

Pregrado

Carrera: Electricidad.

Asignatura (UIC): Desarrollo de proyectos eléctricos.

Trabajo de titulación previo a la obtención del Título en: Tecnólogo superior.

Tema: Repotenciación de sistemas eléctricos y luminarias, en Unidad Educativa Manuela Sáenz de Aizpuru.

Autor/s: Freddy Sigcha, Brayan Catota y Chacha Franklin.

Tutor metodológico: Ing. Catota Ocapana Pablo Cesar.

Tutor Técnico: Ing. Catota Ocapana Pablo Cesar.

Sangolquí, septiembre de 2024



Autor:



(Sigcha Azogue Freddy Elías)

Título a obtener: Tecnólogo superior en electricidad.

Matriz: Sangolquí –Ecuador

Correo electrónico: freddy.sigcha@ister.edu.ec

Autor:



(Catota Calo Brayan Anderson)

Título a obtener: Tecnólogo superior en electricidad.

Matriz: Sangolquí –Ecuador

Correo electrónico: brayan.catota@ister.edu.ec

Autor:



(Chacha Chata Franklin Orlando)

Título a obtener: Tecnólogo superior en electricidad.

Matriz: Sangolquí –Ecuador

Correo electrónico: franklin.chacha@ister.edu.ec

Dirigido por:



(Catota Ocapana Pablo Cesar)

Título: Ingeniero

Matriz: Sangolquí –Ecuador

Correo electrónico: pablo.catota@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 e investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

©2024 Tecnológico Universitario

Rumiñahui SANGOLQUÍ –ECUADOR

(FREDDY SIGCHA, BRAYAN CATOTA Y CHACHA FRANKLIN.)

***(REPOTENCIACIÓN DE SISTEMAS ELÉCTRICOS Y LUMINARIAS, EN
UNIDAD EDUCATIVA MANUELA SÁENZ DE AIZPURU)***



CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2024-ISTER-6-6.2

Sangolquí, 15 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, FREDDY ELIAS SIGCHA AZOGUE, BRAYAN ANDERSON CATOTA CALO, FRANKLIN ORLANDO CHACHA CHATA, declaro y acepto en forma expresa lo siguiente: Ser autor del trabajo de titulación denominado REPOTENCIACIÓN DE SISTEMAS ELÉCTRICOS Y LUMINARIAS, EN UNIDAD EDUCATIVA MANUELA SÁENZ DE AIZPURU, de la Tecnología Superior TECNOLOGÍA UNIVERSITARIA 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,

FREDDY ELIAS SIGCHA AZOGUE
C.I.: 0202371217



Atentamente,

BRAYAN ANDERSON CATOTA CALO,
C.I.: 0503883738

Atentamente,

FRANKLÍN ORLANDO CHACHA CHATA
C.I.: 2100588595

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

CT-ANX-2024-ISTER-1

CARRERA:

TECNOLOGÍA UNIVERSITARIA EN ELECTRICIDAD

AUTOR /ES:

FREDDY ELIAS SIGCHA AZOGUE
BRAYAN ANDERSON CATOTA CALO
FRANKLIN ORLANDO CHACHA CHATA

TUTOR:

PABLO CESAR CATOTA OCAPANA

CONTACTO ESTUDIANTE:

0986745091
0959411698
0994873778

CORREO ELECTRÓNICO:

freddysigcha@ister.edu.ec
brayan.catota@ister.edu.ec
franklin.chacha@ister.edu.ec

TEMA:

REPOTENCIACIÓN DE SISTEMAS ELÉCTRICOS Y LUMINARIAS, EN UNIDAD
EDUCATIVA MANUELA SÁENZ DE AIZPURU.

OPCIÓN DE TITULACIÓN:

RESUMEN EN ESPAÑOL:

MATRIZ SANGOLQUÍ: Av. Atahualpa 1701 y 8 de Febrero

Telf: 0960052734 / 023524576 / 022331628

 www.ister.edu.ec / info@ister.edu.ec

La repotenciación de sistemas eléctricos y luminarias en la Unidad Educativa Manuela Sáenz de Aizpuru busca mejorar la infraestructura eléctrica y de iluminación para proporcionar un entorno educativo seguro y adecuado. El proyecto se inicia con una evaluación exhaustiva de las instalaciones existentes para identificar fallas y puntos críticos. Luego, se elabora un diseño detallado que incluye planos eléctricos, especificaciones técnicas y estimación de costos. En la fase de ejecución, se renueva el cableado y se instalan luminarias modernas de tecnología LED, mejorando la seguridad, eficiencia energética y facilitando el mantenimiento con tableros eléctricos optimizados. Una vez completada la instalación, se realizan pruebas exhaustivas para asegurar el correcto funcionamiento y se obtiene la certificación de seguridad eléctrica conforme a normativas locales e internacionales. Para mantener la durabilidad y eficiencia de las nuevas instalaciones, se capacita al personal de mantenimiento y se establece un plan preventivo de mantenimiento. La repotenciación de los sistemas eléctricos y luminarias no solo mejora la iluminación y ahorra energía, sino que también aumenta la seguridad, reduciendo los riesgos de incendios y accidentes eléctricos tanto para estudiantes como para el personal docente. Este proyecto no solo optimiza el entorno de aprendizaje, sino que también cumple con estándares de sostenibilidad y bienestar comunitario al mejorar la infraestructura educativa. Es una inversión esencial que asegura un entorno propicio para el aprendizaje seguro y eficiente en la Unidad Educativa Manuela Sáenz de Aizpuru

PALABRAS CLAVE:

DISEÑO, ILUMINACIÓN, INSTALACIONES ELÉCTRICAS, LED.

ABSTRACT:

The retrofitting of electrical systems and lighting at the Manuela Saenz de Aizpuru Educational Unit seeks to improve the electrical and lighting infrastructure to provide a safe and adequate educational environment. The project begins with a thorough assessment of the existing facilities to identify faults and critical points. Then, a detailed design is drawn up that includes electrical plans, technical specifications and cost estimates. In the execution phase, the wiring is renewed and modern LED technology luminaires are installed, improving safety, energy efficiency and facilitating maintenance with optimized electrical panels. Once the installation is complete, exhaustive tests are carried out to ensure proper operation and electrical safety certification is obtained in accordance with local and international regulations. To maintain the durability and efficiency of the new facilities, maintenance personnel are trained and a preventive maintenance plan is established. The retrofitting of electrical systems and lighting not only improves lighting and saves energy, but also increases safety, reducing the risk of fires and electrical accidents for both students and teaching staff. This project not only optimizes the learning environment, but also meets sustainability and community well-being standards by improving educational infrastructure. It is an essential investment that ensures an environment conducive to safe and efficient learning at the Manuela Saenz de Aispuru Educational Unit. Keywords: Design, Lighting, Electrical installations, LED.

KEYWORDS: DESIGN, LIGHTING, ELECTRICAL INSTALLATIONS, LED



SOLICITUD DE PUBLICACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2024-ISTER-2
Sangolquí, 15 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 Educativa Manuela Sáenz Aispuro del estudiante: FREDDY ELIAS SIGCHA AZOGUE, BRAYAN ANDERSON CATOTA CALO, FRANKLIN ORLANDO CHACHA CHATA, con C.I.: 0202371217, 0503883738, 2100588595, alumno de la Carrera TECNOLOGÍA UNIVERSITARIA EN ELECTRICIDAD.

Atentamente,

Firma del Estudiante
C.I.: 0202371217

Atentamente,

Firma del Estudiante
C.I.: 0503883738
Atentamente,

Firma del Estudiante
C.I.: 2100588595

SÓLO PARA USO DEL ISTER

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



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

Agradezco primero a Dios, porque sin Su guía y bendición, nada hubiese sido posible tanto en mi vida estudiantil como cotidiana. Dedico este trabajo de manera especial a Él, quien me ha permitido dar un paso tan importante en mi vida y ha permanecido a mi lado sin abandonarme ni un solo momento, brindándome sabiduría y amor cada día, lo que me ha permitido culminar mis estudios superiores. Este trabajo también está dedicado a mis padres, a mi querida familia y demás familiares, quienes han sido mi apoyo incondicional y fuente de fortaleza a lo largo de este proceso académico. Les debo gratitud eterna, ya que han sido mi inspiración y luz para superarme profesionalmente. Su apoyo ha sido mi mayor fuerza en los momentos más difíciles, ayudándome a levantarme y continuar hasta alcanzar el objetivo planteado.

Freddy Sigcha.

En este proyecto dedico a un ser divino que es Dios que gracias a el estoy en este mundo a mis padres en especial a mis hermanos en especial a mi hermana que siempre estuvo dándome su apoyo incondicional ya que ha sido mi principal cimiento para construir mi vida profesional siendo yo la base de responsabilidad y deseos de superación como también a mis compañeros que me han compartido sus conocimientos

Franklin Chacha.

Agradezco, en primer lugar, a Dios por su bendición, sin la cual nada de esto habría sido posible. A mis padres y a mi familia, cuyo amor incondicional y apoyo constante han sido mi mayor fuente de inspiración y motivación. A mi tutor, por su orientación invaluable y paciencia a lo largo de este proceso, elementos fundamentales para la culminación de este trabajo. También agradezco a mis amigos y compañeros de estudio por su compañía, apoyo moral y los momentos compartidos, que hicieron este camino más llevadero y enriquecedor.

Brayan Catota.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Instituto Tecnológico Rumiñahui por haberme abierto las puertas para adquirir los conocimientos necesarios para enfrentar futuros retos. Asimismo, extiendo mi gratitud a los maestros, quienes no solo cuidaron de nuestra formación cognitiva, sino también de nuestra integridad afectiva, impartiendo sus enseñanzas con amor y sabiduría. Un agradecimiento especial a la Unidad Educativa Manuela Sáenz Aizpuru, por brindar la oportunidad y el apoyo para llevar a cabo mi proyecto de titulación de repotenciación de sistemas eléctricos y luminarias, lo que facilitó el desarrollo y la exitosa culminación de este importante proyecto.

Freddy Sigcha.

Gracias también al instituto Rumiñahui por haberme abierto las puertas para adquirir el conocimiento necesario a el personal docente por haber compartido sus conocimientos como también a la institución manuela Sáenz Aizpuru al magister Mauricio Toapanta por darnos la oportunidad de realizar el proyecto de repotenciación gracias a todos.

Franklin Chacha.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento al Instituto Rumiñahui por abrirme sus puertas y permitir que los maestros de la institución compartieran sus valiosos conocimientos. También agradezco al representante de la institución Manuela Sáenz de Aizpuru por brindarnos la oportunidad de materializar los conocimientos adquiridos en la universidad, los cuales han sido fundamentales para el desarrollo y culminación de este proyecto. A mis padres, les agradezco por su amor incondicional, apoyo constante y fe inquebrantable en mí. Su sacrificio, paciencia y dedicación han sido una fuente constante de inspiración y motivación.

Brayan Catota.

Índice general.

Resumen.....	12
Abstract.....	13
CAPITULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Planteamiento del Problema.....	1
1.2. Justificación.....	2
1.3. Alcance.....	2
1.4. Objetivos.....	3
1.4.1. Objetivos General.....	3
1.4.2. Objetivos Específicos.....	3
CAPITULO II.....	4
2. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. Antecedentes:.....	4
2.2. AutoCAD.....	5
2.3. Sistema de iluminación.....	5
2.3.1. Características de un sistema de iluminación.....	6
2.3.2. La Luz.....	7
Flujo luminoso.....	8
2.3.3. Dispositivos de control de iluminación.....	12
2.4. Luminarias.....	14
2.4.1. Tipos de lámparas.....	14
2.4.2. Lámparas Incandescentes.....	14
2.4.3. Lámparas Halógenas.....	15
2.4.4. Lámparas Fluorescentes.....	15
2.4.5. Lámparas LED.....	16
2.5. DIALux.....	16
2.6. Conductores eléctricos.....	18
2.6.1. Tipos de circuitos eléctricos.....	21
2.6.2. Método de lúmenes.....	22
2.7. Normas utilizadas para el diseño del sistema de iluminación.....	24
CAPITULO III.....	25

3.	DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN	25
3.1.	Estudio de carga actual.	25
3.2.	Plano estado actual del sistema eléctrico de la institución	27
3.3.	Diseño de iluminación propuesto para el área de intervención.	29
3.3.1.	Índice del local (k).....	29
3.3.2.	Cálculo de los coeficientes de reflexión.....	29
3.3.3.	Cálculo de coeficiente de utilización	31
3.3.4.	Determinación del coeficiente de mantenimiento (Cm) o conservación de la instalación.	32
3.3.5.	Cálculo del número de luminarias para determinar el nivel de iluminación requerido.....	33
3.3.6.	Consideración del número de lámparas instaladas es el correcto ..	34
3.4.	Diseño DIALux.....	35
3.4.1.	Importar el plano arquitectónico al software DIALux Evo.....	35
3.4.2.	Crear el Modelo de área de intervención en la institución.	36
3.4.3.	Definir Materiales y Acabados.....	36
3.4.4.	Configuración de los elementos del proyecto.	37
3.4.5.	Selección de luminarias.....	38
3.4.6.	Distribución de luminarias en área de construcción.....	41
3.4.7.	Simulación y resultados.	42
3.5.	Diseño eléctrico.	43
3.5.1.	Cálculo de carga.	44
3.5.2.	Cálculo del calibre de conductor	44
3.6.	Estudio de caídas de voltaje.	47
3.6.1.	Cálculo de caída de voltaje.	47
3.7.	Selección de protecciones.....	49
3.8.	Cálculo de la acometida.....	49
	De acuerdo a la normativa NEC se determina a realizar los pozos de revisión a la distancia de 25m en línea recta o en cada cambio de sentido de dirección para ductos de conductores.....	51
3.9.	Puesta a tierra.....	51
3.9.1.	Selección de puesta a tierra.	51
3.9.2.	Calibre del conductor de puesta a tierra	51
	CAPITULO IV	52

4.	PRUEBAS, RESULTADOS Y DISCUSIÓN	52
4.1.	Plano en AutoCAD del diseño eléctrico.....	52
4.2.	Diagrama unifilar.....	53
4.3.	Lista de materiales.....	54
4.4.	Implementación de luminarias en la institución.....	56
4.4.1.	Luminarias.....	56
	CAPITULO V	62
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	62
5.1.	Conclusiones.....	62
5.2.	Recomendaciones	63
	BIBLIOGRAFIA	64
	ANEXOS	66

LISTA DE TABLAS

TABLA

Tabla 1. Flujo luminoso según tipo de luminarias.....	8
Tabla 2. Código de colores según la normativa NEC.....	20
Tabla 3. Corriente nominal según la normativa NEC.....	20
Tabla 4. Levantamiento de información.....	26
Tabla 5. Tabla de coeficientes de reflexión.....	30
Tabla 6. Tabla de coeficientes de reflexión.....	30
Tabla 7. Tabla de coeficientes de reflexión.....	31
Tabla 8. Tabla de coeficientes de reflexión.....	32
Tabla 9. Coeficientes de mantenimiento.....	32
Tabla 10. Lúmenes por cada área.....	33
Tabla 11. Cálculo de números de luminarias en área de implementación.....	34
Tabla 12. Según la norma se determina las luxes apropiadas en cada área.....	34
Tabla 13. Cuadro de carga total por cada circuito.....	44
Tabla 14. Selección del cable y protección para el circuito.....	46
Tabla 15. Numero de protección en los circuitos.....	48
Tabla 16. Numero de protección en los circuitos.....	49
Tabla 17. Los conductores.....	50
Tabla 18. Selección de conductor de medidor a tablero principal.....	50
Tabla 19. Selección de conductor de tablero de general (distribución).....	51
Tabla 20. Selección de conductor de puesta a tierra.....	51
Tabla 21. Tamaño de los conductores de tierra para canalizaciones y equipos.....	51
Tabla 22. Lista de materiales.....	54
Tabla 23. Medidas de luxes.....	61
Tabla 24. Medidas de voltaje.....	61
Tabla 25. Medidas de corriente.....	62
Tabla 26. Nivel de iluminación antes de intervención.....	66
Tabla 27. Nivel de iluminación según diseño DIALux.....	67
Tabla 28. Resultado de nivel de iluminación de actuales.....	67

LISTA DE FIGURAS

Figura

Figura 1. Software de AutoCAD	5
Figura 2. Sistema de iluminación.	7
Figura 3. Luminancia.	9
Figura 4. Escalas de color con referencia a su temperatura.	9
Figura 5. Intensidad y su respetiva longitud de onda.	10
Figura 6. Luz natural	11
Figura 7. Luz artificial.	12
Figura 8. Elementos de soporte de luminarias.	13
Figura 9. Partes de la bombilla.	14
Figura 10. Lámparas halógenas.	15
Figura 11. Lámparas fluorescentes.	15
Figura 12. Lámparas LED.	16
Figura 13. Software de DIALux.	16
Figura 14. Conductores eléctricos.	18
Figura 15. Conductores subterráneos.	19
Figura 16. Conductores eléctricos.	21
Figura 17. Circuito en serie.	21
Figura 18. Circuito en paralelo.	22
Figura 19. Protección instalada para las aulas y el baño.	25
Figura 20. Área de la institución de Quito diseño actual de las instalaciones internas.	26
Figura 21. Plano actual del sistema de iluminación y fuerza en el área de la institución.	27
Figura 22. Diagrama unifilar actual del sistema de iluminación y fuerza en el área de la institución de Quito	28
Figura 23. Resultado del coeficiente de utilización.	31
Figura 24. Plano de intervención en DWG.	35
Figura 25. Plano de implementación en DIALux evo.	35
Figura 26. Crear modelo de área de intervención en DIALux.	36
Figura 27. Definir materiales en área intervención DIALux	36
Figura 28. La Estructura de Implementación en DIALux.	37
Figura 29. Nivel de luminosidad (Norma Europea UNE-EN 12464- 1:2021).	38
Figura 30. Selección de luminarias en DIALux.	38
Figura 31. Luminarias Sylvania de 36W de DIALux.	40
Figura 32. Características Luminarias Sylvania de 36W importado a DIALux.	40
Figura 33. Lámpara MPELED BULB LBD2 40W 2800K LBD2-(40V).	40
Figura 34. Características de Luminaria de MPE.	40
Figura 35. Características de aula de área Construcción.	41

Figura 36. Colocación de luminarias DIALux.....	41
Figura 37. Resultado de la simulación de Aula 1.	42
Figura 38. Resultados generales de la simulación software DIALux.	43
Figura 39. Sección del cable y amperaje que soporte.	46
Figura 40. Diseño del plano eléctrico en AutoCAD.....	52
Figura 41. Diseño del plano eléctrico en AutoCAD.....	53
Figura 42. Luminarias antes.	56
Figura 43. Implementación de luminarias.	56
Figura 44. luminarias actuales.	56
Figura 45. Implementación de interruptor subsistentes veto en aulas de institución.	57
Figura 46. Implementación de circuito de fuerza en la institución educativa.....	57
Figura 47. Ductos PVC para conductor.....	58
Figura 48. Cajas de distribución.	58
Figura 49. Luminarias actuales en la institución educativa.	59
Figura 50. Cajas de revisión subterráneo.....	59
Figura 51. Nivel iluminación antes de la intervención.	60
Figura 52. Nivel iluminación subsistente en área de servicios higiénicos.....	60
Figura 53. Medidas de actuales de voltaje en área intervención.....	61
Figura 54. Medidas de corriente subsistente en área intervención de circuito 5.....	62
Figura 55. Resultado de software DIALux	67
Figura 56. Cotización de materiales.	68
Figura 57. Voltaje (121V).	71
Figura 58. Corriente actual (3.68A).....	72

Repotenciación De Sistemas Eléctricos y Luminarias, En Unidad Educativa

Manuela Sáenz De Aizpuru.

Resumen.

La repotenciación de sistemas eléctricos y luminarias en la Unidad Educativa Manuela Sáenz de Aizpuru busca mejorar la infraestructura eléctrica y de iluminación para proporcionar un entorno educativo seguro y adecuado. El proyecto se inicia con una evaluación exhaustiva de las instalaciones existentes para identificar fallas y puntos críticos. Luego, se elabora un diseño detallado que incluye planos eléctricos, especificaciones técnicas y estimación de costos. En la fase de ejecución, se renueva el cableado y se instalan luminarias modernas de tecnología LED, mejorando la seguridad, eficiencia energética y facilitando el mantenimiento con tableros eléctricos optimizados.

Una vez completada la instalación, se realizan pruebas exhaustivas para asegurar el correcto funcionamiento y se obtiene la certificación de seguridad eléctrica conforme a normativas locales e internacionales. Para mantener la durabilidad y eficiencia de las nuevas instalaciones, se capacita al personal de mantenimiento y se establece un plan preventivo de mantenimiento.

La repotenciación de los sistemas eléctricos y luminarias no solo mejora la iluminación y ahorra energía, sino que también aumenta la seguridad, reduciendo los riesgos de incendios y accidentes eléctricos tanto para estudiantes como para el personal docente. Este proyecto no solo optimiza el entorno de aprendizaje, sino que también cumple con estándares de sostenibilidad y bienestar comunitario al mejorar la infraestructura educativa. Es una inversión esencial que asegura un entorno propicio para el aprendizaje seguro y eficiente en la Unidad Educativa Manuela Sáenz de Aizpuru.

Palabras Clave: Diseño, Iluminación, Instalaciones eléctricas, LED.

Abstract.

The retrofitting of electrical systems and lighting at the Manuela Saenz de Aizpuru Educational Unit seeks to improve the electrical and lighting infrastructure to provide a safe and adequate educational environment. The project begins with a thorough assessment of the existing facilities to identify faults and critical points. Then, a detailed design is drawn up that includes electrical plans, technical specifications and cost estimates. In the execution phase, the wiring is renewed and modern LED technology luminaires are installed, improving safety, energy efficiency and facilitating maintenance with optimized electrical panels.

Once the installation is complete, exhaustive tests are carried out to ensure proper operation and electrical safety certification is obtained in accordance with local and international regulations. To maintain the durability and efficiency of the new facilities, maintenance personnel are trained and a preventive maintenance plan is established.

The retrofitting of electrical systems and lighting not only improves lighting and saves energy, but also increases safety, reducing the risk of fires and electrical accidents for both students and teaching staff. This project not only optimizes the learning environment, but also meets sustainability and community well-being standards by improving educational infrastructure. It is an essential investment that ensures an environment conducive to safe and efficient learning at the Manuela Saenz de Aispuru Educational Unit.

Keywords: Design, Lighting, Electrical installations, LED.

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

La repotenciación de sistemas eléctricos y luminarias en la Unidad Educativa Manuela Sáenz de Aizpuru es un proyecto esencial para mejorar la infraestructura educativa. En un entorno donde la seguridad y la eficiencia energética son primordiales, la modernización de las instalaciones eléctricas y de iluminación se convierte en una prioridad. Este proceso no solo busca cumplir con las normativas vigentes, sino también proporcionar un ambiente más seguro y adecuado para estudiantes y personal docente.

Las instalaciones eléctricas y luminarias obsoletas pueden representar riesgos significativos, como sobrecargas, fallos en el suministro eléctrico e incendios. Además, una iluminación inadecuada afecta negativamente el rendimiento académico y la salud visual de los estudiantes. Por lo tanto, este proyecto abarca desde la evaluación y diagnóstico inicial de las instalaciones existentes hasta la implementación de soluciones modernas y eficientes.

El uso de tecnologías avanzadas, como luminarias LED, no solo mejora la calidad de la iluminación, sino que también reduce el consumo energético, contribuyendo a la sostenibilidad ambiental. La repotenciación de sistemas eléctricos y luminarias en esta institución educativa es una inversión crucial para garantizar un entorno seguro, eficiente y propicio para el aprendizaje.

1.1. Planteamiento del Problema

La Unidad Educativa Manuela Sáenz de Aizpuru es reconocida como un centro educativo que cuenta con aulas que requieren mejoras en su iluminación. Actualmente, se ha evidenciado que enfrenta problemas en su sistema eléctrico de iluminación, lo que dificulta el proceso de aprendizaje de los estudiantes y traslado del personal académico. Cada aula está equipada con dos focos y un tomacorriente, pero sus instalaciones eléctricas están expuestas al aire libre, sin canalización para protección. Esta situación genera insatisfacción tanto en el personal educativo como en los estudiantes, quienes hacen un uso frecuente de estas instalaciones.

El deterioro de las canalizaciones representa un riesgo para la seguridad y la eficiencia del sistema eléctrico, por lo que su reparación o sustitución es fundamental. La iluminación deficiente afecta el entorno de aprendizaje, dificultando la concentración y afectando el rendimiento académico de los estudiantes. Asimismo, los tomacorrientes e

interruptores defectuosos aumentan el riesgo de accidentes eléctricos y obstaculizan las actividades diarias en la institución educativa. Es esencial realizar una revisión exhaustiva de las cajas de distribución para garantizar su correcto funcionamiento y prevenir posibles problemas.

1.2. Justificación

Actualmente, en la Unidad Educativa Manuela Sáenz de Aizpuru, se ha identificado la necesidad de implementar iluminación en un área específica del plantel educativo. Durante las horas de la tarde, este espacio carece de cualquier tipo de iluminación, lo que representa un peligro al dificultar el traslado del personal que utiliza estas aulas cotidianamente.

Por otro lado, se observa que las instalaciones están diseñadas experimentalmente y carecen de cumplimiento normativo. En este caso, sería fundamental aplicar la normativa eléctrica del Ecuador, específicamente el Código Eléctrico Nacional (NEC), cuya aplicación es de suma importancia. Ignorar esta normativa representa un riesgo considerable, ya que puede generar peligros potenciales.

El rediseño y repotenciación del sistema de iluminación en las aulas del Colegio Unidad Educativa Manuela Sáenz de Aizpuru, ubicado en la provincia de Pichincha, al sur de la ciudad de Quito, en el barrio Caupicho, es una necesidad la modernización del sistema de iluminación ya que promueve un entorno más propicio para el aprendizaje, tanto para los estudiantes como para los docentes que imparten las clases. La introducción de un diseño eléctrico eficiente no solo optimizará el consumo de energía, generando significativos ahorros económicos, sino que también mejorará el rendimiento escolar y la conducta de los estudiantes mediante la utilización de lámparas ahorradoras.

El diseño propuesto mejorará la iluminación y el suministro eléctrico del colegio, creando un entorno cómodo en las aulas. Es vital aplicar las normativas técnicas de Ecuador para proteger a las personas y los bienes de los riesgos eléctricos. Su cumplimiento asegura la seguridad y el bienestar de toda la comunidad educativa. El respeto a la normativa eléctrica reduce los peligros, como el exceso de iluminación. Es esencial adoptar estas regulaciones para garantizar un entorno eléctrico seguro y eficiente, promoviendo un entorno educativo más favorable y seguro para estudiantes y personal.

1.3. Alcance

El alcance de este proyecto abarca el diseño y la repotenciación del sistema de alumbrado de las aulas de la Unidad Educativa Manuela Sáenz de Aizpuru, ubicada en la provincia de Pichincha. Se compromete a evaluar la situación actual, diseñar el sistema de

iluminación considerando elementos técnicos y normativos, implementar mejoras montando lámparas ahorradoras y sistemas de control, y realizar ensayos y reparaciones para garantizar su eficiencia y durabilidad

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivos General

Realizar el diseño e implementación del sistema de iluminación eléctrica y de fuerza en las aulas de la Unidad Educativa Manuela Sáenz de Aizpuru, con el fin de mejorar la calidad y seguridad de iluminación en la comunidad educativa.

1.4.2. Objetivos Específicos

Realizar un estudio de carga de los sistemas eléctricos y luminarias en la Unidad Educativa Manuela Sáenz de Aizpuru.

Diseñar el sistema de iluminación utilizando el software DIALux y elaborar los planos eléctricos con el software AutoCAD.

Implementar el sistema de iluminación, así como de fuerza.

Validar el funcionamiento del sistema eléctrico.

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes:

Diseño y repotenciación del sistema de iluminación en Unidad Educativa Manuela Sáenz de Aizpuru. El análisis de eficiencia energética se evalúa el consumo y desempeño de su infraestructura eléctrica, identificando ineficiencias y proponiendo mejoras. Se enfoca en sistemas como iluminación, y circuito eléctrico es recomendando tecnologías eficientes y mejores prácticas de gestión energética. El objetivo es reducir el consumo y costos operativos, mejorar la sostenibilidad y asegurar un entorno seguro y eficiente (Chasiluisa Yanchatuña, 2022) .

Para repotenciación del sistema eléctrico se identificó los problemas y deterioros de los circuitos eléctricos e iluminación se presenta el problema de sobrecargas y equipos obsoletos en circuito eléctrico por lo cual se presenta a los estudiantes del plantel educativo como también personal docencia de la institución se propone mejorar y optimizar los problemas presentados como también el rediseño de la red eléctrica (Guambo Gualotuña & Pérez Rivera, 2020) .

La iluminación en la institución es muy importante en las jornadas del plantel educativo como en la mañana y en la tarde que presenta deficiencias de lúmenes para las aulas tienen que cumplir con los niveles de iluminación requerido para el desarrollo de su vida estudiantil como también personal docencia como en la jornada de la tarde las aulas no cumplen con los niveles de lúmenes requeridos que representa en las aulas (Criollo Criollo & Aucay Lalvay, 2022) .

El resultado que se obtiene en la repotenciación del circuito eléctrico e iluminación del plantel educativa que se busca mejorar la capacidad de lúmenes y deficiencia en el circuito de equipos automatización al analizar varios tipos de investigaciones con relación a la calidad de la iluminación nos podemos dar cuenta que, en la totalidad de ellas, el grado de iluminación no son los convenientes infligiendo los estándares nacionales de cada país e internacionales, esto se ve evidenciado en este estudio (Reinoso Piñeiro, 2023).

La repotenciación de las instalaciones de bajo voltaje, mediante el rediseño eléctrico, busca mejorar la eficiencia del sistema. Este proyecto implica evaluar la infraestructura actual, identificar deficiencias y actualizar componentes para optimizar el rendimiento. Se enfoca en mejorar la distribución de energía y la seguridad operativa, reduciendo pérdidas y costos asociados. El propósito es lograr un sistema eléctrico más eficiente, confiable y seguro para los usuarios (Mullo Pallo, 2023).

2.2. AutoCAD

AutoCAD es un software de diseño asistido por computadora (CAD) desarrollado por Autodesk. Se utiliza para crear planos, dibujos y modelos en 2D y 3D. Es ampliamente utilizado en diversas industrias como arquitectura, ingeniería, construcción y diseño gráfico (DEINGENIERIAS 2019).

Figura 1. Software de AutoCAD



Nota: Ilustración de software de AutoCAD. Fuente: (DEINGENIERIAS 2019).

AutoCAD es un software de diseño asistido por computadora (CAD) desarrollado por Autodesk. Usado en arquitectura, ingeniería y diseño gráfico, permite a los usuarios crear planos, dibujos técnicos y modelos en 2D y 3D con gran precisión. Su funcionalidad incluye herramientas para el dibujo, la edición y la anotación de elementos, así como la gestión de capas y la creación de bloques reutilizables. AutoCAD facilita la visualización y la documentación de proyectos, mejorando la eficiencia y reduciendo errores en el diseño. Su capacidad para integrarse con otros programas y su amplia gama de aplicaciones en distintas industrias lo hacen esencial para profesionales que necesitan diseñar, planificar y documentar proyectos complejos.

Diseño 2D: Herramientas para crear dibujos precisos de planos, secciones y detalles.

Diseño 3D: Funciones avanzadas para modelar y visualizar objetos tridimensionales.

2.3. Sistema de iluminación.

Un sistema de iluminación es un conjunto estructurado de componentes diseñado para proporcionar luz artificial en un espacio determinado, con el objetivo de satisfacer necesidades visuales, funcionales y estéticas (Blasco Espinosa 2021).

Un sistema de iluminación eficiente combina diversas fuentes de luz para crear ambientes funcionales y agradables. Incluye luces generales, como bombillas LED o

fluorescentes, que proporcionan una iluminación uniforme y amplia. Las luces de tarea, como lámparas de escritorio o focos, se dirigen a áreas específicas para actividades concretas. La iluminación decorativa realza el ambiente con luces de acento o tiras LED. Un buen diseño considera la intensidad, la temperatura del color y la distribución para evitar deslumbramientos y sombras. Además, integrar controles inteligentes como reguladores y sensores de movimiento puede optimizar el consumo energético y mejorar la comodidad.

2.3.1. Características de un sistema de iluminación

Un sistema de iluminación debe ofrecer eficiencia energética, distribución uniforme de la luz, y flexibilidad en el control de intensidad y color. Incluye fuentes de luz generales, de tarea y decorativas, utilizando tecnologías como LED o fluorescentes. Debe minimizar deslumbramientos y sombras para maximizar la funcionalidad y confort del espacio. Las principales características de un sistema de iluminación incluyen:

Eficiencia Energética:

La eficiencia energética de un sistema de iluminación se mide por la cantidad de luz producida en relación con la energía consumida. Sistemas con alta eficiencia energética utilizan menos electricidad para producir la misma cantidad de luz, reduciendo los costos operativos y el impacto ambiental.

Tecnologías como los Leds (diodos emisores de luz) han revolucionado la eficiencia energética, ofreciendo una mayor eficacia luminosa comparada con tecnologías tradicionales como las lámparas incandescentes o fluorescentes.

Calidad de la Luz:

La calidad de la luz incluye factores como la uniformidad, el deslumbramiento, la reproducción cromática y la temperatura de color. Una buena calidad de luz mejora el confort visual y reduce la fatiga ocular. Por ejemplo, la luz con un alto índice de reproducción cromática (CRI) permite ver los colores de los objetos de manera más natural y precisa.

Adaptabilidad y Control:

La capacidad de ajustar la intensidad y el color de la luz según las necesidades del momento es esencial para un sistema de iluminación moderno. Los sistemas de control inteligente permiten la automatización y personalización de la iluminación, a menudo integrados con sensores de presencia y luz natural para maximizar la eficiencia y el confort.

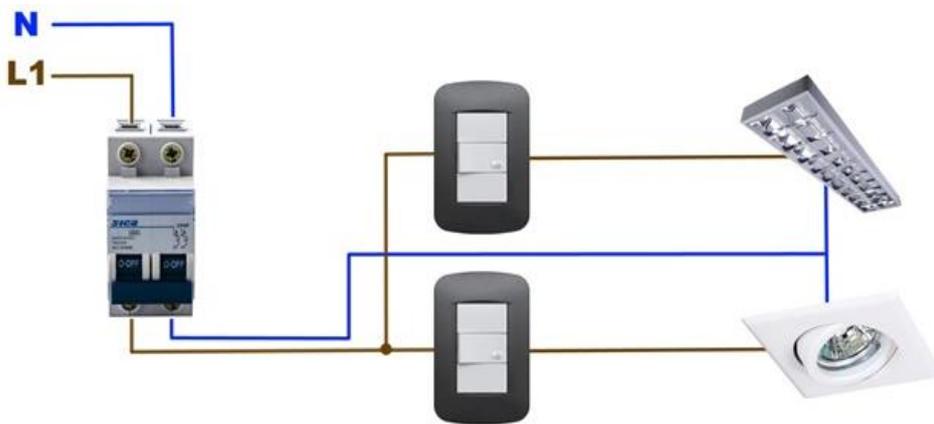
Durabilidad y Mantenimiento:

La durabilidad de los componentes del sistema de iluminación determina su vida útil y la frecuencia de mantenimiento requerido. Sistemas con una mayor durabilidad reducen la necesidad de reemplazo y mantenimiento frecuente, lo que disminuye los costos a largo plazo y la generación de residuos.

Compatibilidad con Normativas y Estándares:

Los sistemas de iluminación deben cumplir con las normativas locales e internacionales en cuanto a seguridad, eficiencia energética, y calidad de la luz. Estándares como los definidos por la Comisión Internacional de Iluminación (CIE) o las normativas de la Unión Europea y otros organismos reguladores garantizan que los sistemas de iluminación proporcionen un ambiente seguro y confortable.

Figura 2. Sistema de iluminación.



Nota: sistema de iluminación. Fuente: (Blasco Espinosa, s. f.).

2.3.2. La Luz

La luz es una forma de radiación electromagnética visible para el ojo humano y se caracteriza por su longitud de onda, de entre 380 nm y 750 nm. Es fundamental para la vida en la Tierra, no solo para la visión humana, sino también para procesos biológicos como la fotosíntesis en plantas.

Propiedades de la Luz:

Intensidad:

La intensidad de la luz se refiere a la cantidad de energía luminosa que emite una fuente y es percibida por el ojo humano. La intensidad puede variar según la distancia de la fuente y su potencia.

Dirección:

La dirección de la luz afecta cómo se ilumina un espacio y cómo se perciben los objetos dentro de él. La luz dirigida puede crear sombras y acentos, mientras que la luz difusa proporciona una iluminación uniforme.

Color:

El color de la luz está determinado por su temperatura de color, medida en Kelvin (K). Las temperaturas más bajas (2700-3000 K) producen una luz cálida (amarilla), mientras que las más altas (5000-6500 K) producen una luz fría (azulada).

Conceptos visuales

La comprensión de ciertos conceptos visuales es esencial para diseñar y evaluar un sistema de iluminación eficaz:

Flujo luminoso.

El flujo luminoso es una medida de la cantidad total de luz visible emitida por una fuente en todas las direcciones por unidad de tiempo. Se expresa en lúmenes (lm) y representa la potencia percibida de la luz, ajustada a la sensibilidad del ojo humano. Es una magnitud fotométrica que evalúa la eficiencia luminosa de una fuente de luz, teniendo en cuenta la percepción humana del brillo. A diferencia de la intensidad luminosa, que se refiere a una dirección específica, el flujo luminoso abarca toda la luz emitida.

Tabla 1. Flujo luminoso según tipo de luminarias.

Tipo de fuente luminosa	Potencia (w)	Flujo luminoso(lm)
Vela de cera		10
	40	430
Lámpara incandescente	100	1300
	300	5000
Lámpara Fluorescente compacta	7	400
	9	600
	20	1030
Lámpara Fluorescente tubular	40	2600
	65	4100
	250	13500
Lámpara de Vapor de Mercurio	400	23000
	700	42000
	250	18000
Lámpara de Mercurio Halogenado	400	24000
	100	80000
	250	25000
Lámpara de Vapor de Sodio alta Presión	400	47000

	1000	120000
	55	8000
Lámpara de Vapor de Sodio de Baja Presión	135	22500
	180	33000
	1.3	50
	5	250
Lámparas Led	9	550
	18	1600
	30	2600

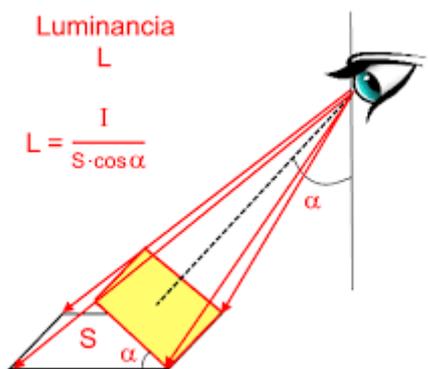
Nota: Tipo luminosidad y su potencia.

Luminancia (L):

Es la medida de la cantidad de luz que emite o refleja una superficie en una dirección específica, expresada en candelas por metro cuadrado (cd/m²). La luminancia determina cómo de brillante aparece una superficie para el ojo humano.

$$E = \frac{\Phi}{S} \left(1 \text{ lux} = \frac{1 \text{ lm}}{1 \text{ m}^2} \right) \quad (5)$$

Figura 3. Luminancia.

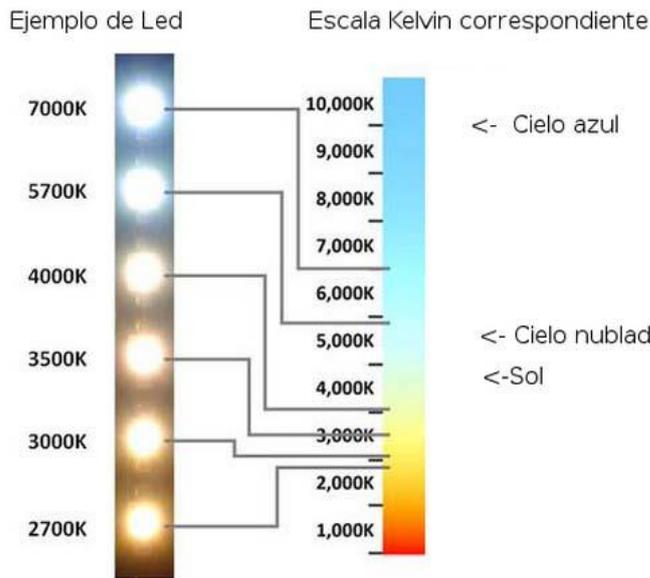


Nota: Cantidad de luz que emite en metros cuadrados Fuente: (Guaman & Paul, s. f.-a)

Temperatura de Color:

La temperatura de color influye en el ambiente de un espacio y en la percepción del color. Una luz cálida (2700-3000 K) crea un ambiente acogedor y relajante, mientras que una luz fría (5000-6500 K) es más estimulante y se asocia con ambientes de trabajo y estudio.

Figura 4. Escalas de color con referencia a su temperatura.

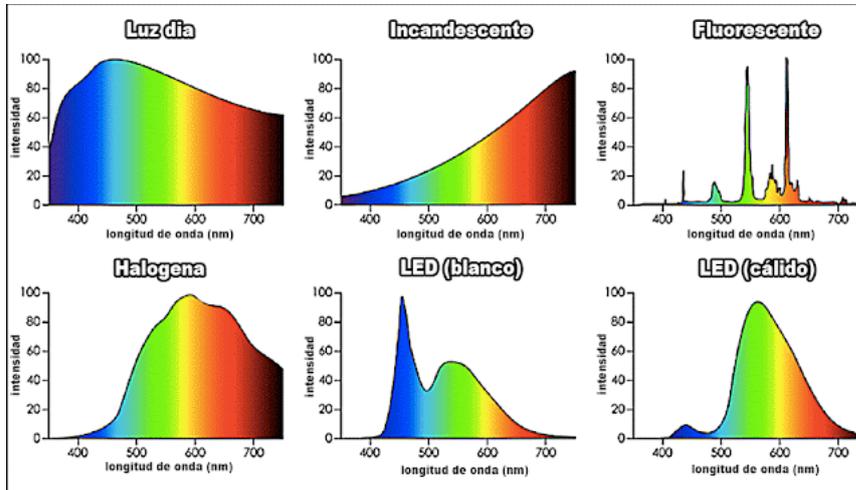


Nota: percepción de una luz cálida y fría. Fuente:(Guamán & Paul, s. f.-b)

Índice de Reproducción Cromática (CRI):

El CRI mide la capacidad de una fuente de luz para reproducir los colores de los objetos de manera natural y precisa. Un CRI alto (cerca de 100) significa que los colores se perciben como si estuvieran bajo la luz del día.

Figura 5. Intensidad y su respectiva longitud de onda.



Nota: capacidad de reproducir la luz en colores. Fuente: (Guaman & Paul, s. f.-b)

Elementos de iluminación.

Fuente de luz.

Las fuentes de luz son esenciales para la percepción de nuestro entorno, especialmente en situaciones donde la luz natural es nula o insuficiente. Estas fuentes nos permiten observar los diferentes colores, objetos y formas que constituyen nuestro entorno, brindándonos la información necesaria para interactuar y navegar por el espacio que nos

rodea. A través de la iluminación, podemos tener un control observable de cada una de las características de los elementos presentes, facilitando el desarrollo de nuestras actividades diarias, ya sea en el hogar, en el trabajo o en espacios públicos.

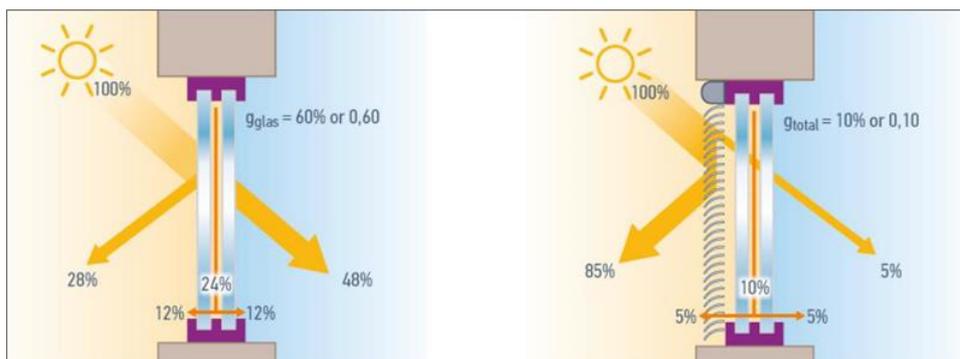
En lugares donde la luz natural no llega o es limitada, como en la noche, en interiores o en áreas subterráneas, las fuentes de luz artificial se vuelven indispensables. Estas no solo nos proporcionan visibilidad, sino que también influyen en nuestro estado de ánimo, seguridad y productividad. Desde algo tan sencillo como encender una bombilla hasta el uso de complejas instalaciones de iluminación en grandes edificios o espacios abiertos, la luz es un factor determinante en nuestra capacidad para llevar a cabo tareas con eficiencia y precisión. La posibilidad de controlar la intensidad, el color y la dirección de la luz artificial nos permite adaptar el entorno a nuestras necesidades, mejorando así nuestra calidad de vida.

Una fuente de luz es cualquier objeto o dispositivo que emite luz, ya sea de forma natural o artificial. Las fuentes de luz se dividen en dos categorías principales

- Luz natural.
- Luz artificial.

Luz Natural: Considere la distribución y la cantidad de luz natural disponible. La iluminación natural puede mejorar la eficiencia energética del sistema durante el día, reduciendo la necesidad de iluminación artificial.

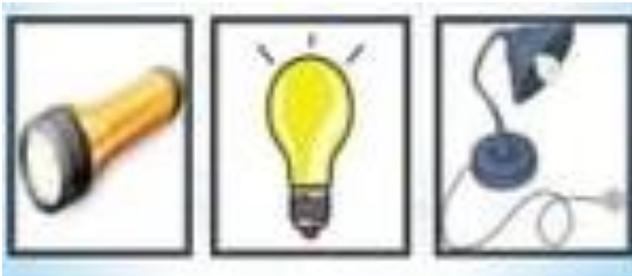
Figura 6. Luz natural



Nota: ilustración de reflexión de luz natural. Fuente: (rodriguezevaluacion.pdf, s. f.)

Luz artificial. Se genera por fuentes no naturales, como bombillas, lámparas, Leds, y otros dispositivos eléctricos diseñados para iluminar. A diferencia de la luz natural, que proviene del sol, la luz artificial puede ser controlada en términos de intensidad, color y dirección, lo que la hace esencial para actividades humanas durante la noche o en lugares donde la luz natural es insuficiente.

Figura 7. Luz artificial.



Nota: ilustración de reflexión de luz artificial. Fuente: (rodriguezevaluacion.pdf, s. f.)

Luminosidad

Diseño de Sistemas de Iluminación.

El diseño de sistemas de iluminación es un proceso integral que combina aspectos técnicos y estéticos para asegurar que los espacios estén bien iluminados de manera eficiente y agradable. Este proceso abarca desde la planificación inicial hasta la implementación y el mantenimiento continuo del sistema, considerando varios factores para optimizar tanto el rendimiento luminoso como el impacto ambiental.

Requisitos de Iluminación:

Niveles de iluminancia: según las actividades específicas de cada área del espacio, establece los niveles adecuados. Por ejemplo, las áreas de trabajo generalmente requieren entre 300-500 lux de iluminación, mientras que las áreas de circulación pueden requerir menos iluminación, que oscila entre 100 y 200 lux.

Uniformidad de la iluminación: garantizar una distribución uniforme de la luz es fundamental para evitar contrastes incómodos que puedan causar fatiga visual. La uniformidad crea un entorno visualmente seguro y cómodo.

2.3.3. Dispositivos de control de iluminación.

Los dispositivos de control de iluminación son esenciales para regular y personalizar la luz en diferentes entornos, mejorando la eficiencia energética y el confort. Entre los dispositivos más comunes se encuentran los interruptores, que permiten encender o apagar la luz, y los reguladores de intensidad, que ajustan la intensidad lumínica según las necesidades.

Estos dispositivos no solo mejoran la comodidad y adaptabilidad de los espacios, sino que también contribuyen al ahorro energético y prolongan la vida útil de las bombillas, creando ambientes personalizados y eficientes.

Interruptor.

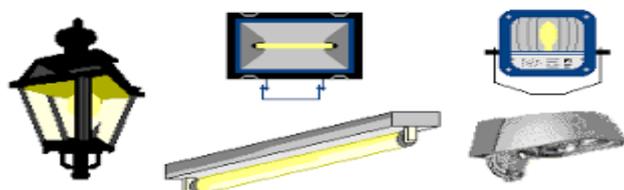
El interruptor veto residenciales es controlador de flujo de corriente en un circuito eléctrico. Al abrir (apagar) el interruptor, se interrumpe el circuito, deteniendo el paso de la corriente y apagando el dispositivo conectado también son fundamentales para la operación segura y eficiente de sistemas eléctricos, permitiendo a los usuarios controlar cuándo y cómo se suministra energía a distintos dispositivos.

Elementos de soporte de luminarias.

Los soportes de luminarias son esenciales para asegurar que las fuentes de luz se mantengan en una posición segura y operativa, permitiendo su correcta instalación, ajuste y mantenimiento. Estos soportes garantizan que las luminarias funcionen de manera eficiente y efectiva, evitando movimientos indeseados que podrían afectar su desempeño. Existen diversos tipos de soportes, adaptados a las necesidades específicas de cada elemento luminoso. En el mercado, se pueden encontrar soportes fabricados en una variedad de materiales, como aluminio y plástico.

El aluminio ofrece ligereza y resistencia, mientras que el plástico combina ligereza con rigidez. La elección del material y el diseño adecuado del soporte depende del tipo de luminaria y del entorno en el que se instalará, asegurando una instalación segura y funcional.

Figura 8. Elementos de soporte de luminarias.



Nota: componentes de soporte de material plástico, metal Fuente: (Poveda, s. f.)

Tuberías PVC para conductor eléctrico.

Los proveedores de tuberías PVC para conductores eléctricos en Ecuador ofrecen productos destinados a proteger y canalizar cables en instalaciones residenciales, comerciales e industriales. Entre las principales empresas destacan Edesa, Prysmian Group, Plastigama, Interagua, y Conduit, que fabrican tuberías de PVC cumpliendo con normativas de calidad y seguridad. Estas tuberías están diseñadas para garantizar un manejo seguro y eficiente de los cables eléctricos, protegiéndolos de daños físicos y condiciones ambientales adversas.

2.4. Luminarias.

Las luminarias de interior iluminan espacios cerrados como viviendas y oficinas, creando ambiente y acentuando decoraciones. Incluyen lámparas de techo para luz general, apliques para iluminación direccional, lámparas de pie para luz ambiental, y de mesa para iluminación puntual. También ofrecen iluminación empotrada y de acento, mejorando el diseño interior.

2.4.1. Tipos de lámparas.

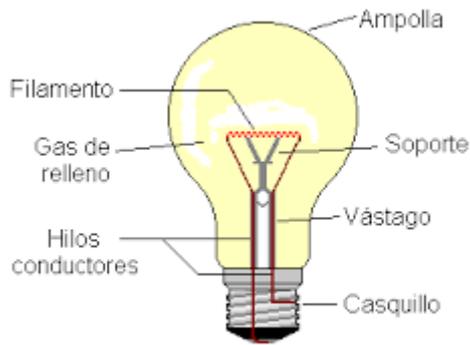
Para un mejor sistema de iluminación, podemos decir que las lámparas son el componente básico del sistema, es necesario saber qué tipo de lámparas utilizar, según sus características y aplicación, podemos encontrar las lámparas más comunes en el mercado: a continuación:

- Lámparas incandescentes
- Lámparas alógenas
- Lámparas fluorescentes
- Lámparas a base de LED

2.4.2. Lámparas Incandescentes

Las lámparas incandescentes siguen siendo apreciadas por su luz cálida y reproducción de colores excelentes, a pesar de su baja eficiencia energética. Con frecuencia se utilizan en entornos en los que la calidad de la luz es más importante que la eficiencia energética. Sin embargo, su uso se ha reducido en favor de tecnologías más eficientes y sostenibles debido a su alto consumo de energía y vida útil limitada.

Figura 9. Partes de la bombilla.



Partes de una bombilla

Nota: luminarias incandescentes con la luz cálida. Fuente: (Guaman & Paul, s. f.-b)

2.4.3. Lámparas Halógenas

Las lámparas halógenas ofrecen mayor eficiencia y vida útil que las incandescentes. Debido a que brindan una luz brillante y de alta calidad, son ideales para aplicaciones que requieren una iluminación precisa e intensa, como focos y reflectores. Debido a sus ventajas, las lámparas halógenas están siendo gradualmente reemplazadas por tecnologías LED en muchas aplicaciones. Esto se debe a que son más eficientes en términos de energía y tienen un menor impacto ambiental.

Figura 10. Lámparas halógenas.



Nota: luminarias fluorescentes es mayor eficiencia y vida útil. Fuente: (Guamán & Paul, s. f.-b)

2.4.4. Lámparas Fluorescentes

El tubo fluorescente es una lámpara de vapor de mercurio a baja presión utilizada en la iluminación industrial. Su eficiencia energética es una gran ventaja frente a otros tipos de lámparas, como las incandescentes.

Figura 11. Lámparas fluorescentes.



Nota: luminarias con lámpara de mercurio. Fuente: (Guaman & Paul, s. f.-b)

2.4.5. Lámparas LED

Debido a su eficiencia, durabilidad y versatilidad, las lámparas LED han emergido como la tecnología dominante en iluminación. Con su gran gama de colores y temperaturas de color, los leds son ideales para casi cualquier iluminación. Los Leds consumen menos energía que las tecnologías anteriores y tienen una vida útil de hasta 50,000 horas o más. Además, generan menos calor y son completamente libres de materiales como el mercurio, lo que reduce su impacto ambiental.

Figura 12. Lámparas LED.

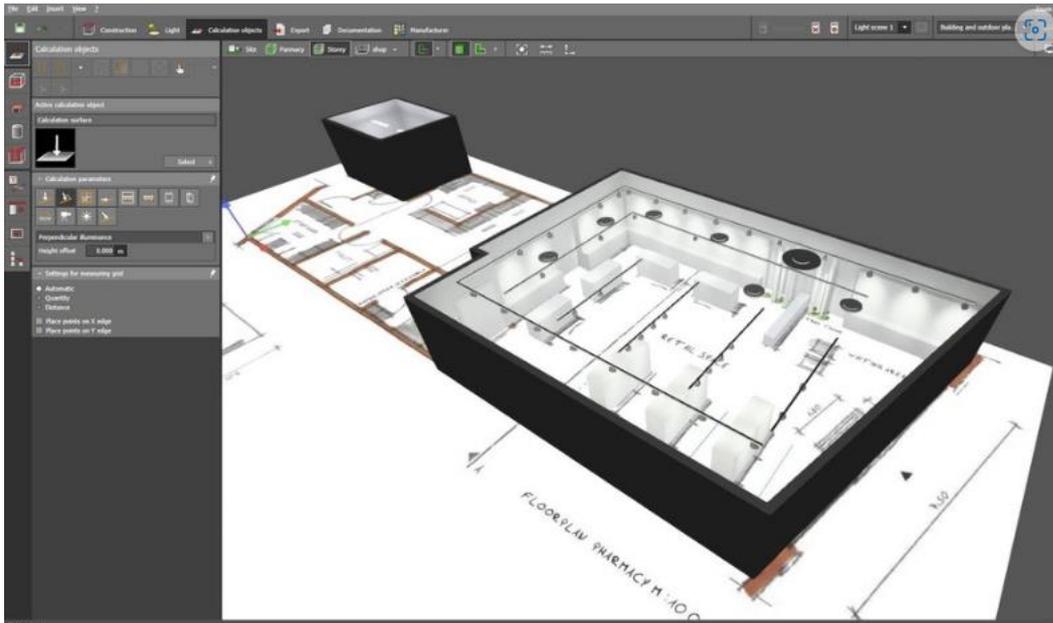


Nota: luminarias de led con más versatilidad y durabilidad. Fuente: (Poveda, s. f.)

2.5. DIALux

DIALux es un software de diseño y planificación de iluminación utilizada por profesionales para crear simulaciones precisas de sistemas de iluminación en entornos interiores y exteriores (EBAC 2023).

Figura 13. Software de DIALux.



Nota: ilustración de software DIALux. Fuente: (EBAC 2023)

DIALux es un software de diseño y planificación de iluminación utilizada para crear simulaciones precisas de sistemas de iluminación en espacios interiores y exteriores. Facilita a los profesionales la tarea de diseñar y visualizar la distribución de la luz, asegurando que los sistemas sean eficientes y estéticamente agradables. El programa ofrece modelado 3D detallado, permitiendo la visualización de cómo la luz se distribuye en un entorno. Realiza cálculos precisos de iluminancia y eficiencia, ajustando parámetros como temperatura de color e intensidad. DIALux genera informes completos y gráficos que ayudan en la evaluación del rendimiento de la iluminación y el cumplimiento de normativas. Es compatible con formatos CAD para la integración de planos y modelos arquitectónicos. Existen versiones gratuitas para profesionales y versiones comerciales con características avanzadas. Regularmente actualizado, DIALux es una herramienta crucial para diseñadores de iluminación, arquitectos e ingenieros.

Funciones:

Modelado 3D: Crea representaciones tridimensionales de los espacios para **visualizar** cómo se distribuirá la luz.

Cálculos de Iluminación: Realiza cálculos precisos de niveles de iluminancia, distribución de luz y eficiencia.

Simulación de Efectos: Permite simular diferentes tipos de iluminación, como LED, fluorescente, o halógena, y ajustar parámetros como la temperatura del color y la intensidad.

Documentación: Genera informes detallados y gráficos sobre el rendimiento de la iluminación y el cumplimiento de normativas.

Compatibilidad: Es compatible con diversos formatos CAD para importar planos y modelos, facilitando la integración en proyectos arquitectónicos y de diseño.

2.6. Conductores eléctricos

ELECTROCABLES C.A. ofrece al mercado una completa gama de cables eléctricos y telefónicos, respaldados por instalaciones de última tecnología y estrictos controles de calidad. Nuestro departamento técnico se dedica a garantizar la seguridad y eficacia en la conducción de energía, realizando estudios y controles constantes sobre los productos y materias primas. En este fascículo, se detallan los cables de uso general, tanto desnudos como aislados con compuestos termoplásticos como PVC, polietileno (PE) y elastómeros termoplásticos (TPE). También se incluyen cables aislados con compuestos termoestables, como polietileno reticulado (XLPE) y nylon (N).

Materias utilizadas para su fabricación.

El cobre, en forma de alambrón y cumpliendo la norma ASTM B-49, destaca por su excelente conductividad eléctrica, ductilidad y maleabilidad.

El aluminio se recibe también en alambrón, en aleaciones como 1350-H16, 6201-T4 o 8174-H12, valorado por su ligereza y conductividad aceptable.

El acero galvanizado, aluminizado (ALW) o cobrizado (CPW), llega en forma de alambres o cables, y se caracteriza por su alta resistencia a la corrosión y excelente comportamiento mecánico.

Figura 14. Conductores eléctricos.



Nota: conductor de materia cobre, aluminio, acero galvanizado. Fuente: (CABLES_ELECTRICOS-TIPOS.pdf, s. f.-a)

Conductor subterráneo.

Un conductor de aluminio TTU subterráneo es fundamental para la transmisión y distribución de energía eléctrica en instalaciones subterráneas. Su principal función es transportar electricidad desde las subestaciones hasta áreas de consumo, como edificios residenciales, comerciales e industriales.

Figura 15. Conductores subterráneos.



Nota: conductor de aluminio TTU subterráneo N° 2. Fuente:(Mejía, 2011)

El aluminio destaca por su resistencia a la corrosión, ideal para entornos subterráneos con alta humedad y condiciones corrosivas. Además, es mucho más ligero que el cobre, lo que facilita su manejo e instalación y reduce los costos de soporte y estructura.

Los conductores de aluminio fabricados por ELECTROCABLES C.A., cumplen con las siguientes especificaciones y normas:

- STM B230: Alambres de aluminio, aleación 1350-H19 para propósitos eléctricos.
- ASTM B231: Conductores trenzados de aluminio tipo 1350-H19 en capas concéntricas.
- ASTM B232: Conductores trenzados de aluminio reforzados con acero (A.C.S.R.)
- ANSI/NEMA WC-70 ICEA S-66-524: Conductores resistentes a la intemperie cubiertos con Polietileno reticulado XLPE.
- ABNT EB-2173: Conductores cubiertos con Polietileno reticulado XLPE, para uso en zonas arborizadas de 15 y 25 kV.
- ABNT/NBR 11873: Cables cubiertos con material polimérico XLPE para redes aéreas compactadas de distribución en tensiones de 13.8 kV a 34,5 kV.

Código de colores de conductor.

En instalaciones eléctricas residenciales e industriales, es crucial seguir el código de colores para identificar correctamente la tierra, las fases y el neutro. Esto previene errores durante la implementación y mantenimiento de los circuitos, asegurando un trabajo seguro y eficiente. El uso correcto de los colores facilita la correcta conexión y funcionamiento de los sistemas eléctricos.

Tabla 2. Código de colores según la normativa NEC.

<i>Conductor</i>	<i>Color</i>
<i>Neutro</i>	<i>Blanco</i>
<i>Tierra</i>	<i>Verde, verde con franja amarilla</i>
<i>Fase</i>	<i>Rojo, azul, negro, amarillo, o cualquier otro color diferente a neutro y tierra</i>

Nota: Código de colores según la normativa NEC. Fuente:

(NECINSTALACIONESELECTROMECHANICAS2013-libre.pdf, s. f.)

Además, es importante tomar en cuenta sobre las capacidades de cables y conductores, incluyendo la capacidad de corriente, resistencia eléctrica, voltaje nominal, tipo de aislamiento y dimensiones. Estas especificaciones permiten seleccionar el conductor adecuado para cada aplicación, asegurando seguridad, eficiencia y un rendimiento óptimo en sistemas eléctricos.

Tabla 3. Corriente nominal según la normativa NEC.

Corriente nominal o ajuste máximo del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, tubos conduit, etc. (A)	Sección Transversal			
	Alambre de cobre		Alambre de aluminio o de aluminio revestido de cobre *	
	mm ²	AWG o kcmil	mm ²	AWG o kcmil
15	2,08	14	3,30	12
20	3,30	12	5,25	10
30	5,25	10	8,36	8
40	5,25	10	8,36	8
60	5,25	10	8,36	8
100	8,36	8	13,29	6
200	13,29	6	21,14	4
300	21,14	4	33,62	2
400	26,66	3	42,20	1
500	33,62	2	53,50	1/0
600	42,20	1	67,44	2/0
800	53,50	1/0	85,02	3/0
1.000	67,44	2/0	107,21	4/0
1.200	85,02	3/0	126,67	250 kcmil
1.600	107,21	4/0	177,34	350 kcmil
2.000	126,67	250 kcmil	202,68	400 kcmil
2.500	177,34	350 kcmil	304,02	600 kcmil
3.000	202,68	400 kcmil	304,02	600 kcmil
4.000	253,25	500 kcmil	405,36	800 kcmil
5.000	354,69	700 kcmil	608,04	1.200 kcmil
6.000	405,36	800 kcmil	608,04	1.200 kcmil

Nota: Corriente nominal según la normativa NEC, Fuente: auditoria propia.

Análisis del American Wire Gauge (AWG)

El American Wire Gauge (AWG) es un estándar de Estados Unidos utilizado para denominar el tamaño de los conductores eléctricos. Este sistema de medida define el grosor

o diámetro del cable, donde un número más bajo indica un conductor más grueso y un número más alto indica un conductor más delgado.

El conductor 12 AWG (American Wire Gauge) es un cable eléctrico usado en instalaciones eléctricas residenciales y comerciales. El tamaño del conductor en el sistema AWG está estandarizado, donde un número más bajo indica un cable más grueso y un número más alto indica un cable más delgado.

El conductor 14 AWG (American Wire Gauge) es otro calibre común en el cableado eléctrico, especialmente en aplicaciones residenciales. Es más delgado que el 12 AWG y se utiliza en situaciones donde se requiere una menor capacidad de corriente.

Figura 16. Conductores eléctricos.



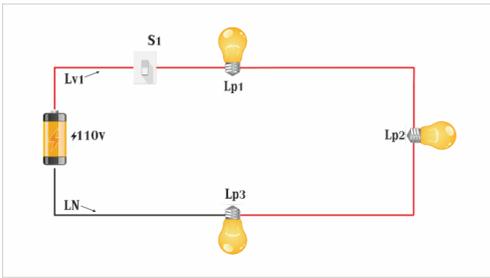
Nota: número de conductor de AWG utilizados en área de implementación Fuente: (rodriguezevaluacion.pdf, s. f.)

2.6.1. Tipos de circuitos eléctricos

Circuitos en serie:

En un circuito en serie, las luminarias están conectadas una tras otra en una sola línea. La corriente eléctrica fluye a través de cada luminaria sucesivamente. Aunque es sencillo de implementar, no es común en sistemas de iluminación modernos debido a que, si una luminaria falla, todo el circuito se interrumpe.

Figura 17. Circuito en serie.

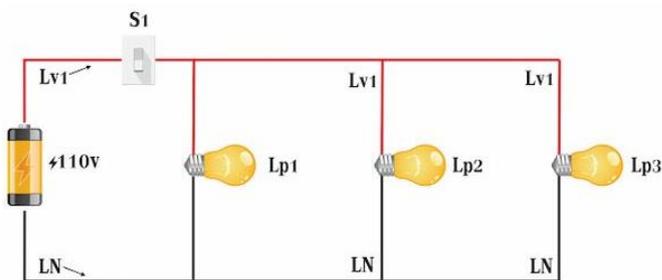


Nota: el circuito conectado una tras otra. Fuente: (Ixtaina et al., 2016)

Circuitos en paralelo.

En un circuito en paralelo, cada luminaria está conectada de manera independiente a la fuente de alimentación. Este tipo de circuito es más confiable, ya que el fallo de una luminaria no afecta al resto del sistema. Además, permite una distribución de corriente más uniforme y facilita el mantenimiento y la expansión del sistema de iluminación (Sudario & Israel, s. f.).

Figura 18. Circuito en paralelo.



Nota: el circuito en paralelo siendo utilizado en todo ámbito residencial. Fuente:(Sudario & Israel, s. f.)

El diseño de un sistema de iluminación eficaz requiere métodos de cálculo precisos que aseguren una distribución adecuada de la luz y el cumplimiento de las normativas vigentes. Uno de los métodos más comunes es el método de lúmenes, que permite determinar la cantidad de luz necesaria en un espacio determinado.

2.6.2. Método de lúmenes

El método de lúmenes es una técnica utilizada para calcular la cantidad de luz necesaria en un espacio determinado. Este método considera varios factores, como el área del espacio, la altura de montaje de las luminarias, el tipo de lámparas utilizadas y el coeficiente de utilización de las luminarias.

Cálculo del flujo luminoso total necesario.

$$\Phi_T = \frac{E_m \cdot S}{C_u \cdot C_m}$$

E_m = nivel de iluminación medio (en LUX)

Φ_T = flujo luminoso que un determinado local o zona necesita (en LÚMENES)

S = superficie a iluminar (en m²).

C_u = Coeficiente de utilización.

C_m = Coeficiente de mantenimiento.

Cálculo del número de luminarias.

$$NL = \frac{\Phi_T}{n \cdot \Phi_L}$$

NL = número de luminarias

Φ_T = flujo luminoso total necesario en la zona o local

Φ_L = flujo luminoso de una lámpara (se toma del catálogo)

n = número de lámparas que tiene la luminaria

Emplazamiento de las luminarias.

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{N_{total}}{b}} \cdot a$$

$$N_{largo} = N_{ancho} \cdot \left(\frac{a}{b}\right)$$

Evaluación y comprobación del nivel de iluminancia

$$E_m = \frac{NL \cdot n \cdot \Phi_L \cdot C_u \cdot C_m}{S} \geq E_{tablas}$$

Pasos del método de lúmenes.

1. Determinar el nivel de iluminación requerido:

Según la (Norma Europea UNE-EN 12464- 1:2021) de software DIALux, para calcular la luminosidad en diferentes áreas de implementación. Este nivel se mide en lux (lúmenes por metro cuadrado) y varía según el uso del espacio. Por ejemplo, las oficinas requieren aproximadamente 300-500 lux, mientras que las áreas de trabajo detallado pueden necesitar hasta 1000 lux.

- Ejemplos de niveles de iluminación:
- Oficinas: 300-500 lux.

- Áreas de trabajo detallado: 500-1000 lux.
- Pasillos y áreas comunes: 100-200 lux.

2. Calcular la cantidad total de lúmenes necesarios: Esto se logra multiplicando el nivel de iluminación requerido por el área del espacio. Esta fórmula da una medida de la cantidad de luz necesaria para iluminar adecuadamente el área.

Fórmula:

$$\text{Lúmenes totales} = \text{Área (m}^2\text{)} \times \text{Nivel de iluminación (lux)}.$$

3. Seleccionar las luminarias adecuadas: Se deben considerar las características de las luminarias, como su flujo luminoso (lúmenes) y el coeficiente de utilización, que mide la eficiencia con la que una luminaria distribuye la luz.

4. Determinar el número de luminarias: Esto se hace dividiendo la cantidad total de lúmenes necesarios por el flujo luminoso de una sola luminaria.

$$\text{Formula: Número de luminarias} = \frac{\text{Lúmenes totales}}{\text{Flujo luminoso por luminaria.}}$$

2.7. Normas utilizadas para el diseño del sistema de iluminación

El diseño de un sistema de iluminación debe cumplir con diversas normas y regulaciones que aseguren la seguridad, eficiencia y calidad de la iluminación. Algunas de las principales normas utilizadas incluyen:

IESNA (Illuminating Engineering Society of North America): Proporciona estándares y guías para el diseño de iluminación en diferentes aplicaciones, asegurando niveles adecuados de iluminación y confort visual. Las publicaciones de la IESNA incluyen recomendaciones detalladas sobre niveles de iluminación, calidad de la luz y prácticas de diseño.

CIE (Commission Internationale de l'Éclairage): Ofrece recomendaciones internacionales para la iluminación y la gestión del color, promoviendo la armonización global de los estándares de iluminación. La CIE es una autoridad en la definición de estándares internacionales que cubren una amplia gama de aspectos de la iluminación.

NFPA 70 (National Electrical Code): Establece los requisitos para la instalación eléctrica segura en los Estados Unidos, incluyendo sistemas de iluminación. El NEC proporciona directrices específicas sobre el dimensionamiento de conductores, protecciones y prácticas de instalación para garantizar la seguridad eléctrica.

EN 12464-1 (Iluminación de lugares de trabajo): Norma europea que especifica los requisitos de iluminación para espacios interiores de trabajo, asegurando niveles de luz

adecuados para diversas tareas. Esta norma cubre aspectos como la cantidad y calidad de la luz, la distribución de la luz y la prevención del deslumbramiento.

CAPITULO III

3. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

3.1. Estudio de carga actual.

Actualmente, la Unidad Educativa Manuela Sáenz de Aizpuru, en Quito, tiene un sistema de iluminación configurado con un circuito que abastece a las luminarias y a los tomacorrientes existentes, energizados según el diseño implementado desde su construcción. Los datos de medición se realizaron en un punto estratégico del área de estudio de la institución, antes de ingresar a las aulas y examinar las luminarias y tomacorrientes. Tras una inspección minuciosa del sistema eléctrico, se pudo evaluar el estado de las lámparas colgantes y de techo que se utilizan en la institución.

El calibre del conductor utilizado en el circuito es número 12. Sin embargo, no se han empleado las protecciones adecuadas y el sistema carece de una caja de distribución funcional. Solo se dispone de un interruptor de cuchilla de protección de 60 amperios 2 polos, como se muestra en la figura 10. Con esta información, se obtuvieron los siguientes resultados.

Figura 19. Protección instalada para las aulas y el baño.



Nota: cuchillas existentes de 60A la protección de todo circuito. Fuente: Autoría propia.

La institución en la ciudad de Quito está construida con bloques y cuenta con una cubierta metálica de Eternit en el techo. El revestimiento interno es de madera, donde se

sujetan las lámparas. El circuito de fuerza está instalado en las paredes de cada aula, en relación con el cableado.

Figura 20. Área de la institución de Quito diseño actual de las instalaciones internas.



Nota: Las luminarias de existentes en área de estudio. Fuente: Autoría propia.

A partir de la información recibida, hemos identificado el circuito, el cual se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 4. Levantamiento de información.

Estudio de carga en el sistema eléctrico del área de intervención en la institución						
Circuito	Número de componentes	Carga	Calibre de conductor	Protección instalada	Distancia del circuito	Imagen de circuito
Circuito 1 (125V) de iluminación y fuerza	12 lámparas de 40 W 5 focos de 15W 1 foco de 23 W 1 tubo de 18 W 12 tomacorrientes	0.39 A	#12 solido	60 A	200m	

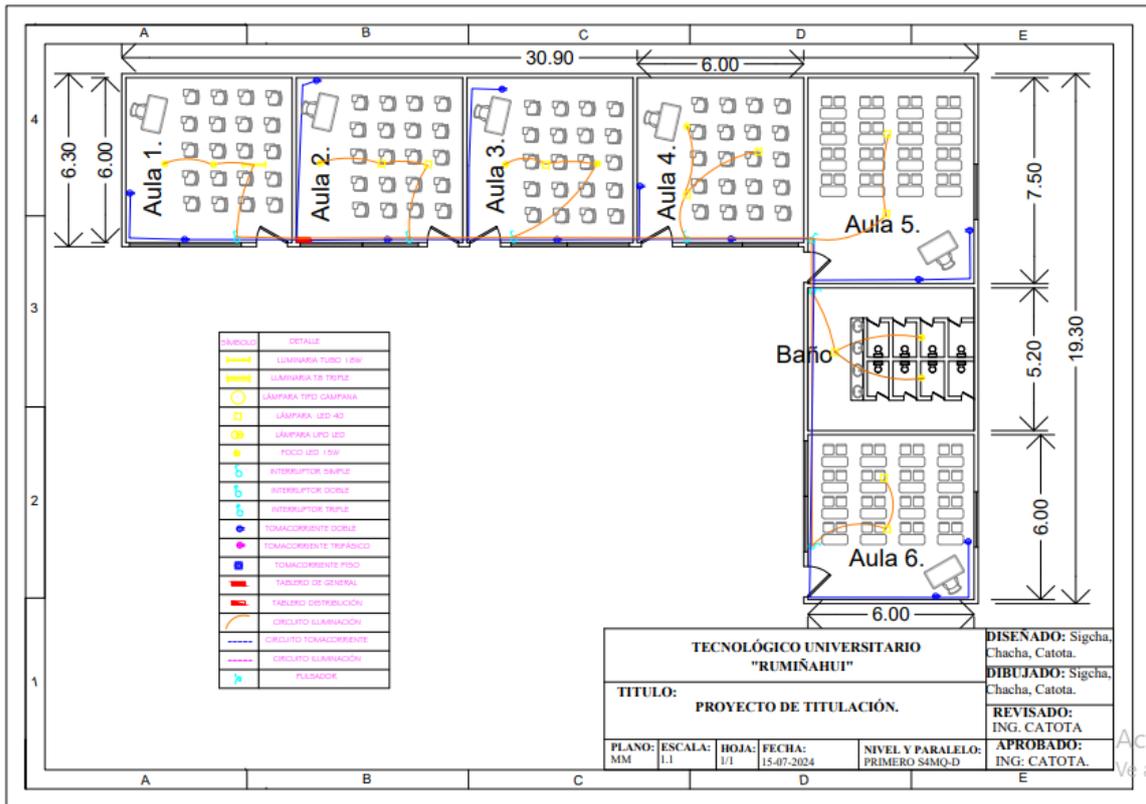
Nota: Estudio de carga. Fuente: Autoría propia

3.2. Plano estado actual del sistema eléctrico de la institución

El sistema de iluminación y fuerza consta de un circuito con 12 lámparas de 40W, 5 focos de 15W, 1 foco de 23W, 1 tubo fluorescente de 18W y 12 tomacorrientes, apto para un consumo específico. Los tomacorrientes se destinan al uso de equipos como laptops u otros dispositivos necesarios para desarrollar las clases. En la figura 12 se observa el plano eléctrico de iluminación y fuerza con su estructura actual, que funciona y presta servicio.

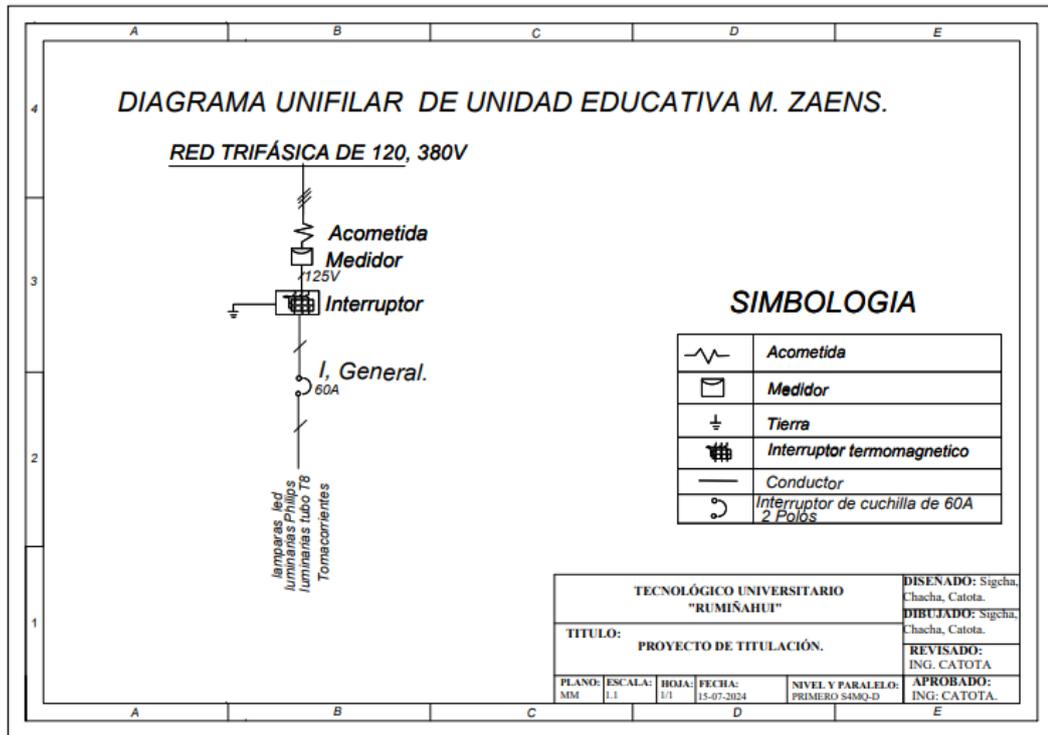
El diagrama unifilar es una representación esquemática que muestra la distribución de los componentes eléctricos en un sistema utilizando una única línea para cada fase. Su propósito principal es ofrecer una visión clara y simplificada de la interconexión entre diversos elementos eléctricos, como las protecciones instaladas, interruptores, líneas de distribución y cargas. Este tipo de diagrama facilita la operación y el mantenimiento al proporcionar una referencia rápida para la identificación de componentes y su interconexión. Aunque no muestra todos los detalles técnicos, como el tamaño de los cables o las características exactas de los componentes, proporciona una vista general de las conexiones y la estructura del sistema eléctrico. Esto se ilustra en el diagrama unifilar de la figura 23.

Figura 21. Plano actual del sistema de iluminación y fuerza en el área de la institución.



Nota: Plano existente realizado en software AutoCAD. Fuente: Autoría propia

Figura 22. Diagrama unifilar actual del sistema de iluminación y fuerza en el área de la institución de Quito



Nota: diagrama unifilar existente realizado en software AutoCAD. Fuente: Autoría propia.

3.3. Diseño de iluminación propuesto para el área de intervención.

3.3.1. Índice del local (*k*)

Para determinar el índice del local, se emplea la fórmula a continuación, que ilustra la aplicación directa del sistema de iluminación en las aulas de la institución. Este índice es fundamental para analizar la distribución de la luz en el espacio y evaluar su efecto sobre la visibilidad y el confort visual.

$$k = \frac{a \times b}{h \times (a + b)}$$

a = ancho 6 m.

b = largo 6 m.

h = altura 2.5 m.

Aplica los valores del aula 1 en la ecuación para obtener los siguientes resultados:

$$k = \frac{a \times b}{h \times (a + b)} = \frac{6 \times 6}{2.5 \times (6 + 6)} = 1.2$$

$$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)} = \frac{6 \times 6}{2.5 \times (6 + 6)} = 1.2$$

3.3.2. Cálculo de los coeficientes de reflexión

Es de suma importancia considerar el tipo de material y el color de la superficie donde la luz se refleja, ya que la calidad de los acabados influye significativamente. Los coeficientes de reflexión de las paredes, el techo y el piso se determinan utilizando una

tabla que muestra los porcentajes de reflexión de la luz. A partir de esta tabla, tomaremos los siguientes valores acorde al aula 1 para continuar con el cálculo y determinar el coeficiente de utilización.

Tabla 5. Tabla de coeficientes de reflexión.

Color	Factor de reflexión	Material	Factor de reflexión
Blanco	0,70-0,85	Mortero claro	0,35-0,55
Techo acústico blanco, según orificios	0,50-0,65	Mortero oscuro	0,20-0,30
Gris claro	0,40-0,50	Hormigón claro	0,30-0,50
Gris oscuro	0,10-0,20	Hormigón oscuro	0,15-0,25
Negro	0,03-0,07	Arenisca clara	0,30-0,40
Crema, amarillo claro	0,50-0,75	Arenisca oscura	0,15-0,25
Marrón claro	0,30-0,40	Ladrillo claro	0,30-0,40
Marrón oscuro	0,10-0,20	Ladrillo oscuro	0,15-0,25
Rosa	0,45-0,55	Mármol blanco	0,60-0,70
Rojo claro	0,30-0,50	Granito	0,15-0,25
Rojo oscuro	0,10-0,20	Madera clara	0,30-0,50
Verde claro	0,45-0,65	Madera oscura	0,10-0,25
Verde oscuro	0,10-0,20	Espejo de vidrio plateado	0,80-0,90
Azul claro	0,40-0,55	Aluminio mate	0,55-0,60
Azul oscuro	0,05-0,15	Aluminio anodizado y abrigantado	0,80-0,85
		Acero pulido	0,55-0,65

Nota. Coeficiente de reflexión. Fuente: auditoria propia

Coeficiente de reflexión en aula educativa.

En las aulas de institución educativa se realizó el estudio de alumbrado interno de acorde con el color de las estructuras encontradas en el espacio intervención.

De acorde con la tabla 2 quedaría de esta manera:

- Techo (acústico blanco según orificio) = 0.50-0.65
- Pared (verde oscuro) = 0.10-0.20
- Piso (marrón oscuro) = 0.50-0.75

Tabla 6. Tabla de coeficientes de reflexión.

Coeficiente de reflexión en el área de intervención			
Aula	Techo	Pared	Piso
Aula 1	0.50-0.65	0.10-0.20	0.50-0.75
Aula 2	0.50-0.65	0.05-0.15	0.50-0.75
Aula 3	0.50-0.65	0.10-0.20	0.50-0.75
Aula 4	0.50-0.65	0.10-0.20	0.50-0.75
Aula 5	0.50-0.65	0.45-0.65	0.50-0.75
Aula 6	0.50-0.65	0.50-0.65	0.50-0.75
Baño exterior	0.50-0.65	0.10-0.20	0.10-0.20
Baño interior	0.50-0.65	0.10-0.20	0.10-0.20

Nota. Coeficiente de reflexión. Fuente: auditoria propia

3.3.3. Cálculo de coeficiente de utilización

El coeficiente de utilización es un parámetro importante en el diseño de sistemas de iluminación que mide la eficiencia con la que la luz generada por una fuente se convierte en luz útil en el área deseada. En concreto, indica la proporción del flujo luminoso total emitido por las luminarias que llega a la superficie de trabajo. Este coeficiente tiene en cuenta factores como la distribución de la luz, el tipo de luminarias, la reflectancia de las superficies, y la geometría del espacio.

Figura 23. Resultado del coeficiente de utilización.

Tabla de corrección						
Techo	0.70	0.70	0.70	0.50	0	
Pared	0.70	0.50	0.20	0.20	0	
Suelo	0.50	0.20	0.20	0.10	0	
k	0.6	87	69	62	61	59
k	1.0	104	83	76	74	71
k	1.5	118	93	88	84	81
k	2.5	128	100	96	91	88
k	3.0	131	102	99	93	90

Nota: resultado de coeficiente para sus respectivos cálculos. Fuente: auditoria propia

- Techo (acústico blanco según orificio) = 0.50-0.65
- Pared (verde oscuro) = 0.10-0.20
- Piso (marrón oscuro) = 0.50-0.75

Tabla 7. Tabla de coeficientes de reflexión.

Coeficiente de reflexión en el área de intervención			
Ítem	Techo	Pared	Piso
Aula 1	0.50	0.20	0.50
Aula 2	0.50	0.15	0.50
Aula 3	0.50	0.20	0.50
Aula 4	0.50	0.20	0.50
Aula 5	0.50	0.50	0.50
Aula 6	0.50	0.50	0.50
Baño exterior	0.50	0.20	0.10
Baño interior	0.50	0.20	0.10

Nota. Coeficiente de reflexión. Fuente: auditoria propia

Aula1

$$Cu = \frac{74 + 84 + 83 + 93 + 104 + 118}{6} = \frac{556}{6} = 92.6$$

$$Cu = \frac{92}{100} = 0.92$$

Baño

$$Cu = \frac{74 + 84}{2} = \frac{158}{2} = 79$$

$$Cu = \frac{79}{100} = 0.79$$

Todos los valores se reflejan en la tabla 8, de valor que expresa en porcentaje, y al dividirlo entre 100, obtenemos el valor real. Por lo tanto, podemos decir que el coeficiente de utilización (Cu).

Tabla 8. Tabla de coeficientes de reflexión.

Valores de coeficiente de las aulas.	
Ítem	Coeficiente de utilización
Aula 1	0.89
Aula 2	0.86
Aula 3	0.89
Aula 4	0.89
Aula 5	0.92
Aula 6	0.92
Baño exterior	0.79
Baño interior	0.79

Nota. Coeficiente de reflexión. Fuente: auditoria propia

3.3.4. *Determinación del coeficiente de mantenimiento (Cm) o conservación de la instalación.*

El coeficiente de mantenimiento (Cm), también conocido como coeficiente de conservación, es un factor crucial en el diseño y evaluación de sistemas de iluminación. Este coeficiente considera la reducción de la eficacia de la iluminación con el tiempo por la acumulación de suciedad en las luminarias, el envejecimiento de las lámparas y la degradación de los reflectores. La correcta determinación del coeficiente de mantenimiento asegura que el sistema de iluminación mantenga los niveles de iluminancia deseados durante toda su vida útil.

Tabla 9. Coeficientes de mantenimiento.

Ambiente	Coeficiente de mantenimiento (Cm)
Limpio	0.8
Sucio	0.6

Nota: Conservación de instalación. Fuente: auditoria propia

La institución se considera con un coeficiente de mantenimiento de 0,8 debido a que es un lugar limpio y bien cuidado. Con este valor, calculamos el flujo luminoso total necesario para el lugar en el que estamos realizando el estudio.

Para esto se utiliza la ecuación:

$$\Phi_T = \frac{E_m \cdot S}{C_u \cdot C_m}$$

Remplazar los valores obtenidos

Aula 1

$$\Phi_T = \frac{300 \times 6 \times 6}{0.89 \times 0.8} = 15168.53 \text{ lúmenes}$$

Baño.

$$\Phi_T = \frac{200 \times 5.20 \times 6}{0.79 \times 0.8} = 9873.41 \text{ lúmenes}$$

Para el Aula 1 de la institución, se requiere un flujo luminoso de 19285.71 lúmenes.

De los cálculos realizados de áreas de intervención de nivel de luminosidad en las áreas de estudio se refleja una necesidad acorde a la tabla N°10.

Tabla 10. Lúmenes por cada área.

Lúmenes	
Área	Cantidad de lúmenes.
Aula 1	15168.53 lúmenes
Aula 2	15697.67 lúmenes
Aula 3	15168.53 lúmenes
Aula 4	15168.53 lúmenes
Aula 5	18342.39 lúmenes
Aula 6	14673.91 lúmenes
Baño exterior	9873.41 lúmenes
Baño interior	9873.41 lúmenes

Nota. Cálculo de lúmenes de cada área de implementación. Fuente: auditoría propia

3.3.5. Cálculo del número de luminarias para determinar el nivel de iluminación requerido

Con la ecuación de número de luminarias calcular el número de luminarias.

Remplazamos los valores en la ecuación.

Aula 1

$$NL = \frac{\Phi_T}{n \cdot \Phi_L}$$

$$NL = \frac{15168.53}{1 \times 4026}$$

$$NL = 3.76$$

De acuerdo al cálculo de número de luminarias en cada área de implementación en la institución educativa, se determina la cantidad necesaria se refleja en tabla N°11.

Tabla 11. Cálculo de números de luminarias en área de implementación.

NUMERO DE LUMINARIAS.		
Área	Calculo	Nº de luminarias (Aproximado)
Aula 1	$NL = 3.76$	4 luminarias
Aula 2	$NL = 3.89$	4 luminarias
Aula 3	$NL = 3.76$	4 luminarias
Aula 4	$NL = 3.76$	4 luminarias
Aula 5	$NL = 4.57$	5 luminarias
Aula 6	$NL = 3.64$	4 luminarias
Baño exterior	$NL = 2.46$	3 luminarias
Baño interior	$NL = 2.46$	3 luminarias

Nota: número de luminarias calculadas. Fuente: Auditoría Propia,

Una vez calculado se requiere las luminarias de acorde mencionado con cálculo realizado de 4026 lúmenes.

3.3.6. Consideración del número de lámparas instaladas es el correcto

Para verificar los resultados, se debe considerar la iluminancia previa en el local y corroborar los resultados obtenidos en los pasos anteriores. Se debe establecer si los resultados son iguales o superiores a los requeridos.

El valor de 300 lux cumple con el valor medio de iluminancia, considerando que el rango de iluminación varía entre un máximo de 500 lux y un mínimo de 300 lux

Aula 1.

$$Em = \frac{4 \times 1 \times 4026 \times 0.89 \times 0.8}{6 \times 6} = 318.50 \geq 300 \rightarrow \text{cumple}$$

Según embace a los cálculos realizados aplicando el método de lúmenes se obtuvo el siguiente resultado para cada uno de las aulas acuerdo con la normativa Norma Europea UNE-EN 12464- 1:2021 en la tabla N° 12 se detalla los siguientes resultados.

Tabla 12. Según la norma se determina las luxes apropiadas en cada área.

NUMERO DE LUMINARIAS.		
Área	Lux requerido (norma europea)	Nivel de iluminación calculado.
Aula 1	≥ 300	318.50 \rightarrow cumple
Aula 2	≥ 300	307.76 \rightarrow cumple
Aula 3	≥ 300	318.50 \rightarrow cumple
Aula 4	≥ 300	318.50 \rightarrow cumple

Aula 5	≥ 300	329.23 → cumple
Aula 6	≥ 300	329.23 → cumple
Baño exterior	≥ 200	244.75 → cumple
Baño interior	≥ 200	210.75 → cumple

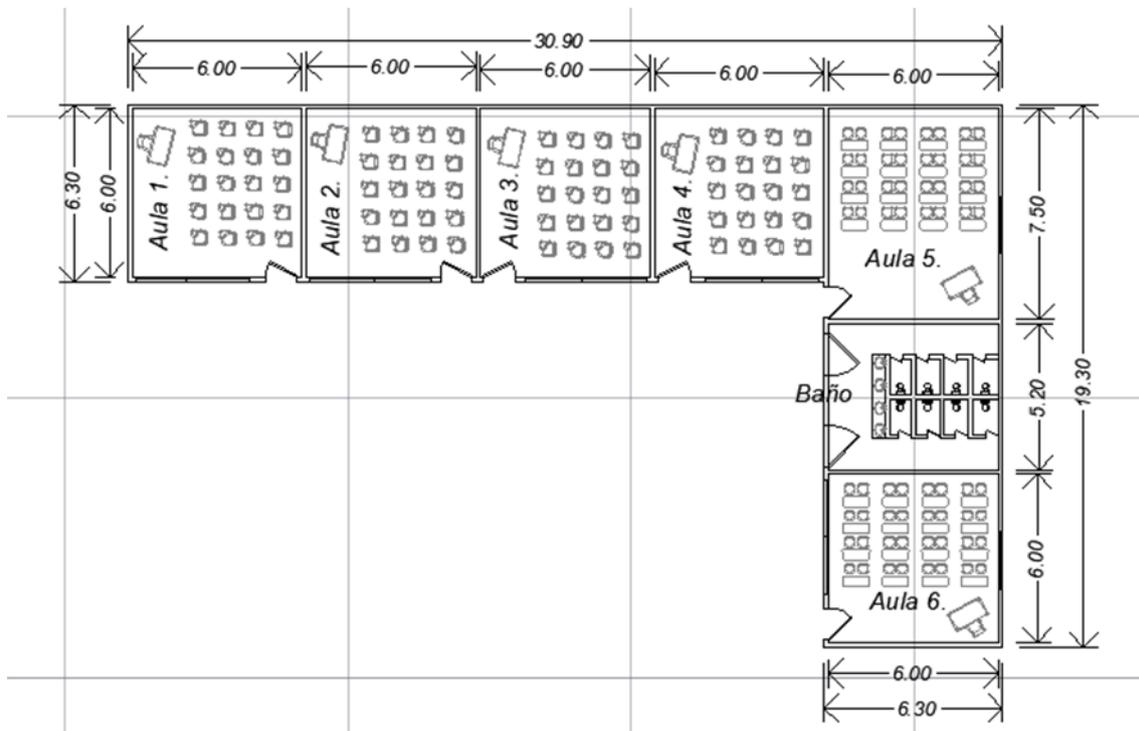
Nota: Cálculos realizados en base a la norma europea en cada área de intervención.

3.4. Diseño DIALux

3.4.1. Importar el plano arquitectónico al software DIALux Evo

Tras completar el plano arquitectónico con el software CAD, el siguiente paso es importar el documento al software DIALux Evo para diseñar el sistema de iluminación en institución educativa con el fin de satisfacer las necesidades a los estudiantes y usuarios de la institución.

Figura 24. Plano de intervención en DWG.

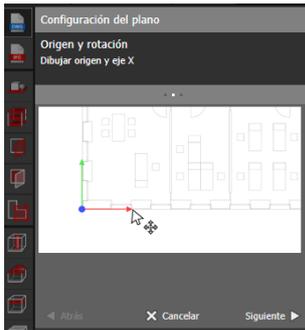


Nota: medición de área de intervención en la institución. Auditoria propia

Instalación y Configuración Inicial

Al abrir el programa, selecciona "Nuevo Proyecto" y configura los parámetros básicos, como el nombre del proyecto, el cliente y la ubicación.

Figura 25. Plano de implementación en DIALux evo.

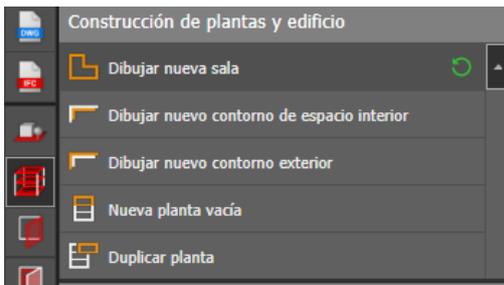


Fuente: configuración de plano en DIALux. Fuente: Auditoria Propia.

3.4.2. *Crear el Modelo de área de intervención en la institución.*

En DIALux, el modelo se construye utilizando métodos primarios y secundarios, que se emplean tanto para la construcción del terreno donde se realizara la implementación física para beneficio de los estudiantes del sector de Caucho en la Unidad Educativa Manuela Sáenz Aizpuru.

Figura 26. Crear modelo de área de intervención en DIALux.



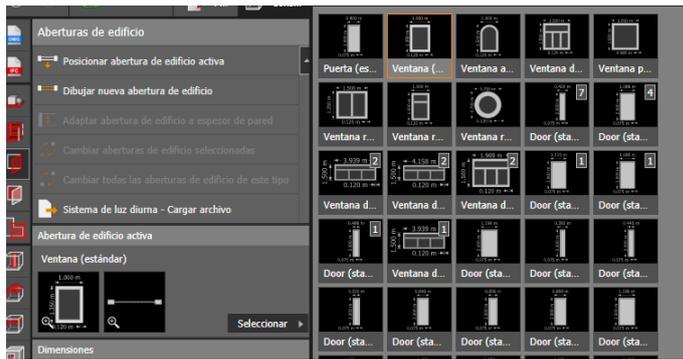
Fuente: creación de modelo de intervención en DIALux. Fuente: Auditoria propia

3.4.3. *Definir Materiales y Acabados*

Define los materiales de las paredes, suelos y techos para obtener una simulación más precisa de la reflexión y absorción de la luz.

Coloca ventanas y puertas en las ubicaciones correctas para asegurar una distribución adecuada de la luz natural, es posible ajustar, cambiar el tamaño y rotar varios tipos de estructuras y componentes internos sin esfuerzo.

Figura 27. Definir materiales en área intervención DIALux



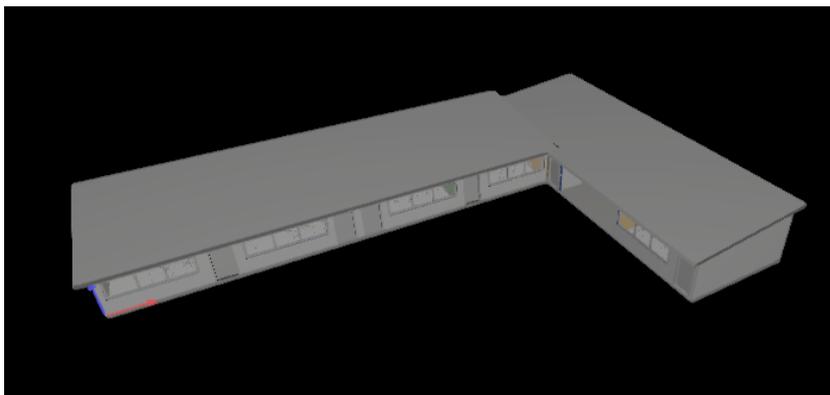
Nota: selección de elementos de software DIALux. Auditoria propia

3.4.4. Configuración de los elementos del proyecto.

Se complementa la estructura en DIALux evo a la organización y configuración de los elementos del proyecto, lo cual es crucial para realizar un diseño de iluminación efectivo y preciso.

Este diseño se ha elaborado cuidadosamente, considerando los planos y esquemas actuales del lugar de implementación física en la institución.

Figura 28. La Estructura de Implementación en DIALux.



Nota: Estructura en software de DIALux. Fuente: Autoría propia

Diseño de un sistema de iluminación interior

La técnica utilizada para el diseño de un sistema de iluminación interior está determinada por el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público. En un espacio determinado, se consideran tres cavidades, delimitadas por planos imaginarios: uno a la altura del plano de trabajo y otro a la altura de las luminarias. Estas cavidades se denominan cavidad del techo, cavidad del local y cavidad del piso.

El uso de este método debe cumplir con dos objetivos principales para que el diseño sea considerado eficiente.

Normativa de cálculo del flujo luminoso en el área de la institución

Según la normativa europea en escenas de iluminación para simular las habitaciones del proyecto, existen distintas condiciones y necesidades de uso del espacio que se utilizó la normativa reflejada de software DIALux evo, se ha aplicado la utilización del método de lúmenes Podemos identificar los datos que nos ayudaron a calcular, encontrar, determinar cada uno de los parámetros mostrados a continuación:

Generalmente, se debe tener en cuenta el espacio intervenido una altura desde el piso hacia la mesa de trabajo con una altura de 0.80m, siendo la óptima para este cálculo.

Determinación del nivel de iluminancia (Em)

Se presenta la normativa en área intervención de luminosidad, uniformidad como min/máx. En aulas y baños de las instituciones para brindar una mejor luminosidad a los alumnos y personal de la institución.

Figura 29. Nivel de luminosidad (Norma Europea UNE-EN 12464- 1:2021).



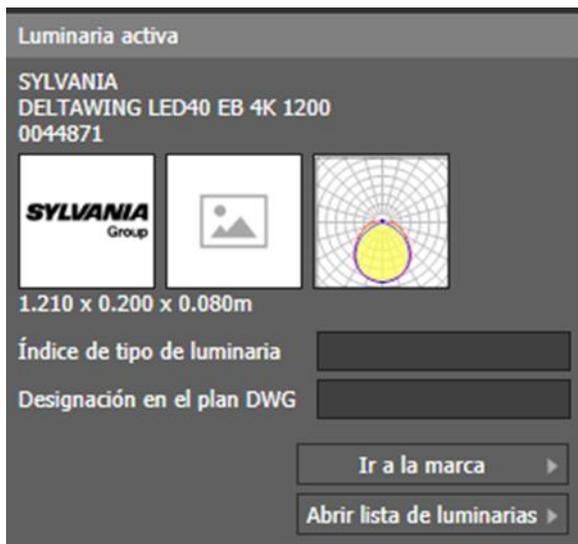
Fuente: configuración de la normativa europea. Fuente: Auditoria Propia.

El valor de lúmenes seleccionada se relaciona directamente con actividad presentada en cálculo dirigido para los alumnos que desarrolla sus conocimientos en la institución educativa Manuela Sáenz, con Norma Europea UNE-EN 12464-1:2021 en DIALux.

3.4.5. Selección de luminarias.

DIALux evo tiene una extensa biblioteca de luminarias de diferentes fabricantes para su diseño de iluminación que diseña, calcule y visualice la luz para espacios interiores y exteriores

Figura 30. Selección de luminarias en DIALux.



Fuente: luminarias de tubo led de 36 w. Fuente: Auditoria Propia.

Se selecciona las luminarias de acorde el espacio de las estructuras de área intervención con las medidas ya mencionadas en la institución educativa de manera individual o disposición automática según área de trabajo o normativa como:

- Luminosidad
- uniformidad
- Potencia,
- Flujo luminoso,
- Temperatura de color
- Dirección de cada lámpara.

Determinando las necesidades de cada aula presentada se selecciona 2 tipos de luminarias en DIALux para la implementación en la institución educativa.

- Sylvania Delta Wing LED – Electronic DELTAWING LED40 EB 4K 1200,
- LED BULB LBD2 40W 2800K LBD2-40V

Se ubica luminarias en pestaña "Luces", que le permite agregar la cantidad adecuada según la distancia total de área de estudio y la altura de acorde a la normativa para cumplir con las necesidades presentadas en la institución. Continuación se presenta las características de luminarias Sylvania, Mpe utilizados en Aulas como también en Baño enfocando en área de intervención acoplado la normativa presentada.

SILVANIA DELTAWING LED – Electronic DELTAWING LED40 EB 4K 1200, (36W)

Figura 31. Luminarias Sylvania de 36W de DIALux.



Nota: SILVANIA DELTAWING LED – Electronic DELTAWING LED40 EB 4K 1200, (36W) Fuente. Auditoria Propia

Se presenta las características de las luminarias seleccionado para área de intervención de la institución educativa.

Figura 32. Características Luminarias Sylvania de 36W importado a DIALux.



Nota: características de luminarias seleccionadas en área de intervención. Fuente: Auditoria Propia

En área de intervención de alumnos y personal de la institución se ha incorporado un total de 31 luminarias Sylvania de 36W, con las especificaciones técnicas del modelo concreto utilizado en área de intervención garantizando su cumplimiento presentado en la institución,

Figura 33. Lámpara MPELED BULB LBD2 40W 2800K LBD2-(40V).

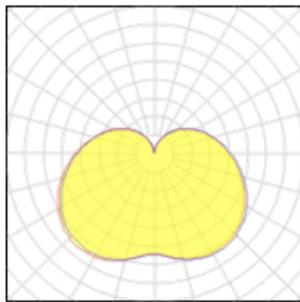


Nota: selección de luminarias de MPE en software DIALux. Fuente. Auditoria Propia

Se presenta las características de las luminarias seleccionado para área de intervención de la institución educativa

Figura 34. Características de Luminaria de MPE.

Emisión de luz 1 (integrada)



Tipo de lámpara	LED	CCT	3000 K
Potencia nominal de lámpara	40 W	CRI	83
Flujo total	4000 lm	LOR	100 %
Eficiencia luminosa	100 lm/W	ULOR	30 %
		Potencia total	40 W

Nota: características de luminarias seleccionadas en área de intervención. Fuente.

Auditoria Propia

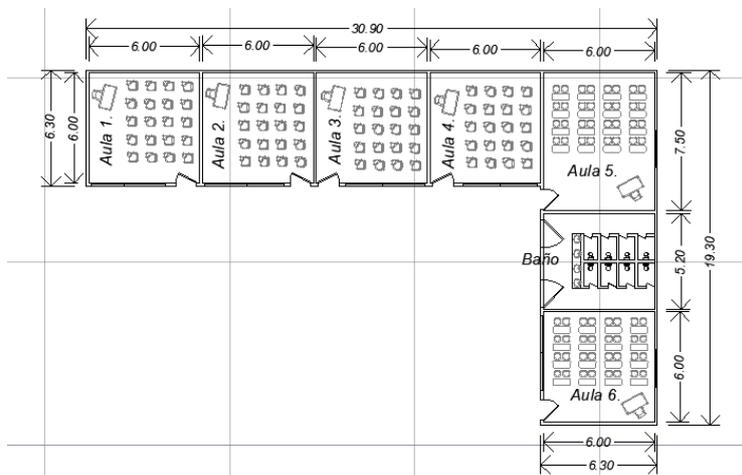
En área de servicios se ha incorporado un total de 6 lámparas Mpe de 40W, con las especificaciones técnicas del modelo concreto utilizado en área de intervención garantizando su cumplimiento presentado en la institución.

3.4.6. Distribución de luminarias en área de construcción.

En distribución de luminarias para las aulas presentadas es un proceso crítico en la iluminación y el confort visual de los estudiantes y profesores.

A continuación, se describen los pasos y consideraciones para seleccionar las luminarias adecuadas para un aula de área de intervención utilizando DIALux evo

Figura 35. Características de aula de área Construcción.

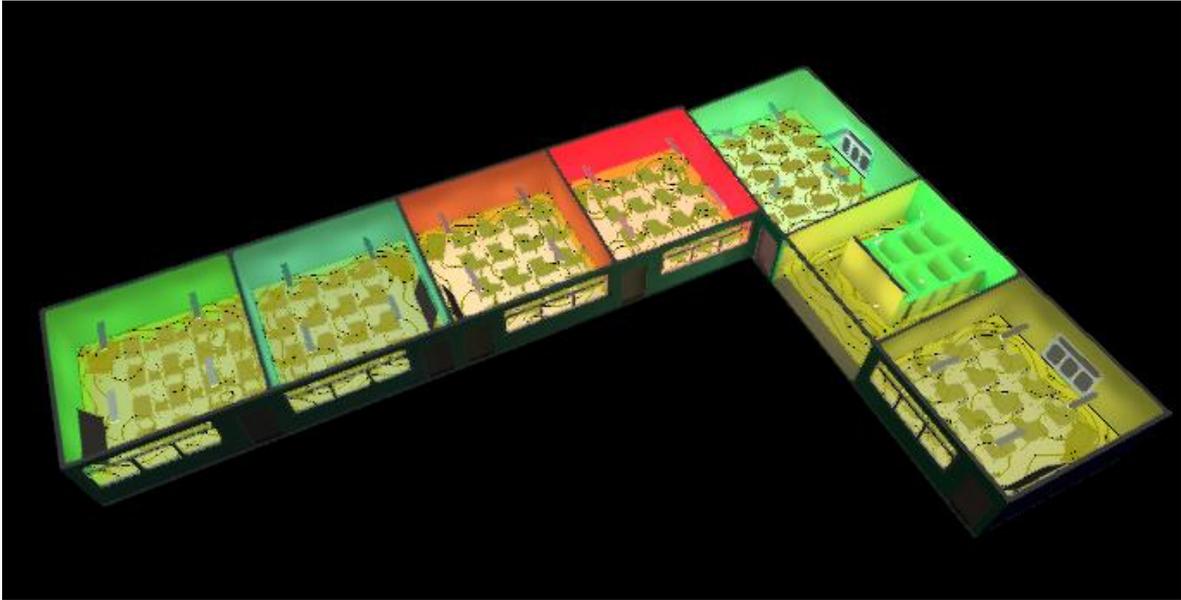


Nota: medición de plano de implementación en institución. Fuente. Auditoria Propia

Colocación de luminarias en DIALux evo.

Se implementó en software en dialux en área de intervención las luminarias de Silvania de 36W en Aulas ya mencionadas como en también las lámparas de MPE DE 40W en Baño en la institución Educativa Manuela Zaens Aispuru.

Figura 36. Colocación de luminarias DIALux.



Nota: simulación de la estructura de área de intervención en software DIALux Fuente. Auditoria Propia

3.4.7. Simulación y resultados.

Con la normativa selecciona en cada área de trabajo como luminosidad de Max/Min como también el nivel de uniformidad > 40 , parámetros de altura es de 0.80.

Con los resultados de lúmenes en cada aula se reflejan a continuación.

AULA 1 DE INSTITUCION E. U. MANUELA ZAENS AISPURO.

Figura 37. Resultado de la simulación de Aula 1.



Nota: simulación de aula 1 en el software cumpliendo norma establecida. Fuente. Auditoria Propia.

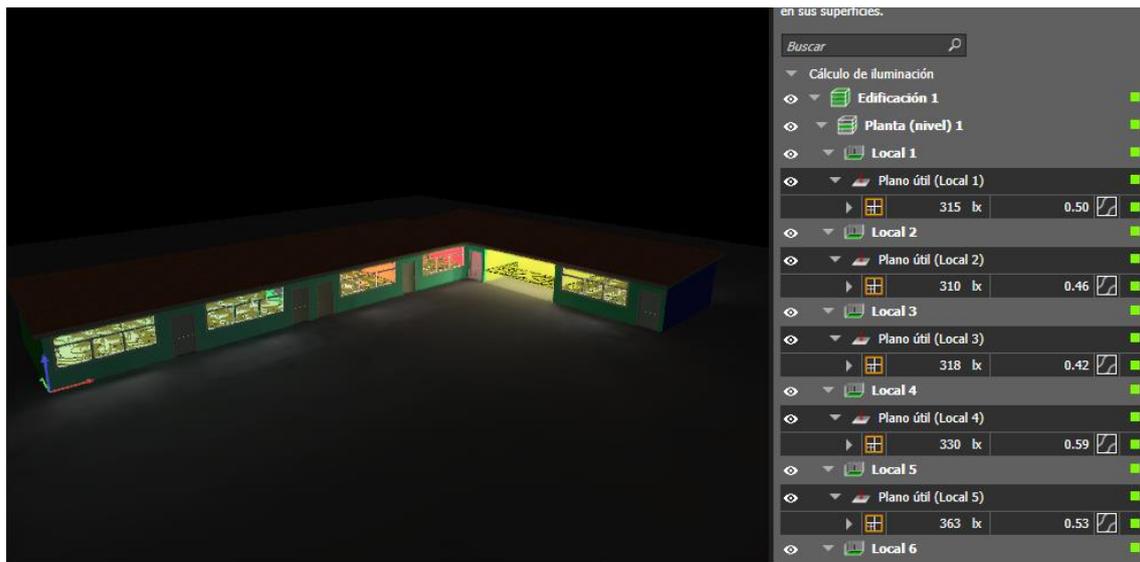
Para evaluar el nivel de luminosidad total de un espacio en DIALux, se realizó una simulación en un área de 36 m² con una altura de 2.50 metros. El objetivo era alcanzar un nivel de iluminación de

300 lux, área de servicio higiénicos de 200 lux adecuado para actividades de aula según las normativas. Durante la simulación, se tomaron en cuenta las características reflectantes de las superficies (paredes claras y suelo oscuro) y la disposición del mobiliario. Se ajustaron los parámetros para lograr una distribución uniforme de la luz en el área de trabajo.

El resultado mostró un nivel de luminosidad que oscilaba entre 300 y 500 lux, cumpliendo en general con el objetivo.

Finalmente, se sugirió la implementación de sensores de presencia para mejorar la eficiencia energética y asegurar que la iluminación se adapte a la ocupación real del espacio. La simulación en DIALux demostró ser una herramienta eficaz para optimizar el diseño de iluminación. Se determina los resultados ya mencionados con el cálculo de luminosidad que refleja en la tabla N°4 en cada área de estudio de la Institución Educativa Manuela Sáenz Aizpuru. Esto se cumple con la normativa Europa (EN 12464-1:2021).

Figura 38. Resultados generales de la simulación software DIALux.



Nota: simulación de toda el área implementación. Fuente. Auditoria Propia

3.5. Diseño eléctrico.

El diseño eléctrico es un proceso integral que abarca la planificación y especificación de sistemas eléctricos para asegurar que cumplan con las necesidades funcionales y normativas de un proyecto. Este proceso incluye la selección de componentes, la disposición de cables y equipos, y la implementación de medidas de seguridad.

3.5.1. Cálculo de carga.

Para determinar la carga total, es necesario sumar todas las cargas previstas, incluyendo iluminación, enchufes, equipos y otros dispositivos eléctricos.

En el área de intervención de la institución, se han previsto 31 luminarias, con diferentes potencias: 6 de 40W y 25 de 36W. También se realizó un estudio de carga especial de 1500W para las necesidades a lo futuro, que se presenta en cuadro de cargas total en toda área de implementación.

Tabla 13. Cuadro de carga total por cada circuito.

CIRCUITO	CANTIDAD	POTENCIA UNIT (W)	P. TOTAL (W)
C1: Iluminación Aula (1, 2,3)	12	36	432
C2: Iluminación Aula (4,5)	9	36	324
C3: Iluminación Aula (6)	4	36	144
C4: Iluminación (Baño)	6	40	240
C5: Circuito de Fuerza Aula (1,2,3)	9	200	1800
C6: Circuito de Fuerza Aula (4,5)	6	200	1200
C7: Circuito de fuerza Aula (6)	3	200	600
Reserva			1500
TOTAL			6240

Nota: Carga total. Fuente: Autoría propia

El diseño eléctrico es un proceso detallado que involucra la planificación, cálculo, selección y documentación de todos los aspectos de un sistema eléctrico. Asegura que el sistema sea eficiente, seguro y cumpla con las normativas vigentes. Este proceso incluye el cálculo de cargas, la selección de componentes, la creación de diagramas y planos, y la implementación de medidas de protección y seguridad.

3.5.2. Cálculo del calibre de conductor

Es fundamental considerar el tipo de conductor y la protección que se dimensionará para alimentar el circuito, ya sea de iluminación o de fuerza. Es necesario conocer y detallar el tipo de carga que se tendrá en cada circuito. Para ello, se utilizarán las fórmulas de cálculo de corriente y se consultarán las tablas de referencia de cables.

$$S = \rho \frac{2 \cdot L \cdot I}{u}$$

Tomamos como referencia el circuito de iluminación número uno, que tiene una potencia instalada de 432 vatios y una carga de 3.60 amperios, con una longitud de 30 metros. Aplicando la fórmula correspondiente, podemos determinar el calibre del conductor adecuado.

$$P = V \cdot I$$

En primer lugar, calculamos la corriente despejando la intensidad:

$$I = \frac{P}{V} = \frac{432w}{120v} = 3.60A$$

Tomamos como referencia el circuito de fuerza número cinco, que tiene una potencia instalada de 1800 vatios y una carga de 15 amperios, con una longitud de 20 metros. Aplicando la fórmula correspondiente, podemos determinar el calibre del conductor adecuado.

$$P = V \cdot I$$

En primer lugar, calculamos la corriente despejando la intensidad:

$$I = \frac{P}{V} = \frac{1800w}{120v} = 15A$$

Posteriormente, se calcula la sección del conductor en función de la caída de tensión utilizando la fórmula adecuada. Al determinar la caída de tensión en voltios, procedemos de la siguiente manera:

Caída de tensión de circuito de iluminación.

$$u = 3\%(120v) = \frac{3 \times 120v}{100} = 3v$$

Caída de tensión de circuito de fuerza.

$$u = 5\%(120v) = \frac{5 \times 120v}{100} = 6v$$

Con base en esto, podemos determinar la sección del conductor de iluminación.

$$S = \frac{2 \cdot \rho \cdot L \cdot I \cdot \cos\phi}{\Delta V}$$

- S: Sección del cable en mm²
- P: Potencia del consumo en vatios
- L: Longitud en metros
- γ : Conductividad m/($\Omega \cdot \text{mm}^2$) (ver tabla)
- e: Caída de tensión en voltios
- U: Voltaje en voltios

$$S = \frac{(2 \times 0.017 \times 30 \times 3.60 \times 0.9)}{(120 \times 0.03)} = 0.91 \text{ mm}^2$$

Con base en esto, podemos determinar la sección del conductor de fuerza.

$$S = \frac{(2 \times 0.017 \times 20 \times 15 \times 0.9)}{(120 \times 0.05)} = 1.53 \text{ mm}^2$$

Basándonos en la tabla de calibres de conductores, podemos decir que utilizaremos un conductor con un calibre de 3.77 mm², que equivale a un calibre 14 AWG.

Figura 39. Sección del cable y amperaje que soporte.

Área de la selección transversal nominal mm ²	Calibre AWG	Diámetro exterior nominal mm	Masa kg/km
2.082	14	1.628	18.50
3.307	12	2.052	29.40
5.260	10	2.588	46.77
8.367	8	0.749	74.38
13.300	6	0.944	118.20

Nota. Información tomada de Botero, 2019.

Tabla 14. Selección del cable y protección para el circuito.

CIRCUITO	CAN.	POT. UNIT (W)	POT. TO (W)	F.P	VOL. (V)	COR. (A)	1.25 %	Sección del conductor (mm ²)	Calibre del conductor (AWG)
C1: Ilu. Aula (1,2,3)	12	36		0,9	120				#14(AWG)
			432			3,60	4,50	1,15)
C2: Ilu. Aula (4,5)		36		0,9	120				#14(AWG)
			324			2,70	3,38	0,86)
C3: Ilu. Aula (6)		36		0,9	120				#14(AWG)
			144			1,20	1,50	0,38)
C4: Ilu. (Baño)		40		0,9	120				#14(AWG)
			240			2,00	2,50	0,64)
C5: Fuerza Aula (1,2,3)		200		0,9	120				#12 (AWG)
			1260			10,50	13,13	2,23)

C6: Fuerza Aula (4,5)	200	0,9	120				#12 (AWG)
		840		7,00	8,75	1,49	
C7: fuerza Aula (6)	200	0,9	120				#12 (AWG)
		420		3,50	4,38	0,74	
Reserva		0,9	120				
		1500		12,50	15,63	-	
TOTAL		0,9	220				
		5160		40,15	53,75	32,84	

Nota: Circuito previsto. Fuente: Autoría propia

3.6. Estudio de caídas de voltaje.

El estudio de caídas de voltaje es esencial en el diseño y análisis de sistemas eléctricos, ya que garantiza que la tensión suministrada a los dispositivos y cargas sea adecuada para su correcto funcionamiento. Una caída de voltaje excesiva puede afectar tanto el rendimiento de los equipos como la eficiencia del sistema eléctrico. La caída de voltaje se refiere a la reducción del voltaje a medida que la energía eléctrica fluye a través de un conductor, desde la fuente hasta la carga. Esta reducción es causada por la resistencia del conductor y, en sistemas de corriente alterna (AC), también por la reactancia.

Asegurarse de que la caída de voltaje esté dentro de los límites aceptables es crucial para garantizar que los equipos operen correctamente y de manera eficiente.

3.6.1. Cálculo de caída de voltaje.

Para llevar a cabo el cálculo de caída de voltaje, con el conductor de aluminio con resistividad ($0.028\text{p}/\Omega\text{mm}^2\text{m}$) se ha tomado como referencia el circuito de alimentación que va desde el medidor hasta la caja de distribución principal. Este circuito tiene una distancia de 100 metros, una potencia instalada de 6240 W y una carga de 52^a. Además, este ejemplo y el cálculo correspondiente se utilizaron como referencia para determinar la caída de voltaje de cada uno de los circuitos intervenidos.

$$AU = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos\phi}{K \cdot S}$$

$$AU = \frac{2 \times 0.028 \times 100 \times 52 \times 0.9}{39.71}$$

$$AU = 7.80 \text{ V}$$

Se realizó el cálculo de caída de voltaje, con el conductor de cobre con resistividad ($0.017\text{p}/\Omega\text{mm}^2\text{m}$) se ha tomado como referencia el circuito de alimentación que va desde caja de distribución principal a caja de distribución. Este circuito tiene una distancia de 25 metros, una potencia instalada de 3000 W y una carga de 50,07^a.

$$AU = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos\phi}{K \cdot S}$$

$$AU = \frac{2 \times 0.017 \times 25 \times 50.07 \times 0.9}{13.3}$$

$$AU = 2.88 \text{ V}$$

El estudio de caídas de voltaje es esencial para asegurar que un sistema eléctrico funcione de manera eficiente y segura. Involucra calcular la caída de voltaje en función de la resistencia del conductor, la longitud del circuito, y la corriente de carga, y asegurarse de que cumpla con las normativas locales para evitar problemas en el funcionamiento de los equipos. Ajustar el diseño en base a estos cálculos ayuda a mantener la eficiencia y la seguridad del sistema eléctrico.

Tabla 15. Numero de protección en los circuitos.

CIRCUITO	CAN.	POT. UNIT (W)	POT. (W)	F.P	VOL. (V)	COR. (A)	1.25 %	Sección del conductor (mm ²)	Calibre del conductor (AWG)	Caid (V)
C1: Ilu. Aula (1,2,3)	12	36	432	0,9	120	3,60	4,50	1,15	#14(AWG)	1,98
C2: Ilu. Aula (4,5)	9	36	324	0,9	120	2,70	3,38	0,86	#14(AWG)	1,49
C3: Ilu. Aula (6)	4	36	144	0,9	120	1,20	1,50	0,38	#14(AWG)	0,66
C4: Ilu. (Baño)	6	40	240	0,9	120	2,00	2,50	0,64	#14(AWG)	1,10
C5: Fuerza Aula (1,2,3)	9	200	1260	0,9	120	10,50	13,13	2,23	#12 (AWG)	2,39
C6: Fuerza Aula (4,5)	6	200	840	0,9	120	7,00	8,75	1,49	#12 (AWG)	1,59
C7: fuerza Aula (6) Reserva	3	200	420	0,9	120	3,50	4,38	0,74	#12 (AWG)	0,80
TOTAL			1500	0,9	220	12,50	15,63	-		
			5160			40,15	53,75	32,84		

Nota: Caídas de voltaje de cada circuito. Fuente: Autoría propia

3.7. Selección de protecciones.

Calculando la sección del cable y la potencia instalada se determinó la protección que se debe instalar en cada circuito de iluminación y alimentación del sistema de iluminación.

Tabla 16. Numero de protección en los circuitos.

CIR CUI TO	C A N.	POT. UNIT (W)	POT. TO (W)	F.P	VOL. (V)	COR. (A)	1.25%	Sección del conduct or (mm ²)	alibre del conduct or (AWG)	C ai. (V)	Prote c.
1: Ilu. Aula (1,2, 3)	12	36		0,9	120					#	
C2: Ilu. Aula (4,5)	9	36	432	0,9	120	3,60	4,50	1,15	14(AWG)	1,98	P- 10A
C3: Ilu. Aula (6)	4	36	324	0,9	120	2,70	3,38	0,86	14(AWG)	1,49	P- 10A
C4: Ilu. (Bañ o)	6	40	240	0,9	120	1,20	1,50	0,38	14(AWG)	0,66	P- 10A
C5: Fuerz a Aula (1,2, 3)	9	200	1260	0,9	120	10,50	13,13	2,23	12 (AWG)	2,39	P- 16A
C6: Fuerz a Aula (4,5)	6	200	840	0,9	120	7,00	8,75	1,49	12 (AWG)	1,59	P- 16A
C7: fuerz a Aula (6) Reser va	3	200	420	0,9	120	3,50	4,38	0,74	12 (AWG)	0,80	P- 16A
TOT AL			5160	0,9	220	40,15	53,75	32,84			

Nota: Circuitos y sus protecciones. Fuente: Autoría propia

3.8. Cálculo de la acometida.

El cálculo de la acometida es crucial para garantizar que la instalación eléctrica pueda manejar la carga total requerida sin problemas. La acometida es el tramo de la instalación eléctrica que conecta el suministro de energía de la red pública con el sistema

eléctrico interno de un edificio o instalación. A continuación, se explica cómo calcular la acometida en función de los requisitos de carga, la caída de voltaje y otros factores.

Determinar la Carga Total Requerida

Calcula la carga total en kilovatios (kW) o vatios (W) que la acometida debe soportar. Esto incluye todos los dispositivos, equipos y sistemas eléctricos que estarán conectados. La carga total se puede calcular sumando las cargas de iluminación, enchufes, equipos y otros dispositivos.

Tabla 17. Los conductores.

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la tabla 310-104(a)]					
		60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C
mm ²	AWG o kcmil	TIPOS TW, UF	TIPOS RHW, THHW, THHW-LS, THW, THW-LS, THWN, XHHW, USE, ZW	TIPOS TBS, SA, SIS, FEP, FEPB, MI, RHH, RHW-2, THHN, THHW, THHW-LS, THW-2, THWN-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	TIPOS UF	TIPOS RHW, XHHW, USE	TIPOS SA, SIS, RHH, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2
		COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE		
0.824	18 ^{AWG}	—	—	14	—	—	—
1.31	16 ^{AWG}	—	—	18	—	—	—
2.08	14 ^{AWG}	15	20	25	—	—	—
3.31	12 ^{AWG}	20	25	30	—	—	—
5.26	10 ^{AWG}	30	35	40	—	—	—
8.37	8 ^{AWG}	40	50	55	—	—	—
13.3	6 ^{AWG}	55	65	75	40	50	55
21.2	4 ^{AWG}	70	85	95	55	65	75
26.7	3 ^{AWG}	85	100	115	65	75	85
33.6	2 ^{AWG}	95	115	130	75	90	100
42.4	1 ^{AWG}	110	130	145	85	100	115

Nota: Calibre de los conductores según la sección de conductor. Botero, 2019.

$$Carga\ total = Potencia\ de\ iluminacion + Potencia\ de\ equipos$$

$$Carga\ total = 6240\ W$$

$$Calulo\ de\ la\ acometida = \frac{P}{V}$$

Donde:

P = Potencia total en vatios (W). 5440W

V = Voltaje del sistema en voltios (V). 220V

Tabla 18. Selección de conductor de medidor a tablero principal.

TABLA DE ACOMETIDA									
Conduct or a tablero D.	Distanc ia	Potenc ia Instala da	F. P	Vol t. (V)	Corr: (A)	1,25%	sección del conductor	caída de voltaje	conduct or.

1	80	5160	0, 220						#2(AWG G)
			9	43,00	53,75	32,84	6,60		

Nota: selección de conductor desde medidor a tablero principal. Fuente: Autoría propia

De acuerdo a la normativa NEC se determina a realizar los pozos de revisión a la distancia de 25m en línea recta o en cada cambio de sentido de dirección para ductos de conductores.

Tabla 19. Selección de conductor de tablero de general (distribución).

SELECCIÓN DE CONDUCTO DE TABLERO DE GENETAL(DISTRIBUCION)									
Tablero Dis.	Distancia	Pot. Ins.	F.P	Voltaje (V)	Corr. (A)	1,25%	sección del Con.	caída (V)	Con.
1	30	3000	0,9	120	50,07	62,5875	26.29	4.32	#4 (AWG)

Nota: selección de conductor de tablero de general (distribución). Fuente: Autoría propia

3.9. Puesta a tierra.

La puesta a tierra consiste en conectar partes del sistema eléctrico, como equipos, carcasas metálicas o estructuras, directamente al suelo mediante un conductor, generalmente de cobre o de otro material con alta conductividad.

3.9.1. Selección de puesta a tierra.

De acuerdo con la normativa NEC selecciona puesta a tierra de los sistemas eléctricos, sin embargo, colaboran para ayudar a garantizar la seguridad.

3.9.2. Calibre del conductor de puesta a tierra

El calibre mínimo del conductor de puesta a tierra de acuerdo al valor de corriente de la protección del circuito.

Tabla 20. Selección de conductor de puesta a tierra.

(A)	conductor de cobre
52	5,26 (10)

Nota: selección de puesta a tierra normativa NEC. Fuente: Autoría propia.

Tabla 21. Tamaño de los conductores de tierra para canalizaciones y equipos.

Capacidad o ajuste del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, canalizaciones, etc. Sin exceder de:	Tamaño nominal mm ² (AWG o kcmil)	
	(A)	Conductor de cobre
15	2,08 (14)	---
20	3,31 (12)	---
30	5,26 (10)	---
40	5,26 (10)	---
60	5,26 (10)	---
100	8,37 (8)	13,3 (6)
200	13,3 (6)	21,2 (4)
300	21,2 (4)	33,6 (2)
400	33,6 (2)	42,4 (1)

Ref: Tabla 250.122 del NEC

Nota: conductores a tierra. Fuente: Auditoria propia.

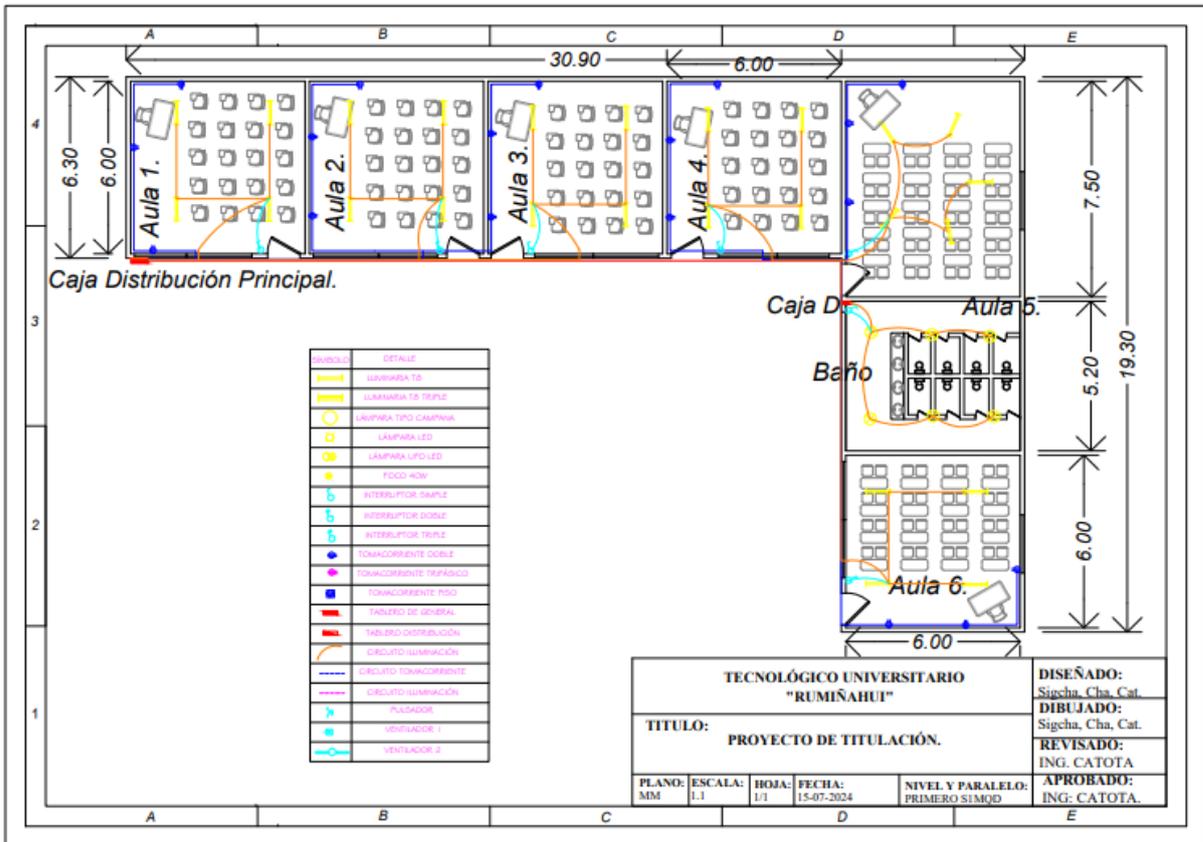
CAPITULO IV

4. PRUEBAS, RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Plano en AutoCAD del diseño eléctrico.

El plano en AutoCAD para el diseño eléctrico implica una serie de pasos que garantizan una representación clara de todos los componentes del sistema, conforme a las normas y estándares técnicos. El software AUTOCAD facilitó la creación del plano, en el que se planificó la disposición de cada circuito para su implementación. Este plano detalla la ubicación exacta de las nuevas luminarias, así como la distancia entre los conductores y el tablero de distribución, especificando la posición de cada componente que se instalará según este diseño.

Figura 40. Diseño del plano eléctrico en AutoCAD.

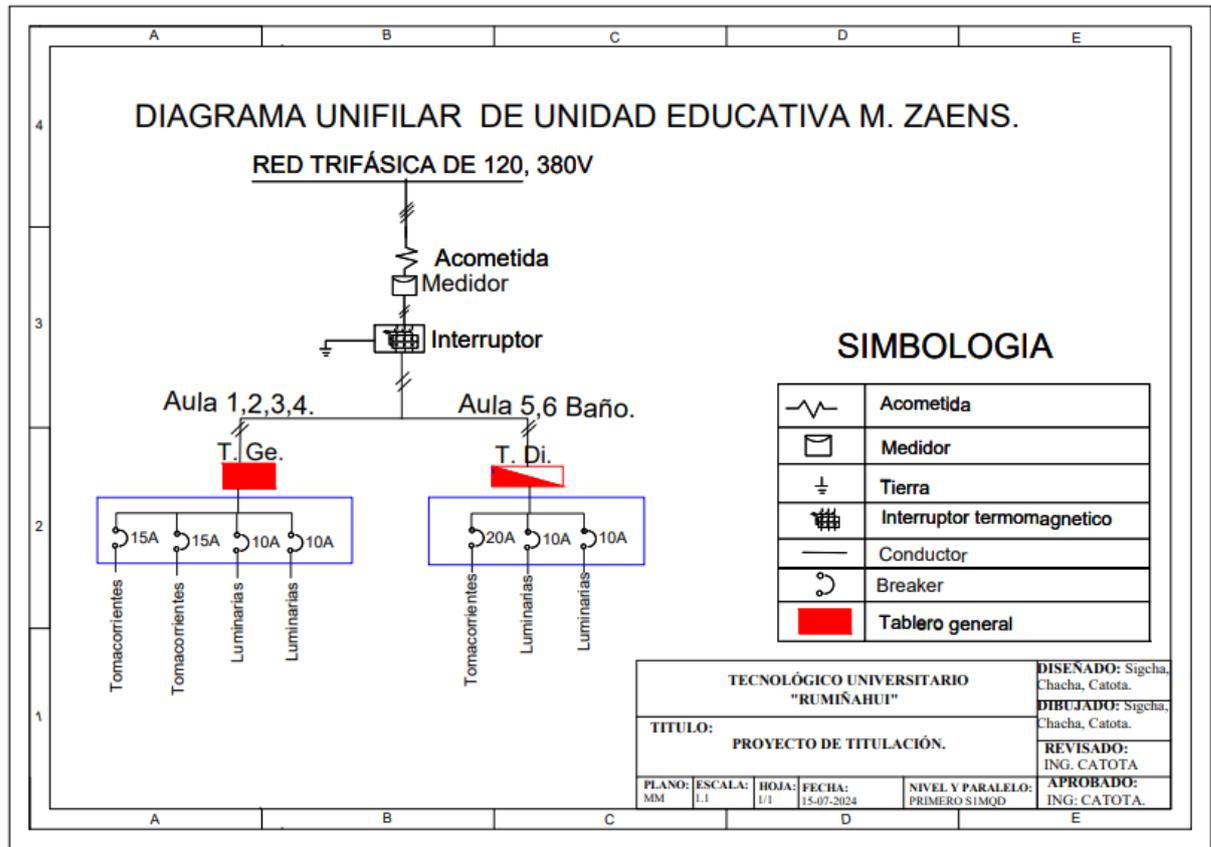


Nota: circuito de iluminación y tomas AutoCAD. Fuente: autoría propia

4.2. Diagrama unifilar

El diagrama unifilar es una representación gráfica simplificada de un sistema eléctrico que muestra de manera clara y concisa la disposición de los componentes eléctricos y sus conexiones. Se utiliza en el diseño y documentación de sistemas eléctricos para dar una visión general del esquema de distribución. Esta herramienta es esencial para la planificación y documentación de sistemas eléctricos, ya que ofrece una representación clara de cómo los componentes están interconectados, facilitando así su instalación, mantenimiento y diagnóstico.

Figura 41. Diseño del plano eléctrico en AutoCAD



Nota: diagrama unifilar subsistente de área de implementación. Fuente: autoría propia

4.3. Lista de materiales.

Para llevar a cabo el proyecto, se destinó un presupuesto aproximado de 1422.17 dólares estadounidenses. Con esta cantidad se compraron todos los materiales y componentes necesarios, siguiendo las especificaciones establecidas en las tablas del capítulo 3 y conforme a las normas aplicables. La tabla 18 presenta el desglose detallado del costo de cada elemento adquirido, incluyendo el precio real al momento de la compra.

Tabla 22. Lista de materiales.

ESCUELA MANUELA ZAEN AISPURU

Av. Leónidas dublés Caupicho

PRESUPUESTO DE MATERIALES

ÍTEM	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	18	15A	toma corrientes doble veto	\$2,00	\$36,00
2	24		cajetines rectangulares de plástico.	\$0,50	\$12,00
3	6	10A	interruptor simple veto pata.	\$1,75	\$10,50
4	45		cajetín cuadrado plástico	\$0,50	\$22,50
5	45		tapas de cajetines cuadrados	\$0,50	\$22,50
6	27	2 pulgadas	tubo PVC de 3 m.	\$7,90	\$213,30
7	8	2 pulgadas	codos 45° de PVC	\$2,00	\$16,00
8	60	1/2 pulgadas	tubos PVC Conduit	\$0,95	\$57,00
9	60	1/2 pulgadas	codos de tubos PVC Conduit	\$0,30	\$18,00
10	2		caja térmica de control, distribución 6 p.	\$32,00	\$64,00
11	30	AWG mm	conductor de Aluminio N°# 3X4	\$2,00	\$60,00
12	300	AWG mm	conductor de aluminio ttu N°# 2	\$1,20	\$360,00
13	400	AWG N# 12	rollos cobre flexible	\$0,47	\$188,00
14	250	AWG N# 14	rollos cobre flexible	\$0,31	\$77,50
15	25	36W	lámpara Sylvania tuvo de 36w	\$6,50	\$162,50
16	6	40W	lámpara Mpe de 40w	\$4,48	\$26,88
17	1		1 funda de cemento	\$9,00	\$9,00
18	4	BREKER IPOLO	16a iluminación	\$5,30	\$21,20
19	3	BREKER IPOLO	20a fuerza	\$5,30	\$15,90
20	3	TEYPE	20 y 3m negro	\$1,13	\$3,39
21	1	QUINTAL	cemento	\$8,00	\$8,00
22	3	CARRETILLAS	arena	\$3,00	\$9,00
23	2	CARRETILLAS	ripio	\$3,00	\$6,00
24	2	DIA	alquiler de andamios	\$1,50	\$3,00
TOTAL:					\$1.422,17

Nota: Circuitos y sus respectivos materiales. Fuente: Autoría propia

4.4. Implementación de luminarias en la institución.

4.4.1. Luminarias.

Se implementan luminarias de 36 watts en la institución educativa, mejorando la eficiencia energética y manteniendo la calidad de iluminación adecuada para estudiantes y personal. Esta actualización optimiza el consumo de energía sin comprometer el confort visual, asegurando un entorno de aprendizaje bien iluminado y eficiente.

Figura 42. Luminarias antes.



Nota: luminarias existentes en la institución. Fuente autoría propia.

Figura 43. Implementación de luminarias.



Nota: implementación de luminarias en área de intervención. Fuente autoría propia.

Figura 44. luminarias actuales.



Nota: luminarias Sylvania 40 W. subsistentes Fuente autoría propia.

Implementación de interruptor.

Se implementa un interruptor simple Veto en la institución para controlar el encendido y apagado del circuito de iluminación, adaptándose a las necesidades específicas del plantel. Esta instalación mejora la gestión de la luz, proporcionando una solución eficiente y fácil de usar para el control de la iluminación.

Figura 45. Implementación de interruptor subsistentes veto en aulas de institución.

Interruptor antes.



Interruptor actuales.



Nota: subsistentes interruptores de área de implementación. Fuente: Auditoría propia.

Implementación de tomacorrientes.

Se implementa un circuito de fuerza en las aulas de la institución educativa, facilitando el uso de equipos eléctricos como laptops y celulares. Esta mejora responde a las necesidades actuales de conectividad y carga, asegurando un suministro eléctrico adecuado para el funcionamiento continuo de dispositivos esenciales en el entorno educativo.

Figura 46. Implementación de circuito de fuerza en la institución educativa.

Tomacorrientes antes

Tomacorrientes actuales



Nota: subsistente las tuberías PVC en área de implementación. Fuente: Auditoría propia

Canalización de tubo PVC para conductor eléctrico.

Según la normativa NEC, se implementó un circuito de fuerza y un circuito de iluminación utilizando tubería Conduit de ½ pulgada, con conductores de N# 14 AWG y N# 12 AWG. Esta instalación refuerza la seguridad eléctrica en la institución, protegiendo a los estudiantes y asegurando un entorno seguro.

Figura 47. Ductos PVC para conductor.

Sin canalizacion

Canalizacion actuales.



Nota: subsistente el tomacorriente en área de implementación. Fuente: Auditoría propia.

Implementación caja de distribución.

Se implementa dos cajas de distribución eléctrica permite la distribución segura y eficiente de energía, protegiendo circuitos con interruptores, facilitando el control centralizado, y garantizando una conexión segura. También facilita el mantenimiento y la expansión del sistema eléctrico, asegurando que cada área reciba la energía necesaria de manera segura.

Figura 48. Cajas de distribución.

Cuchilla antes.

Caja de distribución actuales.



Nota: subsistentes cajas de distribución, principal en área de implementación. Fuente: Auditoría propia

Implementación de Subterráneo.

De acuerdo a la normativa NEC se realizó una excavación 50cm en todo la línea recta que circular en conductor desde acometida a caja de distribución 80 metros para instalar el conductor N#1/0 TTU subterráneo. Esta excavación permite la correcta colocación del conductor, asegurando su protección y funcionalidad en el sistema eléctrico subterráneo.

Figura 49. Luminarias actuales en la institución educativa.



Nota: excavación subterránea para línea de acometida. Fuente: Auditoría propia

Implementación de cajas de revisión subterráneo.

Se realizó una excavación rectangular para instalar cajas de revisión subterráneas de concreto, con dimensiones de 50 cm de altura y 25 cm de ancho por 25 cm de profundidad. La excavación se ejecutó conforme a la normativa para garantizar la correcta ubicación y funcionalidad de las cajas.

Figura 50. Cajas de revisión subterráneo.



Nota: cajas de revisión subterráneas. Fuente: Auditoría propia.

Se fabricaron y colocaron tapas de concreto para sellar las cajas de revisión, asegurando la protección y seguridad del sistema subterráneo. Las tapas se ajustan a las dimensiones especificadas y se instalan siguiendo las normativas pertinentes para garantizar la integridad de las cajas y el acceso adecuado.

Validación de resultado.

Medidas de luxes

Se realizaron mediciones de los niveles de iluminación existentes y subsistentes en la institución, dentro del área de intervención para garantizar un ambiente adecuado en términos de iluminación, asegurando así condiciones óptimas para las actividades realizadas en la institución.

Figura 51. Nivel iluminación antes de la intervención.



Nota: mediciones actuales con luxómetro en área de intervención. Fuente: Auditoría propia.

Figura 52. Nivel iluminación subsistente en área de servicios higiénicos.





Nota: medición de subsistentes con luxómetro. Fuente: Auditoria propia.

Tabla 23. Medidas de luxes.

Espacio	Nivel de iluminación antes de la intervención	Medidas del nivel de iluminación		Media de iluminación registrada en el luxómetro actualmente
		Nivel de iluminación según diseño ML	Nivel de iluminación según diseño DiAlux	
Aula 1	180	318.50	316	316
Aula 2	270	307.76	311	338
Aula 3	173	318.50	319	334
Aula 4	132	318.50	331	338
Aula 5	261	329.23	340	350
Aula 6	137	329.23	306	318
Baño ex	124	244.75	273	284
Baño in.	78.92	210.75	218	284

Nota: medidas de luxes con sus respectivas aulas. Fuente: Auditoria propia.

Medidas de voltaje(V) de antes y actuales.

Se realizó las medidas de voltaje en el área intervención existentes como subsistentes tomadas con multímetro siendo un componente muy útil en campo de medición eléctricos los valores se reflejan en la tabla N°24.

Figura 53. Medidas de actuales de voltaje en área intervención.



Nota: Medición de voltaje con multímetro Fuente: Auditoria propia.

Tabla 24. Medidas de voltaje.

Circuito	Nivel de voltaje antes de la intervención	Medidas de voltaje		Caída de voltaje
		Nivel de voltaje según diseño	Medida actual registrada con el multímetro	
Circuito general.	125 (un solo circuito en general)	120 (por cada circuito)	121 (por cada circuito)	1.49

Nota. Medidas de voltaje. Fuente: Auditoría propia.

Medidas existentes y subsistentes de corriente (A).

Se realizó las medidas de corriente en el área intervención existentes como subsistentes tomadas con multímetro siendo un componente muy útil en campo de medición eléctricos los valores se reflejan en la tabla N°25.

Figura 54. Medidas de corriente subsistente en área intervención de circuito 5.



Nota: Medición de corriente con multímetro Fuente: Auditoria propia.

Tabla 25. Medidas de corriente.

Circuito	Nivel de voltaje antes de la intervención	Medidas de corriente (A)		
		Nivel de corriente según diseño.	Medida actual registrada con el multímetro	Caída de voltaje
1		4,50	3.15	1,98
2		3,38	2.10	1,49
3		1,50	1.0	0,66
4	0,39A (un solo circuito en general)	2,50	1.70	1,10
5		13,13	3.68	2,39
6		8,75	2.41	1,59
7		4,38	1.11	0,80

Nota. Medidas de corriente. Fuente: Auditoria propia.

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

El rediseño del sistema de iluminación que se propuso y ejecutó se apejó a las normas establecidas por la NTE INEN 238 y la Norma Europea (UNE-EN 12464-1:2003), que regulan los niveles de iluminación en todas las áreas de intervención. Con esta actualización, la institución cumplió con éxito los requisitos de iluminación necesarios.

El conductor subterráneo de aluminio N°2 TTU es una excelente opción para instalaciones eléctricas subterráneas debido a su durabilidad y resistencia a la corrosión. Aunque proporciona una solución rentable para distancias largas, su conductividad no

alcanza el nivel del cobre. Es fundamental realizar una instalación y protección adecuadas para asegurar un rendimiento seguro y confiable en la distribución de energía.

La conexión de las cajas de distribución eléctrica es esencial para asegurar una distribución segura y eficiente de la energía, tanto en entornos residenciales como industriales. Esta práctica garantiza protección contra sobrecargas y cortocircuitos, permite un control centralizado del sistema eléctrico y mejora la seguridad general.

DIALux es una herramienta eficaz para analizar y diseñar sistemas de iluminación. No solo cumple con los estándares y regulaciones de calidad, sino que también optimiza el rendimiento de la iluminación. Además, facilita la visualización de diferentes escenarios y la toma de decisiones informadas en proyectos de iluminación, mejorando la eficiencia energética y el confort visual en los entornos diseñados.

La instalación de tomacorrientes y luminarias es fundamental para garantizar la seguridad eléctrica y la funcionalidad. Es esencial verificar las conexiones, proteger los dispositivos y cumplir con las normas establecidas. Las luces deben estar correctamente fijadas y conectadas con los cables adecuados. Finalmente, se deben realizar pruebas operativas para asegurar que se cumplan todas las normativas.

5.2. Recomendaciones

Es recomendable seleccionar cajas de distribución eléctrica que cumplan con las normas de seguridad vigentes. Estas cajas deben proporcionar una protección adecuada contra sobrecargas y cortocircuitos, y estar fabricadas con materiales resistentes a la corrosión. Además, deben contar con un espacio amplio que facilite tanto la instalación como el mantenimiento, y permitir futuras ampliaciones del sistema eléctrico.

También es fundamental utilizar conductores de aluminio de alta calidad que cumplan con las normativas establecidas. Para evitar problemas relacionados con la corrosión o la oxidación, es crucial verificar las conexiones utilizando terminales y conectores adecuados. Dado que la conductividad del aluminio es inferior a la del cobre, es importante dimensionar el conductor en función de la carga eléctrica prevista.

BIBLIOGRAFIA

Blasco Espinosa, Pedro Ángel. «ILUMINACIÓN.» <https://riunet.upv.es/>. 2021. https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/75442/ILUMINACION__GIE-3__2en1.pdfhttps://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/75442/ILUMINACION__GIE-3__2en1.pdf (último acceso: 23 de Agosto de 2024).

DEINGENIERIAS. «¿Qué es AutoCAD y para qué sirve? Cómo funciona.» <https://deingenierias.com/>. 6 de Enero de 2019. <https://deingenierias.com/software/que-es-autocad-para-que-sirve-como-funciona/> (último acceso: 23 de Agosto de 2024).

EBAC. «¿Qué es DIALux y cómo usar el programa?» <https://ebac.mx/>. 03 de Mayo de 2023. <https://ebac.mx/blog/que-es-dialux> (último acceso: 23 de Agosto de 2024).

Paula, Serrano Yuste. «Ejemplo paso a paso de cálculo del VEEI.» <https://www.certificadosenergeticos.com/>. 17 de Febrero de 2022. <https://www.certificadosenergeticos.com/ejemplo-paso-paso-calculo-veei> (último acceso: 01 de Agosto de 2024).

Blasco Espinosa, P. Á. (s. f.). *Apuntes: Iluminación, 3er Curso, Grado en Ingeniería Eléctrica.*

CABLES_ELECTRICOS-TIPOS.pdf. (s. f.-a). Recuperado 28 de agosto de 2024, de https://www.eis.unl.edu.ar/z/adjuntos/3697/CABLES_ELECTRICOS-TIPOS.pdf

CABLES_ELECTRICOS-TIPOS.pdf. (s. f.-b). Recuperado 28 de agosto de 2024, de https://www.eis.unl.edu.ar/z/adjuntos/3697/CABLES_ELECTRICOS-TIPOS.pdf

Calderón Zambrano, J. R., & Vera Bravo, R. R. (2017). *ESTUDIO DE CARGA ELÉCTRICA PARA LA REPOTENCIACIÓN DEL CIRCUITO ELÉCTRICO DE BAJA TENSIÓN DEL TRANSFORMADOR EXISTENTE NÚMERO 27078 DEL BARRIO SANTA MARTHA DE CHONE*. [Thesis]. <https://repositorio.ulead.edu.ec/handle/123456789/652>

Espinosa, P. Á. B. (s. f.). *3er Curso, Grado en Ingeniería Eléctrica.*

Guaman, C., & Paul, M. (s. f.-a). *Diseño de iluminación con luminarias tipo Led basado en el concepto eficiencia energética y confort visual, implementación de estructura para pruebas.*

Guaman, C., & Paul, M. (s. f.-b). *Diseño de iluminación con luminarias tipo Led basado en el concepto eficiencia energética y confort visual, implementación de estructura para pruebas.*

Guaman, C., & Paul, M. (s. f.-c). *Diseño de iluminación con luminarias tipo Led basado en el concepto eficiencia energética y confort visual, implementación de estructura para pruebas.*

Ixtaina, P., Bannert, B., & Gallardo, A. (2016). *Efectos de la iluminación led en el coeficiente de luminancia.*

Mejia, G. (2011). *ANÁLISIS Y EVALUACIÓN A HERRAMIENTA COMPUTACIONAL APLICADA AL CÁLCULO PARA LA SELECCIÓN DE CABLEADO ELÉCTRICO SUBTERRÁNEO.* <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.26846.89922>

Novillo, W. (s. f.). *DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD.*

Poveda, T. A. C. (s. f.). *PASANTÍA: INTEGRACIÓN DE INFORMACIÓN Y EFICIENCIA EN PROYECTOS ELÉCTRICOS E ILUMINACIÓN.*

Rodriguezevaluacion.pdf. (s. f.). Recuperado 29 de agosto de 2024, de https://tesisfcp.bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/2570/rodriguezevaluacion.pdf

Sudario, C., & Israel, C. (s. f.). *Diseño e implementación de módulo didáctico para el desarrollo de prácticas de instalaciones civiles.*

Boyce, P. R. (2014). *Factores humanos en la iluminación.* CRC Press.

Schiler, M. (1992). *Diseño simplificado de iluminación de edificios.* John Wiley & Sons.

DiLaura, D. L., Houser, K. W., Mistrick, R. G. y Steffy, GR (2011). *El manual de iluminación: referencia y aplicación.* Sociedad de Ingeniería de Iluminación.

ANEXOS

Se debe colocar:

Acta aceptación de elaboración del proyecto emitido por entidad

Acta de entrega y recepción del proyecto firmado y sellado por la entidad

Link de Vídeo de entrega del proyecto (los vídeos deben ser grabados en horizontal)

Link del video antes:

<https://youtu.be/GLY9rAeKYec?si=tQGqDNNtw5B6agmU>

Registro fotográfico con la respectiva descripción por foto

Informe anti plagio firmado por el docente de la asignatura

ANEXO A: RESULTADO DE NIVEL DE ILUMINACIÓN ANTES.

Se realizaron pruebas de luminosidad en el área destinada para la implementación, encontrándose que los valores obtenidos son inadecuados para el entorno de estudio. Estos resultados indican la necesidad de ajustes en la iluminación para garantizar condiciones óptimas y cumplir con los estándares requeridos para actividades educativas.

Tabla 26. Nivel de iluminación antes de intervención.

Espacio	Nivel de iluminación antes de la intervención	Fotografía
Aula 1	180	
Aula 2	270	
Aula 3	173	
Aula 4	132	
Aula 5	261	
Aula 6	137	
Baño ex	124	
Baño in	78.92	

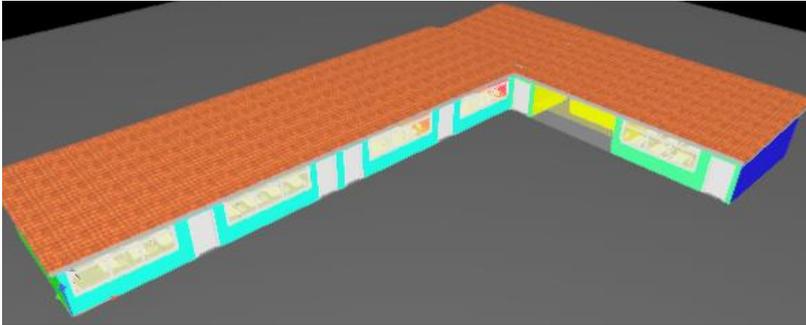
Nota: Pruebas realizadas con luxómetro. Fuente: Auditoria propia.

ANEXO B: INFORME DE RESULTADO DE SOFTWARE DIALUX.

Se realizó una simulación en el software Di Alux para calcular los niveles de luminosidad requeridos en cada aula, asegurando el cumplimiento de la normativa europea

de iluminación. Esta simulación permite garantizar que cada espacio de trabajo para los estudiantes cuente con la iluminación adecuada, optimizando las condiciones visuales y proporcionando un ambiente seguro y eficiente, acorde a los estándares exigidos por la normativa.

Figura 55. Resultado de software DIALux



Nota: simulador de la estructura donde se va realizar la implementación. Fuente: Auditoria propia.

Tabla 27. Nivel de iluminación según diseño DIALux.

Espacio	Nivel de iluminación según diseño DIALux	Imagen
Aula 1	316	
Aula 2	311	
Aula 3	319	
Aula 4	331	
Aula 5	340	
Aula 6	306	
Baño ex	273	
Baño in	218	

Nota: simulador de luminosidad con la normativa europea. Fuente: Auditoria propia.

ANEXO B: RESULTADO DE NIVEL DE ILUMINACION ACTUALES CON LUXOMETRO.

Se realizaron pruebas de iluminación en las áreas de trabajo de la institución educativa, utilizando un medidor de luminosidad (luxómetro). Estas mediciones aseguraron que los niveles de lux fueran adecuados, mejorando la visibilidad y proporcionando un entorno óptimo para los estudiantes.

Tabla 28. Resultado de nivel de iluminación de actuales.

Espacio	Media de iluminación registrada en el luxómetro actualmente	Fotografía
Aula 1	316	
Aula 2	338	

Aula 3	334	
Aula 4	338	
Aula 5	350	
Aula 6	318	
Baño ex Baño in	284 284	

Nota: Pruebas realizadas de nivel de iluminación actuales (luxómetro). Fuente: Auditoria propia.

ANEXO C: FACTURAS DE LA COMPRA PARA AREA DE IMPLEMENTACION EN LA INSTITUCION EDUCATIVA.

Se procede con la compra de materiales eléctricos para la intervención en la unidad educativa Manuela Sáenz Aispuro. Los materiales adquiridos serán utilizados para mejorar las instalaciones eléctricas, garantizando la seguridad y el correcto funcionamiento de los sistemas, conforme a las necesidades del área y los estándares establecidos.

Figura 56. Cotización de materiales.

PROVEEDORES INTEGRALES
Material eléctrico e iluminación

COTIZACION
001-00202407127

Ponle luz a tu vida

MEGAELECTRONICA >>>
TAIMAL YAGUANA JUAN PABLO
RUC: 1720828829001
Obligado a llevar contabilidad
MATRIZ LEONIDAS DUBLES E5106 Y E5C
TELF.S: 02-3086083 / 0994638185
E-mail: megaelectronicanoite@gmail.com
CONTRIBUYENTE REGIMEN GENERAL
Factura electrónica Nro.:
002002- 000041423
Nro. Autorización Offline / Clave de Acceso
24082024011720828829001200200200004142
3123456781

RUC: 1711759987001 Email: am_proveedores@hotmail.com
AV. LIBERTADORES De-29 Y AV. MARISCAL SUCRE
TELEF: 022650726 / 0569318392

FECHA: 22/08/2024
CLIENTE: SR. FREDDY SYGCHA
DIRECCION: FORMA DE PAGO:
RUC/C.I: OFERTA VALIDA

CODIGO	CANT	DESCRIPCION	P. UNI	DESC. %	PRECIO	TOTAL
18		TOMA DOBEL POLARIZADO VETO PLATA	\$ 1,71		1,71	30,78
7		INTERRUPTOR SIMPLE VETO PLATA	\$ 1,610		1,61	11,27
2		CENTRO DE CARGA 6P EVLITE	\$ 26,500		26,50	53,00
15		CAJETIN RECTANGULAR PLASTICO	\$ 0,3043		0,30	4,54
300		CONDUCTOR TTU ALUMINIO NO. 2	\$ 0,7900		0,79	237,00
200		MTS. FLEXIBLE No. 12 CABLEC	\$ 0,4755		0,48	95,10
100		MTS. FLEXIBLE No. 14 CABLEC INCABLE	\$ 0,3185		0,32	31,85
24		LAMPARA FLAT 36W 6000K BELLALUX	\$ 6,5000		6,50	156,00
4		FOCO ALTA POTENCIA 40W 110-220V OSRAM	\$ 4,4800		4,48	17,92
2		TAPPE 20Y 3M NEGRO	\$ 1,1300		1,13	2,26
25		TUBOS PVC CONDUIT 1/2	\$ 0,9500		0,92	23,00
30		TUBOS PVC 3/4	\$ 2,9500		2,95	88,50
SUBTOTAL:						751,24
DESCUENTO:						
TARIFA 15%:						751,24
L.V.A 15%:						112,69
TOTAL:						863,93

NOTA: GREY CANTUÑA
ASESOR COMERCIAL

MEGAELECTRONICA >>>
TAIMAL YAGUANA JUAN PABLO
RUC: 1720828829001
Obligado a llevar contabilidad
MATRIZ LEONIDAS DUBLES E5106 Y E5C
TELF.S: 02-3086083 / 0994638185
E-mail: megaelectronicanoite@gmail.com
CONTRIBUYENTE REGIMEN GENERAL
Factura electrónica Nro.:
002002- 000041423
Nro. Autorización Offline / Clave de Acceso
24082024011720828829001200200200004142
3123456781

Fecha 2024/08/24 16:51:16
R.U.C. 0503883738
Cliente CATOTA CALO BRAYAN ANDERSON
Direccion: paupicho
Telefono: 9959411698

CANT	DESCRIPCION	P.U.	TOTAL
0	CEMENTO ROCA	7 6100	3 81
1	CABLES FLEXIBLES # 12	42 6087	42 61
1	CABLES FLEXIBLES # 14	32 1304	32 13
4	CODO DE VENTILACION	0 4348	1 74
10	ABRAZADERA EMT 2"	0 6622	6 62
6	TUBO PROFUNDO	2 3613	11 96
6	CODOS CONDUIT DE 1/2	0 2809	1 67
4	CODO DE VENTILACION	0 4348	1 74
Subtotal:		\$ 102 07	
SUBTOT CON IVA 15			98 26
SUBTOT CON IVA 5			3 80
SUBTOT SIN IVA			0 00
15% IVA		\$ 14 73	
Iva 5 %		\$ 0 19	
Total:		\$ 117 00	

Cambio (vuelto): \$ 0 00

MEGAELECTRONICA >>>
TAIMAL YAGUANA JUAN PABLO
RUC: 1720828829001
Obligado a llevar contabilidad
MATRIZ LEONIDAS DUBLES E5106 Y E5C
TELF.S: 02-3086083 / 0994638185
E-mail: megaelectronicanoite@gmail.com
CONTRIBUYENTE REGIMEN GENERAL
Factura electrónica Nro.:
002002- 000041434
Nro. Autorización Offline / Clave de Acceso
25082024011720828829001200200200004143
4123456781

Fecha 2024/08/25 08:49:05
R.U.C. 0503883738
Cliente CATOTA CALO BRAYAN ANDERSON
Direccion: paupicho
Telefono: 9959411698

FECHA: 23/08/24 **NOTA DE VENTA N°**
CLIENTE: CIUDAD:
DIRECCION: TELEFONO:
R.U.C.: F. DE PAGO:

CANT	DESCRIPCION	VUNIT	V.TOTAL
30	Tacos N 8	05	3.50
14	Abrazaderas	015	5.10
3	cajetines	100	19.00
TOTAL			27.60

Retref. CALO BRAYAN
RUC: 0503883738
TEL: 9959411698
CANTUÑA

CANT	DESCRIPCION	P.U.	TOTAL
1	CABLES FLEXIBLES # 14	33 0435	33 04
0	CABLES FLEXIBLES # 12	43 4783	21 74
Subtotal:		\$ 54 78	
SUBTOT CON IVA 15			54 78
SUBTOT CON IVA 5			0 00
SUBTOT SIN IVA			0 00
15% IVA		\$ 8 21	
Iva 5 %		\$ 0 00	
Total:		\$ 63 00	

Cambio (vuelto): \$ 0 00

Nota: se realizó la cotización de materiales para área de implementación. Fuente: Auditoria propia.

ANEXO D: RESULTADO DE ILUMINACION EN AREA DE IMPLEMENTACION DE LA INSTITUCION.

Aula 1.



Fotografia 1: Instalación de luminarias mejora la iluminación y el ambiente educativo.

Fotografia 2: Instalación de toma corrientes mejora el ambiente educativo para dispositivos electricos.

Fotografía 3: Instalación de interruptor para controlar el circuito de iluminación.

Aula 2.



Fotografía 1: Instalación de luminarias mejora la iluminación y el ambiente educativo.

Fotografía 2: Instalación de toma corrientes mejora el ambiente educativo para dispositivos electricos.

Fotografía 3: Instalación de interruptor para controlar el circuito de iluminación.

AULA 3.



Fotografía 1: Instalación de luminarias mejora la iluminación y el ambiente educativo.

Fotografía 2: Instalación de toma corrientes mejora el ambiente educativo para dispositivos electricos.

Fotografía 3: Instalación de interruptor para controlar el circuito de iluminación

AULA 4.



Fotografía 1: Instalación de luminarias mejora la iluminación y el ambiente educativo.

Fotografía 2: Instalación de toma corrientes mejora el ambiente educativo para dispositivos electricos.

Fotografía 3: Instalación de interruptor para controlar el circuito de iluminación

AULA 5.



Fotografía 1: Instalación de luminarias mejora la iluminación y el ambiente educativo.

Fotografía 2: Instalación de toma corrientes mejora el ambiente educativo para dispositivos electricos.

Fotografía 3: Instalación de interruptor para controlar el circuito de iluminación **BAÑO.**

En area de implementacion de servicios higienicos que facilita a los estudiantes tener una mejor vesivilidad.



Fotografía 1: Instalación de luminarias en area de serviciion higienicos.

Fotografía 2: Instalación de interruptor para controlar el circuito de iluminación.

AULA 6.



Fotografía 1: Instalación de luminarias mejora la iluminación y el ambiente educativo.

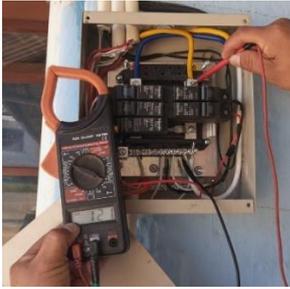
Fotografía 2: Instalación de toma corrientes mejora el ambiente educativo para dispositivos electricos.

Fotografía 3: Instalación de interruptor para controlar el circuito de iluminación

ANEXO E: VALORES DE VOLTAJE Y CORRIENTE ACTUAL EN TABLERO DE DISTRIBUCION EN INSTITUCION EDUCATIVA MANUALA ZAENS AISPURO.

Se realizo la medición de Valores de medidas de voltaje en caja de distribución en área implementación en la institución educativa reflejando los valores a contiucion.

Figura 57. Voltaje (121V).



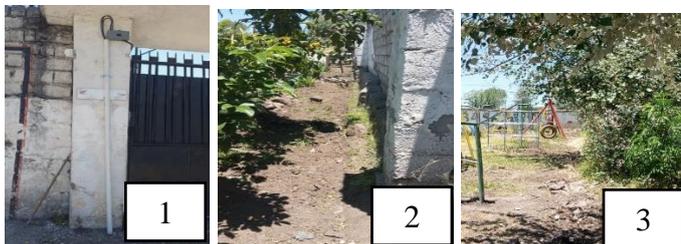
Nota: Medidas de voltaje actuales en área de intervención. Fuente: Auditoria propia.

Figura 58. Corriente actual (3.68A).



Nota: Medidas de corriente actual en área de intervención. Fuente: Auditoria propia.

ANEXO F: ESCABACION LINEASUBTERRANEO PARA ACOMETIDA.



Fotografía 1: Implantación de conductor subterráneo TTU #1 a la distancia de 80m.

Fotografía 2,3: Instalación de tubo PVC de 2 pulgadas.

Fotografía 3: Instalación de toma corrientes mejora el ambiente educativo para dispositivos electricos.

ANEXO G: CAJAS DE REVICION SUBTERRANEO.

Se realizo la implentacion de tres cajas subterraneeas con medidas de 25cm cuadrados con una profundidad de 45cm, a una distancia de 25metros aplicando la normativa NEC.



Fotografia 1: Implementacion de cajas de revision subterranea.

Fotografia 2: Instalación de tubo PVC de 2 pulgadas.

Fotografia 3: caja de revision terminado.