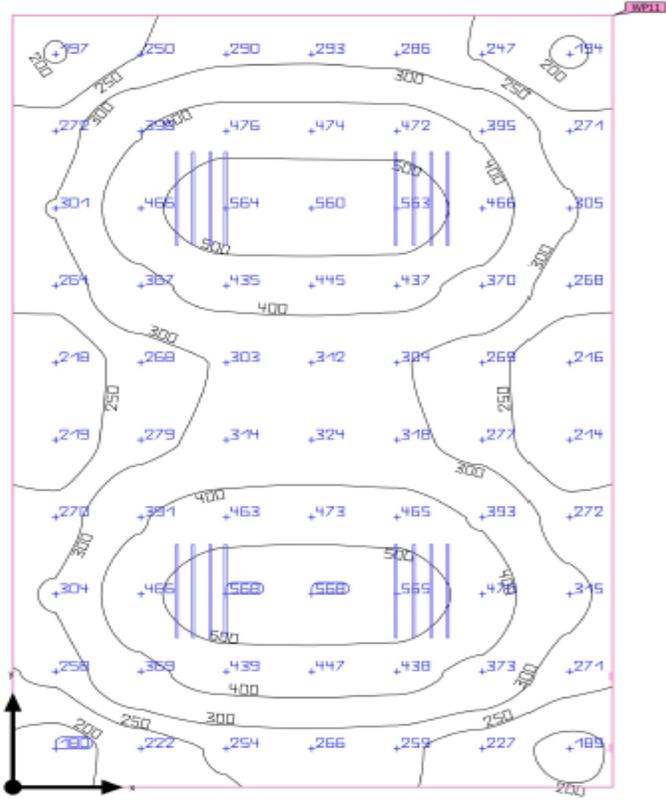


FIGURE 17: PARÁMETROS DE LUMINOCIDAD

Building 1 · Storey 1 · JARDIN B (Light scene 1)

Summary

Results

	Symbol	Calculated	Target	Check	Index
Working plane	$E_{\text{perpendicular}}$	348 lx	≥ 300 lx	✓	WP11
	$U_o (g_t)$	0.52	≥ 0.52	✓	WP11
Glare valuation ⁽¹⁾	$R_{UG,max}$	29	≤ 35	✓	
Energy estimation ⁽²⁾	Consumption	[204.48 - 340.48] kWh/a	max. 1850 kWh/a	✓	
Room	Lighting power density	4.88 W/m ²	-		
		1.40 W/m ² /100 lx	-		

FIGURE 18:PARAMETOS CORRECTOS DEL ESTUDIO DE DIALUX

Aula Jardín 2

Al igual que en el Aula 1, se instalarán 4 luminarias, también con 4 tubos LED de 16W y 150 lm/W. Esto proporcionará un total de 9600 lúmenes por luminaria, garantizando condiciones óptimas de iluminación para el aprendizaje.

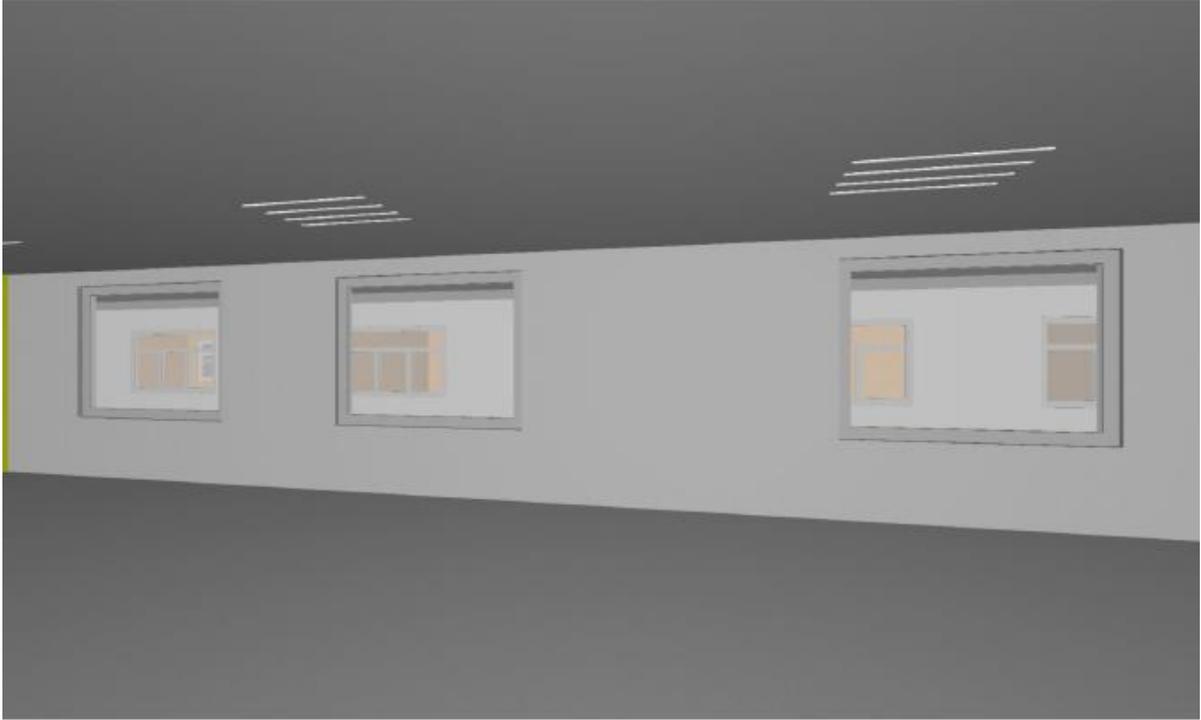


FIGURE 19: DISEÑO DIALUX

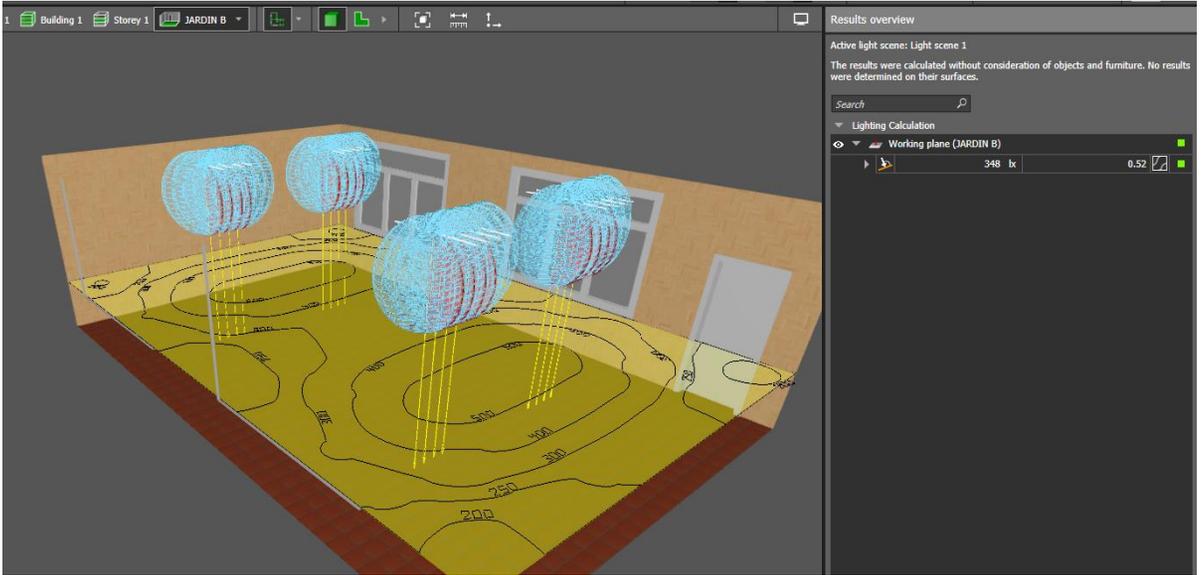


FIGURE 20:PARAMETROS CORRECTOS EN ESTUDIO DE DIALUX

Building 1 · Storey 1 · JARDIN B (Light scene 1)
Summary

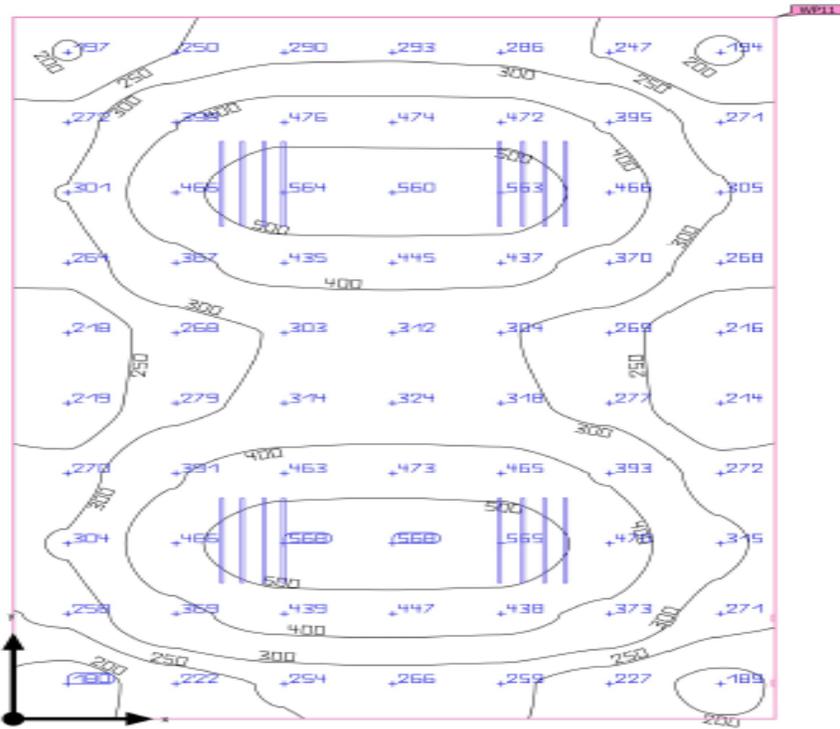


FIGURE 21: PARÁMETROS DE LUMINOCIDAD

Building 1 · Storey 1 · JARDIN B (Light scene 1)
Summary

Results

	Symbol	Calculated	Target	Check	Index
Working plane	$E_{\text{perpendicular}}$	348 lx	≥ 300 lx	✓	WP11
	U_0 (g _r)	0.52	≥ 0.52	✓	WP11
Glare valuation ⁽¹⁾	$R_{UG, \text{max}}$	29	≤ 35	✓	
Energy estimation ⁽²⁾	Consumption	[204.48 - 340.48] kWh/a	max. 1850 kWh/a	✓	
Room	Lighting power density	4.88 W/m ²	-		
		1.40 W/m ² /100 lx	-		

FIGURE 22: PARAMETROS CORRECTOS DEL ESTUDIO DE DIALUX

De esta manera, ambas aulas estarán equipadas con un sistema de iluminación eficiente y de alta calidad.

3.3.1. Circuito de Iluminación

Para la alimentación del sistema de Iluminación se implementará utilizando conductores tipo THHN de calibre 14 AWG, donde la fase será de color negro, el neutro de color blanco y la tierra de color verde. Todos los circuitos estarán instalados dentro de tubería EMT de ½ pulgada, se usarán cajetines octogonales para alojar las conexiones. La infraestructura existente en la Unidad Educativa ya cuenta con interruptores de alta calidad, con especificaciones "veto vive" y una capacidad de operación superior a 40,000 ciclos, cumpliendo con las normas IEC para garantizar durabilidad y confiabilidad en el sistema eléctrico.

Cuadro de cargas.

TABLA DE CIRCUITOS DE ILUMINACION Y PROTECCIONES								
Circuito	Descripción	Área Servida	Cantidad de Lámparas	Watts por Lámpara	Total Watts	Breaker (Amperios)	Corriente (Amperios)	CARGA MAXIMA SEGÚN LA NEC (15A)
C1	Iluminación de baño	Baño H1-M1	4	16 x 4	256	16A	2,29	SI CUMPLE
C2	Iluminación de aulas	Aulas 1-2	8	16x 4	512	16A	4,57	SI CUMPLE
C3	Iluminación de aulas	Aulas 3-4	8	16x 4	512	16A	4,57	SI CUMPLE
C4	Iluminación de auditorio	Auditorio	8	16x 4	512	16A	4,57	SI CUMPLE
C5	Iluminación de aulas	Aulas 6-7	8	16x 4	512	16A	4,57	SI CUMPLE
C6	Iluminación de aulas	Aulas 8-9	8	16x 4	512	16A	4,57	SI CUMPLE
C7	Iluminación de jardín	Jardín 1-2	8	16x 4	512	16A	4,57	SI CUMPLE
C8	Iluminación de jardín	Jardín 3-4	8	16x 4	512	16A	4,57	SI CUMPLE
LC9	Iluminación de oficina	Secretaría y Rectorado	8	16x 4	512	16A	4,57	SI CUMPLE
C10	Iluminación de aulas	Aulas 10-11	8	16x 4	512	16A	4,57	SI CUMPLE
C11	Iluminación de aulas	Aulas 12-13	8	16x 4	512	16A	4,57	SI CUMPLE
C12	Iluminación de aulas	Aulas 14-15	8	16x 4	512	16A	4,57	SI CUMPLE
C13	Iluminación de baño	Baño H2-M3	4	16x 4	256	16A	2,29	SI CUMPLE

FIGURE 23: ESTUDIO DE CARGAS DEL SISTEMA DE FUERZA

3.7. NORMAS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MATERIALES

National Electrical Code 1984 de National Fire Protection Association.

American National Standards Institute (ANSI)

National Electrical Manufacturers Association (NFMA)

Underwriter' Laboratories (UL)

American Society for testing and materials (ASTM)

Isolated Cale Engineers Association (ICEA)

Normas y reglamentos de la IEEE.

3.8. Normas de Implementación

El técnico eléctrico encargado de la implementación deberá cumplir estrictamente con las normas establecidas, las cuales se detallan a continuación. Los trabajos se realizarán siguiendo los planos específicos del proyecto, y la instalación eléctrica deberá ejecutarse de manera técnica, utilizando materiales de primera calidad, como se especifica en los capítulos correspondientes. La mano de obra estará a cargo de personal calificado, bajo la supervisión de un tutor académico.

En ningún caso se permitirá el uso de tuberías que no sean las especificadas, ni de diámetros inferiores a 1/2" (13 mm). La instalación de la tubería conducto deberá realizarse en paredes y tumbados, utilizando los accesorios adecuados, como uniones y conectores, que aseguren una conexión rígida y segura entre los tramos de tubería. Está prohibido el uso de roscas interiores en las tuberías, así como empates que no utilicen los conectores apropiados. Además, si es necesario cortar la tubería, se deberá eliminar cualquier residuo metálico que pueda dañar los conductores.

El acoplamiento de la tubería con las cajas de conexión o de salida se realizará únicamente con conectores adecuados, prohibiéndose la unión directa sin este accesorio. Si se utilizan codos formados en la misma tubería, el técnico deberá asegurar que la curvatura no disminuya el diámetro interior ni afecte la resistencia mecánica del tubo. Toda la tubería debe instalarse como un sistema completo antes de pasar los conductores, y debe limpiarse para evitar humedad u otros elementos que dificulten el paso de los cables. Se podrá utilizar lubricante apropiado cuando sea necesario.

Las conexiones de los conductores deberán estar aseguradas para evitar aflojamiento por vibraciones, esfuerzos normales o calentamiento. No se permitirán empalmes de conductores dentro de la tubería, siendo estos permitidos solo en las cajas de salida o paso. Los extremos de los conductores en cada salida de alumbrado deberán tener una longitud mínima de 30 cm para facilitar las conexiones de las luminarias.

3.4.2. Cálculos de conductor:

Auditorio:

Datos:

Longitud del cable: 10 metros

Tensión: 110 V

Corriente: Asumiremos 30 A (un valor común para un cable calibre 10).

Resistencia del conductor (calibre 10 de cobre): 3.39 Ω /km

$$cCaída de Tension (V) = \frac{2 \times 10 \text{ ft} \times 30 \times 3.39}{1000} = 2.034V$$

Verificación:

La caída de tensión calculada es de 2.034 V.

El valor de caída de tensión representa aproximadamente el 1.85% de 110 V, lo cual está dentro del 3% recomendado para instalaciones eléctricas.

Conclusión:

El cable calibre 10 es adecuado para este tramo de 10 metros con una corriente de 30 A y una tensión de 110 V, ya que la caída de tensión es mínima y dentro de los límites aceptables.

Aulas:

Datos:

Longitud del cable: 15 metros

Corriente: Asumiremos 30 A

Resistencia del conductor (calibre 10 de cobre): 3.39 Ω /km

Caída de tensión:

$$cCaída de Tension (V) = \frac{2 \times 15 \text{ ft} \times 30 \times 3.39}{1000} = 3.051V$$

Interpretación:

La caída de tensión calculada es de 3.051 V para un tramo de 15 metros con una corriente de 30 A utilizando un cable calibre 10 de cobre.

Este valor de caída de tensión es aproximadamente el 2.54% para una instalación de 120 V.

Para acometida se usará conductor flexibles tipo THHN con N.º 10 AWG de cobre.

Acometida Principal:

Datos:

Longitud del cable: 10 metros

Tensión: 220 V

Corriente: Asumiremos 40 A.

Resistencia del conductor (calibre 8 de cobre): 2.10 Ω /km

$$cCaída de Tension (V) = \frac{2 \times 10 \text{ ft} \times 40 \times 2.10}{1000} = 1.68V$$

Verificación:

La caída de tensión calculada es de 1.68 V.

El valor de caída de tensión representa aproximadamente el 0.76% de 220 V, lo cual es muy inferior al 3% recomendado para instalaciones eléctricas.

Conclusión:

El cable calibre 8 es adecuado para este tramo de 10 metros con una corriente de 40 A y una tensión de 220 V, ya que la caída de tensión es mínima y dentro de los límites aceptables.

3.5. Estudio de carga:

1	 ESTUDIO DE CARGA Y DEMANDA							hoja 1 de 1	
2								FECHA:	
3								aa mm dd	
4	NOMBRE DEL PROYECTO: Repotenciación del sistema de fuerza e iluminación del auditorio y dos aulas de la Unidad Educativa								
5	"Celiano Monje"								
6	Estudiantes: Caiza Toaquiza Jhon Xavier, Valdivieso Pabon Christian Andres								
7									
8	PLANILLA PARA LA DETERMINACION DE LAS DEMANDAS UNITARIAS DE DISEÑO								
9									
10	RENGLON	ARATOS ELECTRICOS Y DE ALUMBRADO		CI	FFUn	CIR	FSn	DMU	
11		DESCRIPCION	CANT.	Pn (w)	(w)	(%)	(w)	(%)	(W)
12	1	Auditorio							
13	2	Proyector	1	200,0	200,0	100	200,0	30	60,0
14	3	Toma corrientes	10	150,0	1.500,0	100	1.500,0	50	750,0
15	4	Focos	6	12,0	72,0	100	72,0	75	54,0
16	5	Computadora	2	400,0	800,0	100	800,0	45	360,0
17		Aula 1							
18	6	Iluminarias	3	12,0	36,0	100	36,0	75	27,0
19	7	Tomacorrientes	2	150,0	300,0	100	300,0	40	120,0
20	8	Computadora	1	400,0	400,0	100	400,0	50	200,0
21		Aula 2							
22	9	Iluminacion	3	12,0	36,0	100	36,0	75	27,0
23	10	Tomacorrientes	2	150,0	300,0	100	300,0	40	120,0
24	11	Computadora	1	400,0	400,0	100	400,0	50	200,0
25									
26		TOTALES :					2.608,0		1.571,0
27									
28		Factor de Potencia FP =	0,95						
29								Factor de Demanda FDM= DMUt(w)/CIRt(w)=	0,60
30		DMU (KVA) =	1,65						
31								Demanda Requerida (KVA):	1,65
32									
33									
34									

FIGURE 24:ESTUDIO DE CARGA

Implementacion.

Auditorio:



FIGURE 25: RETIRO DE CABLE #12 USADO PARA ILUMINACION



FIGURE 26: DESMONTAJE DE LUMINARIAS



FIGURE 28: NUEVO CABLEADO PARA LUMINARIAS



FIGURE 27: NUEVO CABLEADO PARA LUMINARIAS



FIGURE 31: NUEVA ESTRUCTURA PARA LUMINARIAS



FIGURE 30: NUEVA ESTRUCTURA PARA LUMINARIAS



FIGURE 32: INSTALACIÓN NUEVAS LUMINARIAS



FIGURE 29: INSTALACIÓN NUEVAS LUMINARIAS

Aulas:



FIGURE 36: NUEVA ESTRUCTURA PARA ILUMINACION



FIGURE 35: NUEVO CABLEADO



FIGURE 34: INSTALACIÓN NUEVAS LUMINARIAS

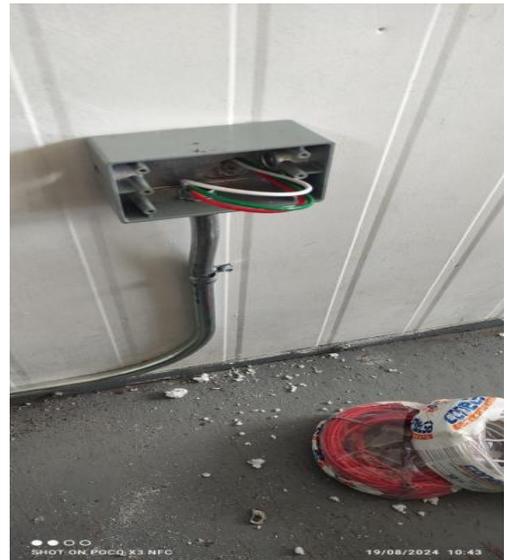


FIGURE 33: NUEVA ESTRUCTURA PARA TOMACORRINETE



FIGURE 37: INSTALACION TOMACORRINETE



FIGURE 38: INSTALACION DE PUESTA A TIERRA CON GEM MEJORADOR DE TIERRA

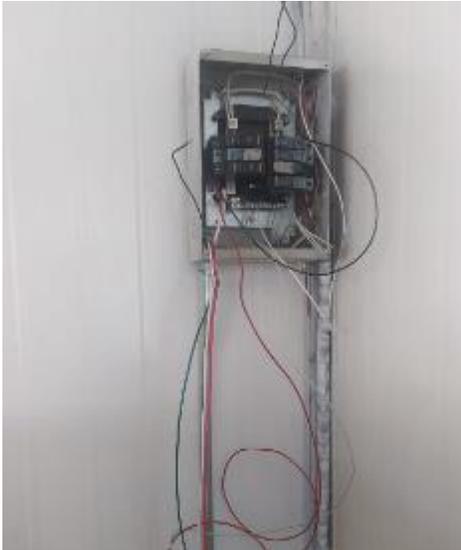


FIGURE 39: NUEVOS CIRCUITOS DE ILUMINACION Y TOMACORRIENTES

CAPITULO IV

4. *Pruebas, resultados y discusión.*

En este capítulo realizaremos las comparaciones pertinentes sobre las nuevas luminarias instalas en la Unidad Educativa “Celiano Monje” Basándonos en un estudio realizado en la plataforma DiaLux.

a. **Tabla de Mediciones:**

Escenario	DiaLux	Mediciones
Auditorio	700 / 500 / 400	704.2 / 511.7 / 407.8
Aula 1	500 /400/ 200	501.6 / 404.5 / 216.7
Aula 2	500 / 400 / 200	504.3 /402.2 / 206.8

4.1.1. Luminarias

Auditorio



FIGURE 40: MEDICIÓN DE LUMINOCIDAD



FIGURE 41: MEDICIÓN DE LUMINOCIDAD



FIGURE 42: MEDICIÓN DE LUMINOCIDAD



FIGURE 43: MEDICIÓN DE LUMINOCIDAD

Aula 1:



FIGURE 44: MEDICIÓN DE LUMINOCIDAD



FIGURE 45: MEDICIÓN DE LUMINOCIDAD

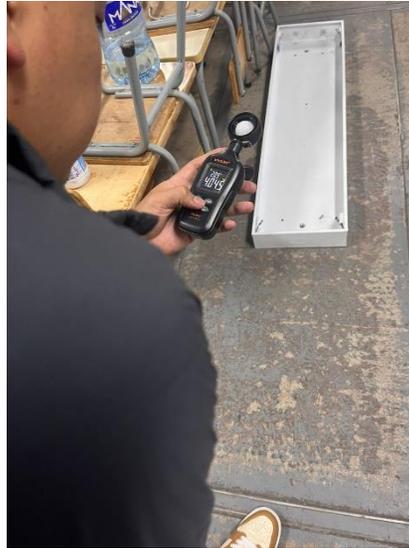


FIGURE 46: MEDICIÓN DE LUMINOCIDAD



FIGURE 47: MEDICIÓN DE LUMINOCIDAD

Aula 2:



FIGURE 48: MEDICIÓN DE LUMINOCIDAD



FIGURE 49: MEDICIÓN DE LUMINOCIDAD



FIGURE 50: MEDICIÓN DE LUMINOCIDAD

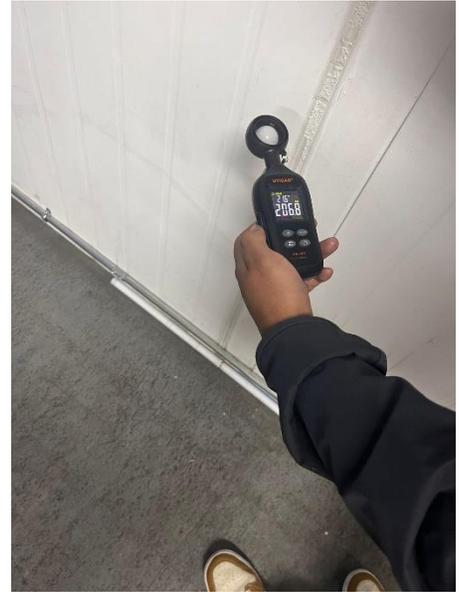


FIGURE 51: MEDICIÓN DE LUMINOCIDAD

4.1.2 Circuitos de fuerza

Auditorio: En este caso el auditorio contaba con una correcta conexión de tomacorrientes en tanto de cableado calibre #12 como lo dice la norma NEC por lo tanto no serializo intervención en dicho circuito, se encontró que las piezas no contaban con tapas se realizó la instalación de tapas nuevas.



FIGURE 53: CIRCUITO DE FUERZA



FIGURE 52: CIRCUITO DE FUERZA

Aula 1: En este caso el aula contaba con 4 tomacorrientes en sus costados cada uno pero dos de ellos estaban instalados de una manera empírica nada segura para los estudiante por lo tanto se procedió a la reinstalación de dos nuevos tomacorrientes con materiales adecuados y siguiendo normas eléctricas.



FIGURE 55: PUNTO NUEVO DE TOMACORRINETE



FIGURE 54: PUNTO NUEVO DE TOMACORRINETE

Aula 2: En este caso el aula contaba con 4 tomacorrientes en sus costados cada uno, pero dos de ellos estaban instalados de una manera empírica nada segura para los estudiante por lo tanto se procedió a la reinstalación de dos nuevos tomacorrientes con materiales adecuados y siguiendo normas eléctricas.



FIGURE 57: PUNTO NUEVO DE TOMACORRINETE



FIGURE 56: PUNTO NUEVO DE TOMACORRINETE

4.1.3. Cajas Térmicas

En la Unidad Educativa “Celiano Monje” nos encontramos con una caja térmica principal a la cual llega la acometida del medidor de la Empresa Eléctrica.

Dicha caja térmica cuenta con Varios circuitos referentes a las aulas también cuenta con una puesta a tierra.



FIGURE 58: CAJA TERMICA PRINCIPAL

Auditorio:

En el auditorio pudimos observar que no contaba con una caja térmica que pueda tener control de los circuitos pertenecientes al auditorio. Por lo tanto, colocamos una caja térmica de 4 puntos.



FIGURE 59: NUEVA CAJA TERMICA INSTALADA EN EL AUDITORIO

Aulas:

Las aulas en este caso si contaban su propia caja termica por lo cual no fue necesario realizar una nueva instalación.



FIGURE 60: CAJA TERMICA DE LAS AULAS YA EXISTENTE CON ANTERIORIDAD



FIGURE 61: PUESTA A TIERRA OPTIMA

CAPITULO V

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

- **Mejora del Entorno Educativo:** La repotenciación del sistema de iluminación y fuerza en la Unidad Educativa “Celiano Monje” es fundamental para crear un entorno educativo más saludable y propicio para el aprendizaje. La implementación de un diseño de iluminación adecuado no solo mejora la visibilidad en aulas y pasillos, sino que también contribuye a la reducción de la fatiga visual y mejora la concentración de estudiantes y docentes.

- **Impacto en el Rendimiento Académico:** Los estudios sugieren que una iluminación adecuada puede tener un efecto positivo en el rendimiento académico de los estudiantes. Al mejorar la calidad de la iluminación, se espera que se observe un aumento en el rendimiento en áreas clave como matemáticas, lectura y ciencias, lo que justifica la inversión en este proyecto.

- **Seguridad y Mantenimiento:** La evaluación de las instalaciones eléctricas ha revelado problemas de seguridad que podrían poner en riesgo a los usuarios. La repotenciación no solo aborda la calidad de la iluminación, sino que también mejora la seguridad eléctrica, reduciendo el riesgo de incidentes como descargas eléctricas y cortocircuitos.

- **Sostenibilidad y Eficiencia Energética:** La adopción de tecnologías de iluminación eficientes, como los sistemas LED, no solo reduce el consumo energético, sino que también

contribuye a la sostenibilidad ambiental. Esto es especialmente relevante en el contexto actual, donde la eficiencia energética es una prioridad en las instituciones educativas.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda establecer un programa de capacitación para el personal de mantenimiento sobre el uso y cuidado de los nuevos sistemas de iluminación. Esto asegurará que el personal esté preparado para realizar un mantenimiento adecuado y prolongar la vida útil de las instalaciones.

- Implementar un sistema de monitoreo continuo para evaluar la eficacia del rediseño de iluminación. Realizar encuestas periódicas a estudiantes y docentes permitirá obtener retroalimentación sobre la calidad de la iluminación y hacer ajustes necesarios.

- Se sugiere llevar a cabo investigaciones adicionales sobre el impacto de la iluminación en el rendimiento académico y la salud de los estudiantes y docentes. Esto podría incluir estudios longitudinales que relacionen mejoras en la iluminación con resultados académicos específicos.

- Establecer un programa de mantenimiento regular para asegurar el funcionamiento óptimo de las instalaciones de iluminación. Esto ayudará a prevenir problemas futuros y garantizar que el sistema opere de manera eficiente.

Se recomienda considerar la inversión en tecnologías de iluminación más eficientes y respetuosas con el medio ambiente, como sensores de luz diurna y sistemas automatizados de gestión de energía. Esto no solo mejorará la calidad de la iluminación, sino que también reducirá los costos operativos a largo plazo.

5.3 BIBLIOGRAFIA

5 factores claves para diseñar la iluminación de viviendas. (s. f.). Saltoki. Recuperado 5 de septiembre de 2024, de <https://www.saltoki.com/blog/5-aspectos-importantes-iluminacion-vivienda>

Agencia de Regulación y Control de Electricidad | Ecuador—Guía Oficial de Trámites y Servicios. (s. f.). Recuperado 5 de septiembre de 2024, de <https://www.gob.ec/arconel>

Asociación Electrotécnica Peruana “SOLUCIONES TECNOLÓGICAS PARA REDUCIR LAS PERTURBACIONES QUE DEGRADAN LA CALIDAD DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA”—Asociación Electrotécnica Peruana. (s. f.).

Recuperado 5 de septiembre de 2024, de <https://aep-peru.org/soluciones-tecnologicas-para-reducir-las-perturbaciones-que-degradan-la-calidad-de-la-energia-electrica/>

Blog para profesionales. (s. f.). Recuperado 5 de septiembre de 2024, de

<https://tecnolite.lat/blog/especialistas/fuentes-de-luz-como-se-clasifican-y-que-efectos-producen/>

Capítulos de la NEC (Norma Ecuatoriana de la Construcción) – MIDUVI – Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (s. f.). Recuperado 5 de septiembre de 2024, de

<https://www.habitatyvivienda.gob.ec/documentos-normativos-nec-norma-ecuatoriana-de-la-construccion/>

Curso de iluminación. (s. f.). Recuperado 5 de septiembre de 2024, de

<https://grlum.dpe.upc.edu/manual/fundamentosIluminacion-laVision.php>

cursosonlinearquitectura.com, H. (2021, noviembre 20). 5 Factores a tener en cuenta en el Diseño de

Iluminación de Arquitectura. Cursos Online Arquitectura. <https://cursosonlinearquitectura.com/5-factores-en-el-diseno-de-iluminacion-de-arquitectura/>

DISEÑO DE ILUMINACIÓN INTERIOR: ¿QUÉ ASPECTOS TOMAR EN CUENTA? (s. f.-a). Recuperado 5 de septiembre de 2024, de <https://megalamparas.com.gt/disenio-de-iluminacion-interior/>

DISEÑO DE ILUMINACIÓN INTERIOR: ¿QUÉ ASPECTOS TOMAR EN CUENTA? (s. f.-b). Recuperado 5 de septiembre de 2024, de <https://megalamparas.com.gt/disenio-de-iluminacion-interior/>

Documentos Legales y Normativos – Ministerio de Educación. (s. f.). Recuperado 5 de septiembre de 2024, de

<https://educacion.gob.ec/documentos-legales-y-normativos/>

Duran, J. H. M. (2023). Determinación de buenas prácticas en el diseño de sistemas de Iluminación para el ámbito educativo en la ciudad de Esmeraldas. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), Article 1. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.5847

El concepto de revisión sistemática de la evidencia científica. (s. f.). Recuperado 5 de septiembre de 2024, de

https://cv.uoc.edu/UOC/a/moduls/90/90_166e/web/main/m5/c1/1.html

eMascaró. (s. f.-a). *Diseño de iluminación: Qué es y cómo aplicarlo.* Recuperado 5 de septiembre de 2024, de

<//faro.es/es/blog/disen-de-iluminacion/>

eMascaró. (s. f.-b). *Diseño de iluminación: Qué es y cómo aplicarlo.* Recuperado 5 de septiembre de 2024, de

<//faro.es/es/blog/disen-de-iluminacion/>

eMascaró. (s. f.-c). *Lux y lumen: Qué son y cuáles son las diferencias.* Recuperado 5 de septiembre de 2024,

de <//faro.es/es/blog/lux-y-lumen/>

¿En qué consiste el diseño de iluminación? Sus 6 rasgos principales. (s. f.). ESDESIGN. Recuperado 5 de

septiembre de 2024, de <https://www.esdesignbarcelona.com/actualidad/disen-espacios/en-que-consiste-el-disen-de-iluminacion-sus-6-rasgos-principales>

Espacios Educativos | LAMP. (s. f.). Recuperado 5 de septiembre de 2024, de

https://www.lamp.es/es/news/la-importancia-de-una-buena-iluminacion-en-espacios-educativos_500258

Factores clave a considerar en el diseño de iluminación. (2022, mayo 11). [https://es.zgsm-](https://es.zgsm-china.com/blog/key-factors-to-consider-in-the-design-of-road-lighting-projects.html)

[china.com/blog/key-factors-to-consider-in-the-design-of-road-lighting-projects.html](https://es.zgsm-china.com/blog/key-factors-to-consider-in-the-design-of-road-lighting-projects.html)

Fundamentos básicos de iluminación—SERCORARQ. (s. f.). Recuperado 5 de septiembre de 2024, de

<https://sercorarq.jimdofree.com/2016/04/14/fundamentos-b%C3%A1sicos-de-iluminaci%C3%B3n/>

Fundamentos de iluminación LED en nuestros productos. (s. f.). Recuperado 5 de septiembre de 2024, de

<https://luxes.es/fundamentos-de-iluminacion/>

Gavilanes, B. J. R. (s. f.). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE ILUMINACIÓN PARA EL SALÓN 216B DEL EDIFICIO DE AULAS Y RELACIÓN CON EL MEDIO EXTERNO (EARME) DE LA EPN.*

IES Marketing—Other Publishers—Enterprise Solutions—Products & Services. (s. f.). Recuperado 5 de septiembre de 2024, de https://www.astm.org/products-services/enterprise-solutions/other-publishers/ies-marketing.html?gad_source=1&gclid=CjwKCAjwreW2BhBhEiwAavLwfAso3qn3QXI-6GWXIDFZQgKbtUqy9thAvd_vVw-Vgvlyo7i5eq1Cgxoc64gQAvD_BwE

Iluminación. (s. f.). UL Solutions LATAM. Recuperado 5 de septiembre de 2024, de <https://latam.ul.com/es/industrias/iluminacion>

Iluminación con lámparas led en la instalaciones de equipos y maquinarias eléctricas para mejorar la calidad de aprendizaje de los estudiantes del 2do y 3ero de bachillerato de la “Unidad Educativa Ecuador Amazónico” del Cantón Daule Provincia del Guayas. (s. f.). Recuperado 5 de septiembre de 2024, de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/4253>

Iza, I. M., Medina, I. F., Parra, I. C., Chimarro, I. D., Rosero, I. R., Bonifaccini, I. L. F., Terán, I. S., & Parra, I. F. (s. f.). *Colaboración en la Elaboración del Capítulo.*

La importancia de la iluminación en los espacios educativos | Arquitectura Viva. (s. f.). Recuperado 5 de septiembre de 2024, de <https://arquitecturaviva.com/marcas/productos/la-importancia-de-la-iluminacion-en-los-espacios-educativos>

Leyes Reglamentos – Calidad Ecuador. (s. f.). Recuperado 5 de septiembre de 2024, de https://calidadecuador.produccion.gob.ec/?page_id=169

Martinez Nova, A., & Gijon-Nogueron, G. (2016). La evidencia científica: Método de evaluación de resultados clínicos, el camino para la podología. *Revista Española de Podología*, 28(1), 58-60.
<https://doi.org/10.1016/j.repod.2017.03.001>

meli. (2017, mayo 1). ¿Por qué es importante la calidad de la luz en el aprendizaje? *ingenieria y eficiencia.*
<https://ingenieriayeficiencia.com/calidad-de-la-luz-en-el-aprendizaje/>

Normativa | Corte Constitucional del Ecuador. (s. f.). Recuperado 5 de septiembre de 2024, de

<https://www.corteconstitucional.gob.ec/251206-2/>

Normativa – Gobierno Electrónico de Ecuador. (s. f.). Recuperado 5 de septiembre de 2024, de

<https://www.gobiernoelectronico.gob.ec/normativa/>

¿Qué es el diseño de iluminación y cómo aplicarlo con éxito? | EGLO. (s. f.). Recuperado 5 de septiembre de

2024, de <https://www.eglo.com/es/disenio-iluminacion-como-aplicarlo>

Tipos y fuentes de luz en el diseño industrial | Blog. (s. f.). Domestika. Recuperado 5 de septiembre de 2024,

de <https://www.domestika.org/es/blog/4214-tipos-y-fuentes-de-luz-en-el-diseno-industrial>

5.4 Anexos.

<https://www.youtube.com/shorts/zAUQJQ-aSm4>

<https://www.youtube.com/watch?v=co1c6OyPmJ4>

<https://www.youtube.com/watch?v=PhWxDBrGnsU>