

Pregrado

Carrera: Electricidad

Asignatura (UIC): Desarrollo de proyectos eléctricos

Trabajo de titulación previo a la obtención del

Título en: Tecnólogo Superior en Electricidad

Tema: Rediseño e implementación de las instalaciones eléctricas de fuerza e iluminación de la Unidad Educativa Mary Coryle, ubicada en el sector Terminal Terrestre -parroquia el Vecino, cantón Cuenca, provincia del Azuay.

Autor/s: Cesar Vinicio Puruncajas Quiroga

Jhoe Ismael Estrada Sanchez

Tutor Metodológico: Ing. Diego Pichoasamin

Tutor Técnico: Ing. Cristian Changoluisa

Fecha: 8 de marzo de 2025

Autor:



Cesar Vinicio Puruncajas Quiroga

Título a obtener: Tecnólogo Superior en Electricidad

Matriz: Sangolquí -Ecuador

Correo electrónico: cesar.puruncajas@ister.edu.ec

Autor:



Jhoe Ismael Estrada Sánchez

Título a obtener: Tecnólogo Superior en Electricidad

Matriz: Sangolquí -Ecuador

Correo electrónico: jhoe.estrada@ister.edu.ec

Tutor metodológico:



Pichoasamín Morales Diego Fernando

Título: Ing. Electrónica en Automatización y Control

Matriz: Sangolquí -Ecuador

Correo electrónico: diego.pichoasamin@ister.edu.ec

Tutor Técnico:



Cristian Javier Changoluisa Chacha

Título: Ing. Electromecánico

Matriz: Sangolquí -Ecuador

Correo electrónico: cristian.changoluisac@ister.edu.ec

CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2025-ISTER-2-2.2

Sangolquí, 05 de marzo del 2025

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, JHOE ISMAEL ESTRADA SÁNCHEZ declaro y acepto en forma expresa lo siguiente: Ser autor del trabajo de titulación denominado REDISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE FUERZA E ILUMINACIÓN DE LA UNIDAD EDUCATIVA MARY CORYLE, UBICADA EN EL SECTOR TERMINAL TERRESTRE -PARROQUIA EL VECINO, CANTÓN CUENCA, PROVINCIA DEL AZUAY, de la Tecnología Superior en Electricidad; y a su vez manifiesto mi voluntad de ceder al Instituto Superior Tecnológico Rumiñahui con condición de Universitario los derechos de reproducción, distribución y publicación de dicho trabajo de titulación, en cualquier formato y medio, con fines académicos y de investigación.

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

En fe de lo cual, firmo la presente.

Atentamente,



JHOE ISMAEL ESTRADA SÁNCHEZ
C.I.: 0202210712

CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2025-ISTER-2-2.2

Sangolquí, 8 de marzo del 2025

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, Cesar Vinicio Puruncajas Quiroga declaro y acepto en forma expresa lo siguiente: Ser autor del trabajo de titulación denominado. Rediseño e implementación de las instalaciones eléctricas de fuerza e iluminación de la Unidad Educativa Mary Coryle, ubicada en el sector Terminal Terrestre -parroquia el Vecino, cantón Cuenca, provincia del Azuay., de la Tecnología Superior en Electricidad; y a su vez manifiesto mi voluntad de ceder al Instituto Superior Tecnológico Rumiñahui con condición de Universitario los derechos de reproducción, distribución y publicación de dicho trabajo de titulación, en cualquier formato y medio, con fines académicos y de investigación.

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

En fe de lo cual, firmo la presente.

Atentamente,



CESAR VINICIO PURUNCAJAS QUIROGA
C.I.:1720246279

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

CT-ANX-2025-ISTER-3

CARRERA:

TECNOLOGIA SUPERIOR EN ELECTRICIDAD

AUTOR /ES:

CESAR VINICIO PURUNCAJAS QUIROGA

JHOE ISMAEL ESTRADA SÁNCHEZ

TUTOR (METODOLÓGICO Y ACADÉMICO):

ING. DIEGO PICHOASAMIN

ING. CRISTIAN CHANGOLUISA

CONTACTO ESTUDIANTE:

0983029466

0985202576

CORREO ELECTRÓNICO:

cesar.puruncajas@ister.edu.ec

jhoe.estrada@ister.edu.ec

TEMA:

REDISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE

FUERZA E ILUMINACIÓN DE LA UNIDAD EDUCATIVA MARY CORYLE

OPCIÓN DE TITULACIÓN:

UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

RESUMEN EN ESPAÑOL:

CON ESTE PROYECTO DE REDISEÑO LOS CIRCUITOS DE FUERZA Y DE ILUMINACIÓN, BUSCAMOS BENEFICIAR A MUCHOS JÓVENES, ASEGURANDO UNA BUENA ILUMINACIÓN QUE CUMPLIERA CON LA NORMATIVA UNE-2002. TAMBIÉN SE INSTALARON TOMACORRIENTES CON SU RESPECTIVA CONEXIÓN A TIERRA, SE CAMBIÓ EL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL Y EL ALIMENTADOR PRINCIPAL, CUMPLIENDO CON LAS NORMATIVAS ESTABLECIDAS EN LA NEC-2018. SE REALIZARON PRUEBAS DE LÚMENES Y DE PROTECCIONES PARA GARANTIZAR UN FUNCIONAMIENTO SEGURO, CUMPLIENDO CON LOS PARÁMETROS CALCULADOS PARA ESTAS INSTALACIONES.

PALABRAS CLAVE: REDISEÑO DEL CIRCUITO DE FUERZA, ILUMINACIÓN, TABLERO DE DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL.

ABSTRACT:

WITH THIS PROJECT TO REDESIGN THE POWER AND LIGHTING CIRCUITS, WE SEEK TO BENEFIT MANY YOUNG PEOPLE, ENSURING GOOD LIGHTING THAT COMPLIES WITH THE UNE-2002 REGULATIONS. OUTLETS WITH THEIR RESPECTIVE GROUND CONNECTION WERE ALSO INSTALLED, THE MAIN DISTRIBUTION BOARD AND THE MAIN FEEDER WERE CHANGED, COMPLYING WITH THE REGULATIONS ESTABLISHED IN THE NEC-2018. LUMEN AND PROTECTION TESTS WERE CARRIED OUT TO GUARANTEE SAFE OPERATION, COMPLYING WITH THE PARAMETERS CALCULATED FOR THESE INSTALLATIONS.

PALABRAS CLAVE: REDESIGN OF THE POWER CIRCUIT, LIGHTING, MAIN DISTRIBUTION BOARD



Firma del Estudiante (AUTOR)
Cesar Vinicio Puruncajas Quiroga
C.I.: 1720246279



Firma del Estudiante (AUTOR)
Jhoe Ismael Estrada Sánchez
C.I.: 0202210712

SOLICITUD DE PUBLICACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2025-ISTER-4

Sangolquí, 05 de marzo del 2025

Sres.-

INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE UNIVERSITARIO

Presente

Yo JHOE ISMAEL ESTRADA SÁNCHEZ, con C.I.: 0202210712 alumno de la Carrera TECNOLOGIA SUPERIOR EN ELECTRICIDAD cedo al INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE UNIVERSITARIO, los derechos de publicaciones del presente trabajo de Titulación en el Repositorio Institucional para hacer uso de todos los contenidos con fines estrictamente académico o de investigación.

Atentamente,



Firma del Estudiante

Jhoe Ismael Estrada Sánchez
C.I.: 0202210712

SOLICITUD DE PUBLICACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2025-ISTER-4

Sangolquí, 8 de marzo del 2025

Sres.-

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

Presente

Yo CESAR VINICIO PURUNCAJAS QUIROGA), con C.I.: 1720246279 alumno de la Carrera TECNOLOGIA SUPERIOR EN ELECTRICIDAD cedo al INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE UNIVERSITARIO, los derechos de publicaciones del presente trabajo de Titulación en el Repositorio Institucional para hacer uso de todos los contenidos con fines estrictamente académico o de investigación.

Atentamente,



Firma del Estudiante

Cesar Vinicio Puruncajas Quiroga

C.I.: 1720246279

Todos los derechos reservados.

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

©2024 Tecnológico Universitario Rumiñahui SANGOLQUÍ – ECUADOR

CESAR VINICIO PURUNCAJAS QUIROGA CESAR

JHOE ISMAEL ESTRADA SANCHEZ

Rediseño de las instalaciones eléctricas de fuerza e iluminación de la Unidad Educativa Mary Coryle ubicada en el sector Terminal Terrestre -parroquia el Vecino, cantón Cuenca, provincia del Azuay e implementación de 7 aulas.

Dedicatoria:

Agradezco a Dios por ser mi fortaleza y guía esencial en mi vida y la de mi familia. A mis padres, por su amor incondicional y por ser mi inspiración en cada logro. A mi esposa, por su paciencia y constante motivación a mi lado, y a mis hijos, por ser la alegría y la luz que me impulsan a seguir adelante en mis estudios. Este proyecto está dedicado a ustedes, con todo mi amor y sacrificio.

CESAR PURUNCAJAS

A Dios por permitirme culminar, brindarme sabiduría por ser el pilar fundamental para mi logro, a la vez no dejarme vencer, a mi amada novia, que ha sido mi soporte, mi guía, mi apoyo emocional y espiritual, por demostrarme un amor genuino, e incondicional. A mi familia que representa mi equipo, mi base de motivación para culminar este logro es el cimiento de esfuerzo, apoyo, dedicación, a todos mis seres queridos que estuvieron en todo el proceso de mi carrera profesional.

JHOE ESTRADA

Agradecimientos:

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mi familia, que ha estado a mi lado en los momentos difíciles, noches de desvelo y sacrificios compartidos. Que Dios les recompense. Agradezco al Universitario Rumiñahui por darme la oportunidad de convertirme en un profesional. También quiero reconocer a mis tutores por su paciencia y a mis compañeros, con quienes he formado una amistad y apoyo constante desde el primer ciclo. Gracias por ser parte de este proyecto.

CESAR PURUNCAJAS

En primera quiero dar las gracias a mi querido padre porque él ha sido una parte fundamental de mi crecimiento personal de igual manera en el ámbito profesional. A mi querida familia que siempre estuvo predispuesta para poner su respaldo fortaleciendo en esta etapa de aprendizaje. Además, quiero agradecer a mi madre ya que ella ha estado siempre para mí en las buenas y en las malas quién me ha proporcionado consejos de vida.

JHOE ESTRADA

Resumen

En la Unidad Educativa Mary Corely, la iluminación fue esencial para proporcionar comodidad visual a los estudiantes. La instalación del circuito de fuerza fue fundamental para el uso de elementos tecnológicos. Por ello, este proyecto tuvo como objetivo principal diseñar y mejorar el sistema de los circuitos de fuerza y de iluminación, además de realizar la conexión a tierra y renovar el tablero principal, señalizando adecuadamente la ubicación de sus circuitos.

Con este proyecto de rediseño los circuitos de fuerza y de iluminación, buscamos beneficiar a muchos jóvenes, asegurando una buena iluminación que cumpliera con la normativa UNE-2002. También se instalaron tomacorrientes con su respectiva conexión a tierra, se cambió el tablero de distribución principal y el alimentador principal, cumpliendo con las normativas establecidas en la NEC-2018. Se realizaron pruebas de lúmenes y de protecciones para garantizar un funcionamiento seguro, cumpliendo con los parámetros calculados para estas instalaciones.

Palabras claves: Rediseño del circuito de fuerza, iluminación, tablero de distribución principal.

Abstract

At the Mary Corely Educational Unit, lighting was essential to provide visual comfort to students. The installation of the force circuit was fundamental for the use of technological elements. Therefore, the main objective of this project was to design and improve the power and lighting circuit system, in addition to making the ground connection and renewing the main panel, properly marking the location of its circuits.

With this project to redesign the power and lighting circuits, we seek to benefit many young people, ensuring good lighting that complies with the UNE-2002 regulations. Outlets with their respective ground connection were also installed, the main distribution board and the main feeder were changed, complying with the regulations established in the NEC-2018. Lumen and protection tests were carried out to guarantee safe operation, complying with the parameters calculated for these installations.

Keywords: Redesign of the power circuit, lighting, main distribution board.

Contenido

CAPITULO I	14
1. INTRODUCCIÓN	14
1.1. Planteamiento del problema	14
1.2. Justificación	15
1.3. Alcance	15
1.4. Objetivos	17
1.4.1. Objetivos generales	17
1.4.2. Objetivos específicos.....	17
CAPITULO II	18
2. MARCO TEÓRICO	18
2.1. Introducción	18
2.2. Normativas vigentes de instalaciones eléctricas en ecuador	18
2.3. Simbología	19
2.4. Materiales para utilizar en el proyecto.....	20
2.5. Definiciones de puesta a tierra.	23
2.6. Capacidad de corriente	23
2.7. Ventajas y beneficios de la luz led	23
2.8. Sistema de iluminación	24
2.9. Niveles de iluminación	24
2.10. Pasos del método de lúmenes.....	24
2.11. Fórmula para calcular iluminación.....	27
2.12. Tipos de esquemas eléctricos.....	28
2.13. Tubería Conduit.....	29
2.14. AutoCAD.....	29
2.15. Dialux	29
CAPITULO III.....	30
3. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN	30
3.1. Situación inicial.....	30
3.1.1. Levantamiento de carga.....	31
3.1.2. Problemas	32
3.1.3. Plano del sistema eléctrico	33
3.2. Diseño.....	36

3.2.1.	Cálculos de iluminación	37
3.2.2.	Comprobación del diseño	40
3.2.3.	Resultados del diseño	42
3.2.4.	Planos eléctricos de iluminación.....	43
3.2.5.	Conductores y protecciones para los circuitos de iluminación	45
3.2.6.	Cálculo para la selección de conductores y protecciones.....	46
3.2.7.	Diseño de circuito de fuerza.....	48
3.2.8.	Planos eléctricos circuito de fuerza.....	50
3.2.9.	Cálculos circuito de fuerza.....	51
3.2.10.	Diagrama unifilar.....	59
3.3.	Implementación.....	60
3.3.1.	Listado de materiales	60
3.3.2.	Instalación	61
CAPITULO IV		63
4.	PRUEBAS, RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	63
4.1.	Diseño de planos en AUTOCAD.....	63
4.2.	Resultados obtenidos de las instalaciones eléctricas.....	63
4.4.1.	Tablero Principal	63
4.4.2.	Medición de lúmenes.....	64
4.4.3.	Circuito de iluminación	66
4.4.4.	Circuito de fuerza	68
4.5.	Plan de mantenimiento preventivo básico	72
CAPITULO V.....		74
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	74
5.1.	Conclusiones	74
5.2.	Recomendaciones	75
6.	BIBLIOGRAFÍA	76
7.	ANEXOS	79
7.1.	Acta aceptación del proyecto emitido por entidad.....	79
7.2.	Acta de entrega y recepción del proyecto firmado y sellado	79
7.3.	Link de vídeo de entrega del proyecto	79
7.4.	Registro fotográfico con la respectiva descripción por foto	79
7.5.	Plano inicial del sistema eléctrico	79

7.6.	Resultados de DIALux.....	79
7.7.	Plano actual del sistema eléctrico.....	79
7.8.	Plano unifilar	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Código de colores	18
Tabla 2. Conductores de tierra para canalizaciones y equipos.....	22
Tabla 3. Capacidad de protección en función del calibre del conductor.....	23
Tabla 4. Niveles de iluminación para centros educativos	24
Tabla 5. Factores de demanda (NEC, 2018).....	26
Tabla 6. Cargas Especiales (NEC, 2018)	26
Tabla 7. Factores de demanda para cargas especiales (ce) (NEC, 2018) .	27
Tabla 8. coeficiente de reflexión. (NEC, 2018)	27
Tabla 9. Levantamiento carga de la Unidad Educativa Mary Corely.....	31
Tabla 10. Distribución de circuito de iluminación.....	36
Tabla 11 Tabla de coeficiente de deflexión	37
Tabla 12. Tabla coeficientes de reflexión para el aula intervenida.....	38
Tabla 13. coeficiente para el factor de utilización.....	38
Tabla 14.Resultados obtenidos software DIALux	43
Tabla 15. Características eléctricas resistividad.....	46
Tabla 16.Circuitos de iluminación y protecciones.....	48
Tabla 17.Capacidad de protección en función del calibre del conductor	48
Tabla 18. Distribución de Circuito de fuerza.....	49
Tabla 19. Selección de parámetros eléctricos según el calibre	52
Tabla 20. Circuito de fuerza por tableros	53
Tabla 21.Datos técnicos THW-90(AWG/MCM).....	54
Tabla 22. Cantidad de conductores en la tubería Conduit PVC Y MT	54
Tabla 23. Cálculos establecidos para el proyecto	56
Tabla 24. Conductores del TDP, TS-1, TS-2.....	58
Tabla 25.Medicion de lúmenes antes y después.....	66
Tabla 26.Pruebas de medición	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Simbología	19
Figura 2. Simbología	20
Figura 3. lampara led.....	20
Figura 4. Interruptor simple	20
Figura 5. Interruptor termoplástico	21
Figura 6. Tomacorriente Doble	21
Figura 7. Caja Térmica.....	22
Figura 8. Cable AWG #12 Y AWG #12	22
Figura 9. Calibre, medidas y usos de los cables eléctricos	22
Figura 10. Significado de los colores en los cables eléctricos	23
Figura 11. Factor de reflexión (NEC, 2018).....	27
Figura 12. Factor de utilización lumínica.....	28
Figura 13. Tabla de coeficientes para el Factor de Utilización.....	28
Figura 14. Esquema Explicativo	28
Figura 15. Esquema Unifilar	29
Figura 16. Ubicación Unidad Educativa	30
Figura 17. Sistema eléctrico de la Unidad Educativa Mary Corely	33
Figura 18. Tablero principal.....	33
Figura 19. Tablero secundario	34
Figura 20. Tomacorrientes e interruptores en mal estado	34
Figura 21. Medición de lúmenes	34
Figura 22. Medición de la corriente de Unidad Educativa Mary Corely	35
Figura 23. Voltaje del tablero principal	35
Figura 24. Ficha técnica del Tubo LED38EB 3K 1200	39
Figura 25. Luminaria seleccionada dentro del software DIALux	41
Figura 26. Ubicación de luminarias de 5toEGB	41
Figura 27. Cálculo de Nivel de Iluminación en el área de 5to EGB.....	42
Figura 28. Circuito de IL-1, IL-2, IL-3	44
Figura 29. Circuito del TS-1, IL-1	44
Figura 30. Circuito de TS-2, IL-1, IL-2	45
Figura 31. Aula Designada para realizar cálculo de tomacorrientes	49

Figura 32. Circuito de fuerza del TDP, TN-1, TN-2, TN-3.....	50
Figura 33.Circuito de fuerza del TS-1, TN-1, TN-2.....	50
Figura 34.Circuito de fuerza de TS-2, TN-1, TN-2	51
Figura 35. Diagrama Unifilar	59
Figura 36.Tablero distribución principal	61
Figura 37.Interruptores simple	61
Figura 38.Instalación de tubería MT de ½"	61
Figura 39.Iluminación	62
Figura 40.Iluminación interna de aulas.....	62
Figura 41. Circuitos de iluminación y fuerza.....	62
Figura 42.Diseño de iluminación del aula de 5to EGB	63
Figura 43.Tablero de distribución principal inicial.....	64
Figura 44.Tablero de distribución principal actual	64
Figura 45.Lúmenes medidos antes 10mo EGB, 6to EGB, cafetería	64
Figura 46.Lúmenes medidos antes bodega, 4toEGB, 7moEGB, dirección	65
Figura 47.lúmenes medidos 10mo EGB, 6to EGB, cafetería	65
Figura 48.Lúmenes medidos bodega, 4to EGB, 7mo EGB, dirección.	65
Figura 49. Circuito de iluminación	66
Figura 50.Iluminación actual	67
Figura 51. Tomacorrientes del circuito de fuerza inicial	68
Figura 52.Tomacorrientes nuevos.....	69
Figura 53. Acometida principal	69
Figura 54. Acometida principal	70
Figura 55.Conexión a tierra	70
Figura 56.Comprobación a tierra.....	71
Figura 57. Pruebas de medición "V y A"	72
Figura 58.Pruebas de medición "V y A"	72

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

El sistema eléctrico de la Unidad Educativa Mary Coryle presenta deficiencias significativas que comprometen la seguridad y funcionalidad de sus instalaciones. Luminarias obsoletas, cables expuestos y tomacorrientes dañados han generado riesgos constantes para estudiantes, docentes y personal administrativo. Estas limitaciones también afectan la capacidad de la institución para incorporar tecnologías esenciales en el proceso educativo, dificultando el aprendizaje y limitando las oportunidades de modernización.

En un entorno educativo, un sistema eléctrico eficiente y seguro es indispensable para garantizar niveles de iluminación adecuados, el correcto funcionamiento de los equipos tecnológicos. Sin embargo, las condiciones actuales de las instalaciones no satisfacen estas necesidades, lo que ha generado una urgente necesidad de renovación.

Este proyecto responde a esta problemática mediante el diseño y la implementación de un sistema eléctrico actualizado, alineado con las normas. Su objetivo es transformar la infraestructura eléctrica en una herramienta funcional y segura, capaz de optimizar el consumo energético, reducir riesgos y ofrecer un entorno educativo moderno e inclusivo.

1.1. Planteamiento del problema

La Unidad Educativa Mary Coryle enfrenta una problemática significativa en relación con el estado de su sistema eléctrico, el cual se encuentra en condiciones críticas de deterioro. Las luminarias obsoletas, los cables expuestos y los tomacorrientes dañados no solo representan un alto riesgo de accidentes eléctricos para estudiantes, docentes y personal administrativo,

El sistema eléctrico actual no garantiza niveles de iluminación adecuados en las aulas y otros espacios de la institución, Además, la infraestructura eléctrica que existente no está diseñada para soportar la carga de dispositivos tecnológicos, lo que limita la capacidad de la institución para integrar herramientas educativas avanzadas, como computadoras y proyectores. Estas limitaciones restringen el acceso a una educación de calidad y dificultan la modernización del entorno educativo.

Ante este panorama, surge la necesidad urgente de renovar y actualizar el sistema eléctrico de la Unidad Educativa Mary Coryle. Este proyecto se propone solucionar estas deficiencias mediante el diseño e implementación de un sistema eléctrico eficiente, seguro y sostenible, que cumpla con las normativas vigentes y garantice la seguridad, funcionalidad y sostenibilidad de las instalaciones. Al abordar estas problemáticas, se busca proporcionar un entorno educativo seguro, moderno e inclusivo, que impulse el desarrollo académico y tecnológico de la comunidad educativa.

1.2. Justificación

El proyecto de renovación del sistema eléctrico de la Unidad Educativa Mary Coryle está fundamentado en la necesidad de garantizar un entorno seguro y funcional para toda la comunidad educativa. Las actuales deficiencias eléctricas, como luminarias obsoletas, cables expuestos y tomacorrientes dañados, representan un riesgo inminente de accidentes, afectando la seguridad de estudiantes, docentes y personal administrativo.

Desde una perspectiva técnica, el sistema eléctrico actual no cumple con las normativas vigentes ni con las demandas energéticas de una institución moderna. Asimismo, el uso de equipos obsoletos genera un consumo energético elevado, incrementando los costos operativos y perjudicando la sostenibilidad ambiental de la institución.

El sustento de este proyecto radica en su alineación con estándares técnicos y normativos que priorizan la seguridad, eficiencia y sostenibilidad. La justificación está centrada en los beneficios que traerá la modernización de las instalaciones eléctricas, incluyendo:

Optimización del consumo energético, reduciendo costos y contribuyendo al cuidado del medio ambiente.

Adecuación de la infraestructura para soportar tecnologías educativas modernas.

1.3. Alcance

El alcance de este proyecto es mejorar las instalaciones eléctricas de bajo voltaje para cumplir con los estándares de calidad y asegurar la continuidad del servicio. Es fundamental que la infraestructura eléctrica en esta área cumpla con las normas vigentes, dado que esto es crucial para el sector.

- Levantamiento de carga para la Unidad Educativa Mary Coryle.

- Diseñar las instalaciones eléctricas de fuerza e iluminación para la Unidad Educativa Mary Coryle, con un área total de (557.89m²), distribuidas en:
- 5 aulas de 6mx6m con un área de (180m²) 7mo EGB, 5to EGB, 9no EGB
- 2 aulas de 7.60mx5.70m con un área de (86.64m²) 2do EGB, 3ro EGB
- 1 aula de 8.50mx6.30m con un área de (53.55m²) Inicial
- 2 aulas de 4.50mx5.50m con un área de (49.50m²), 10mo EGB, 6to EGB
- 1 aula de 6mx4.30m con un área de (25.80m²) 4to EGB
- 1 Centro de cómputo de 8.50mx6m con un área de (51m²)
- 1 sala de profesores 2.60mx6.50m con un área de (16.90m²),
- 1 dirección de 6mx4.50m con un área (27m²),
- 1 cafetería de 2.50mx3m con un área de (7.5m²),
- 1 baño de 7mx3m con un área de (21m²)
- 1 bar de 6mx2m con un área de (12m²).
- 1 bodega de 6mx4.50m con un área de (27m²).
- Simulación del sistema de iluminación en el software DIALUX
- Elaboración de diagrama unifilar y planos de fuerza e iluminación en AutoCAD.
- Implementar:
- 2 aulas de 4.50mx5.50m con un área de (49.50m²) 10mo EGB, 6to EGB
- 1 aula de área 6mx4.30m con un de (25.80m²) 4to EGB
- 1 aula de 6mx6m con un área de (36m²) 7mo EGB
- 1 bodega de 6mx4.50m con un área de (27m²).
- 1 dirección de 6mx4.50m con un área (27m²),
- 1 cafetería de 2.50mx3m con un área de (7.5m²),
- instalaciones a intervenir 7 con un área total (172.80m²).
- Instalación de tubería Conduit de ½, y cajetines para conductores y componente eléctricos.
- Diseño del sistema de protección a tierra e implementación en las aulas designadas para el proyecto de la Unidad Educativa Mary Coryle.
- Pruebas de parámetros eléctricos de las instalaciones eléctricas de la Unidad Educativa Mary Coryle.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivos generales

Implementar los circuitos de fuerza e iluminación en la Unidad Educativa Mary Coryle, cumpliendo con las normas eléctricas, garantizando seguridad, sostenibilidad y condiciones óptimas para el desarrollo educativo de los estudiantes y docentes.

1.4.2. Objetivos específicos

- Realizar el levantamiento de carga de las instalaciones eléctricas de la Unidad Educativa Mary Corely, verificando que no cumple con las normas NEC-2018 y UNE.2002
- Diseñar utilizando el software DIALux, asegurando el cumplimiento de las normativas de iluminación establecidas por la normativa UNE 2002.
- Diseñar planos eléctricos, diagramas unifilares de iluminación y circuitos de fuerza mediante AutoCAD.
- Implementar las instalaciones eléctricas según la normativa eléctrica NEC 2018 Y UNE 2002.

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Introducción

El rediseño de las instalaciones eléctricas es un proceso esencial para optimizar la eficiencia, la seguridad y la durabilidad de los sistemas eléctricos en las edificaciones. Este enfoque no solo contribuye a la reducción del consumo energético, sino que también extiende la vida útil de los equipos eléctricos y mejora la funcionalidad del entorno. Para asegurar un suministro de energía confiable y seguro, es fundamental que la instalación eléctrica cumpla con altos estándares de calidad en todas las etapas, desde el diseño hasta la implementación. Esto destaca el libro (Krarti, 2017)

2.2. Normativas vigentes de instalaciones eléctricas en ecuador

Para el diseño y la ejecución de proyectos de instalaciones eléctricas en instituciones educativas en Ecuador, es esencial cumplir con las normativas técnicas que regulan la seguridad y el funcionamiento de los sistemas eléctricos. Entre estas, se destacan:

- NEC (Normas Ecuatoriana de la Construcción.)
- RIET (Reglamento de Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión)
- NTE (Normas Técnicas Ecuatorianas)
- (Gob.ec, 2024)

Normas para las instalaciones eléctricas

“El objetivo del NEC es garantizar que los procedimientos eléctricos se lleven a cabo de forma segura y estandarizada.” (NEC-SB-I, 2018)

NFPA-70 o NEC

La "Tabla No. 9" de esta normativa detalla los colores que se deben utilizar para cada fase. (NEC-SB-I, 2018)

Tabla 1. Código de colores

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

Normas ISO 9001:2015

De acuerdo con la norma internacional de gestión de calidad ISO 9001:2015, aplicable a organizaciones de diversas índoles, es imperativo que estas dispongan de la infraestructura adecuada para la ejecución de sus procesos y la garantía de la calidad de los productos o servicios que proporcionan. En particular, el numeral 7.1.3 establece este requisito. (ISO 9001, 2015).

Norma IEC 60364

Para garantizar la seguridad y el rendimiento esperado de las instalaciones eléctricas en edificios, la norma internacional IEC 60364 proporciona especificaciones detalladas que deben cumplirse en todos los casos." (Scribd, 2024)

Normas generales para los conductores

Según la norma (NEC-SB-I, 2018) de Ecuador, los circuitos eléctricos se diferencian en sus requerimientos de cableado. Para iluminación, se demanda la igualdad de calibre entre los conductores de fase y el neutro, con un mínimo de 2,5 mm² (#14 AWG) en cobre aislado THHN para todos los conductores, incluyendo la tierra. Para circuitos de fuerza, la norma mantiene la igualdad de calibres, pero aumenta la sección mínima a 4 mm² (#12 AWG), utilizando el mismo tipo de conductor. (NEC-SB-I, 2018)

2.3. Simbología

La siguiente tabla muestra la simbología utilizada en los planos de instalaciones eléctricas, la cual se basa en la Norma IEC 60617. Estas representaciones gráficas están en conformidad con lo establecido en la norma ecuatoriana. (NEC-SB-I, 2018)

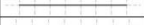
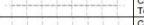
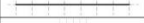
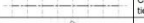
Símbolo	Denominación	Símbolo	Denominación
	Circuito de Iluminación (grosor de la línea 0.5)		Circuito de Tornacorrientes (0.5)
	Circuito de Tomas Especiales (0.7)		Circuito de Puesta a tierra
	Punto de luz		Interruptor simple, símbolo general
	Interruptor simple con luz piloto		Interruptor doble
	Interruptor triple		Conmutador simple

Figura 1. Simbología

Fuente: (NEC-SB-I, 2018)

Símbolo	Denominación	Símbolo	Denominación
	Conmutador doble		Interruptor simple de 2 vías
	Conmutador intermedio		Tomacorriente doble monofásico
	Tomacorriente doble monofásico con puesta a tierra		Tomacorriente doble monofásico de piso
Símbolo	Denominación	Símbolo	Denominación
	Tomacorriente trifásico		Tomacorriente trifásico de piso
	Tomacorriente (telecomunicaciones), TP = teléfono FX = telefón M = micrófono FM = modulación de frecuencia TV = televisión TX = teléx AP = altavoz		Medidor de Factor de Potencia
	Reloj		Amperímetro
	Vatímetro		Voltímetro

Figura 2. Simbología

Fuente: (NEC-SB-I, 2018)

2.4. Materiales para utilizar en el proyecto

Lámpara led

La lámpara LED es una solución de iluminación innovadora, eficiente y sostenible, diseñada para reducir el consumo de energía, ofrecer una vida útil prolongada y proporcionar una luz de alta calidad. Destaca con opciones para diversas aplicaciones residenciales, comerciales e industriales, y por su compromiso con el medio ambiente al estar libre de materiales peligrosos y minimizar las emisiones de carbono. (Condumex, 2009)



Figura 3. lámpara led

Fuente: (Filippi, 2024)

Interruptor simple

Es como un interruptor que controla el paso de la electricidad, permitiendo encender o apagar diferentes aparatos o circuitos. (Veto Electric, 2024)



Figura 4. Interruptor simple

Fuente: (Veto Electric, 2024)

Interruptores termomagnéticos

Es un dispositivo de protección que salvaguarda los circuitos eléctricos de los daños producidos por sobrecargas o cortocircuitos. (NEC-SB-I, 2018).



Figura 5. Interruptor termoplástico

Fuente: (Veto Electric, 2024)

Tomacorriente doble

El tomacorriente es un componente fundamental de la instalación eléctrica que permite conectar y alimentar aparatos eléctricos de manera segura. (Veto Electric, 2024)



Figura 6. Tomacorriente Doble

Fuente: (Veto Electric, 2024)

Según (NEC-SB-I, 2018) Se deben considerar los siguientes aspectos:

a) Por regla general, el cable del neutro debe tener el mismo grosor (calibre) que los cables de las fases. Esto asegura una distribución equilibrada de la corriente. (NEC-SB-I, 2018)

b) Para los enchufes comunes, se recomienda usar cables de cobre aislados tipo THHN, con un tamaño mínimo de 4 mm² (equivalente a 12 AWG) tanto para la fase como para el neutro. (NEC-SB-I, 2018)

c) El grosor del cable de tierra se establece siguiendo las normas del Código Eléctrico Nacional. (NEC-SB-I, 2018)

En Circuitos de cargas Especiales según (NEC-SB-I, 2018)

Se deben considerar los siguientes aspectos:

a) El calibre del cable de tierra para equipos que consumen mucha energía se determina específicamente con la "Tabla No. 6" de las (NEC-SB-I, 2018)

Tabla 2. 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 mm2 (AWG o kcmil)	
	Conductor de cobre	Conductor de aluminio
(A)		
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)

Fuente: (NEC, 2018)

Caja térmica

Es una caja de distribución eléctrica diseñada para montarse en la superficie de una pared, ideal para instalaciones interiores. (Electrimundo D&D, 2024)



Figura 7. Caja Térmica

Fuente: (Electrimundo D&D, 2024)

Cable AWG #12 Y Cable AWG #14

Para instalaciones de uso general comerciales o domiciliarias como tomas, interruptores, duchas eléctricas entre otros.

Aislamiento de PVC con temperatura de operación de 70°C (Com.ec, 2024)



Figura 8. Cable AWG #12 Y AWG #12

CABLE	CALIBRE	DIÁMETRO	CONSUMO DE CORRIENTE	USOS
	18	1mm	Muy baja	Timbre o sistemas de seguridad.
	16	1.5mm	Baja	Lámparas y focos comunes.
	12	4mm	Mediana	Hornos de microondas, licuadoras y extensiones.
	8	10mm	Alta	Estufa eléctrica y aires acondicionados
	6	16mm	Muy Alta	Equipos industriales

Figura 9. Calibre, medidas y usos de los cables eléctricos

Fuente: (Fernandez, 2021)



Figura 10. Significado de los colores en los cables eléctricos
Fuente: (Fernandez, 2021)

2.5. Definiciones de puesta a tierra.

Falla a tierra.

Una conexión a tierra no intencionada es un escape de corriente hacia la tierra, lo cual es peligroso y debe prevenirse. (A. Eberle, 2024)

Poner a tierra.

La norma específica que para las puestas a tierra se deben usar conductores de cobre, ya sean de un solo hilo o de varios hilos entrelazados, y que estos deben ser aislados. Esto asegura una conexión a tierra confiable y segura. (NEC-SB-I, 2018)

2.6. Capacidad de corriente

El calibre del conductor debe soportar por lo menos el 125 % del valor de la corriente de la protección del circuito de acuerdo con la “Tabla 3” (NEC-SB-I, 2018)

Tabla 3. Capacidad de protección en función del calibre del conductor

Calibre del conductor AWG	14	12	10	8	6
Capacidad máxima del interruptor (Amperios)	15/16	20	30/32	40	50

Fuente: (NEC, 2018)

2.7. Ventajas y beneficios de la luz led

Se ha convertido en una de las opciones más populares en iluminación en todo el mundo. Está sustituyendo rápidamente a las lámparas fluorescentes e incandescentes por una serie de razones, entre las cuales se pueden incluir la durabilidad, la baja temperatura, el ahorro energético (Luz y Color 2000 | Proyectos de iluminación, 2023)

2.8. Sistema de iluminación

El diseño de iluminación debe garantizar niveles adecuados de luz en función de la actividad y el espacio. Los niveles recomendados para aulas varían entre 300 y 500 lux. (UNE, 2002)

2.9. Niveles de iluminación

Las normas, como la (UNE, 2002), establecen los niveles de iluminación recomendados para diferentes espacios, incluyendo las aulas de los centros educativos. (UNE, 2002)

La "Tabla 4" proporciona valores específicos para las aulas, asegurando una iluminación adecuada para el aprendizaje.

Tabla 4. Niveles de iluminación para centros educativos

Tipo de interior, tarea y actividad	Mínimo (LUX)	Recomendado (LUX)	Óptimo (LUX)
Aulas, aulas de tutoría	300	400	500
Clases nocturnas	300	500	750
Pizarra	450	500	750

Fuente: (UNE, 2002)

2.10. Pasos del método de lúmenes

Determina el nivel de iluminación requerido (E)

Consulta las recomendaciones para el nivel de iluminación (en lux) según el tipo de espacio y la actividad a realizar. Por ejemplo, en una escuela se necesita 300 lux. (Castilla et al., 2017)

Determina el coeficiente de utilización (CU):

El coeficiente de utilización es un factor que representa la eficiencia con la que una luminaria distribuye la luz en el área de trabajo. Este valor depende del tipo de luminaria y la reflectancia de las superficies del espacio (paredes, techo, y piso). (Castilla et al., 2017)

Considera el factor de mantenimiento (MF)

El factor de mantenimiento tiene en cuenta la reducción de la eficiencia luminosa con el tiempo debido a factores como el ensuciamiento de las luminarias y la disminución de la salida de luz de las lámparas. Un valor típico de MF puede ser 0.8, pero este valor puede variar según las condiciones específicas y las políticas de mantenimiento. (Castilla et al., 2017)

$$P = F_m * F_u \quad (4)$$

Calculo alumbrado de interiores – método de lúmenes

$$N = \frac{E * S}{\Phi_L * \rho} \quad (5)$$

Donde:

E : nivel de iluminación.

S: superficie

Φ_L : flujo luminoso emitido por la lampara

ρ : rendimiento lumínico de la instalación.

El rendimiento lumínico ρ depende de varios factores:

- Factor de utilización: Este factor refleja la eficiencia con la que la luz emitida por las luminarias llega a la superficie que se desea iluminar.
- Factor de reflexión: Depende directamente de los colores y acabados de estas superficies.
- Factor de mantenimiento: Depende de la frecuencia y calidad de la limpieza de las luminarias, y su valor puede oscilar entre 0,85 para un mantenimiento excelente y 0,5 para un mantenimiento deficiente.
- Factor de depreciación del flujo: Este factor tiene en cuenta que las lámparas reducen su capacidad de emitir luz a medida que envejecen.

Determina el flujo luminoso por luminaria:

Debemos consultar las especificaciones de las luminarias que piensas usar para encontrar el flujo luminoso por cada una (en lúmenes).

$$\phi_T = \frac{E * L * A}{F_m * F_u} \quad (6)$$

Calcula el número de luminarias necesarias

Para saber cuántas lámparas necesitas, divide la cantidad total de luz que se requiere en un espacio (flujo luminoso total) entre la cantidad de luz que produce cada lámpara individual (flujo luminoso de una luminaria). (Lima Velasco, 2009)

$$N = \frac{\phi}{\text{Flujo luminoso por luminaria}} \quad (7)$$

(Lima Velasco, 2009)

Circuito de fuerza

El circuito de fuerza hace referencia a los tomacorrientes, los cuales proporcionan puntos de energización eléctrica. Existen de varios tipos como monofásicos, bifásicos, tomacorrientes ICFA e ICFT. Lo más recomendable para ser instalados son los tomacorrientes monofásicos de 15A y 20A a 125 V, según el área de ubicación de estos (Faz, 2020).⁵

Factor de demanda

Los factores de demanda en una vivienda o local se refieren a los valores de carga eléctrica que se consideran al dimensionar las instalaciones eléctricas, teniendo en cuenta la simultaneidad y la probabilidad de uso de los diferentes equipos y dispositivos. (castellano, 2021)

Iluminación y tomacorrientes

El Código Eléctrico Nacional establece los criterios que se deben seguir para la instalación de sistemas de iluminación y tomacorrientes en viviendas, Según lo indicado en la Tabla No. 5. (NEC-SB-I, 2018)

Tabla 5. Factores de demanda (NEC, 2018)

VIVIENDA TIPO	FD ILUMINACION	FD TOMACORRIENTES
Pequeña – Mediana	0.70	0.50
Mediana Grande – Grande	0.55	0.40
Especial	0.53	0.30

Cargas especiales

El cálculo de la carga instalada en una vivienda debe ser exhaustivo, incluyendo tanto las cargas de iluminación y tomacorrientes como las cargas especiales. Es importante que todos los cálculos se realicen según la norma (NEC-SB-I, 2018)

Tabla 6. Cargas Especiales (NEC, 2018)

EQUIPO ELECTRICICO	POTENCIA MEDIA (W)
Ducha eléctrica	3500
Horno eléctrico	3000
Cocina eléctrica	6000
Calefón eléctrico	8000
Aire acondicionado	2500
Calentador eléctrico	3000
Cargador para vehículo eléctrico	7500

La "Tabla No. 7" de la normativa NEC-SB-I, 2018, especifica los factores de demanda que se deben utilizar para cada tipo de carga especial.

Tabla 7. Factores de demanda para cargas especiales (ce) (NEC, 2018)

Para 1 carga	Para 2 o más cargas	Para 2 o más cargas	Para 2 o más cargas
1	0.80	0.75	0.65

2.11. Fórmula para calcular iluminación

$$k = \frac{A * B}{H(A + B)} \quad (8)$$

A: Ancho

B: Lado

H=HT-HS

Altura de trabajo suelo + la altura de las luminarias

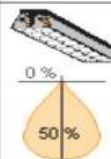
	Color	Factor de reflexión (ρ)
Techo	Blanco o muy claro	0.7
	claro	0.5
	medio	0.3
Paredes	claro	0.5
	medio	0.3
	oscuro	0.1
Suelo	claro	0.3
	oscuro	0.1

Figura 11. Factor de reflexión (NEC, 2018)

Tabla 8. coeficiente de reflexión. (NEC, 2018)

Color de paredes y techos	Factor de reflexión en %
Blanco	0.70 – 0.85
Beige claro	0.70 – 0.80
Amarillo y crema claro	0.50 – 0.75
Techos acústicos	0.50 – 0.65
blancos	0.45 – 0.65
Verde muy claro	0.45 – 0.65
Verde claro y rosa	0.40 – 0.55
Azul claro	0.30 – 0.40
Marrón claro	0.25 – 0.35
Beige oscuro	0.05 – 0.15
Marrón, verde, azul, oscuros	0.03 – 0.07
Negro	

Fuente: (Studocu.com, 2023)

Tipo de aparato de alumbrado	Índice del local k	Factor de utilización (%)																									
		Factor de reflexión del techo																									
		0.8				0.7				0.5				0.3				0									
		Factor de reflexión de las paredes																									
		0.5				0.3				0.1				0.5				0.3				0.1				0	
 0 % 50 %	0.6	27	24	21	27	23	21	27	23	21	23	21	20														
	0.8	33	29	26	32	29	26	32	28	26	28	26	25														
	1.0	36	33	30	36	33	30	35	32	30	32	30	29														
	1.25	40	36	34	39	36	34	38	36	34	36	34	33														
	1.5	42	39	37	42	39	37	41	38	36	38	36	35														
	2.0	45	42	40	44	42	40	44	42	40	41	40	39														
	2.5	47	44	43	46	44	42	45	44	42	43	42	41														
	3.0	48	46	44	47	46	44	47	45	44	44	43	42														
	4.0	50	48	46	49	48	46	48	47	46	48	45	44														
	5.0	50	49	48	50	49	48	49	48	47	47	46	45														

$D_{máx} = 0.8 H_m$
 H_m : altura luminaria-plano de trabajo

Luminaria Fluorescente con rejilla 2

Figura 12. Factor de utilización lumínica

Fuente: (SlideShare, 2018)

		70%		50%		30%	
TECHOS		50%		30%		10%	
PAREDES		30%		10%			
P.TRABAJO							
Índice del local	0.60	0.32	0.31	0.27	0.31	0.27	0.25
	0.80	0.44	0.42	0.38	0.41	0.38	0.36
	1.00	0.46	0.44	0.39	0.43	0.40	0.37
	1.25	0.55	0.52	0.49	0.51	0.49	0.46
	1.50	0.60	0.56	0.54	0.55	0.53	0.51
	2.00	0.62	0.58	0.55	0.57	0.55	0.53
	2.50	0.66	0.60	0.57	0.59	0.57	0.55
	3.00	0.70	0.63	0.60	0.62	0.60	0.60
	4.00	0.73	0.65	0.63	0.64	0.64	0.62
	5.00	0.75	0.67	0.66	0.66	0.65	0.64

Figura 13. Tabla de coeficientes para el Factor de Utilización

Fuente: (SlideShare, 2018)

2.12. Tipos de esquemas eléctricos

Esquema explicativo o sinóptico

son los componentes esenciales de un sistema eléctrico, cada uno con una tarea específica.(efectoLED, 2017)



Figura 14. Esquema Explicativo

Fuente: (efectoLED, 2017)

Esquema unifilar

Esta representación gráfica la cual se detallan o se explica que se va hacer como diagramas.(efectoLED, 2017)

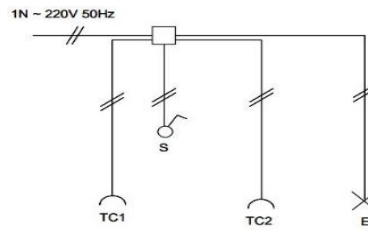


Figura 15. Esquema Unifilar
Fuente: (efectoLED, 2017)

2.13. Tubería Conduit

Este es responsable de direccionar de manera protegida los diferentes cableados eléctricos, los diámetros deben ser suficientes para alojar los cables necesarios.(NEC, 2018).

Tubo Conduit de plástico (PVC)

Su diseño y materiales proporcionan beneficios significativos para las instalaciones eléctricas. (NEC-SB-I, 2018)

Tubería Conduit EMT (1/2)

Es una tubería fabricada a partir de acero la cual actualmente se encuentra este tipo de tubería fabricada en aluminio. (NEC-SB-I, 2018)

2.14. AutoCAD

Es una herramienta digital de diseño técnico que se utiliza para crear planos y modelos precisos, y que, en el contexto de la electricidad, facilita el diseño y la planificación de instalaciones eléctricas seguras y eficientes. (Autodesk.com, 2024)

2.15. Dialux

Es una herramienta de diseño y simulación para sistemas de iluminación y planificación de instalaciones eléctricas, que puede ser muy útil en el rediseño de las instalaciones y la iluminación de una unidad educativa. (Dialux, 2024).

CAPITULO III

3. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

3.1. Situación inicial

La Unidad Educativa Mary Coryle, ubicada en el sector Terminal Terrestre - parroquia el Vecino, cantón Cuenca, provincia del Azuay, donde tienen un total de 14 docentes y con alrededor de 323 estudiantes en la jornada matutina. Su ubicación la podremos apreciar en la figura 16.

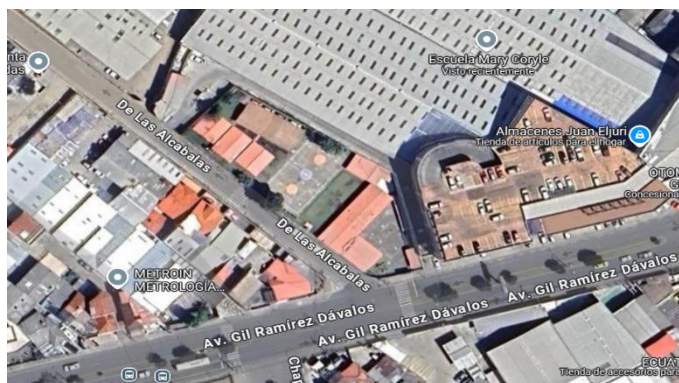


Figura 16. Ubicación Unidad Educativa

Fuente: Google Maps, 2024

Las graves deficiencias en el sistema eléctrico en los centros educativos representan un riesgo significativo para la seguridad de la comunidad educativa y dificultan el desarrollo normal de las actividades pedagógicas.

3.1.1. Levantamiento de carga

La Unidad Educativa Mary Corely cuenta con 18 instalaciones, cada una con diferentes dimensiones en la Tabla 9, se puede observar el levantamiento de carga que tiene en la actualidad.

Tabla 9. Levantamiento carga de la Unidad Educativa Mary Corely

Espacio	Lámparas	F. D	Potencia (W)	Tomacorrientes	Metros (m)	F. D	Potencia (W)	Potencia total (W)	Luxes (LX)
10mo EGB	2	0.70	18W	1	24.75m	0.50	200W	236W	196
6to EGB	2	0.70	18W	1	24.75m	0.50	200W	236W	218
Cafetería	2	0.70	18W	1	7.5m	0.50	200W	236W	160
Bodega	2	0.70	18W	1	27m	0.50	200W	236W	27
4to EGB	2	0.70	18W	1	25.80m	0.50	200W	236W	120
7mo EGB	2	0.70	18W	1	36m	0.50	200W	236W	72
Dirección	2	0.7	18W	1	27m	0.50	200W	236W	300
Centro de computo	4	0.70	18W	6	51m	0.50	200W	1272W	150
5to EGB	2	0.70	18W	1	36m	0.50	200W	236W	100
Sala de profesores	1	0.70	18W	1	16.90m	0.50	200W	218W	150
9no EGB	2	0.70	18W	1	36m	0.50	200W	236W	200
8vo EGB	2	0.70	18W	1	36m	0.50	200W	236W	250
1ro EGB	2	0.70	18W	1	36m	0.50	200W	236W	180
2do EGB	2	0.70	18W	1	43.32m	0.50	200W	236W	100
Inicial	2	0.70	18W	1	53.55m	0.50	200W	236W	200
3ro EGB	2	0.70	18W	1	43.31m	0.50	200W	236W	120
Baño	1	0.70	18W	0	21m	0.50	0	18W	180
Bar	1	0.70	18W	1	12m	0.50	200W	218W	200
Total			630W				4,400W	5,030W	

Fuente: Autoría propia

Cálculo de circuito de iluminación

$$2 * 35 * 18 = 1,260W$$

Factor de demanda se obtiene de la Tabla 5, según la normativa (NEC-SB-I, 2018)

$$1,260 * 0.7 = 882W$$

Cálculo de circuito de fuerza

$$2 * 22 * 200 = 8,800W$$

Factor de demanda se obtiene de la Tabla 5, según la normativa (NEC-SB-I, 2018)

$$8,800 * 0.5 = 4,400W$$

Demanda total= Demanda iluminación+ Demanda de tomacorrientes

$$882W + 4,400W = 5.282W$$

Con la siguiente formula obtenemos la corriente que tiene de consumo en la actualidad la unidad educativa es de 44 A.

$$I = \frac{P}{V} \quad (2)$$

$$I = \frac{5,282W}{120V} = 44.A$$

3.1.2. Problemas

Las fallas encontradas en el tablero principal son críticas y su funcionamiento es malo, llegando a un análisis detallado del sistema eléctrico de la institución encontrando múltiples problemas.

Estas deficiencias ponen en peligro la unidad educativa. Es urgente implementar medidas para garantizar instalaciones seguras y funcionales. La iluminación en las aulas es insuficiente para el bienestar visual de los estudiantes. Esta condición afecta su comodidad y dificulta el proceso educativo.

La incorrecta ubicación y protección de los tableros secundarios viola las normas eléctricas establecidas por la NEC y es un peligro para la seguridad de la comunidad educativa.

Los tomacorrientes deteriorados, con cables expuestos o conexiones inadecuadas, incrementan el riesgo de descargas eléctricas para estudiantes, docentes y personal. Asimismo, estas condiciones pueden ocasionar daños a dispositivos eléctricos como computadoras, impresoras y proyectores.

La infraestructura de la Unidad Educativa está construida con mampostería armada, cubierta con estructura metálica de Eternit y cuenta con cielo raso.

3.1.3. Plano del sistema eléctrico

La figura 17, nos indica el plano inicial del sistema eléctrico, no cumple con las normas NEC-2018 y UNE-2002. Este plano muestra el estado de las instalaciones eléctricas, destacando los conductores mal dimensionados con sus respectivas protecciones inadecuadas.

El detalle del plano inicial del sistema eléctrico se encuentra en el Anexo N 5.

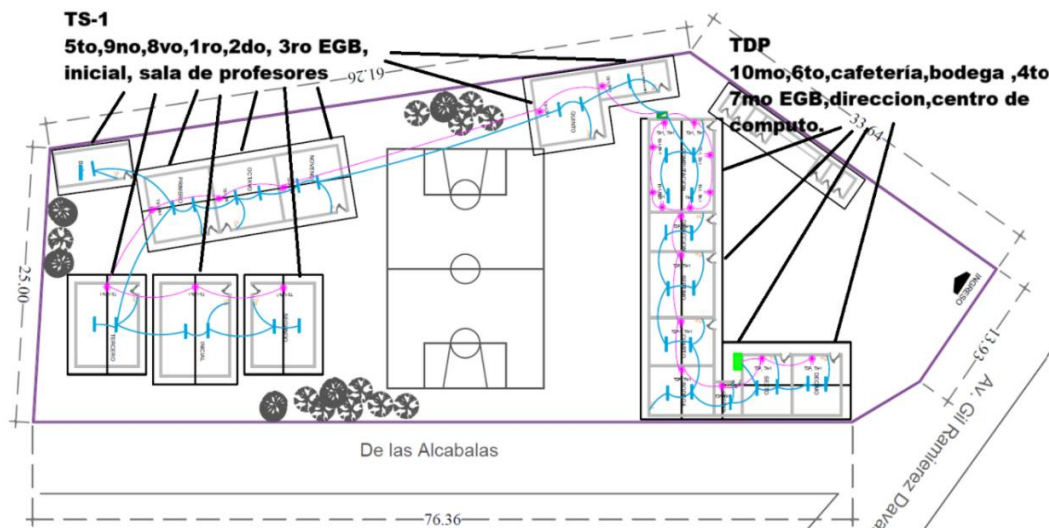


Figura 17. Sistema eléctrico de la Unidad Educativa Mary Corely

Fuente: Autoría propia

La figura 18, nos indica el tablero principal, el cual se encuentra mal dimensionado el tablero para la carga eléctrica, los cables están desordenados y sin etiquetado.



Figura 18. Tablero principal

Fuente: Autoría propia

La figura 19, nos indica el tablero secundario, el cual no se encuentra sus elementos de protección, están sin etiquetado y con conexiones inseguras.



Figura 19. Tablero secundario

Fuente: Autoría propia

La figura 20, nos indica la imagen de un tomacorriente e interruptor en mal estado y no cumple con las normativas vigentes, existen varios que están en las mismas condiciones.



Figura 20. Tomacorrientes e interruptores en mal estado

Fuente: Autoría propia

La figura 21, nos indica la aplicación del luxómetro para medir los lúmenes en las aulas de la Unidad Educativa Mary Corely. Los resultados son negativos a lo que nos indica la (UNE, 2002), que establece un mínimo de 300 lx para los centros educativos.



Figura 21. Medición de lúmenes

Fuente: Autoría propia

La figura 22, nos indica la medida de la corriente de todo el sistema eléctrico.



Figura 22. Medición de la corriente de Unidad Educativa Mary Corely

Fuente: Autoría propia

La figura 23, nos indica el voltaje del tablero de distribución, se observa que las conexiones no tienen etiquetado.



Figura 23. Voltaje del tablero principal

Fuente: Autoría propia

3.2. Diseño

Mediante la Tabla 10, se puede identificar la cantidad de lámparas Led de 38 EB 3K 1200 que se va utilizar en cada área de la Unidad Educativa Mary Corely.

Tabla 10. Distribución de circuito de iluminación

Aulas	Descripción	Cantidad	Metros	Potencia total (W)
10mo EGB	Lampara led 1*36W	4	24.75m	144W
6to EGB	Lampara led 1*36W	4	24.75m	144W
Cafetería	Lampara led 1*36W	1	7.5m	36W
Bodega	Lampara led 1*36W	4	27m	144W
4to EGB	Lampara led 1*36W	4	25.80m	144W
7to EGB	Lampara led 1*36W	4	36m	144W
Dirección	Lampara led 1*36W	2	27m	72W
Sala de profesores	Lampara led 1*36W	2	16.90m	72W
5to EGB	Lampara led 1*36W	4	36m	144 W
Bar	Lampara led 1*36W	2	12m	72 W
Centro de computo	Lampara led 1*36W	6	51m	216W
9no EGB	Lampara led 1*36W	4	36m	144 W
8vo EGB	Lampara led 1*36W	4	36m	144 W
1ro EGB	Lampara led 1*36W	4	36m	144 W
2do EGB	Lampara led 1*36W	6	43.32m	216W
Inicial	Lampara led 1*36W	6	53.55m	216 W
3ro EGB	Lampara led 1*36W	6	43.32m	216 W
Baño	Lampara led 1*36W	2	21m	72 W

Fuente: Autoría propia

La Unidad Educativa Mary Corely dispone de 18 instalaciones. cada una con dimensiones distintas.

Para calcular las luminarias necesarias en el plantel educativo, se empleará el método de lúmenes, explicado en el capítulo anterior. Este método realiza cálculos basados en el flujo luminoso, para este cálculo, se toma como referencia el aula de 5to EGB.

Para el cálculo se consideran datos específicos como el área donde se instalarán las luminarias, el color de las paredes, el material del piso, la altura del plano de trabajo (mesas, pupitres, escritorios) y cualquier elemento que pueda interferir en la luminosidad del área a intervenir.

3.2.1. Cálculos de iluminación

A continuación, se procede con el cálculo, comenzando con el Factor de Índice Local. Para esto, se utiliza la siguiente ecuación No 8, donde la letra (k) representa el factor de utilización, el cual será necesario más adelante para determinar el flujo luminoso.

$$k = \frac{A * B}{H(A + B)} \quad (8)$$

Entonces tenemos las siguientes medidas para la Unidad Educativa Mary Corely

Aula designada para el cálculo 5to EGB

A=6m

B=6m

HT=2.5m

HS=0.85

H= HT-HS=1.65m

Entonces remplazando la ecuación nos quedaría los siguientes valores para los cálculos.

$$k = \frac{6m * 6m}{1,65m(6m + 6m)} \quad (8)$$

$$k = 1,81$$

A continuación, se debe calcular el factor de reflexión mediante la Tabla No 11. Donde se puede observar el valor en porcentaje de la reflectividad de las paredes, el techo y el suelo según su textura, material o el color.

Tabla 11 Tabla de coeficiente de deflexión

Color de paredes y techos	Factor de reflexión en %
Blanco	0.70 – 0.85
Beige claro	0.70 – 0.80
Amarillo y crema claro	0.50 – 0.75
Techos acústicos blancos	0.50 – 0.65
Verde muy claro	0.45 – 0.65
Verde claro y rosa	0.45 – 0.65
Azul claro	0.40 – 0.55
Marrón claro	0.30 – 0.40
Beige oscuro	0.25 – 0.35
Marrón, verde, azul, oscuros	0.05 – 0.15
Negro	0.03 – 0.07

Fuente: (NEC, 2018)

Se analizado los colores de las superficies del área de intervención

Techo (color blanco): se elige 70% por el tono observado.

Paredes (color amarillo claro): se elige 50% por el tono actual.

Suelo (color blanco): se elige 85% por el tono presentado.

Estos valores son cruciales para asegurar una distribución uniforme de la luz en el área intervenida la Tabla 12, nos indica los resultados.

Tabla 12. Tabla coeficientes de reflexión para el aula intervenida

Material	Color	Porcentaje
Techo	Blanco	70%
Paredes	Amarillo claro	50%
Piso	Blanco	85%

Fuente: Autoría propia

Obtenidos los resultados de reflexión, el siguiente paso es seleccionar el Factor de Utilización. Según la Tabla 13, se nos indican los siguientes valores.

Tabla 13. coeficiente para el factor de utilización

TECHOS		70%		50%		30%	
PAREDES		50%		30%		10%	
P.TRABAJO		30%		10%			
índice del local	0.60	0.32	0.31	0.27	0.31	0.27	0.25
	0.80	0.44	0.42	0.38	0.41	0.38	0.36
	1.00	0.46	0.44	0.39	0.43	0.40	0.37
	1.25	0.55	0.52	0.49	0.51	0.49	0.46
	1.50	0.60	0.56	0.54	0.55	0.53	0.51
	2.00	0.62	0.58	0.55	0.57	0.55	0.53
	2.50	0.66	0.60	0.57	0.59	0.57	0.55
	3.00	0.70	0.63	0.60	0.62	0.60	0.60
	4.00	0.73	0.65	0.63	0.64	0.64	0.62
	5.00	0.75	0.67	0.66	0.66	0.65	0.64

Fuente: (Condumex, 2009)

Dado que el índice de local "k" es de 1.65 pero no está disponible en la Tabla 13, se selecciona el valor superior más cercano, que es 2.00, para mayor seguridad en el diseño. Así, el factor de utilización (Fu) es 0.58, según la Tabla 13. Para el factor de mantenimiento (Fm), se elige 0.8, correspondiente a un lugar que se limpia continuamente.

$$p = F_m * F_u \quad (4)$$

$$p = 0.8 \times 0.58 = 0.464$$

Con estos valores, se procede a calcular el flujo luminoso utilizando la Ecuación No 6.

$$\phi T = \frac{E * L * A}{F_m * F_u} \quad (6)$$

E: Iluminancia recomendada (nivel de iluminación)

L: Longitud del local en metros

A: Ancho del local en metros

F_m: Factor de mantenimiento

F_u: Factor de utilización

Para determinar el nivel de iluminación del establecimiento, utilizamos los valores de la Tabla 4, que especifica los rangos mínimos de iluminación para instituciones educativas. Según la normativa (UNE, 2002), el valor óptimo para aulas es de 300 lx. Procedemos a reemplazar las variables con los siguientes valores:

E: 300 lux (nivel de iluminación recomendado)

L: 6m [Longitud del local en metros]

A: 6m [Ancho del local en metros]

F_m: 0.8 (factor de mantenimiento)

F_u: 0.58 (factor de utilización)

$$\phi T = \frac{300 * 6m * 6m}{0.8 * 0.58} \quad (6)$$

$$\phi T = 23275,86$$

Para calcular el número de luminarias necesarias, es esencial conocer el tipo de luminarias que se utilizarán, ya que el flujo luminoso individual es proporcionado por el fabricante. En este caso, se emplearán lámparas LED de 38 EB 3K 1200. Según la ficha técnica mostrada en la Figura 26, el flujo luminoso de cada lámpara es de 3828 lm.



Figura 24. Ficha técnica del Tubo LED38EB 3K 1200
Fuente: (G1, 2024)

Una vez obtenidos los valores necesarios, se sustituyen las variables para calcular la cantidad de lámparas requeridas en un área específica, utilizando la ecuación 4. Luego se aplica la ecuación para determinar el número de luminarias que cumplen con el diseño establecido en estos pasos.

$$N = \frac{23275,86}{3,828} \quad (4)$$

$$N = 6,08$$

Una vez que se ha determinado el número de luminarias, es importante identificar su ubicación para asegurarse de que se coloquen de manera uniforme y ordenada. Para esto, se utilizan las ecuaciones (9) y ecuación (10) que permiten determinar los emplazamientos en un patrón rectangular y asegurar la simetría del sitio, instalándolas paralelamente a los ejes.

$$N \text{ ancho} = \sqrt{\frac{N \text{ total} * a}{b}} \quad (9)$$

$$N \text{ ancho} = \sqrt{\frac{6,08 * 6}{6}} = 2,46$$

$$N \text{ largo} = N \text{ ancho} * \frac{a}{b} \quad (10)$$

$$N \text{ largo} = \frac{2,46 * 6}{6} = 2,46$$

Con estos resultados, se concluye que la distribución será de 2 luminarias a lo largo y 2 luminarias a lo ancho del aula, sumando un total de 4. No obstante, se realizarán las verificaciones necesarias en el software de iluminación DIALux para determinar con precisión la ubicación, ya que no todas las áreas son simétricas.

3.2.2. Comprobación del diseño

Para verificar el diseño, se utiliza el software DIALux, que permite simular el nivel de iluminación en diferentes áreas de análisis. Según esta simulación, se deben instalar 4 lámparas led de 36 W, con un rendimiento lumínico de 106.2 lm/W y un flujo de 3,828 lm

en la figura 25, nos indica las características de lampara seleccionada para el proyecto.

SYLVANIA - DELTAWING LED38 EB 3K 1200

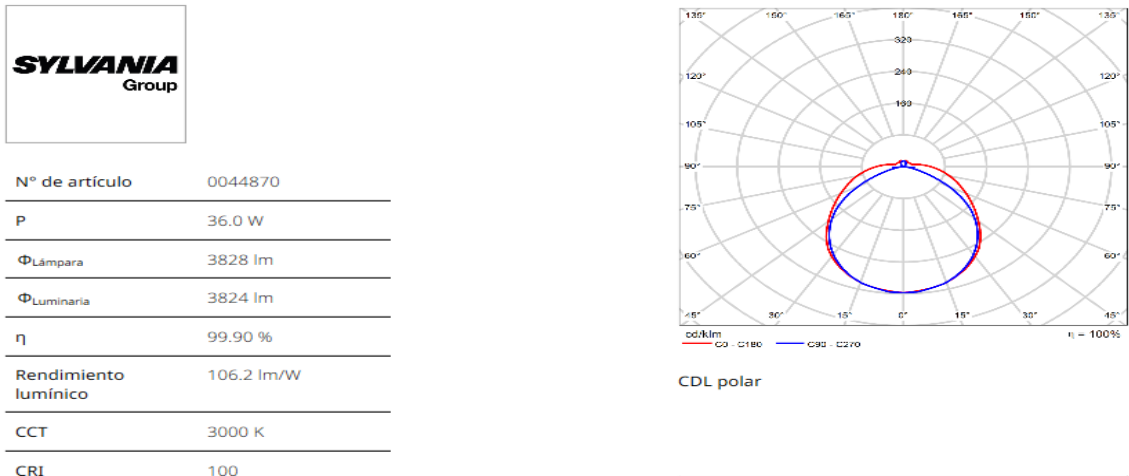


Figura 25.Luminaria seleccionada dentro del software DIALux

Fuente: Autoría propia

La figura 26, nos indica la ubicación de las luminarias, considerando el punto de referencia y la posición de cada una.

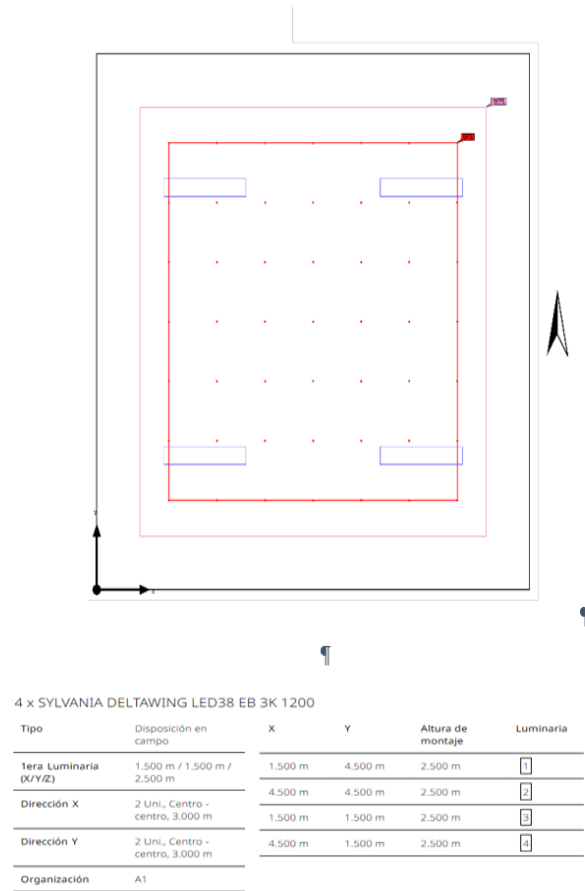


Figura 26. Ubicación de luminarias de 5toEGB

Fuente: Autoría propia

Después de ubicar las luminarias, se procede a realizar la simulación para analizar el nivel de iluminación la figura 27, muestra los resultados en cada uno de los puntos del aula de 5to EGB designada para el cálculo.



Figura 27. Cálculo de Nivel de Iluminación en el área de 5to EGB

Fuente: Autoría propia

Se ha considerado todas las variables en cada una del área de análisis, obteniéndose los resultados en la figura 27, se observa que los niveles de iluminación varían entre 320 lx y 569 lx, cumpliendo con la normativa (UNE, 2002) para los centros educativos.

3.2.3. Resultados del diseño

Una vez obtenidos los resultados mediante el software DIALux, procedemos a verificar, mediante la Tabla 14, que los resultados obtenidos en cada aula cumplen con la normativa establecida para los centros educativos, que es de 300 lx según la Tabla 2, de

Edificios Educativos, que nos indicada en la normativa (UNE, 2002). Los resultados obtenidos de las simulaciones del diseño de iluminación se encuentran en el Anexo 6.

Tabla 14.Resultados obtenidos software DIALux

Aula	Max (lx)	Min (lx)	Nominal (lx)	Normativa UNE
10m EGB	637lx	345lx	466lx	300lx
6to EGB	634lx	344lx	464lx	300lx
Cafetería	614lx	308lx	446lx	300lx
4to EGB	560lx	273lx	409lx	300lx
7mo EGB	606lx	284lx	451lx	300lx
Dirección	550lx	263lx	418lx	300lx
Centro de computo	559lx	217lx	335lx	300lx
5to EGB	566lx	194lx	320lx	300lx
Sala de profesores	624lx	328lx	458lx	300lx
9no EGB	479lx	215lx	312lx	300lx
8vo EGB	479lx	210lx	308lx	300lx
1ro EGB	480lx	210lx	308lx	300lx
2do EGB	601lx	257lx	410lx	300lx
Inicial	537lx	213lx	348lx	300lx
3ro EGB	500lx	269lx	380lx	300lx
Baño	580lx	315lx	431lx	300lx
Bar	461lx	201lx	331lx	300lx
Bodega	574lx	269lx	395lx	300lx

Fuente: Autoría propia

3.2.4. Planos eléctricos de iluminación

Una vez verificado el diseño en el software de simulación, se procede a elaborar los planos para las distintas áreas de la institución beneficiaria. Las luminarias se han distribuido en tres circuitos de iluminación. El circuito IL-1, IL-2, IL-3 están conectado al TDP, incluye 31 luminarias que corresponden a las aulas de 10mo EGB, 6to EGB, Cafetería, Bodega, 4to EGB, 7mo EGB, Dirección, Sala de profesores, 5to EGB, Bar con una carga total de 1,116W, como nos indica la figura 28.

El detalle de los planos del circuito de iluminación se encuentra en el Anexo N 7.

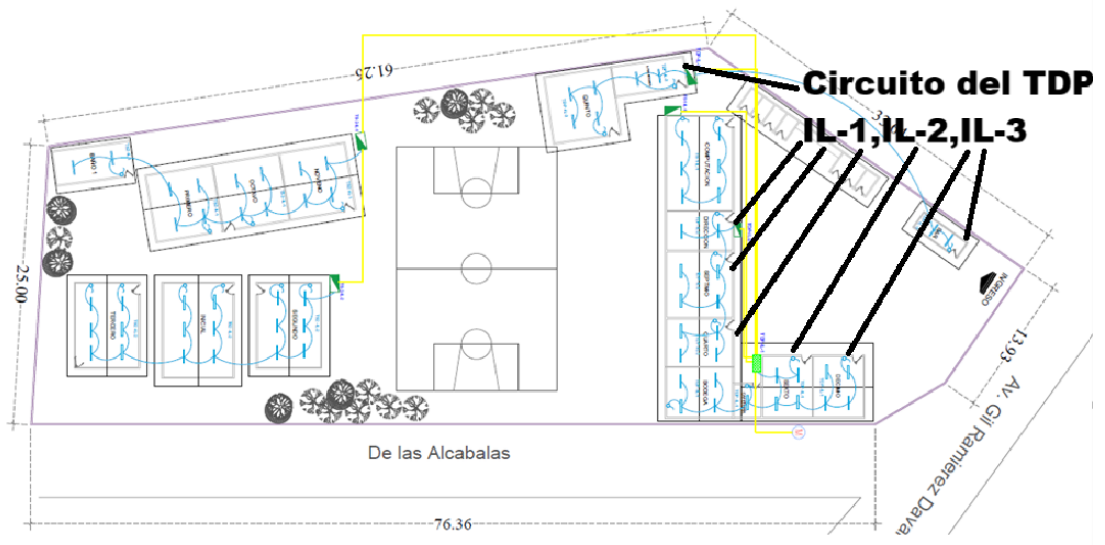


Figura 28.Circuito de IL-1, IL-2, IL-3

Fuente: Autoría propia

El tablero TS-1 conectado al TDP incluye el circuito de iluminación IL-1, que abastece al Centro de cómputo. Este circuito cuenta con 6 luminarias, sumando una carga total de 216W, tal como nos indica la figura 29.

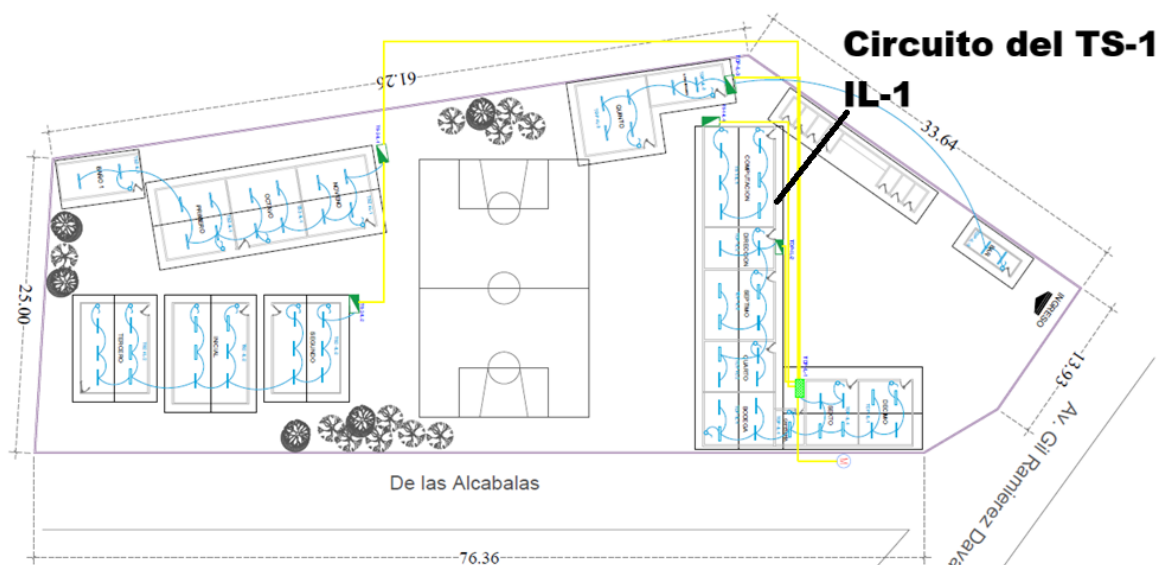


Figura 29.Circuito del TS-1, IL-1

Fuente: Autoría propia

El tablero TS-2 conectado al TDP incluye el circuito de iluminación IL-1, IL-2, que abastece las aulas de 9no EGB, 8vo EGB, 1ro EGB, 2 do EGB, Inicial, 3ro EGB. Este circuito

cuenta con 32 luminarias sumando una carga total de 1,152W, tal como nos indica la figura 30.

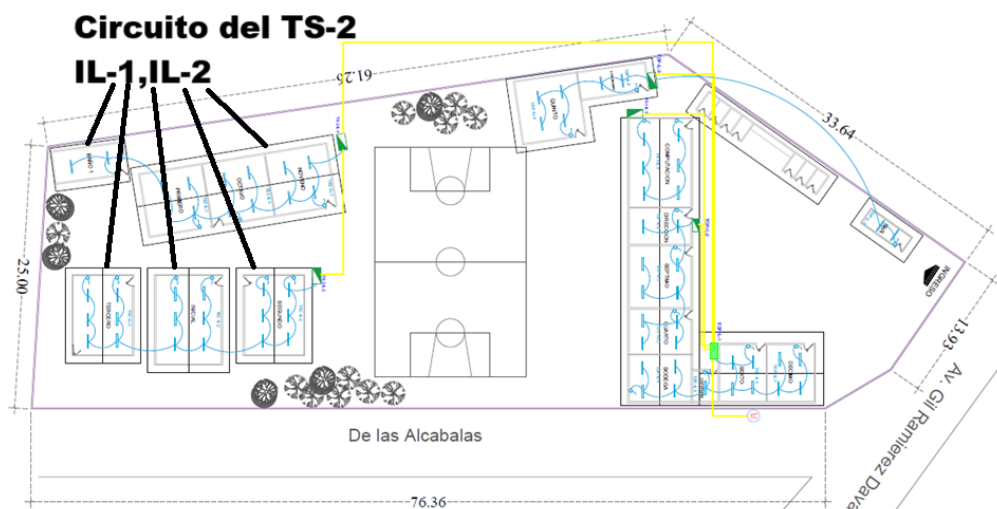


Figura 30. Circuito de TS-2, IL-1, IL-2

Fuente: Autoría propia

3.2.5. Conductores y protecciones para los circuitos de iluminación

De acuerdo con el numeral 5 de la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) actualizada en 2018, los circuitos de iluminación deben utilizar conductores de cobre aislado tipo THHN con una sección mínima de 2,5 mm² (14 AWG). (NEC, 2018)

Por lo tanto, en los circuitos de iluminación se utilizarán conductores número 14 THHN, diferenciados por colores para identificar claramente la fase y el neutro, asegurando así la seguridad y facilitando el mantenimiento del sistema.

Para el factor de demanda es necesario que se alineen a lo que dicta la norma (NEC, 2018) que se encuentra en la sección 2.3. se toma en cuenta que para iluminación se debe considerar que para cada salida no se debe de exceder de 15 puntos de iluminación con una carga máxima de 100 Vatios (W).

Otro aspecto importante en el diseño eléctrico y de iluminación es determinar el tipo de conductor y la protección necesaria para cada circuito. Para ello, es esencial conocer y detallar las cargas que se conectarán en cada circuito, como se muestra en la Tabla No 16. Para realizar este cálculo, se utiliza la ecuación 11 para determinar la corriente, y se emplean los datos de las tablas de resistividad la Tabla 15, así como el registro de cables, teniendo en cuenta las condiciones específicas del análisis actual.

Tabla 15. Características eléctricas resistividad

Elemento	Símbolo	P
Cobre	Cu	0.017
Aluminio	Al	0.028
Plata	Ag	0.016
Estaño	Sn	0.12
Zinc	Zn	0.061

Fuente: (index, 2007)

3.2.6. Cálculo para la selección de conductores y protecciones

Para realizar el cálculo preliminar se tomará en cuenta el Circuito de Iluminación IL1- del TDP el cual posee una carga total de 327W para un total de 13 lámparas, con una longitud de 21 metros.

Cálculo de circuito de iluminación

$$1 * 13 * 36 = 468W$$

Factor de demanda se obtiene de la Tabla No 5 según la normativa (NEC-SB-I, 2018)

$$468 * 0.7 = 327W$$

Se procede a realizar el cálculo de la corriente aplicando la ecuación No 2 como se presenta a continuación.

$$I = \frac{P}{V} \quad (2)$$

$$I = \frac{327W}{120V}$$

$$I = 2.73 A$$

Se procede a sacar el factor de seguridad sobre el dimensionamiento que es el 125%

$$2.73 A * 1.25 = 3.41 A$$

Se procede a realizar el cálculo de caída de voltaje.

2: constante

P: 0.017 Ω

L: longitud (m)

I: Intensidad (A)

$\cos\phi$ =factor de potencia

ΔU = caída de tensión (V)

S= sección de conductor (mm²)

U= Voltaje

Según la (NFPA 70, 2020), se suelen usar factores de potencia típicos entre 0.85 y 0.95 para cargas inductivas comunes, como en escuelas, casas o departamentos. En Ecuador, debido a la deficiencia energética, se aplicaría un factor de potencia de 1 si el país tuviera una muy buena eficiencia energética. Sin embargo, para este proyecto, se ha decidido aplicar el factor de potencia de 0.98.

Cálculo de caída de tensión en los conductores

$$\Delta U = \frac{2 * p * L * I * \cos\phi}{S * U} * 100 \quad (10)$$
$$\Delta U = \frac{2 * 0.017 * 21 * 3.41 * 0.98}{2.08 * 120} * 100$$
$$\Delta U = 0.95 \text{ V}$$

Se procede a seleccionar el conductor aplicando la siguiente formula.

$$S = P \frac{2 * L * I}{u} \quad (11)$$
$$S = 0.017 \frac{2 * 21 * 3.41}{0.95} = 2.56 \text{ mm} \quad (11)$$

Para seleccionar el calibre del conductor, se utilizó la Ecuación 11, obteniendo un resultado de 2,56 mm. Mediante la Tabla 2, se seleccionó el calibre adecuado. Las protecciones se seleccionaron de 10A para proteger el circuito de iluminación por criterio técnico, ya que según la normativa (NEC, 2018), la protección a utilizar debería ser de 15-16A.

La Tabla 16, nos indica el resumen del circuito de iluminación su ubicación dentro de cada tablero, la cantidad de lámparas led, factor de demanda, potencia, corriente, protección y calibre seleccionado para el proyecto.

Tabla 16.Circuitos de iluminación y protecciones

Tablero	Circuito	Aulas	Cantidad	F. D	Potencia (W)	Corriente (125) (A)	Longitud (m)	Tubería (½")	Protección (A)	Conductor
TDP	IL-1	10mo EGB 6to EGB Cafetería Bodega	13	0.70	327W	3.1A	21m	½"	10A-1P	14 AWG THHN
TDP	IL-2	4to EGB 7mo EGB Dirección	10	0.70	252W	2.6A	30m	½"	10A-1P	14 AWG THHN
TDP	IL-3	5to EGB Sala de profesores Bar	8	0.70	201W	2.1A	32m	½"	10A-1P	14AWG THHN
TS-1	IL-1	Centro de computo	6	0.70	151W	1.57A	21m	½"	10A-1P	14 AWG THHN
TS-2	IL-1	9no EGB 8vo EGB 1ro EGB Baño	14	0.70	352W	3.67A	30m	½"	10A-1P	14 AWG THHN
TS-2	IL-2	2do EGB Inical 3ro EGB	18	0.70	453 W	4.72A	35m	½"	10A-1P	14 AWG THHN

Fuente: Autoría propia

3.2.7. Diseño de circuito de fuerza

La NEC en el apartado 4.2, los circuitos para tomacorrientes deben tener salidas polarizadas, una corriente máxima de 20 A y una potencia de 200W por cada tomacorriente y no más de 10 salidas por circuito. Además, el apartado 5.1 nos indica sobre el soporte del conductor por lo menos debe de ser 125% del valor de corriente de protección, el apartado 5.3 indica que el calibre del conductor neutro debe ser igual al de la fase, utilizando como mínimo conductores AWG THHN número 12 para ambos. Esto se debe basarse en la Tabla 17, correspondiente para canalizaciones y equipos. Asistentes. (NEC, 2018)

Tabla 17.Capacidad de protección en función del calibre del conductor

Calibre del conductor AWG	14	12	10	8	6
Capacidad máxima del interruptor (Amperios)	15/16	20	30/32	40	50

Fuente: (NEC, 2018)

Basándose en esta información y como se muestra en la figura 33 del aula de 5to de EGB, se requieren 3 tomacorrientes por aula tomando en cuenta que, entre la separación entre la puerta abierta a 90 grados, él toma corriente debe de estar colocado a una distancia de 1.80m y la separación entre tomacorrientes y tomacorrientes debe de haber una distancia de 3.6m.

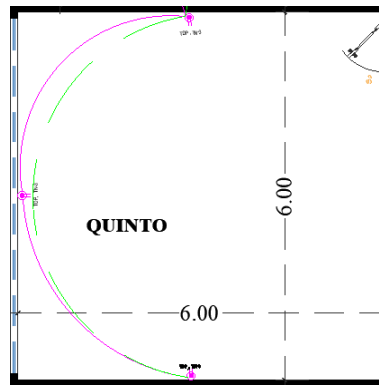


Figura 31. Aula Designada para realizar cálculo de tomacorrientes

Fuente: Autoría propia

Mediante la Tabla 18, se puede identificar la cantidad de tomacorrientes que se utilizarán en cada área de la Unidad Educativa Mary Corely.

Tabla 18. Distribución de Circuito de fuerza

Aula	Descripción	Cantidad	Metros	Potencia total
10mo EGB	Tomacorriente 110V	3	24.75m	600W
6to EGB	Tomacorrientes 110 V	3	24.75m	600W
Cafetería	Tomacorrientes 110 V	2	7.5m	400W
Bodega	Tomacorriente 110 V	3	27m	600W
4to EGB	Tomacorriente 110 V	3	25.80m	600W
7to EGB	Tomacorriente 110 V	3	36m	600W
Dirección	Tomacorrientes 110 V	3	27m	600W
Sala de profesores	Tomacorriente 110 V	3	16.90m	600W
5to EGB	Tomacorriente 110 V	3	36m	600 W
Bar	Tomacorriente 110 V	2	12m	400 W
Centro de computo	Tomacorrientes 110 V	10	51m	2000W
9no EGB	Tomacorriente 110 V	3	36m	600 W
8vo EGB	Tomacorriente 110 V	3	36m	600 W
1ro EGB	Tomacorriente 110 V	3	36m	600 W
2do EGB	Tomacorriente 110 V	3	43.32m	600 W
Inicial	Tomacorriente 110 V	3	53.55m	600 W
3ro EGB	Tomacorriente 110 V	3	43.32m	600 W
Baño	Tomacorriente 110 V	1	21m	200 W

Con el diseño de la cantidad de tomacorrientes en cada área, se procede a determinar los planos donde se ubicarán cada uno de los tomacorrientes de los diferentes circuitos de fuerza dentro de la institución. En este caso, se han dividido en un total de 6 circuitos diferentes para cubrir las necesidades de consumo energético. Los circuitos de fuerza TN-1, TN-2, TN-3 están conectado al Tablero TDP, como se muestra en la figura 32, consta de 27

tomacorrientes con un consumo aproximado de 5,400W para las Aulas 10mo EGB, 6to EGB, Cafetería, Bodega, 4to EGB, 7mo EGB, Dirección, Sala de profesores, 5to EGB, Bar.

3.2.8. Planos eléctricos circuito de fuerza

El detalle de los planos del circuito de fuerza se encuentra en el Anexo N 7.

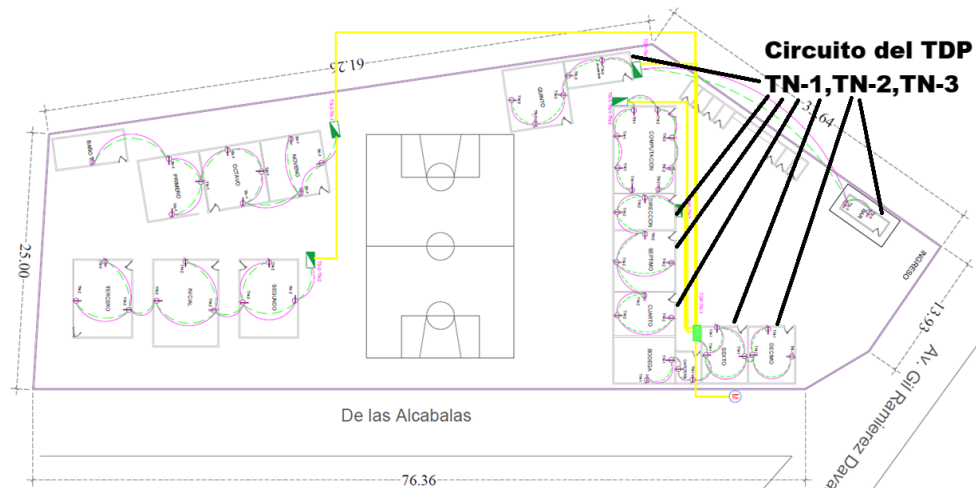


Figura 32. Circuito de fuerza del TDP, TN-1, TN-2, TN-3

Fuente: Autoría propia

El Tablero TS-1 incluye dos circuitos de fuerza. El circuito TN-1, TN-2 que abastece al Centro de Cómputo y cuenta con 10 tomacorrientes con una carga total 2000W como nos indica en la figura 33.

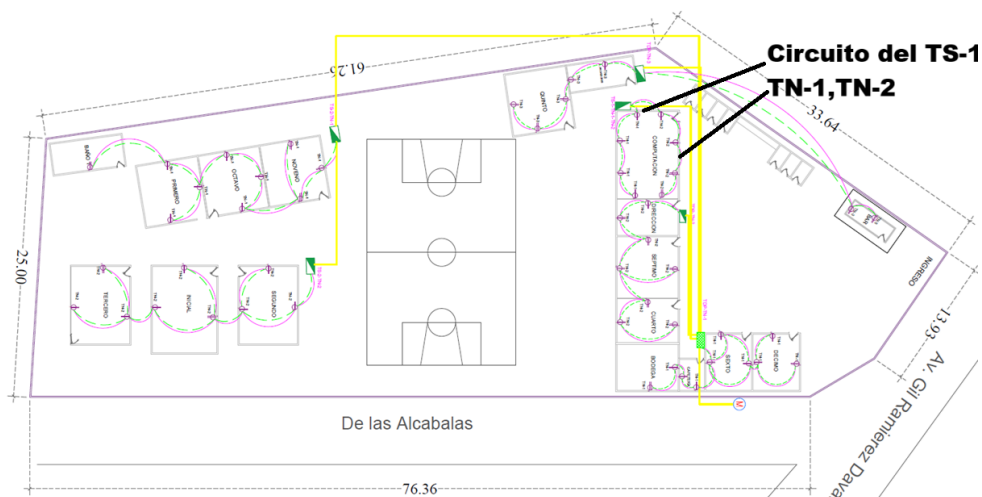


Figura 33. Circuito de fuerza del TS-1, TN-1, TN-2

Fuente: Autoría propia

El Tablero TS-2 incluye dos circuitos de fuerza. El circuito TN-1, TN-2 que abastece a las Aulas de 9no, 8vo, 1ro, 2do, Inicial, 3ro de EGB y cuenta con 19 tomacorrientes con una carga total 3800W como nos indica en la figura 34.

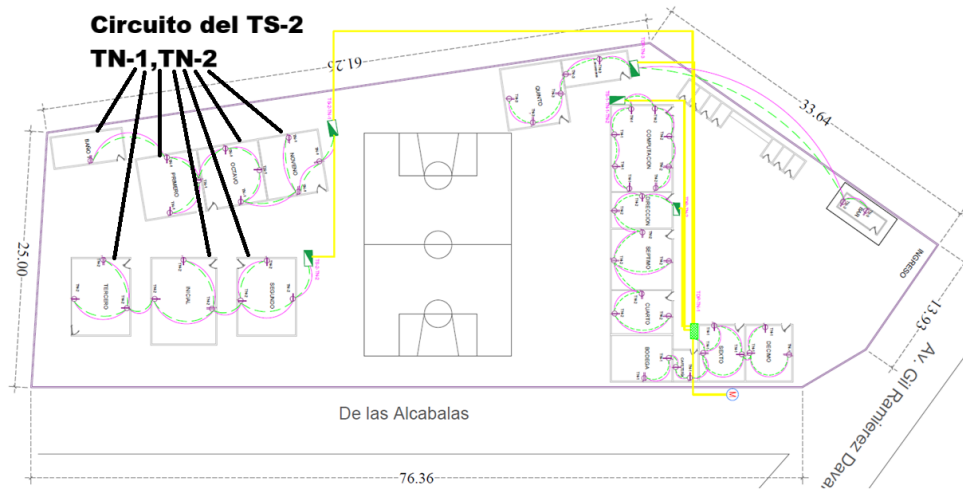


Figura 34. Circuito de fuerza de TS-2, TN-1, TN-2

Fuente: Autoría propia

3.2.9. Cálculos circuito de fuerza

Para realizar el cálculo preliminar se tomará en cuenta el Circuito de fuerza TN-1 del TDP, el cual posee una carga total de 1,000W para un total de 10 tomacorrientes, con una longitud de 20 metros.

Cálculo de circuito de tomacorrientes

$$1 * 10 * 200 = 2,000W$$

Factor de demanda se obtiene de la Tabla 5 según la normativa.(NEC-SB-I, 2018)

$$2,000 * 0.5 = 1,000W$$

Se procede a realizar el cálculo de la corriente aplicando la ecuación No 2 como se presenta a continuación.

$$I = \frac{P}{V} \quad (2)$$

$$I = \frac{1,000W}{120V}$$

$$I = 8.3^a$$

Se procede a sacar el factor de seguridad sobre el dimensionamiento que es el 125%

$$8.3 A * 1.25 = 10.4 A$$

Cálculo de caída de tensión en los conductores

$$\Delta U = \frac{2 * p * L * I * \cos\phi}{S * U} * 100 \quad (10)$$

$$\Delta U = \frac{2 * 0.017 * 20 * 10.4 * 0.98}{3.31 * 120} * 100$$

$$\Delta U = 1.7 \text{ V}$$

Se procede a seleccionar el conductor aplicando la siguiente formula.

$$S = P \frac{2 * L * I}{u} \quad (11)$$

$$S = 0.017 \frac{2 * 20 * 10.4}{1.7} = 4.16 \text{ mm} \quad (11)$$

Después de realizar los cálculos, consultamos la Tabla 19 y seleccionamos el tipo de alimentador. En este caso, obtuvimos un valor de 4.16 mm, por lo que optamos por el de 3.31 mm, que corresponde a un alimentador #12 AWG THHN.

Tabla 19. Selección de parámetros eléctricos según el calibre

ALUMINIO (AL)					COBRE (CU)				
Tamaño		Temperatura			Tamaño		Temperatura		
mm	AWG	60°C	75°C	90°C	mm	AWG	60°C	75°C	90°C
13.3	6	40	50	55	2.08	14	15	20	25
21.2	4	55	65	75	3.31	12	20	25	30
26.7	3	65	75	85	5.26	10	30	35	40
33.6	2	75	90	100	8.37	8	40	50	55
42.4	1	85	100	115	13.3	6	55	65	75
53.49	1/0	100	120	135	21.2	4	70	85	95
67.43	2/0	115	135	150	26.7	3	85	100	115
85.01	3/0	130	155	175	33.6	2	95	115	130
107.2	4/0	150	180	205	42.4	1	110	130	145
127	250	170	205	230	53.49	1/0	125	150	170
152	300	195	230	260	67.43	2/0	145	175	195
177	350	210	250	280	85.01	3/0	165	200	225
203	400	225	270	305	107.2	4/0	195	230	260
253	500	260	310	350	127	250	215	255	290
304	600	285	340	385	152	300	240	285	320
355	700	315	375	425	177	350	260	310	350
380	750	320	385	435	203	400	280	335	380

Fuente: (INDECO, 2016)

La Tabla 20, nos indica el circuito de fuerza su ubicación dentro de cada tablero, la cantidad de tomacorrientes, factor de demanda, potencia, corriente, protección y calibre seleccionado para el proyecto.

Tabla 20. Circuito de fuerza por tableros

Tablero	Círculo	Aulas	Cantidad	F. D	Potencia (W)	Corriente (125%) (A)	Longitud (m)	Tubería	Protección (A)	Calibre
TDP	TN-1	10mo EGB 6to EGB Cafetería Bodega	10	0.5	1,000W	10.4A	20m	1/2	20A-1P	12 AWG THHN
TDP	TN-2	4to EGB 7mo EGB Dirección	9	0.5	900W	9.37A	14m	1/2	20A-1P	12 AWG THHN
TDP	TN-3	5to EGB Sala de profesores Bar	8	0.5	800W	8.3A	18m	1/2	20A-1P	12 AWG THHN
TS-1	TN-1	Centro de computo	5	0.5	500W	5.2A	18m	1/2	20A-1P	12 AWG THHN
TS-1	TN-2	Centro de computo	5	0.5	500W	5.2A	16m	1/2	20A-1P	12 AWG THHN
TS-2	TN-1	9no EGB 8vo EGB 1ro EGB Baño	10	0.5	1,000W	10.4A	17m	1/2	20A-1P	12 AWG THHN
TS-2	TN-2	2do EGB Inicial 3ro EGB	9	0.5	900W	9.37A	17m	1/2	20A-1P	12 AWG THHN

Fuente: Autoría propia

Para seleccionar la tubería Conduit adecuada, es esencial considerar los diámetros que permitan alojar los cables necesarios según la Tabla 21,22. La suma de las áreas de la sección transversal de los conductores, incluyendo su aislamiento, no debe exceder el 40% del área transversal interior de la tubería. Para determinar la tubería correcta, se utiliza la siguiente fórmula.

$$\text{Porcentaje ocupado} = \frac{n * d^2}{D^2} * 100 \quad (16)$$

$$\text{Porcentaje ocupado} = \frac{4 * 3.8^2}{13^2} * 100 = 34.17$$

Tabla 21. Datos técnicos THW-90(AWG/MCM)

CALIBRE CONDUCTOR	SECCION NOMINAL	NUMERO HILOS	DIAMETRO HILO	DIAMETRO CONDUCTOR	ESPESOR AISLAMIENTO	DIAMETRO EXTERIOR	PESO	AMPERAJE (°)	
								AIRE	DUCTO
AWG/MCM	mm²		mm	mm	mm	mm	Kg/Km	A	A
14	2.1	7	0.60	1.75	0.8	3.4	28	35	25
12	3.3	7	0.76	2.20	0.8	3.8	40	40	30
10	5.3	7	0.96	2.78	0.8	4.4	59	56	40
8	8.4	7	1.20	3.61	1.1	5.9	98	80	56
6	13.3	7	1.53	4.60	1.5	7.6	161	107	75
4	21.1	7	1.93	5.80	1.5	8.9	240	141	96
2	33.6	7	2.44	7.31	1.5	10.4	363	192	130
1/0	53.4	19	1.87	8.58	2	12.7	570	260	170
2/0	67.4	19	2.10	9.64	2	13.8	704	300	197
3/0	85.1	19	2.35	10.82	2	15	871	350	226
4/0	107.2	19	2.64	12.15	2.4	17.1	1109	406	260
250	126.7	37	2.06	13.25	2.4	18.2	1289	457	290
300	151.9	37	2.25	14.51	2.4	19.5	1527	505	321
350	177.5	37	2.44	15.69	2.4	20.6	1769	569	350
500	253.1	37	2.91	18.73	2.8	24.5	2512	699	429

Fuente: (INDECO, 2016)

Tabla 22. Cantidad de conductores en la tubería Conduit PVC Y MT

CALIBRE AWG o kcmil	DIAMETRO NOMINAL DEL TUBO (Pulgadas, mm)									
	1/2 13	3/4 19	1 25	1 1/4 32	1 1/2 38	2 51	2 1/2 64	3 76	3 1/2 89	4 102
14	11	18	31	51	67	105	157	235	307	395
12	8	14	24	39	51	80	120	181	236	303
10	6	10	18	29	38	60	89	135	176	226
8	3	6	10	16	21	33	50	75	98	125
6	1	3	6	9	13	20	30	45	59	75
4	1	2	4	7	9	15	22	33	44	56
2	1	1	3	5	7	11	16	24	32	41
1	1	1	1	3	5	7	11	17	22	29
1/0	1	1	1	3	4	6	10	14	19	24
2/0	-	1	1	2	3	5	8	12	16	21
3/0	-	1	1	1	3	4	7	10	13	17
4/0	-	1	1	1	2	4	6	9	11	14
250	-	-	1	1	1	3	4	7	9	12
300	-	-	1	1	1	2	4	6	8	10
350	-	-	1	1	1	2	3	5	7	9
400	-	-	1	1	1	1	3	5	6	8
500	-	-	-	1	1	1	2	4	5	7
600	-	-	-	1	1	1	1	3	4	5
750	-	-	-	1	1	1	1	3	3	4
800	-	-	-	-	1	1	1	2	3	4
900	-	-	-	-	1	1	1	2	3	4
1000	-	-	-	-	1	1	1	1	3	3

Fuente: (Conduex, 2009)

Conexión a tierra

La conexión a tierra proporciona un camino seguro para la corriente excedente, se minimizan los riesgos de descargas eléctricas, incendios y daños a los equipos.

Para el proyecto, se utiliza un conductor #12 AWG THHN con un diámetro de 3.31 mm para los tomacorrientes, como nos indica en la figura N.8 (NEC, 2018). Este tipo de conductor es adecuado para la protección a tierra debido a su capacidad de manejar corrientes elevadas

Para los tableros principal de las viviendas se debe de conectarse a su propia varilla de puesta a tierra según el numeral 8.2 de la. (NEC, 2018)

Factor de demanda

Se calcula según el área que se va a considerar para dimensionar la iluminación y los tomacorrientes de uso general, de acuerdo con el tipo de vivienda, tal como se indica en la Tabla 5. (NEC, 2018)

Protección en función al calibre del conductor

Para determinar las protecciones, los calibres del conductor que se va utilizar, se toma como referencia que el conductor debe soportar por lo menos el 125 % del valor de la corriente de la protección del circuito, de acuerdo a la Tabla No. 5 que se encuentra en la normativa (NEC, 2018). mediante la Tabla No 23 se evidencia los cálculos establecidos para el proyecto.

Tabla 23. Cálculos establecidos para el proyecto

Tablero	Circuito	Aulas	Carga total	F. D	Potencia de consumo ajustada (W)	Corriente nominal (A)	Corriente (125%) (A)	Longitud (m)	Tubería (½")	Protección (A)	Calibre (#)	Calibre a tierra
TDP	TN-1	2do EGB 6to EGB Cafetería Bodega	2000W	0,50	1,000W	8.33A	10.41	20m	½"	20A-1P	12 AWG THHN	12AWG THHN
	IL-1		468W	0.70	327	3.1A	3.8A	16m	½"	10A-1P	14 AWG THHN	
TTDP	TN-2	4to EGB 7mo Dirección	1,800W	0,50	900W	7.5A	9.3A	14m	½"	20A-1P	12 AWG THHN	12 AWG THHN
	IL-2		360W	0.70	252W	2.1A	2.6A	15m	½"	10A-1P	14 AWG THHN	
TTDP	TN-3	5to EGB S. Profesores Bar	1800W	0,50	800W	7.5A	9.3A	18m	½"	20A-1P	12 AWG THHN	12 AWG THHN
	IL-3		288W	0.70	201W	1.6A	2A	16m	½"	10A-1P	14 AWG THHN	
TS-1	TN-1	Centro de computo	1000W	0,50	500W	4.1A	5.2A	16m	½"	20A-1P	12 AWG THHN	12 AWG THHN
	IL-1		216W	0.70	151W	1.2A	1.5A	17m	½"	10A-1P	14 AWG THHN	
TS-1	TN2	Centro de computo	1000W	0.50	500W	4.1A	5.2A	16m	½"	20A-1P	12 AWG THHN	12 AWG THHN
TS-2	TN-1	9no EGB 8vo EGB 1ro EGB Baño	2000W	0.50	1000W	8.3A	10.4A	17m	½"	20A-1P	12 AWG THHN	12 AWG THHN
	IL-1		504W	0.70	352W	2.9A	3.6A	18m	½"	10A-1P	14 AWG THHN	
TS-2	TN-2	2do EGB Inicial 3ro EGB	1800W	00.50	900W	7.5A	9.3A	17m	½"	20A-1P	12 AWG THHN	12 AWG THHN
	IL-2		648W	00.70	453W	3.7A	4.7A	18m	½"	10-1P	14 AWG THHN	
TDP	Cargas proyectadas		300W									
TOTAL					7,336W							

Fuente: Autoría propia

Cálculo de caída de tensión en los conductores

$$\Delta U = \frac{2 * p * L * I * \cos\phi}{S} \quad (10)$$

$$\Delta U = \frac{2 * 0.017 * 15 * 40 * 0.98}{13.3 * 120} * 100$$

$$\Delta U = 1.2 \text{ V}$$

Fórmula para determina el calibre de los conductores.

$$I = \frac{P}{2 * V * n * fp} \quad (17)$$

$$I = \frac{7,336}{2 * 120 * 1 * 0.98} = 32A$$

Se procede a sacar el factor de seguridad sobre el dimensionamiento que es el 125%

$$I = 40A$$

Después de realizar los cálculos, consultamos la Tabla 17 y seleccionamos el tipo de alimentador. Según lo establecido en la norma (NEC, 2018) el calibre recomendado para un alimentador desde el medidor hasta un tablero de distribución único es de número 6 AWG. En este caso, obtuvimos un valor de 38A, por lo que optamos a seleccionar por el calibre de conductor de 13.3 mm, que corresponde a un alimentador #6 AWG THHN.

Verificamos la Tabla 24 y observamos el tipo de calibre que vamos a seleccionar para los alimentadores del TDP, TS-1, TS-2

Tabla 24. Conductores del TDP, TS-1, TS-2

Sector	Potencia (W)	Voltaje (V)	Corriente Nominal (A)	Corriente (125%) (A)	Longitud (m)	Sección del conductor	Calibre del conductor	Protección eléctrica
Del medidor al TDP	7,336W	120V	31A	38A	15m	13.3mm	6 AWG THHN	50A
Del TDP al TS-1	1,151W	120V	4.8A	6A	30m	5.3mm	10AWG THHN	20A
Del TDP al TS-2	3,005W	120V	12.7A	15A	40m	8.3mm	8AWG THHN	20A

Fuente: Autoría propia

3.2.10. Diagrama unifilar

Mediante la figura 35, podemos evidenciar el diagrama unifilar donde consta los tableros de TDP, TS-1, TS-2 cada uno de estos tableros tiene su circuito tanto de iluminación como de fuerza en la que vamos a detallar a continuación, el tablero TDP están los circuitos de iluminación IL-1, IL-2, IL-3, los circuitos de fuerza TN-1, TN-2, TN-3 que corresponden a las aulas de 10mo, 6to, Cafetería, Bodega, 4to, 7mo, Dirección, Sala de profesores, 5to EGB, Bar. El Tablero TS-1 incluye un circuito de IL-1 y dos circuitos de fuerza. Que son el TN-1, TN-2 que abastece al Centro de Cómputo, El tablero TS-2 están dos circuitos de iluminación IL-1, IL-2, y dos circuitos de fuerza. TN-1, TN-2 que abastece a las aulas de 9no, 8vo, 1ro, 2do, Inicial, 3ro de EGB, baño. cumpliendo con la normativa (NEC, 2018). El detalle de los diagramas unifilares por tableros y circuitos se encuentran en el anexo N 8.

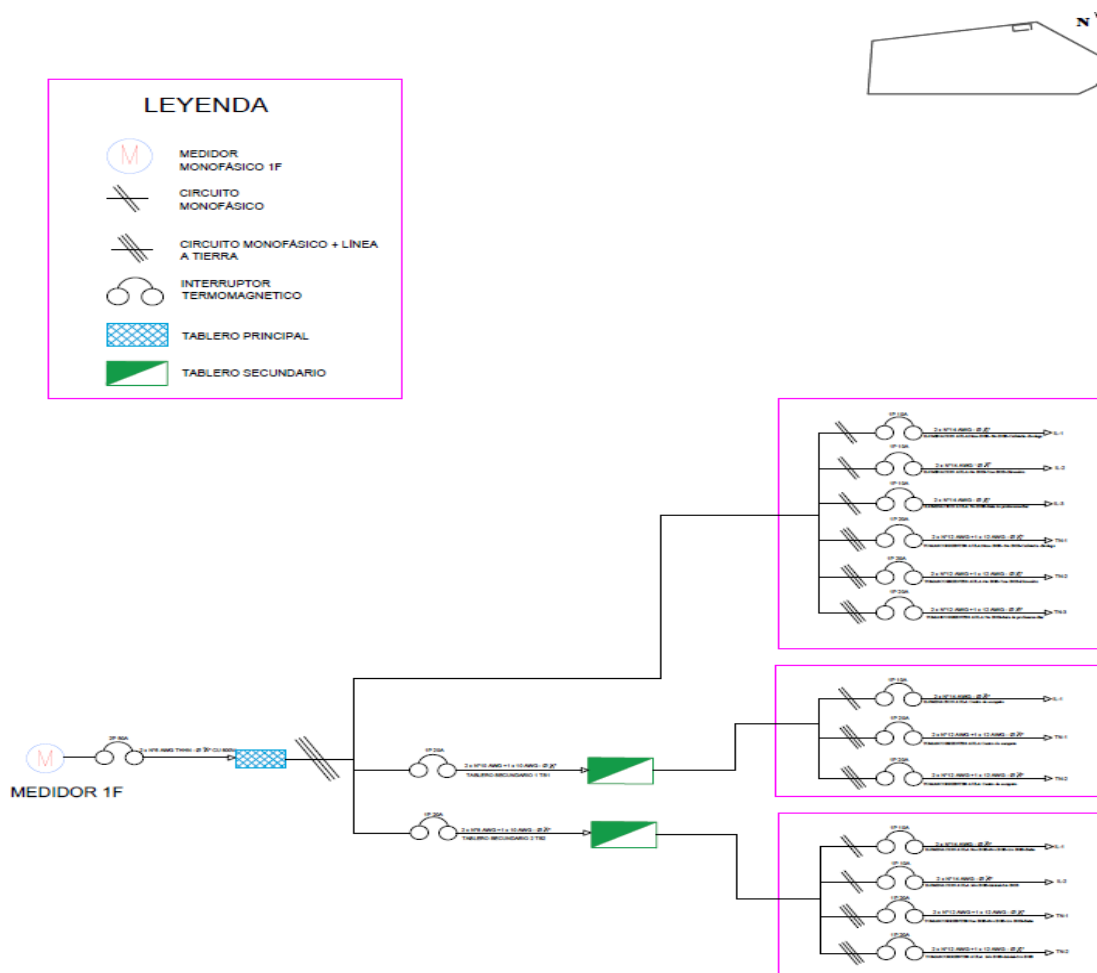


Figura 35. Diagrama Unifilar

Fuente: Autoría propia

3.3. Implementación

Para el proyecto, se implementarán 7 áreas que son las aulas 10mo EGB, 6to EGB, cafetería, bodega, 4to EGB, 7mo EGB y la dirección. En estas áreas se instalarán los circuitos fuerza y circuitos de iluminación.

3.3.1. Listado de materiales

Orden	Materiales y características	Cantidad	Unitario	Valor total
1	Led de 38 EB 3K 1200. 36W	23	11.50	253.00
2	Interruptor simple de 10A	7	2.00	14.00
3	Tomacorriente polarizado 2P + tierra 110v	18	2.00	36.00
4	Interruptores termomagnéticos de 10A-1P	2	6.50	13.00
5	Interruptores termomagnéticos de 20A-1P	2	8.00	16.00
6	Rollo de cable #12	6	59.00	354.00
7	Rollo de cable # 14	4	40.00	160.00
8	Cable # 6 AWG THHN	30	4.00	120.00
9	Tablero QOL 8 - Bifásico 2F 4H - 8 Circuitos - 120/240Vac 125A Schneider Electric	1	55.00	55.00
10	Conector de golpe	1	5.00	5.00
11	Varilla Cooper War	1	8.00	8.00
12	Cable de cobre desnudo para tierra # 6	3m	3.00	6.00
13	Cajetines rectangulares	17	2.00	34.00
14	Broca de cemento #6	1	2.00	2.00
15	Alambre guía N14	2 rollos	3.00	6.00
16	Tornillo tripa de pato #6	1 caja	2.50	2.50
17	Cinta aislante	20	1.50	30.00
18	Conectores Conduit de 1/2"	60	0.50	30.00
19	Tubería tipo MT de 1/2"	70	2.50	175.00
20	Tubería tipo Conduit PVC de 1/2"	40	0.75	30.00
			Total	1,349.00

Autoría propia

3.3.2. Instalación

La figura 38, nos indica las conexiones de los circuitos de fuerza y de iluminación, conectados al tablero principal.



Figura 36. Tablero distribución principal

Fuente: Autoría propia

La figura 39, observamos la instalación de los nuevos interruptores a 1.2m desde el piso como nos indica la norma (NEC-SB-I, 2018).



Figura 37. Interruptores simple

Fuente: Autoría propia

La figura 38, nos indica la instalación de la tubería EMT de ½” para los circuitos de fuerza, según la norma nos pide que coloquemos los tomacorrientes a 0.40m desde el piso terminado (NEC-SB-I, 2018).



Figura 38. Instalación de tubería MT de ½”

Fuente: Autoría propia

La figura 39, nos indica la iluminación de las aulas implementadas cumpliendo con la normativa y quedando así una buena iluminación para la Unidad Educativa.



Figura 39. Iluminación

Fuente: Autoría propia

La figura 40, nos indica la iluminación interna de las aulas, como quedaron después de realizar la implementación de las luminarias led de 36 W, cumpliendo con las normas NEC- 2018 y UNE- 2002.



Figura 40. Iluminación interna de aulas

Fuente: Autoría propia

La figura 41, nos indica la instalación de cajetines, estos son para la conexión y distribución del circuito de fuerza y circuito de iluminación.



Figura 41. Circuitos de iluminación y fuerza

Fuente: Autoría propia

CAPITULO IV

4. PRUEBAS, RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Diseño de planos en AUTOCAD.

Utilizando el software AutoCAD, se diseñó los planos eléctricos de la Unidad Educativa Mary Corely, que incluye los circuitos de fuerza, circuito de iluminación, tablero de distribución principal y tableros de distribución secundarios, permitiendo así la implementación de nuevas luminarias y protecciones. Este diseño mejora las condiciones de iluminación y seguridad, facilitando un entorno más adecuado para estudiantes y profesores.

La figura 42, se observa el circuito de iluminación y circuito de fuerza que se ha diseñado e implementado, cabe recalcar que el plano es perteneciente al aula de 5to EGB.

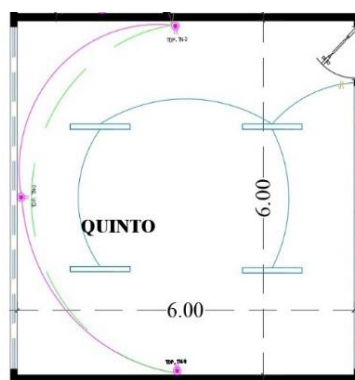


Figura 42. Diseño de iluminación del aula de 5to EGB

Fuente: Autoría propia

4.2. Resultados obtenidos de las instalaciones eléctricas

Después de instalar, los circuitos, hemos observado mejoras significativas en el sistema eléctrico, cumpliendo con las normas NEC-2018 y UNE-2002. Los resultados muestran una comparación clara entre las condiciones anteriores y posteriores a la instalación.

4.4.1. Tablero Principal

Vemos que en la figura 43, el tablero distribución principal es de 2 puntos, está a la intemperie, es decir sus conexiones están expuestas y no cumple con las normas, además que las conexiones se encuentran desordenadas y sin etiquetado. en la figura 44, se evidencia el cambio de tablero de distribución principal de 8 puntos dejando 2 puntos de reserva a una altura de 1.60m como nos indican en las normas (NEC, 2018) ,con el trabajo realizado se tiene una mejor presentación, mejores conexiones.

Antes de la implementación



Figura 43. Tablero de distribución principal inicial

Fuente: Autoría propia

Después de la implementación

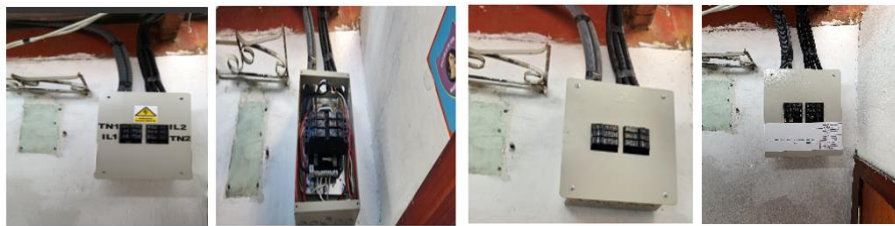


Figura 44. Tablero de distribución principal actual

Fuente: Autoría propia

4.4.2. Medición de lúmenes

La figura 45,46 se observa las mediciones de lúmenes antes de iniciar el proyecto, donde indica las cantidades de lúmenes no son suficientes ni óptimas para las aulas.

Antes de la implementación

Figura 45. Lúmenes medidos antes 10mo EGB, 6to EGB, cafetería



Fuente: Autoría propia

Figura 46. Lúmenes medidos antes bodega, 4to EGB, 7mo EGB, dirección



Fuente: Autoría propia

la figura 47,48 con las nuevas luminarias y el resultado del diseño realizado en el software DIALux, se obtienen mejores condiciones de iluminación, las cuales facilitarán el trabajo de los estudiantes y profesores al contar con mayor claridad.

Después de la implementación

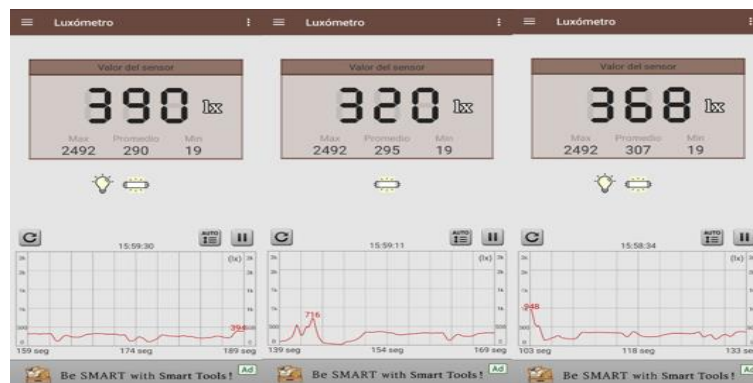


Figura 47. lúmenes medidos 10mo EGB, 6to EGB, cafetería

Fuente: Autoría propia



Figura 48. Lúmenes medidos bodega, 4to EGB, 7mo EGB, dirección.

Fuente: Autoría propia

Se observa la Tabla 25, y en las figuras 45,46 y 47,48 de este documento las mediciones tomadas, antes y después de la implementación. Por lo cual se ha conseguido llegar a el valor optimo requerido para un salón de clases el cual es entre 300lx a 500lx según la norma (UNE, 2002).

Tabla 25.Medicion de lúmenes antes y después

Aulas	Valor inicial (lx)	Norma UNE	Valor medido(lx)	Observación
10mo EGB	91	300 - 500	390	Cumple el nivel requerido
6to EGB	17	300 - 500	320	Cumple el nivel requerido
Cafetería	27	300 - 500	368	Cumple el nivel requerido
Bodega	91	300 - 500	386	Cumple el nivel requerido
4to EGB	115	300 - 500	344	Cumple el nivel requerido
7to EGB	72	300 - 500	326	Cumple el nivel requerido
Dirección	27	300 - 500	354	Cumple el nivel requerido

Fuente: Autoría propia

4.4.3. Circuito de iluminación

La figura 49, muestra las luminarias actualmente instaladas en la institución, las cuales no cumplen con las normas NEC 2018 ni UNE 2002.

Antes de la implementación



Figura 49. Circuito de iluminación

Fuente: Autoría propia

La figura 50, nos indica las luminarias instaladas, que son lámparas LED de 38 EB 3K 1200, 36W. Se verificó que cumplen con las normativas establecidas para iluminación, específicamente NEC-2018 y UNE-2002, las cuales indican un máximo de 15 salidas que no exceda los 15 A, con 100 W de potencia por salida, y los niveles de iluminación requeridos para centros educativos, que deben ser de 300 lx a 500 lx.

Después de la Implementación

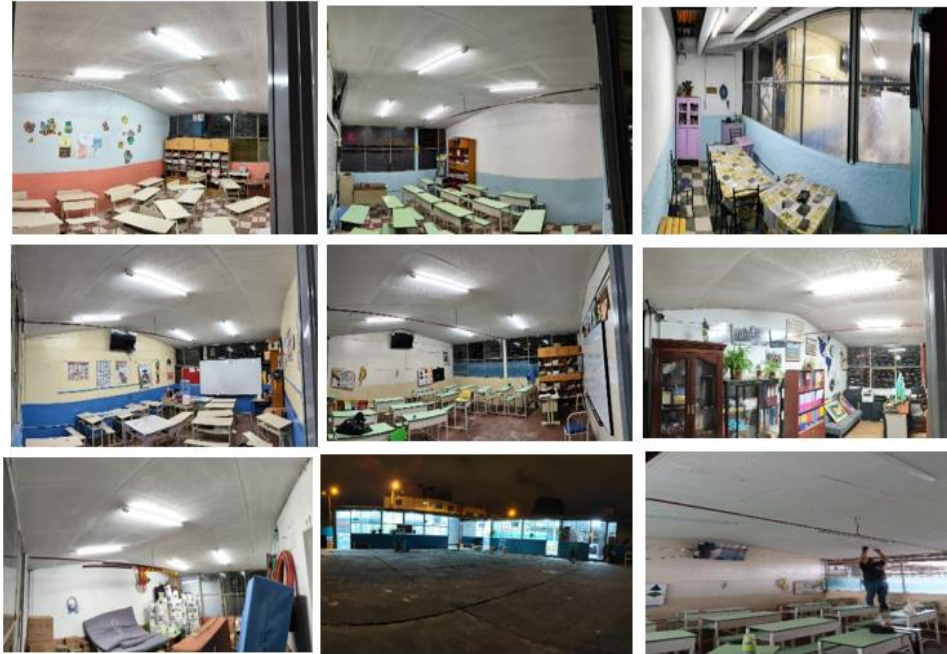


Figura 50. Iluminación actual

Fuente: Autoría propia

4.4.4. Circuito de fuerza

La figura 51, nos indica la situación inicial de los tomacorrientes en el circuito de fuerza de la Unidad Educativa. Se verificó que estaban instalados de manera inadecuada, con algunos circuitos parcialmente desprendidos de la pared, exponiendo cables y conexiones. Además, se observó un desgaste significativo en la superficie de los mismos. Esta situación no cumple con la norma NEC-2018, representando un peligro para los usuarios.

Antes de la implementación



Figura 51. Tomacorrientes del circuito de fuerza inicial

Fuente: Autoría propia

La figura 52, nos indica el cambio de tomacorrientes que corresponde al circuito de fuerza, los cuales presentan las conexiones según las normas establecidas en la NEC-20218, que nos indican que debe colocarse desde el suelo a 0.40 m se observa que los cables ya no se encuentran expuestos lo que brinda mayor seguridad para los usuarios.

Después de la implementación



Figura 52. Tomacorrientes nuevos

Fuente: Autoría propia

Cambio del alimentador del medidor al TDP

La figura 53, nos indica el alimentador del medidor al tablero distribución principal, el cual es un conductor de calibre #8. Debido a su uso prolongado, este conductor presenta signos de recalentamiento y no cumple con la normativa vigente (NEC, 2018), el calibre mínimo recomendado de alimentador es el # 6 AWG de cobre aislado tipo THHN. Es crucial cambiar instalación eléctrica. (NEC, 2018)

Antes de implementación



Figura 53. Acometida principal

Fuente: Autoría propia

La figura 54, nos indica el alimentador del medidor al tablero de distribución principal, el calibre mínimo recomendado es el alimentador # 6 AWG de cobre aislado tipo THHN. Es crucial cambiar el conductor.

Después de la implementación



Figura 54. Acometida principal

Fuente: Autoría propia

Conexión a tierra

La figura 55, se observar la conexión a tierra, para seleccionar el calibre adecuado, se deben considerar varios factores, la capacidad del dispositivo de protección, que en este caso es un termomagnético de 20 A, la longitud del conductor, que es de 20 m, y el tipo de material, que es cobre con un diámetro de 3.31mm. El alimentador seleccionado es el #12 AWG THHN. Según la norma NEC-2018, este calibre es adecuado para un circuito de 20 amperios.



Figura 55. Conexión a tierra

Fuente: Autoría propia

La figura 56, nos indica la conexión a tierra, la falta de elementos de medición como el telurómetro, se procede aplica el siguiente ejercicio, en el cual procedimos a realizar un circuito en serie con un foco incandescente. Este foco no debe ser de menor a 20 ohmios ni mayor a 100 ohmios para que sirva para la medición. Como primer punto, conectamos la fase al interruptor y la otra salida de la boquilla a la tierra, en la cual procedemos a medir el amperaje y obtenemos 0.97 A. Como segundo punto, el voltaje medido entre la varilla de copperweld, que es la tierra, y la primera pica, que fue a 2 metros, es de 0.019 V. De este resultado procedemos a hacer una división y obtenemos 1.9 ohmios. La resistencia de 1.9 ohmios que se obtuvo está dentro de un rango aceptable para una conexión a tierra efectiva. En general, se considera que una resistencia de puesta a tierra menor a 10 ohmios es adecuada.

$$Ohmios = \frac{1.9V}{0.97A} \quad (18)$$

$$Ohmios = 1.9$$



Figura 56.Comprobación a tierra

Fuente: Autoría propia

Pruebas de medición

Se realizaron pruebas de medición tanto de voltaje como de amperaje. Estas pruebas permiten verificar que no haya una caída de voltaje.

La Tabla 26 se tomó como referencia un voltaje de 121.6 V antes de la implementación en la Unidad Educativa Mary Corely y 125.3 V después de la implementación, lo que indica una mejora en la estabilidad del voltaje. En cuanto al amperaje, se midió 17.24 A antes de la implementación y 12.57 A después de la implementación, logrando reducir la carga de los circuitos al dimensionar correctamente el calibre del conductor

Tabla 26.Pruebas de medición

Detalle	Voltaje del antes	Voltaje del después	Corriente del antes	Corriente del después
Tablero distribución principal	121.6 V	125.3 V	17.24 A	12.57 A
Tomacorrientes	119.8V	123.3 V	17.24 A	12.57 A

Fuente: Autoría propia

Las figuras 57, 58 se puede visualizar el voltaje y corriente medido el antes y después de la implementación

Antes de la implementación



Figura 57. Pruebas de medición "V y A"

Fuente: Autoría propia

Después de la implementación



Figura 58. Pruebas de medición "V y A"

Fuente: Autoría propia

4.5. Plan de mantenimiento preventivo básico

Una vez diseñado e implementado los circuitos, es importante indicar un mantenimiento para los mismos. A continuación, se indica un breve resumen del mantenimiento preventivo para los circuitos:

Tablero principal

- Realizar una inspección mensual para identificar y solucionar cualquier signo de corrosión o desgaste.
- Verificar que las conexiones estén ajustadas y libres de sobrecalentamiento.
- Limpiar trimestralmente la suciedad acumulada tanto en el interior como en el exterior de las cajas térmicas.

Circuito de iluminación

- Realizar una inspección mensual de las luminarias y reemplazar las que estén dañadas.
- Inspeccionar las conexiones para garantizar que estén seguras y sin signos de recalentamiento.

- Limpiar las luminarias para evitar el deterioro y el ingreso de polvo para asegurar una buena iluminación.

Circuito de fuerza

- Realizar una inspección mensual de los tomacorrientes para identificar signos de desgaste.
- Verificar mensualmente el funcionamiento de los tomacorrientes para asegurarse de que no estén sobrecalentados.
- Revisar las conexiones para garantizar que estén bien sujetas.
- Limpiar los tomacorrientes y sus alrededores trimestralmente para evitar la acumulación de polvo.

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

El levantamiento de carga de las instalaciones eléctricas de la Unidad Educativa Mary Corely, ha revelado importantes fallas, que no cumplen con las normativas NEC y UNE. A través de una de inspección, medición, se ha identificado que varios componentes y circuitos no cumplen con los requisitos mínimos de seguridad.

Las áreas no cumplen con las normativas establecidas, esto incluyen la sobrecarga en los circuitos de fuerza y de iluminación, el uso de conductores inadecuados y la falta de dispositivos de protección adecuados. Estas deficiencias ponen en peligro a las infraestructuras eléctricas.

El diseño del sistema de iluminación utilizando el software DIALux, en conformidad con la normativa UNE 2002, permite garantizar un entorno visualmente confortable.

A lo largo de este proyecto, se ha demostrado la correcta aplicación de las directrices establecidas por la normativa de iluminación, al bienestar de los usuarios.

El uso de DIALux ha facilitado la simulación precisa de diferentes escenarios de iluminación, permitiendo ajustar y optimizar la distribución de luminarias. Además, se ha logrado minimizar el deslumbramiento y asegurar una uniformidad adecuada, aspectos cruciales para la visibilidad y la productividad en los espacios interiores de las aulas.

El diseño de planos eléctricos, diagramas unifilares, circuito de iluminación y circuitos de fuerza, utilizando AutoCAD ha demostrado ser una herramienta esencial para la creación de proyectos eléctricos, este proyecto se ha evidenciado la correcta aplicación de las técnicas de diseño y las normativas vigentes.

El uso de AutoCAD ha permitido la elaboración de planos detallados y claros, facilitando la visualización y comprensión de los sistemas eléctricos. La capacidad de simular y ajustar los componentes eléctricos para que los elementos cumplan con los requisitos técnicos.

La creación del diagrama unifilar ha proporcionado una representación simplificada y efectiva de las conexiones eléctricas, lo que ha contribuido a una mejor organización y gestión del proyecto. Los circuitos de fuerza diseñados con AutoCAD han garantizado la correcta distribución de la energía.

En este proyecto, se han instalado tanto los circuitos de fuerza como los de iluminación, cumpliendo con los estándares establecidos en la NEC 2018 y la UNE 2002. A través de un análisis minucioso, se ha comprobado que seguir estas normativas de manera rigurosa es clave para garantizar la seguridad y el correcto funcionamiento de las instalaciones eléctricas.

Cumplir con las normativas NEC 2018 y UNE 2002 en las instalaciones eléctricas es fundamental para garantizar su seguridad en los sistemas eléctricos. Este trabajo no solo facilita la comprensión de estas normativas, sino que también sirve como una guía útil para futuros proyectos.

5.2. Recomendaciones

Realizar acciones correctivas en las instalaciones que no fueron tomadas en cuenta para la implementación del proyecto, tales como la redistribución de cargas, la actualización de conductores y la instalación de dispositivos de protección conformes las normativas NEC-2018 y UNE-2002.

Mantener actualizada la documentación técnica del sistema eléctrico de la unidad educativa, incluyendo planos, esquemas de distribución, y detalles de etiquetado de circuitos. Esta documentación debe ser accesible para el personal técnico, lo cual facilitará futuras expansiones, modificaciones o reparaciones en las instalaciones.

Garantizar el buen estado del sistema eléctrico en la Unidad Educativa "Mary Coryle", es fundamental implementar un programa de mantenimiento preventivo de forma regular. Esto implica realizar inspecciones periódicas a tableros, luminarias, tomacorrientes y conexiones, con el objetivo de asegurar de que todo funciona correctamente y prevenir fallos inesperados que puedan afectar al sistema eléctrico.

Se sugiere continuar brindando oportunidades a los estudiantes de la carrera de electricidad para que desarrollen sus proyectos, contribuyendo así a la mejora del sistema eléctrico actual. Para ello, es importante que trabajen basándose en los planos elaborados previamente para el proyecto, asegurando que las mejoras sean efectivas y bien estructuradas.

6. BIBLIOGRAFÍA

- (s.f.). *3F Filippi S.p.a. - Dialux - Relux - Descargar - Bolonia - Italia*. Obtenido de <https://www.3f-filippi.com/es/Download/Software-de-calculo-de-iluminacion>
- A. Eberle. (3 de 3 de 2024). Obtenido de <https://www.a-eberle.de/es/conocimiento/fallo-a-tierra/>
- Ammi. (2024). Obtenido de <https://ammitechnologies.com/circuito-mixto-que-es/>
- Auersignal.com. (2024). Obtenido de <https://www.auersignal.com/es/datos-tecnicos/indicacion-luminos/intensidad-luminosa/>
- Autodesk.com. (29 de 08 de 2024). Obtenido de <https://www.autodesk.com/es/products/autocad/free-trial>
- Autosolar.es. (2024). Obtenido de <https://autosolar.es/aspectos-tecnicos/que-es-la-corriente-monofasica>
- castellano, S. (2021). *Scribd*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/544159764/Clase-6-Factor-de-Demanda>
- Cid, M. (30 de 9 de 2020). *Renting Finders*. Obtenido de <https://rentingfinders.com/glosario/corriente-trifasica/>
- Com.ec. (2024). Obtenido de <https://diverzu.com.ec/producto/4M914E>
- Concepto. (s.f.). Obtenido de <https://concepto.de/circuito-en-serie/>
- Covarrubias, D. L. (2013). *ALFAOMEGA U.C.* Obtenido de <https://www.alpha-editorial.com/E-book/9789587785654/Manual+Pr%c3%a1ctico+De+Iluminaci%c3%b3n>
- Dialux.com. (2024). Obtenido de <https://www.dialux.com/es-ES/>
- efectoLED. (15 de 12 de 2017). Obtenido de <https://www.efectoled.com/blog/es/esquemas-electricos/>
- Electrimundo D&D. (2024). Obtenido de <https://www.electrimundodyd.com/producto/caja-termica-2-puntos-square-d-bifasica-con-neutro/>
- Faz, C. R. (02 de 2020). *Repositorio utc*. Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/items/6300c0c3-8c11-4665-a15d-9acdcc3dd859>
- Fernandez, N. (23 de 9 de 2021). *Aprende Institute*. Obtenido de <https://aprende.com/blog/oficios/instalaciones-electricas/tipos-de-cables-electricos/>
- Gob.ec. (07 de 2024). Obtenido de <https://controlelectrico.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2024/07/Nuevo-Mapa-Normativo-Julio-2024.1.5.pdf>

- Granda, B. &. (2013). *Edu.ec*. Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/76fa0771-7256-4aca-8a82-4f5405a905a3/content>
- ISO 9001. (2015). Obtenido de https://repositorio.buap.mx/rcontraloria/public/inf_public/2019/0/NOM_ISO_9001-2015.pdf
- Krarti, M. (2017). Obtenido de <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.1201/9781315372297/energy-efficient-electrical-systems-buildings-moncef-krarti>
- Leroymerlin.es. (2024). Obtenido de <https://www.leroymerlin.es/ideas-y-consejos/bricopedia/portalampara.html#:~:text=Sirve%20para%20enroscar%20una%20bombilla,como%20E14%2C%20E27%20y%20GU10>.
- Luz y Color 2000 | Proyectos de iluminación. (25 de 4 de 2023). Obtenido de <https://www.luzycolor2000.com/noticias/ventajas-beneficios-luz-led/>
- MasterPLC. (2024). Obtenido de https://masterplc.com/tecnologia/circuito-en-paralelo/#google_vignette
- NEC. (2018). *Norma Ecuadtoria de la Construcción Instalaciones Electricas*. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda.
- NEC-SB-Instalaciones-Electricas. (01 de 03 de 2023). Obtenido de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/1.-NEC-SB-Instalaciones-Electricas.pdf>
- NFPA 70. (2020). Obtenido de <https://www.nfpa.org/codes-and-standards/nfpa-70-standard-development/70>
- Redacción Revista Seguridad 360. (1 de 4 de 2022). Obtenido de <https://revistaseguridad360.com/destacados/tuberia-conduit/>
- Scribd. (1 de 12 de 2024). Obtenido de <https://es.scribd.com/document/493991778/NORMA-IEC-60364>
- SlideShare. (27 de 11 de 2018). Obtenido de <https://es.slideshare.net/slideshow/metodo-lumenes-tablas-de-factor-de-utilizacin/124196478>
- Studocu.com. (2023). Obtenido de <https://www.studocu.com/latam/document/la-universidad-valle-del-momboy/seguridad-y-salud-laboral/tablas-iluminacion/109939083>

StudySmarter ES. (12 de 6 de 2024). Obtenido de <https://www.studysmarter.es/resumenes/fisica/electricidad/>

Veto Electric. (2024). Obtenido de <https://vetoelectric.com/producto/interruptor-doble-premium/>

Veto Electric. (2024). Obtenido de <https://vetoelectric.com/producto/tomacorriente-doble-amer-2pe-plata/>

Villavicencio. (2018). *Edu.ec.* Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19365>

Voltimum España. (28 de 1 de 2022). Obtenido de <https://www.voltimum.es/articulos-tecnicos/corriente-trifasica-bifasica-o>

Wikipedia, The Free Encyclopedia. (2019). Obtenido de https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Puesta_a_tierra&oldid=155921862

Wikipedia, The Free Encyclopedia. (2020). Obtenido de <https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Incandescencia&oldid=163164055>

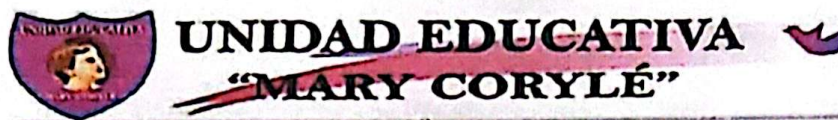
Wikipedia, The Free Encyclopedia. (2023). Obtenido de https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Conductor_el%C3%A9ctrico&oldid=162363030

Wikipedia, The Free Encyclopedia. (26 de 06 de 2023). Obtenido de https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Mediciones_el%C3%A9ctricas&oldid=152108518

7. ANEXOS

- 7.1. Acta de aceptación del proyecto emitido por la entidad**
- 7.2. Acta de entrega y recepción del proyecto firmado y sellado**
- 7.3. Link de vídeo de entrega del proyecto**
- 7.4. Registro fotográfico con la respectiva descripción por foto**
- 7.5. Plano inicial del sistema eléctrico**
- 7.6. Resultados de DIALux**
- 7.7. Plano actual del sistema eléctrico**
- 7.8. Plano unifilar**

7.1 Acta de aceptación del proyecto emitida por la entidad



ACTA DE ACEPTACIÓN DEL PROYECTO DE TITULACIÓN

Cuenca, 02 de Diciembre de 2024

ENTIDAD BENEFICIARIA: Unidad Educativa Mary Coryle

PROYECTO: Rediseño e implementación de las instalaciones eléctricas de fuerza e iluminación de la Unidad Educativa Mary Coryle, ubicada en el sector Terminal Terrestre -parroquia el Vecino, cantón Cuenca, provincia del Azuay.

En Cuenca, a los 02 días del mes de Diciembre del 2024, se procede a la firma del presente documento con el propósito de dejar constancia de la aceptación oficial de la elaboración del proyecto que será desarrollado por los señores estudiantes del Instituto Universitario Rumiñahui:

- Cesar Vinicio Puruncajas Quiroga
- Jhoe Ismael Estrada Sánchez

Por medio del presente, la Unidad Educativa Mary Coryle manifiesta su aceptación formal para que los estudiantes mencionados lleven a cabo el proyecto de titulación bajo los lineamientos establecidos.

En conformidad con lo expuesto, firman las partes involucradas:

Por los estudiantes

Firma: _____

Cesar Vinicio Puruncajas Quiroga
Instituto Universitario Rumiñahui
Cédula: 172024627-9

Firma: _____

Jhoe Ismael Estrada Sanchez
Instituto Universitario Rumiñahui
Cédula: 020221071-2

Por la Entidad Receptora

Firma: _____

MG. Tania Robertina Chamba Tapia
Directora
Unidad Educativa Mary Coryle
Cédula: 0103211603

U.E. "MARY CORYLE"
RECIBIDO

02 DIC 2024

HORA

DIRECCIÓN



7.2 Acta de entrega y recepción del proyecto firmado y sellado



ACTA DE ENTREGA Y RECEPCIÓN DEL PROYECTO DE TITULACIÓN

Cuenca, 15 de febrero de 2025

ENTIDAD BENEFICIARIA: Unidad Educativa Mary Coryle

PROYECTO: Rediseño e implementación de las instalaciones eléctricas de fuerza e iluminación de la Unidad Educativa Mary Coryle, ubicada en el sector Terminal Terrestre -parroquia el Vecino, cantón Cuenca, provincia del Azuay.

En Cuenca, a los 15 días del mes de Febrero del 2025, se procede a la firma del presente documento con el propósito de dejar constancia de la Entrega y Recepción oficial del proyecto que se desarrolló por los señores estudiantes del Instituto Universitario Rumiñahui:

- Cesar Vinicio Puruncajas Quiroga
- Jhoe Ismael Estrada Sánchez

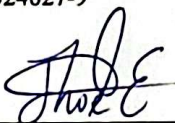
Por medio del presente, la Unidad Educativa Mary Coryle manifiesta su Culminación formal del proyecto de titulación que se llevó a cabo bajo los lineamientos establecidos, con los estudiantes mencionados.

En conformidad con lo expuesto, firman las partes involucradas:

Por los estudiantes

Firma: 

Cesar Vinicio Puruncajas Quiroga
Instituto Universitario Rumiñahui
Cédula: 172024627-9

Firma: 

Jhoe Ismael Estrada Sanchez
Instituto Universitario Rumiñahui
Cédula: 020221071-2

Por la Entidad Receptora

Firma: 

MG. Tania Robertina Chamba Tapia
Directora
Unidad Educativa Mary Coryle
Cédula: 0103211603



U.E. "MARY CORYLE"
RECIBIDO

15 FEB 2025 HORA

DIRECCIÓN

7.3 Link de Vídeo de entrega del proyecto

Video antes de la implementación

<https://www.youtube.com/watch?v=qL2RhOoGBz0>

Video finalización de la implementación

<https://www.youtube.com/watch?v=A7IgZn9OxSU>

Entrega de la implementación

<https://www.youtube.com/watch?v=1tWlwtlGO5c>

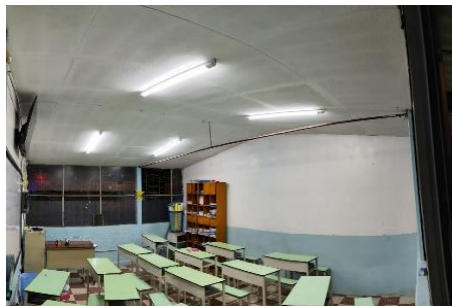
7.4 Registro fotográfico con la respectiva descripción por foto

Circuito de iluminación

Antes de la implementación, se puede visualizar que las lámparas instaladas actualmente en el aula de 10mo EGB no cumplen con las normativas establecidas, que son la NEC-2018 y la UNE-2002.



Después de la implementación en el aula de 10mo EGB, se observaron las nuevas luminarias instaladas, que son lámparas LED de 38 EB 3K 1200, 36W. Se verificó que cumplen con las normativas establecidas para iluminación, específicamente NEC-2018 y UNE-2002.



Antes de la implementación, se puede visualizar que las lámparas instaladas actualmente en el aula de 10mo EGB no cumplen con las normativas establecidas, que son la NEC-2018 y la UNE-2002

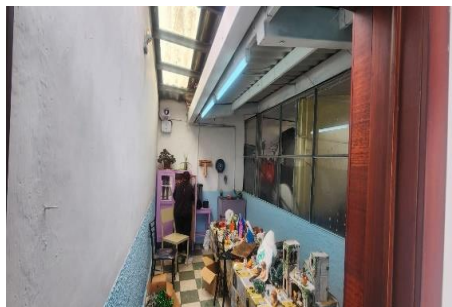


Después de la implementación en el aula de 10mo EGB, se observaron las nuevas luminarias instaladas, que son lámparas LED de 38 EB 3K 1200, 36W. Se verificó que

cumplen con las normativas establecidas para iluminación, específicamente NEC-2018 y UNE-2002



Antes de la implementación, se puede visualizar que las lámparas instaladas actualmente en la cafetería no cumplen con las normativas establecidas, que son la NEC-2018 y la UNE-2002.



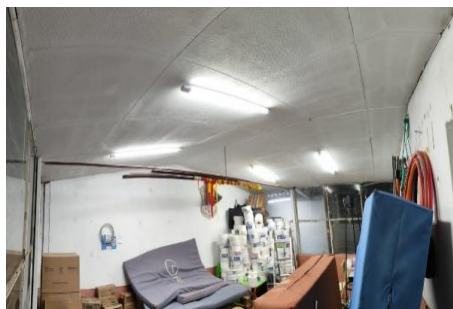
Después de la implementación en la cafetería, se observaron las nuevas luminarias instaladas, que son lámparas LED de 38 EB 3K 1200, 36W. Se verificó que cumplen con las normativas establecidas para iluminación, específicamente NEC-2018 y UNE-2002.



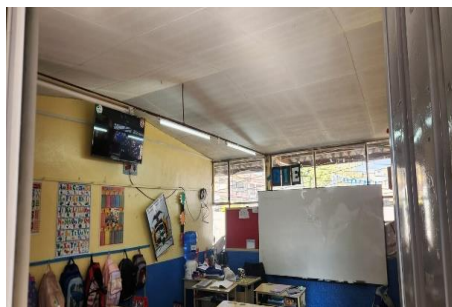
Antes de la implementación, se puede visualizar que las lámparas instaladas actualmente en la bodega no cumplen con las normativas establecidas, que son la NEC-2018 y la UNE-2002.



Después de la implementación en la bodega, se observaron las nuevas luminarias instaladas, que son lámparas LED de 38 EB 3K 1200, 36W. Se verificó que cumplen con las normativas establecidas para iluminación, específicamente NEC-2018 y UNE-2002.



Antes de la implementación, se puede visualizar que las lámparas instaladas actualmente en el aula de 4to EGB no cumplen con las normativas establecidas, que son la NEC-2018 y la UNE-2002.



Después de la implementación en el aula de 4to EGB, se observaron las nuevas luminarias instaladas, que son lámparas LED de 38 EB 3K 1200, 36W. Se verificó que cumplen con las normativas establecidas para iluminación, específicamente NEC-2018 y UNE-2002.



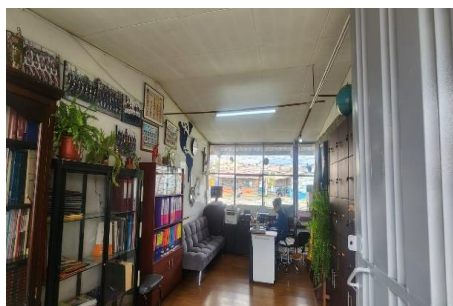
Antes de la implementación, se puede visualizar que las lámparas instaladas actualmente en el aula de 7mo EGB no cumplen con las normativas establecidas, que son la NEC-2018 y la UNE-200



Después de la implementación en el aula de 4to EGB, se observaron las nuevas luminarias instaladas, que son lámparas LED de 38 EB 3K 1200, 36W. Se verificó que cumplen con las normativas establecidas para iluminación, específicamente NEC-2018 y UNE-2002.



Antes de la implementación, se puede visualizar que las lámparas instaladas actualmente en la dirección no cumplen con las normativas establecidas, que son la NEC-2018 y la UNE-2002.



Después de la implementación en el aula de 4to EGB, se observaron las nuevas luminarias instaladas, que son lámparas LED de 38 EB 3K 1200, 36W. Se verificó que cumplen con las normativas establecidas para iluminación, específicamente NEC-2018 y UNE-2002.



Después de la implementación se puede observar las instalaciones intervenidas se verificó que cumplen con las normativas establecidas para iluminación, específicamente NEC-2018 y UNE-2002.



Circuito de fuerza

Antes de la implementación, se detectaron deficiencias en la ubicación de los tomacorrientes, los cuales estaban mal instalados y no cumplían con ninguna normativa



Tras la intervención y la instalación del nuevo circuito de fuerza, se observó una mejora notable en el voltaje (anteriormente, los equipos presentaban recalentamiento) y se ajustaron los puntos de montaje a una altura de 0.40 m sobre el suelo. Además, se realizó la distribución de tres puntos de fuerza, cumpliendo con lo establecido en la normativa (NEC-SB-I, 2018) en el capítulo 10.1 interruptores y tomacorrientes literal C.



La instalación original del circuito de fuerza en el aula de 6to EGB presentaba fallas, ya que no respetaba el parámetro de 0.40 m del suelo y contaba únicamente con dos puntos de fuerza, lo que contravenía los estándares normativos.



Luego de la implementación, se redistribuyeron tres puntos de fuerza, logrando una adecuación correcta y conforme a la normativa (NEC-SB-I, 2018) en el capítulo 10.1 interruptores y tomacorrientes literal C.



En el área de la cafetería, se identificó que los tomacorrientes se encontraban en mal estado y no funcionaban adecuadamente.



Con la intervención, se procedió a instalar dos puntos de fuerza, adecuados para el tamaño del espacio, empleando tubería EMT de $\frac{1}{2}$ pulgada, lo que garantiza el cumplimiento de la normativa NEC-SB-I, 2018. En el capítulo 10.2 tuberías y cajetines donde indica la tubería a utilizarse.



Inicialmente, la bodega contaba únicamente con un sistema de iluminación, sin disponer de un circuito de fuerza adecuado.



Después de la implementación, se instalaron dos tomacorrientes, que respondieron a las necesidades de distribución eléctrica de la unidad educativa, respetando la altura de 0.40 m

sobre el suelo y cumpliendo con la normativa (NEC-SB-I, 2018). en el capítulo 10.1 interruptores y tomacorrientes literal C.



En el aula de 4to EGB, antes de la intervención, se detectó una conexión inadecuada, en la cual los puntos de fuerza (tomacorrientes) estaban conectados al mismo circuito de iluminación mediante el interruptor, lo cual es incorrecto.



Después de la implementación, se instalaron tres puntos de fuerza ubicados a 0.40 m del suelo como indica la (NEC-SB-I, 2018), en el capítulo 10.1 interruptores y tomacorrientes literal C, y se utilizó tubería EMT de ½ pulgada para la distribución de los tomacorrientes, cumpliendo con la normativa (NEC-SB-I, 2018). En el capítulo 10.2 tuberías y cajetines.



En el área de 7mo, el circuito de fuerza estaba instalado a una altura excesiva (2 metros) y se observó la presencia de un tomacorriente colgante, situación que no se ajusta a los parámetros normativos.



Luego de la intervención, se retiraron las instalaciones defectuosas y se colocaron tres nuevos puntos de fuerza en posiciones correctas, garantizando el cumplimiento de la normativa (NEC-SB-I, 2018) capítulo 5.3 el conductor a utilizar que es 12AWG para fase y neutro.



Previo a la implementación, en el área de dirección se observaban tomacorrientes colgantes y con signos de sulfatación, lo que evidenciaba un incumplimiento de las normas vigentes.



Con la intervención, se distribuyeron dos puntos de tomacorrientes que mejoraron significativamente el suministro de voltaje para el uso de equipos tecnológicos, en conformidad con la normativa (NEC-SB-I, 2018). La altura adecuada de cada tomacorriente como lo dice en el capítulo 10.1 Literal (C) de las NEC.

Cada una de estas intervenciones se realizó siguiendo los lineamientos establecidos en la normativa (NEC-SB-I, 2018)., asegurando así que las instalaciones eléctricas se adecuen a los parámetros de seguridad y eficiencia requeridos.(NEC-SB-I, 2018).



Tablero de distribución principal

El tablero de distribución principal, antes de la implementación, no cumple con la normativa NEC-2018. No tiene señalética, los circuitos no están divididos y se están utilizando dos interruptores termomagnéticos de 40 A, lo que indica que los circuitos están sobredimensionados para la protección.



Después de la implementación, el tablero de distribución principal cuenta con señalética en los interruptores termomagnéticos, de acuerdo con la distribución de los circuitos IL-1, IL-2, TN-1 y TN-2. Cabe recalcar que, según la normativa NEC-2018, estos deben instalarse a una altura de 1.60 m desde el piso, cumpliendo así con la normativa establecida.



El diagrama unifilar de la Unidad Educativa Mary Corely se ha colocado en el interior del tablero de distribución principal para verificar en cuántos circuitos está dividido el sistema eléctrico.



Alimentador principal

Antes de la implementación, el alimentador principal del medidor que conecta al tablero principal de distribución se encontraba sobrecalentado. Esto generaba un mayor consumo de energía en la Unidad Educativa Mary Corely y no cumplía con la normativa NEC-2018.

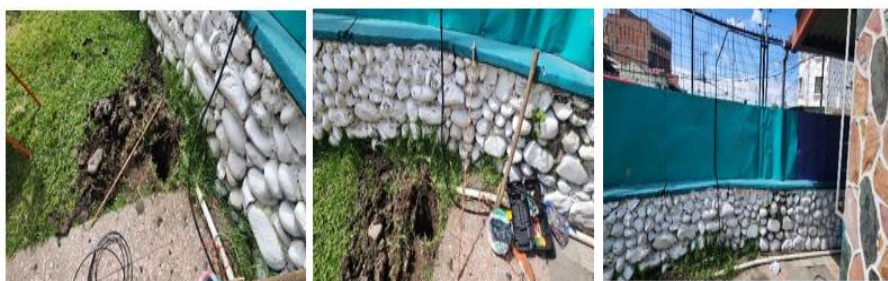


Después de la implementación, se cambió el alimentador principal del medidor que conecta al tablero principal. El nuevo alimentador fue designado según la potencia total de consumo, verificada en la tabla 5 de la NEC-2018. Esta tabla especifica el tipo de alimentador y la protección utilizada para este proyecto.



Conexión a tierra

En la Unidad Educativa Mary Corely se verificó que no contaba con una conexión a tierra, por lo que se procedió a implementarla.



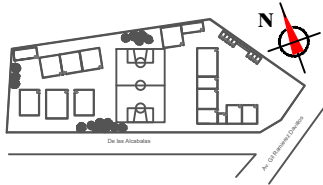
Después de implementar la conexión a tierra, se procedió a realizar las pruebas. Debido a la falta de un telurómetro, se utilizó un método alternativo: se creó un circuito en serie

con un foco incandescente, cuya resistencia debía estar entre 20 y 100 ohmios para ser adecuado para la medición.

Primero, conectamos la fase al interruptor y la otra salida de la boquilla a la tierra, midiendo un amperaje de 0.97 A. Luego, medimos el voltaje entre la varilla de copperweld (tierra) y la primera pica, ubicada a 2 metros, obteniendo un valor de 0.019 V. Con estos resultados, calculamos la resistencia, obteniendo un valor de 1.9 ohmios.



7.5 Plano inicial del sistema eléctrico



LEYENDA	
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL	
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIO	
LED SYLVANIA DELTAWING de 38 EB 3K 1200	
INTERRUPTOR SIMPLE	
TOMACORRIENTE DOBLE MONOFÁSICO CON PUESTO A TIERRA	
ALMENTADOR DE ILUMINACIÓN	
ALIMENTADOR DE TOMACORRIENTE	
ALIMENTADOR PRINCIPAL	
PUESTA A TIERRA	
INTERRUPTOR DOBLE	

IMPLANTACION GENERAL

ESCALA 1:50

AREA TOTAL 2420.64 m²

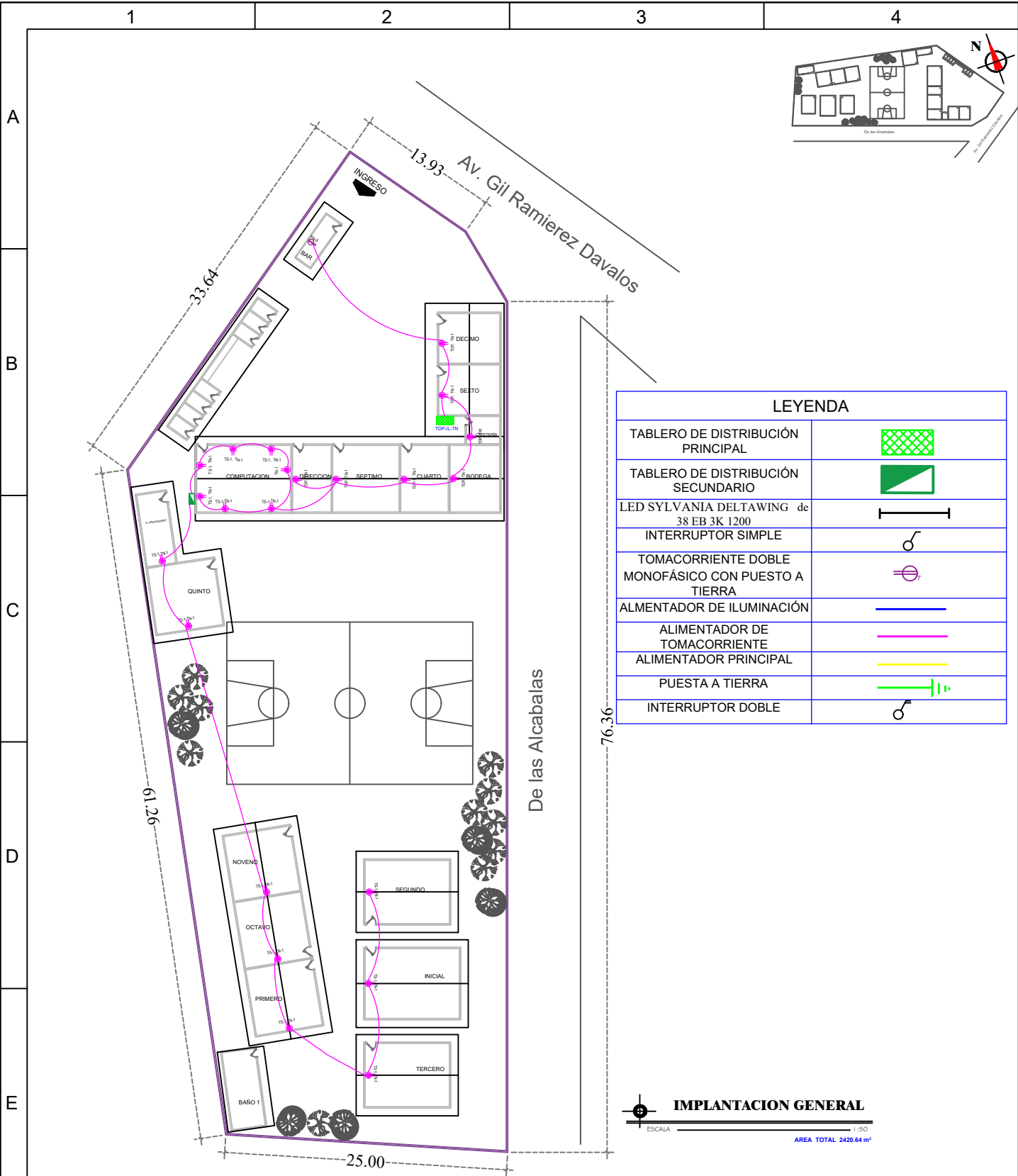


TECNOLOGICO UNIVERSITARIO RUMIÑAHUI

PROYECTO: UNIDAD EDUCATIVA MARY CORELY
DIBUJO: JHOE ESTRADA CESAR PURUNCAJAS
REVISO: ING. CRISTIAN CHANGOLUISA
APROBO: ING. CRISTIAN CHANGOLUISA
FECHA: DICIEMBRE 2024
PROYECTO: N 01

PLANO ELECTRICO

ESCALA: 1:100	REFERENCIA:	HOJA 1/1:
OFICINA:	COORD X:	COORD Y:
SUBESTACION	ALIMENTADOR:	FACTIBILIDAD:



LEYENDA	
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL	
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIO	
LED SYLVANIA DELTAWING de 38 EB 3K 1200	
INTERRUPTOR SIMPLE	
TOMACORRIENTE DOBLE MONOFÁSICO CON PUESTO A TIERRA	
ALMENTADOR DE ILUMINACIÓN	
ALIMENTADOR DE TOMACORRIENTE	
ALIMENTADOR PRINCIPAL	
PUESTA A TIERRA	
INTERRUPTOR DOBLE	



PROYECTO: UNIDAD EDUCATIVA MARY CORELY
DIBUJO: JHOE ESTRADA CESAR PURUNCAJAS
REVISO: ING. CRISTIAN CHANGOLUISA
APROBO: ING. CRISTIAN CHANGOLUISA
FECHA: DICIEMBRE 2024
PROYECTO: N 01

TECNOLOGICO UNIVERSITARIO RUMIÑAHUI

PLANO ELECTRICO

ESCALA: 1:100	REFERENCIA:	HOJA 1/1:
OFICINA:	COORD X:	COORD Y:
SUBESTACION	ALIMENTADOR:	FACTIBILIDAD:

7.6 Resultados de DIA lux

El cálculo del nivel de iluminación en la sala de computación, dirección, 7mo EGB, 4to EGB y bodega se realizó utilizando el software DIALux. Considerando todas las variables en cada una de las áreas analizadas, se obtuvieron los siguientes resultados: los niveles de iluminación varían entre 300 lx y 500 lx, cumpliendo con la normativa establecida para centros educativos.

Planos útiles

Propiedades	$\bar{E}$ (Nominal)	E_{min}	E_{max}	$U_o (g_1)$ (Nominal)	g_2	Índice
Plano útil (Local 10) Iluminancia perpendicular Altura: 1.200 m, Zona marginal: 0.500 m	335 lx (≥ 300 lx) ✓	217 lx	559 lx	0.65 (≥ 0.60) ✓	0.39	WP10
Plano útil (Local 11) Iluminancia perpendicular Altura: 1.200 m, Zona marginal: 1.000 m	418 lx (≥ 300 lx) ✓	263 lx	550 lx	0.63 (≥ 0.60) ✓	0.48	WP11
Plano útil (Local 12) Iluminancia perpendicular Altura: 1.200 m, Zona marginal: 0.400 m	451 lx (≥ 300 lx) ✓	284 lx	606 lx	0.63 (≥ 0.60) ✓	0.47	WP12
Plano útil (Local 13) Iluminancia perpendicular Altura: 1.200 m, Zona marginal: 0.500 m	409 lx (≥ 300 lx) ✓	273 lx	560 lx	0.67 (≥ 0.60) ✓	0.49	WP13
Plano útil (Local 14) Iluminancia perpendicular Altura: 1.200 m, Zona marginal: 0.500 m	395 lx (≥ 300 lx) ✓	269 lx	575 lx	0.68 (≥ 0.60) ✓	0.47	WP14

Fuente: Autoría propia

El cálculo del nivel de iluminación en la Cafetería, 6to EGB, 10mo EGB, se realizó utilizando el software DIALux. Considerando todas las variables en cada una de las áreas analizadas, se obtuvieron los siguientes resultados: los niveles de iluminación varían entre 300 lx y 500 lx, cumpliendo con la normativa establecida para centros educativos.

Planos útiles

Propiedades	$\bar{E}$ (Nominal)	E_{min}	E_{max}	$U_o (g_1)$ (Nominal)	g_2	Índice
Plano útil (CAFETERIA) Iluminancia perpendicular Altura: 1.200 m, Zona marginal: 0.500 m	446 lx (≥ 300 lx) ✓	308 lx	614 lx	0.69 (≥ 0.60) ✓	0.50	WP1
Plano útil (SEXTO) Iluminancia perpendicular Altura: 1.200 m, Zona marginal: 0.500 m	464 lx (≥ 300 lx) ✓	344 lx	634 lx	0.74 (≥ 0.60) ✓	0.54	WP2
Plano útil (DECIMO) Iluminancia perpendicular Altura: 1.200 m, Zona marginal: 0.500 m	466 lx (≥ 300 lx) ✓	345 lx	637 lx	0.74 (≥ 0.60) ✓	0.54	WP3

Fuente: Autoría propia

El cálculo del nivel de iluminación en el aula de 2do EGB se realizó utilizando el software DIALux. Considerando todas las variables en cada una de las áreas analizadas, se obtuvieron los siguientes resultados: los niveles de iluminación varían entre 300 lx y 500 lx, cumpliendo con la normativa establecida para centros educativos.

Planos útiles						
Propiedades	$\bar{E}$ (Nominal)	E_{min}	$E_{máx}$	$U_o (g_1)$ (Nominal)	g_2	Índice
Plano útil (CAFETERIA) Iluminancia perpendicular Altura: 1.200 m, Zona marginal: 0.500 m	446 lx (≥ 300 lx) ✓	308 lx	614 lx	0.69 (≥ 0.60) ✓	0.50	WP1
Plano útil (SEXTO) Iluminancia perpendicular Altura: 1.200 m, Zona marginal: 0.500 m	464 lx (≥ 300 lx) ✓	344 lx	634 lx	0.74 (≥ 0.60) ✓	0.54	WP2
Plano útil (DECIMO) Iluminancia perpendicular Altura: 1.200 m, Zona marginal: 0.500 m	466 lx (≥ 300 lx) ✓	345 lx	637 lx	0.74 (≥ 0.60) ✓	0.54	WP3

Fuente: Autoría propia

El cálculo del nivel de iluminación en el área de inicial, se realizó utilizando el software DIALux. Considerando todas las variables en cada una de las áreas analizadas, se obtuvieron los siguientes resultados: los niveles de iluminación varían entre 300 lx y 500 lx, cumpliendo con la normativa establecida para centros educativos.

Edificación 2 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Planos útiles						
Propiedades	$\bar{E}$ (Nominal)	E_{min}	$E_{máx}$	$U_o (g_1)$ (Nominal)	g_2	Índice
Plano útil (Local 2) Iluminancia perpendicular Altura: 1.200 m, Zona marginal: 1.000 m	410 lx (≥ 300 lx) ✓	257 lx	601 lx	0.63 (≥ 0.60) ✓	0.43	WP2

Fuente: Autoría propia

El cálculo del nivel de iluminación en el aula de 3ro EGB, se realizó utilizando el software DIALux. Considerando todas las variables en cada una de las áreas analizadas, se obtuvieron los siguientes resultados: los niveles de iluminación varían entre 300 lx y 500 lx, cumpliendo con la normativa establecida para centros educativos.

Edificación 3 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Planos útiles

Propiedades	$\bar{E}$ (Nominal)	E_{min}	E_{max}	$U_o (g_1)$ (Nominal)	g_2	Índice
Plano útil (Local 3) Iluminancia perpendicular Altura: 1.000 m, Zona marginal: 1.000 m	380 lx (≥ 300 lx) ✓	269 lx	500 lx	0.71 (≥ 0.60) ✓	0.54	WP3

Fuente: Autoría propia

El cálculo del nivel de iluminación en el baño 1, se realizó utilizando el software DIALux. Considerando todas las variables en cada una de las áreas analizadas, se obtuvieron los siguientes resultados: los niveles de iluminación varían entre 300 lx y 500 lx, cumpliendo con la normativa establecida para centros educativos.

Edificación 4 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Planos útiles

Propiedades	$\bar{E}$ (Nominal)	E_{min}	E_{max}	$U_o (g_1)$ (Nominal)	g_2	Índice
Plano útil (Local 4) Iluminancia perpendicular Altura: 1.000 m, Zona marginal: 0.500 m	431 lx (≥ 300 lx) ✓	315 lx	580 lx	0.73 (≥ 0.60) ✓	0.54	WP4

Fuente: Autoría propia

El cálculo del nivel de iluminación en el aula de 9no EGB, 8vo EGB, 1ro EGB, se realizó utilizando el software DIALux. Considerando todas las variables en cada una de las áreas analizadas, se obtuvieron los siguientes resultados: los niveles de iluminación varían entre 300 lx y 500 lx, cumpliendo con la normativa establecida para centros educativos.

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Planos útiles

Propiedades	$\bar{E}$ (Nominal)	E_{min}	E_{max}	$U_o (g_1)$ (Nominal)	g_2	Índice
Plano útil (Local 1) Iluminancia perpendicular Altura: 1.000 m, Zona marginal: 0.500 m	312 lx (≥ 300 lx) ✓	215 lx	479 lx	0.69 (≥ 0.60) ✓	0.45	WP1
Plano útil (Local 2) Iluminancia perpendicular Altura: 1.000 m, Zona marginal: 0.500 m	308 lx (≥ 300 lx) ✓	210 lx	479 lx	0.68 (≥ 0.60) ✓	0.44	WP2
Plano útil (Local 3) Iluminancia perpendicular Altura: 1.000 m, Zona marginal: 0.500 m	308 lx (≥ 300 lx) ✓	210 lx	480 lx	0.68 (≥ 0.60) ✓	0.44	WP3

Fuente: Autoría propia

El cálculo del nivel de iluminación en el bar, se realizó utilizando el software DIALux. Considerando todas las variables en cada una de las áreas analizadas, se obtuvieron los siguientes resultados: los niveles de iluminación varían entre 300 lx y 500 lx, cumpliendo con la normativa establecida para centros educativos.

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

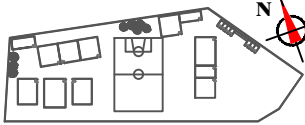
Objetos de cálculo

Planos útiles

Propiedades	$\bar{E}$ (Nominal)	E_{min}	$E_{máx}$	$U_o (g_1)$ (Nominal)	g_2	Índice
Plano útil (Local 1) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 1.000 m, Zona marginal: 0.500 m	331 lx (≥ 300 lx) ✓	201 lx	461 lx	0.61 (≥ 0.60) ✓	0.44	WP1

Fuente: Autoría propia

7.7 Plano actual del sistema eléctrico



LEYENDA	
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL	
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIO	
LED SYLVANIA DELTAWING de 38 EB 3K 1200	
INTERRUPTOR SIMPLE	
TOMACORRIENTE DOBLE MONOFÁSICO CON PUESTO A TIERRA	
ALIMENTADOR DE ILUMINACIÓN	
ALIMENTADOR DE TOMACORRIENTE	
ALIMENTADOR PRINCIPAL	
PUESTA A TIERRA	
INTERRUPTOR DOBLE	

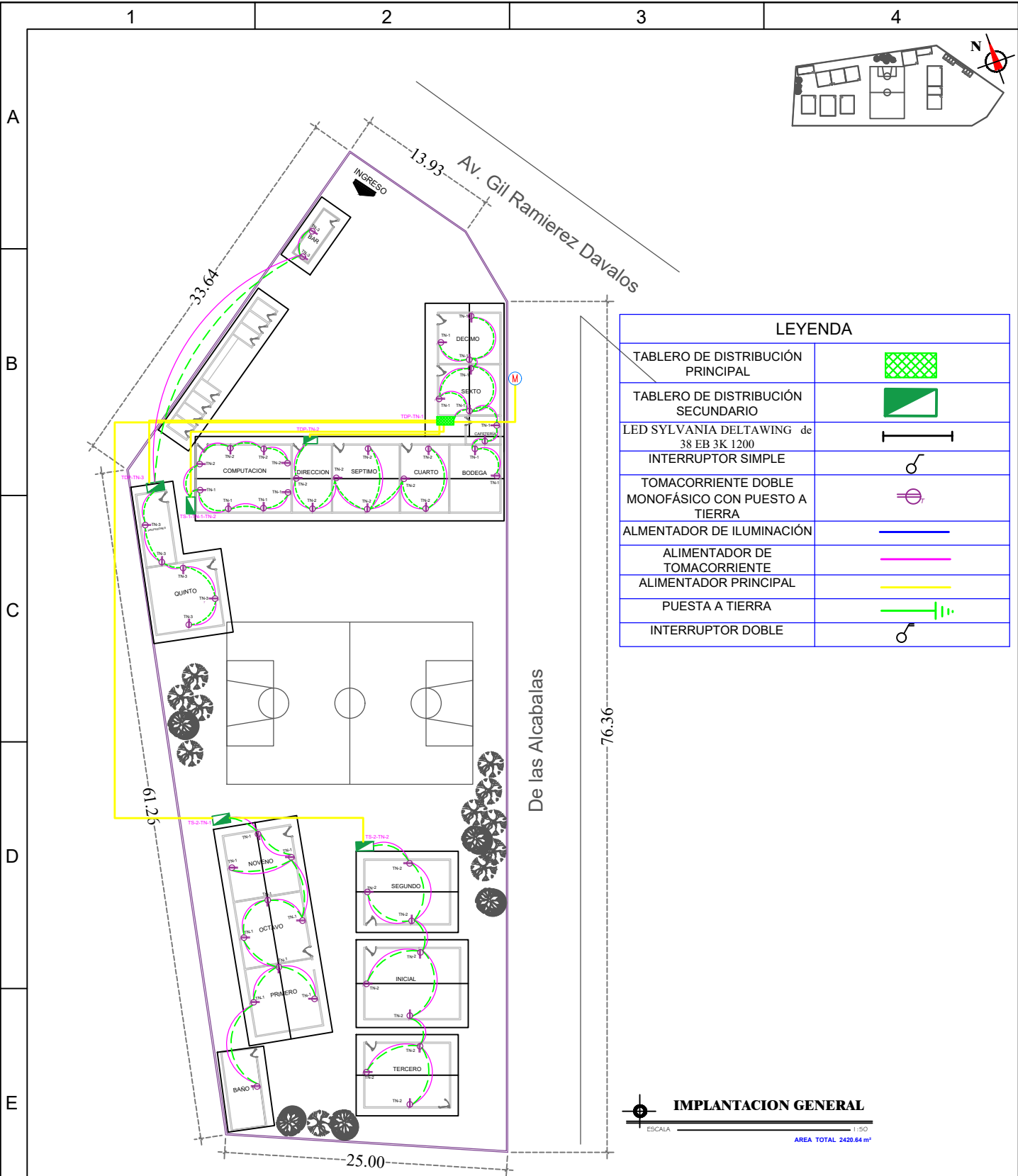


TECNOLOGICO UNIVERSITARIO RUMIÑAHUI

PROYECTO: UNIDAD EDUCATIVA MARY CORELY
DIBUJO: JHOE ESTRADA CESAR PURUNCAJAS
REVISO: ING. CRISTIAN CHANGOLUISA
APROBÓ: ING. CRISTIAN CHANGOLUISA
FECHA: FEBRERO 2025
PROYECTO: N1

PLANO ELECTRICO

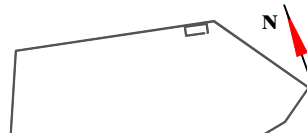
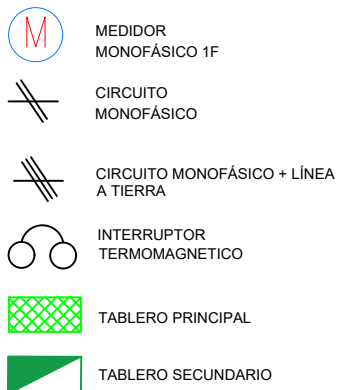
ESCALA: 1:100	REFERENCIA:	HOJA 1/1:
OFICINA:	COORD X:	COORD Y:
SUBESTACION	ALIMENTADOR	FACTIBILIDAD:



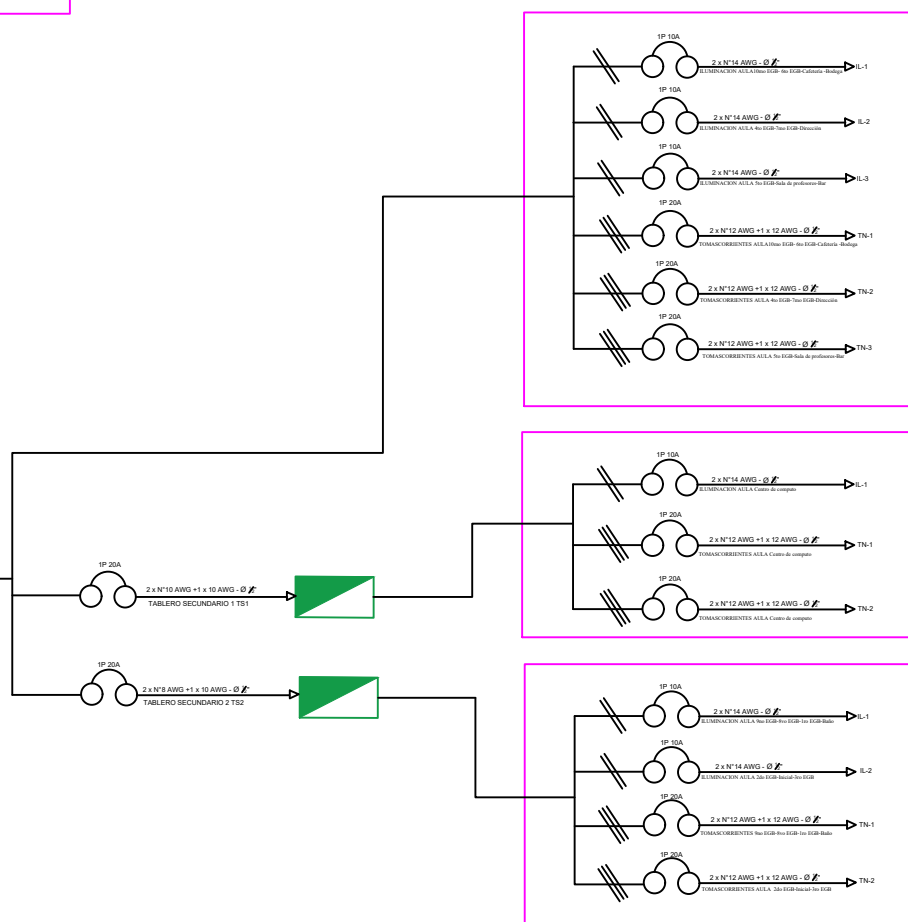
 TECNOLOGICO UNIVERSITARIO RUMIÑAHUI	TECNOLOGICO UNIVERSITARIO RUMIÑAHUI		
	PLANO ELECTRICO		
	PROYECTO: UNIDAD EDUCATIVA MARY CORELY		
	DIBUJO: JHOE ESTRADA CESAR PURUNCAJAS		
	REVISOR: ING. CRISTIAN CHANGOLUISA		
APROBÓ: ING. CRISTIAN CHANGOLUISA		ESCALA: 1:100	REFERENCIA: HOJA 1/1:
FECHA: FEBRERO 2025		OFICINA:	COORD X: COORD Y: N#:
PROYECTO: N1		SUBESTACION	ALIMENTADOR FACTIBILIDAD:

7.8 Plano unifilar

LEYENDA



MEDIDOR 1F



TECNOLOGICO UNIVERSITARIO RUMIÑAHUI

PROYECTO: UNIDAD EDUCATIVA MARY CORELY

DIBUJO: JHOE ESTRADA CESAR PURUNCAJAS

REVISO: ING. CRISTIAN CHANGOLUISA

APROBADO: ING. CRISTIAN CHANGOLUISA

FECHA: FEBRERO 2025

PROYECTO: N1

PLANO UNIFILAR

ESCALA: 1:100

REFERENCIA:

HOJA 1/1:

OFICINA:

COORD X:

COORD Y:

N#:

SUBESTACION

ALIMENTADOR:

FACTIBILIDAD: