

Pregrado

**Carrera: Gestión de Mantenimiento Eléctrico y
Eficiencia Energética**

Asignatura (UIC): Proyecto de Integración curricular

Trabajo de titulación previo a la obtención del

**Título en: Tecnólogo Universitario en Gestión del
Mantenimiento Eléctrico y Eficiencia Energética.**

**Tema: Repotenciar el sistema eléctrico del bloque
de aulas de educación básica de la Escuela Fiscal
Mixta Luz Emilia Saá ubicada en la parroquia
El Chaupi.**

Autores: Criollo German Franklin Wladimir

López Salazar Solange Cristina

Ramírez Chuquitarco Ricardo Vinicio.

Tutor: Ing. Astudillo Cortez Vicente Paul.

Fecha: 26 de agosto de 2025





Autor: Criollo German Franklin Wladimir.

Título a obtener: Tecnólogo Universitario en Gestión del
Mantenimiento Eléctrico y Eficiencia Energética.

Matriz: Sangolquí -Ecuador

Correo electrónico: franklin.criollo@ister.edu.com



Autor: López Salazar Solange Cristina.

Título a obtener: Tecnólogo Universitario en Gestión del
Mantenimiento Eléctrico y Eficiencia Energética.

Matriz: Sangolquí -Ecuador

Correo electrónico: solange.lopez@ister.com.edu



Autor: Ramírez Chuquitarco Ramiro Vinicio.

Título a obtener: Tecnólogo Universitario en Gestión del
Mantenimiento Eléctrico y Eficiencia Energética.

Matriz: Sangolquí -Ecuador

Correo electrónico: ricardovinicio.ramirez@ister.com.edu



Dirigido por: Astudillo Cortez Vicente Paul

Título: Ingeniero en Electronica en Control y Redes Industriales,
Magister en Electricidad mención Sistemas Eléctricos de Potencia

Matriz: Sangolquí -Ecuador

Correo electrónico: paul.astudillo@ister.com.edu

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

Criollo German Franklin Wladimir.

López Salazar Solange Cristina.

Ramírez Chuquitarco Ricardo Vinicio.

Repotenciar el sistema eléctrico del bloque de aulas de educación básica de la Escuela Fiscal Mixta Luz Emilia Saá ubicada en la parroquia El Chaupi.

CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2025-ISTER-2-2.3

Sangolquí, 26 de agosto 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, FRANKLIN WLADIMIR CRIOLLO GERMAN declaro y acepto en forma expresa lo siguiente: Ser autor del trabajo de titulación denominado **REPOTENCIAR EL SISTEMA ELÉCTRICO DEL BLOQUE DE AULAS DE EDUCACIÓN BÁSICA DE LA ESCUELA FISCAL MIXTA LUZ EMILIA SAÁ UBICADA EN LA PARROQUIA EL CHAUPI.**, de la Tecnología Superior Universitaria; Gestión de mantenimiento eléctrico y Eficiencia Energética 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,



FRANKLIN WLADIMIR CRIOLLO GERMAN

C.I: 1721899514

CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2025-ISTER-2-2.3

Sangolquí, 26 de agosto 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, SOLANGE CRISTINA LÓPEZ SALAZAR declaro y acepto en forma expresa lo siguiente: Ser autor del trabajo de titulación denominado **REPOTENCIAR EL SISTEMA ELÉCTRICO DEL BLOQUE DE AULAS DE EDUCACIÓN BÁSICA DE LA ESCUELA FISCAL MIXTA LUZ EMILIA SAÁ UBICADA EN LA PARROQUIA EL CHAUPI.**, de la Tecnología Superior Universitaria; Gestión de mantenimiento eléctrico y Eficiencia Energética 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,


Solange López

C.I: 1718371071

CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2025-ISTER-2-2.3

Sangolquí, 26 de agosto 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, RICARDO VINICIO RAMÍREZ CHUQUITARCO declaro y acepto en forma expresa lo siguiente: Ser autor del trabajo de titulación denominado **REPOTENCIAR EL SISTEMA ELÉCTRICO DEL BLOQUE DE AULAS DE EDUCACIÓN BÁSICA DE LA ESCUELA FISCAL MIXTA LUZ EMILIA SAÁ UBICADA EN LA PARROQUIA EL CHAUPI.**, de la Tecnología Superior Universitaria; Gestión de mantenimiento eléctrico y Eficiencia Energética 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,


Ricardo Ramírez

C.I: 1805057153

MATRIZ SANGOLQUÍ: Av. Atahualpa 1701 y 8 de Febrero

Telf: 0960052734 / 023524576 / 022331628

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

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

CT-ANX-2025-ISTER-3

CARRERA: GESTIÓN DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA.

AUTORES: FRANKLIN WLADIMIR CRIOLLO GERMAN

SOLANGE CRISTINA LÓPEZ SALAZAR

RICARDO VINICIO RAMÍREZ CHUQUITARCO.

TUTOR: VICENTE PAUL ASTUDILLO CORTEZ

CONTACTO ESTUDIANTE: 0982807530

0939886786

0980633831

CORREO ELECTRÓNICO: wlady_fran@hotmail.com

solcristina88@hotmail.com

vinivio4585@gmail.com.

TEMA: REPOTENCIAR EL SISTEMA ELÉCTRICO DEL BLOQUE DE AULAS DE EDUCACIÓN BÁSICA DE LA ESCUELA FISCAL MIXTA LUZ EMILIA SAÁ UBICADA EN LA PARROQUIA EL CHAUPÍ.

OPCIÓN DE TITULACIÓN: UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR.

RESUMEN EN ESPAÑOL:

La Escuela Fiscal Mixta Luz Emilia Saá, ubicada en la parroquia El Chaupí, evidencias deficiencias críticas en el sistema eléctrico del bloque de aulas de educación básica. Las instalaciones eléctricas actuales presentan luminarias fluorescentes en mal estado, tomacorrientes deteriorados, fallas en interruptores y carencia de puesta a tierra, además las instalaciones eléctricas no cumplen con las normativas de seguridad vigentes, lo que constituye un riesgo para estudiantes y docentes. El presente proyecto tiene como objetivo repotenciar el sistema eléctrico mediante un rediseño técnico que contemple la instalación de luminarias LED, la sustitución de tomacorrientes e interruptores en mal estado, y la implementación de un sistema de puesta a tierra conforme a la Norma NEC y la NTE INEN 2969-1. Para esto, se realizaron levantamientos de información técnicas, cálculos de carga, simulaciones luminotécnicas con DIALux y la elaboración de planos eléctricos en AutoCAD. Los resultados alcanzados evidencian una mejora significativa en los niveles de iluminancia y en la seguridad eléctrica de la institución, garantizando un ambiente escolar seguro, eficiente y favorable para el proceso de enseñanza y aprendizaje. Este proyecto no solo reduce riesgos de accidentes eléctricos, sino que también optimiza el consumo energético, contribuyendo a la sostenibilidad y confiabilidad del servicio eléctrico en el ámbito educativo.

PALABRAS CLAVE:

Repotenciación eléctrica, eficiencia energética, iluminación LED, normativa NEC, seguridad escolar.

ABSTRACT:

The Luz Emilia Saá Public School, located in the parish of El Chaupi, presents critical deficiencies in its electrical system, particularly in the elementary classroom block. The current installations lack adequate lighting, exhibit damaged outlets and switches, and fail to comply with safety regulations, posing a permanent risk to students and teachers. This project aims to repower the electrical system through a technical redesign that includes the installation of high-efficiency LED luminaires, the replacement of defective outlets and switches, and the implementation of a grounding system in accordance with NEC and NTE INEN 2969-1 standards. For this purpose, technical surveys, load calculations, lighting simulations using DIALux, and the development of electrical diagrams in AutoCAD were carried out. The obtained results show a significant improvement in illuminance levels and electrical safety within the institution, ensuring a safe, efficient, and suitable environment for the teaching-learning process. Furthermore, the project not only mitigates the risks of electrical accidents but also optimizes energy consumption, contributing to the sustainability and reliability of the electrical service in the educational sector.

PALABRAS CLAVE:

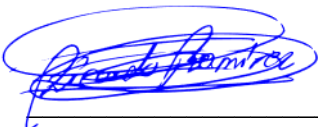
Electrical repowering, energy efficiency, LED lighting, NEC standard, school safety.



Firma del Estudiante
Franklin Criollo
C.I.: 1721899514



Firma del Estudiante
Solange López
C.I.: 1718371071



Firma del Estudiante
Ricardo Ramírez
C.I.: 1805057153

SOLICITUD DE PUBLICACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2025-ISTER-4

Sangolquí, 26 de agosto de 2025

Sres.-

INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE UNIVERSITARIO

Presente

Yo FRANKLIN WLADIMIR CRIOLLO GERMAN, con C.I.: 1721899514 alumno de la Carrera GESTIÓN DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA, 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
Franklin Criollo
C.I.: 1721899514

SOLICITUD DE PUBLICACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2025-ISTER-4

Sangolquí, 26 de agosto de 2025

Sres.-

INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE UNIVERSITARIO

Presente

Yo SOLANGE CRISTINA LÓPEZ SALAZAR, con C.I.: 1718371071 alumno de la Carrera GESTIÓN DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA, 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
Solange López
C.I.: 1718371071

SOLICITUD DE PUBLICACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2025-ISTER-4

Sangolquí, 26 de agosto de 2025

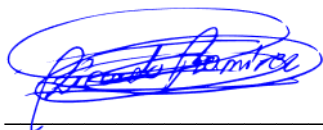
Sres.-

INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE UNIVERSITARIO

Presente

Yo RICARDO VINICIO RAMÍREZ CHUQUITARCO, con C.I.: 1805057153 alumno de la Carrera GESTIÓN DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA, 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
Ricardo Ramírez
C.I.: 1805057153

Dedicatoria:

Este trabajo de titulación lo dedicamos a Dios por ser la guía espiritual para el desarrollo de este proyecto, a nuestras familias quienes participaron como pilares fundamentales en el desarrollo de nuestro proceso académico y personal, debido a la motivación y confianza que nos supieron entregar cada día para lograr este peldaño más en nuestras vidas.

Franklin Criollo German

Solange López Salazar

Ricardo Ramírez Chuquitarco

Agradecimientos:

Agradecemos principalmente a nuestros familiares por su apoyo incondicional y la paciencia durante el proceso de formación académica. Extendemos el más sincero agradecimiento a nuestros docentes y al Instituto Tecnológico Superior Rumiñahui, por ser la guía con la experiencia adecuada y transmitirnos los conocimientos que se constituyen en la base de nuestra formación profesional.

Franklin Criollo German

Solange López Salazar

Ricardo Ramírez Chuquitarco

Resumen:

La Escuela Fiscal Mixta Luz Emilia Saá, ubicada en la parroquia El Chaupi, evidencias deficiencias críticas en el sistema eléctrico del bloque de aulas de educación básica. Las instalaciones eléctricas actuales presentan luminarias fluorescentes en mal estado, tomacorrientes deteriorados, fallas en interruptores y carencia de puesta a tierra, además las instalaciones eléctricas no cumplen con las normativas de seguridad vigentes, lo que constituye un riesgo para estudiantes y docentes. El presente proyecto tiene como objetivo repotenciar el sistema eléctrico mediante un rediseño técnico que contemple la instalación de luminarias LED, la sustitución de tomacorrientes e interruptores en mal estado, y la implementación de un sistema de puesta a tierra conforme a la Norma NEC y la NTE INEN 2969-1. Para esto, se realizaron levantamientos de información técnicas, cálculos de carga, simulaciones luminotécnicas con DIALux y la elaboración de planos eléctricos en AutoCAD. Los resultados alcanzados evidencian una mejora significativa en los niveles de iluminancia y en la seguridad eléctrica de la institución, garantizando un ambiente escolar seguro, eficiente y favorable para el proceso de enseñanza y aprendizaje. Este proyecto no solo reduce riesgos de accidentes eléctricos, sino que también optimiza el consumo energético, contribuyendo a la sostenibilidad y confiabilidad del servicio eléctrico en el ámbito educativo.

Palabras claves:

Repotenciación eléctrica, eficiencia energética, iluminación LED, normativa NEC, seguridad escolar.

Abstract:

The Luz Emilia Saá Public School, located in the parish of El Chaupi, presents critical deficiencies in its electrical system, particularly in the elementary classroom block. The current installations lack adequate lighting, exhibit damaged outlets and switches, and fail to comply with safety regulations, posing a permanent risk to students and teachers. This project aims to repower the electrical system through a technical redesign that includes the installation of high-efficiency LED luminaires, the replacement of defective outlets and switches, and the implementation of a grounding system in accordance with NEC and NTE INEN 2969-1 standards. For this purpose, technical surveys, load calculations, lighting simulations using DIALux, and the development of electrical diagrams in AutoCAD were carried out. The obtained results show a significant improvement in illuminance levels and electrical safety within the institution, ensuring a safe, efficient, and suitable environment for the teaching–learning process. Furthermore, the project not only mitigates the risks of electrical accidents but also optimizes energy consumption, contributing to the sustainability and reliability of the electrical service in the educational sector.

Keywords:

Electrical repowering, energy efficiency, LED lighting, NEC standard, school safety.

Contenido

Introducción.....	1
Contexto del Problema.	1
Planteamiento del Problema.	1
Problema científico.....	2
Alcance y Resultados Esperados	2
Objetivo General.....	3
Objetivos Específicos	3
Justificación.....	3
CAPÍTULO I:	5
MARCO TEÓRICO	5
1.1 Antecedentes.....	5
1.2 Repotenciación Eléctrica.	7
1.3 Instalaciones Eléctricas.....	7
1.3.1 Tipos de Instalaciones Eléctricas.....	7
1.4 Componentes de una Instalación Eléctrica.	8
1.4.1 Acometida.....	8
1.4.2 Medidor de Energía.	8
1.4.3 Conductores Eléctricos.	9
1.4.4 Interruptores.	10
1.4.5 Conmutadore de Tres Vías.	11

1.4.6 Tomacorriente.....	11
1.4.7 Panel de Distribución.....	12
1.4.8 Interruptor Termomagnético.....	13
1.4.9 Diagramas Eléctricos.	13
1.4.10. Circuito Eléctricos en una Instalación Residencial.	15
1.4.11. Sistemas de Puesta a Tierra.	15
1.4.12. AutoCad.....	16
1.4.13. DIALux.....	17
1.4.14. Norma NEC.....	18
1.4.15. Norma NTE INEN 2969-1.....	18
CAPÍTULO II.....	20
METODOLOGÍA Y DISEÑO DEL PROYECTO TÉCNICO.....	20
2.1. Tipo de Investigación.	20
2.2. Diseño de Investigación.....	20
2.3. Antecedentes.....	21
2.4. Estado Actual.....	22
2.4.1. Primera Planta.....	22
2.4.2. Segunda Planta	28
2.4.3. Tercera Planta	34
2.4.4. Tablero de distribución Principal.	39

2.4.5. Puesta a Tierra.	40
2.5. Diseño.....	41
2.5.1. Cálculo de Iluminación.....	42
2.5.2. Diseño Sistema Eléctrico.....	46
2.5.3. Diseño Sistema Eléctrico de Iluminación.....	47
2.5.4. Diseño Sistema Eléctrico de Fuerza.	57
2.5.5. Cálculos Acometidas.	60
2.5.6. Diseño Sistema de Puesta a Tierra.	63
2.5.7. Diagramas Eléctricos.....	63
CAPÍTULO III	64
DESARROLLO, IMPLEMENTACIÓN Y RESULTADOS DEL PROYECTO TÉCNICO.....	64
3.1. Implementación Circuitos de Iluminación y Fuerza.....	64
3.2. Resultado de la Implementación.....	67
CAPITULO IV	74
4.1. Conclusiones.....	74
4.2. Recomendaciones.	75
Bibliografía.....	76
Anexos.....	78
Anexo A Diagramas Unifilar.....	78
Anexo B Plano Eléctrico Primera Planta.....	79

Anexo C Plano Eléctrico Segunda Planta.....	80
Anexo D Plano Eléctrico Tercera Planta.	81
Anexo E Acta de Entrega Recepción de Proyecto.	82

Índice de Figuras

Figura 1 <i>Medidor de energía.</i>	8
Figura 2 <i>Conductor flexible.</i>	9
Figura 3 <i>Conductor rígido.</i>	10
Figura 4 <i>Conductor desnudo.</i>	10
Figura 5 <i>Interruptor triple.</i>	11
Figura 6 <i>Diagrama de conexión conmutadores.</i>	11
Figura 7 <i>Tomacorriente.</i>	12
Figura 8 <i>Panel de distribución.</i>	12
Figura 9 <i>Interruptor termomagnético.</i>	13
Figura 10 <i>Diagrama unifilar.</i>	14
Figura 11 <i>Diagrama multifilar.</i>	14
Figura 12 <i>Plano estructural y eléctrico en AutoCAD.</i>	17
Figura 13 <i>Simulación en DIALux.</i>	18
Figura 14 <i>Ubicación de la Escuela.</i>	21
Figura 15 <i>Caja de Distribución Primera Planta</i>	22
Figura 16 <i>Iluminación Aula 1</i>	23
Figura 17 <i>Interruptor Doble Aula 1</i>	23
Figura 18 <i>Iluminación Pasillo Primera Planta</i>	24
Figura 19 <i>Tomacorriente Aula 1</i>	24
Figura 20 <i>Iluminación Aula 2</i>	25
Figura 21 <i>Interruptor simple Aula 2</i>	25
Figura 22 <i>Tomacorriente Aula 2</i>	26
Figura 23 <i>Distribución de circuitos primera planta.</i>	26

Figura 24 <i>Caja de Distribución Segunda Planta</i>	28
Figura 25 <i>Iluminación Aula 3</i>	29
Figura 26 <i>Interruptor Doble Aula 3</i>	29
Figura 27 <i>Iluminación Pasillo Segunda Planta</i>	30
Figura 28 <i>Tomacorriente Aula 3</i>	30
Figura 29 <i>Iluminación Aula 4</i>	31
Figura 30 <i>Interruptor Doble Aula 4</i>	31
Figura 31 <i>Tomacorriente Aula 4</i>	32
Figura 32 <i>Distribución de circuitos segunda planta.</i>	32
Figura 33 <i>Caja de Distribución Aula 5</i>	34
Figura 34 <i>Segunda Caja de Distribución Aula 5</i>	34
Figura 35 <i>Iluminación Aula 5</i>	35
Figura 36 <i>Interruptor Doble Aula 5</i>	35
Figura 37 <i>Tomacorrientes Aula 5</i>	36
Figura 38 <i>Iluminación Aula 6</i>	36
Figura 39 <i>Interruptor Aula 6</i>	37
Figura 40 <i>Tomacorriente Aula 6</i>	37
Figura 41 <i>Distribución de circuitos tercera planta.</i>	38
Figura 42 <i>Tablero de distribución principal.</i>	40
Figura 43 <i>Puesta a tierra tablero principal</i>	41
Figura 44 <i>Medición de puesta a tierra.</i>	41
Figura 45 <i>Datos de luminaria</i>	43
Figura 46 <i>Simulación de iluminación primera planta en DIALux.</i>	43
Figura 47 <i>Cálculo de iluminación primera planta.</i>	44

Figura 48 <i>Simulación de iluminación segunda planta en DIALux.</i>	44
Figura 49 <i>Cálculo de iluminación segunda planta.</i>	45
Figura 50 <i>Simulación de iluminación tercera planta en DIALux.</i>	45
Figura 51 <i>Cálculo de iluminación tercera planta.</i>	46
Figura 52 <i>Medición de puesta a tierra.</i>	63
Figura 53 <i>Cableado en las cajas de distribución.</i>	64
Figura 54 <i>Cableado circuitos de iluminación.</i>	65
Figura 55 <i>Instalación de boquillas.</i>	65
Figura 56 <i>Instalación de interruptor.</i>	66
Figura 57 <i>Cableado circuitos de fuerza.</i>	66
Figura 58 <i>Instalación de tomacorriente.</i>	67
Figura 59 <i>Circuito de iluminación aulas 1, 2, 3, 4, 5 y 6.</i>	68
Figura 60 <i>Circuitos de iluminación primera planta.</i>	68
Figura 61 <i>Valor de medición de luxes en aulas.</i>	70
Figura 62 <i>Valor de medición de luxes en pasillos.</i>	71
Figura 63 <i>Nuevo interruptor doble instalado.</i>	71
Figura 64 <i>Nuevo tomacorriente instalado.</i>	72
Figura 65 <i>Valor de voltaje tablero principal.</i>	72
Figura 66 <i>Valor de voltaje punto más lejano del circuito.</i>	73

Índice de Tablas

Tabla 1	<i>Estudio de carga primera planta.</i>	27
Tabla 2	<i>Medición de luxes primera planta.</i>	27
Tabla 3	<i>Estudio de carga segunda planta.</i>	33
Tabla 4	<i>Medición de luxes segunda planta.</i>	33
Tabla 5	<i>Estudio de carga tercera planta.</i>	39
Tabla 6	<i>Medición de luxes tercer planta.</i>	39
Tabla 7	<i>Medición de puesta a tierra.</i>	40
Tabla 8	<i>Nivel de iluminación por área.</i>	42
Tabla 9	<i>Luminarias por planta.</i>	46
Tabla 10	<i>Distribución de circuitos de iluminación.</i>	47
Tabla 11	<i>Resumen de cálculos de circuitos de iluminación.</i>	57
Tabla 12	<i>Distribución de circuitos de fuerza.</i>	57
Tabla 13	<i>Resumen de cálculos de circuitos de fuerza.</i>	60
Tabla 14	<i>Medición de luxes primera planta.</i>	69
Tabla 15	<i>Medición de luxes segunda planta.</i>	69
Tabla 16	<i>Medición de luxes tercera planta.</i>	70
Tabla 17	<i>Valores de caída de voltaje.</i>	73

Introducción.

La Escuela Fiscal Mixta Luz Emilia Saá, ubicada en la parroquia El Chaupi, afronta graves problemas en su sistema eléctrico, principalmente en el bloque de aulas de educación básica. La falta de iluminación, fallas en tomacorrientes e interruptores representan un riesgo constante para estudiantes y docentes. Este proyecto busca repotenciar las instalaciones eléctricas mediante un rediseño técnico basado en la normativa vigente, con el fin de garantizar seguridad, eficiencia energética y un ambiente óptimo para el aprendizaje.

Contexto del Problema.

La Escuela Fiscal Mixta Luz Emili Saá, la misma que está ubicada en la vía a El Chaupi, actualmente consta con deficiencia dentro del sistema eléctrico en el bloque de aulas de educación básica, dicho bloque consta de 6 aulas distribuidas en 3 pisos. El problema más grande dentro de estas aulas es el sistema de iluminación, que se encuentra obsoleto ya que usan lámparas fluorescentes con balastro que no funcionan, como resultado algunas aulas han recurrido a instalaciones improvisadas, mientras que otras aulas carecen por completo de iluminación, además, tomacorrientes e interruptores en mal estado, lo cual causa un riesgo contante sobre la seguridad de los docentes y estudiantes.

Planteamiento del Problema.

La Escuela Fiscal Mixta Luz Emili Saá, la misma que está ubicada en la vía a El Chaupi, actualmente consta con deficiencia dentro del sistema eléctrico en el bloque de aulas de educación básica, dicho bloque consta de 6 aulas distribuidas en 3 pisos. El problema más grande dentro de estas aulas es el sistema de iluminación, que se encuentra obsoleto ya que usan lámparas fluorescentes con balastro que no funcionan, como resultado algunas aulas han recurrido a instalaciones improvisadas, mientras que otras aulas carecen por completo de iluminación,

además, tomacorrientes e interruptores en mal estado, lo cual causa un riesgo contante sobre la seguridad de los docentes y estudiantes.

Problema científico.

El proyecto de repotencia eléctrica de la Escuela Fiscal Mixta Luz Emilia Saá, incluye en primera instancia la evaluación actual de las instalaciones eléctricas del bloque de 6 aulas de Educación General Básica, posteriormente se procederá a realizar el diseño de un nuevo sistema de iluminación el cual contará con luminarias LED y el reemplazo de toma corrientes en mal estado, también se pretende realizar la remodelación en cuanto a iluminación en base a la normativa vigente con ayuda de software técnico, evaluación y análisis de puesta a tierra y acometida existente y de ser necesario se realizara el cambio, además, la elaboración de planos con ayuda de software técnico.

Como resultados se espera que el bloque de 6 aulas de Educación General Básica de la Escuela Fiscal Mixta Luz Emilia Saá, cuente en sus instalaciones con un sistema de iluminación LED eficiente y seguro, el cual garantice el nivel adecuado de luminosidad en todas las aulas, se pretende eliminar por completo los riesgos eléctricos que se pueden ocasionar por las instalaciones eléctricas actuales.

Alcance y Resultados Esperados

El proyecto de repotencia eléctrica de la Escuela Fiscal Mixta Luz Emilia Saá, incluye en primera instancia, la evaluación actual de las instalaciones eléctricas del bloque de 5 aulas de Educación General Básica y 1 laboratorio de computación donde se incluye la iluminación de pasillos y gradas, posteriormente se procederá a realizar el diseño de un nuevo sistema de iluminación el cual contará con luminarias LED y el reemplazo de toma corrientes en mal estado, en el laboratorio de computación se procederá a realizar el diseño de un nuevo sistemas de fuerza

para la alimentación de las computadoras, también se pretende realizar la remodelación en cuanto a iluminación en base a la normativa vigente con ayuda de software técnico, evaluación y análisis de puesta a tierra y acometida existente y de ser necesario se realizara el cambio, además, la elaboración de planos con ayuda de software técnico.

Como resultados se espera que el bloque de 5 aulas de Educación General Básica y 1 laboratorio de la Escuela Fiscal Mixta Luz Emilia Saá, cuente en sus instalaciones con un sistema de iluminación LED eficiente y seguro, el cual garantice el nivel adecuado de luminosidad en todas las aulas, se pretende eliminar por completo los riesgos eléctricos que se pueden ocasionar por las instalaciones eléctricas actuales.

Objetivo General

Repotenciar el sistema eléctrico del bloque de aulas de educación básica de la Escuela Fiscal Mixta Luz Emilia Saá ubicada en la parroquia El Chaupi

Objetivos Específicos

- Analizar el estado actual de las instalaciones eléctricas del bloque de aulas de educación básicas.
- Diseñar el nuevo sistema eléctrico con ayuda de herramientas tecnológicas.
- Implementar el sistema eléctrico diseñado.
- Verificar el funcionamiento adecuado de las instalaciones eléctricas del bloque de aulas de educación básicas.

Justificación.

La repotenciación eléctrica de la Escuela Fiscal Luz Mixta Emilia Saá, es una necesidad para garantizar un ambiente escolar seguro, eficiente y confiable. Esta acción ayudara directamente al desarrollo académico de los estudiantes, mediante la implementación de un sistema de

iluminación LED, el reemplazo de tomacorrientes e interruptores en mal estado. Con este proyecto se pretende favorecer las condiciones de iluminación, reducir el riesgo de accidentes eléctricos y mejorar la eficiencia energética, mediante la aplicación de la normativa vigente, con ayuda de herramientas tecnológicas adecuadas. Lo que garantizara que el proceso de enseñanza-aprendizaje se realice en un entorno ideal.

CAPÍTULO I:

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes.

Según (Parra Martínez, 2021), el sistema eléctrico de las aulas 7, 8 y 9 de la Escuela de Formación de Tecnólogos (ESFOT) de la Escuela Politécnica Nacional presentaba deficiencias del sistema eléctrico tales como, falta de tomacorrientes, luminarias y cableado en mal estado, con el fin de solucionar esta problemática, se llevó a cabo un proceso de repotenciación eléctrica que incluyó el rediseño del sistema, la instalación de luminarias LED, la ampliación y redistribución de tomacorrientes y la actualización del tablero de distribución, se realizaron estudios técnicos utilizando software especializados para el cálculo de iluminación y la elaboración de planos, en las pruebas realizadas después de la implementación se observaron las mejoras de iluminación y la distribución adecuada de tomacorrientes.

Según (Mullo Pallo, 2022), realizo un estudio para determinar el estado de las instalaciones eléctricas en los bloques BETA, GAMMA y DELTA del Instituto Superior Tecnológico María Natalia Vaca, se identificaron problemas tales como, sobrecarga en los circuitos, iluminación deficiente y la falta de planos eléctricos actualizados, ante esta situación se desarrolló un método para estimar las condiciones actuales del sistema eléctrico, iniciando con una evaluación que abarcó desde el centro de transformación hasta los circuitos derivados en los tableros de distribución secundaria, se emplearon herramientas tecnológicas para evaluar la iluminación y un analizador de calidad de energía para medir parámetros eléctricos, los resultados demostraron que la deficiencia principal no está en los tableros o protecciones, sino en el aumento desordenado de las instalaciones eléctricas con una falta de planificación adecuada, a partir de estos hallazgos, se

propusieron soluciones para mejorar la distribución de carga y actualizar la infraestructura eléctrica existente.

Según (Reyes Pacheco, 2020), el rediseño de las instalaciones eléctricas de los estadios de Nayón e Inchapicho, se presentan debido a las deficiencias en sus sistema eléctrico a causa de la falta de mantenimiento y planificación, estos espacios carecen de planos eléctricos y presentan problemas tales como, caídas de voltaje, empalmes defectuosos, luminarias en mal estado y tableros de distribución sin cubiertas de seguridad, con el fin de corregir estas deficiencias, se realizó un estudio de las instalaciones existentes, identificando las fallas críticas, se diseñaron nuevas instalaciones con base en normativas, el rediseño incluyó la selección de luminarias LED para mejorar la iluminación en las canchas y graderíos, el cálculo de cargas eléctricas y la implementación de un sistema de puesta a tierra, además, se elaboró un manual técnico de mantenimiento y se capacitó al personal encargado de los estadios de Nayón e Inchapicho.

Según (Pérez Santafé, 2022), describe la implementación de un nuevo sistema de iluminación y alimentación eléctrica para el laboratorio 15 de la Escuela de Formación de Tecnólogos (ESFOT) de la Escuela Politécnica Nacional, se identificó que el sistema eléctrico que existe presentaba deficiencias, como tomacorrientes en mal estado, cableado deteriorado y una mal distribución de la carga eléctrica, lo que representaba un riesgo para los usuarios y los equipos conectados, este proyecto se llevó a cabo en dos etapas: primera etapa, la instalación de la acometida y el tablero de distribución con las protecciones adecuadas; y segunda etapa, la implementación del sistema de distribución eléctrica, incluyendo el cableado y la instalación de nuevos tomacorrientes, en las pruebas de funcionamiento realizadas se verificó el correcto funcionamiento del sistema, verificando que los tomacorrientes tuvieran el voltaje adecuado y que la distribución de la carga estuviera balanceada, se elaboró un manual de uso y mantenimiento.

1.2 Repotenciación Eléctrica.

Es un proceso mediante el cual se mejora, optimiza o aumenta la capacidad de generar, transmitir y distribuir los sistemas eléctricos existentes, sin necesidad de construir nuevas instalaciones. La repotenciación eléctrica involucra la actualización de equipos, optimización de sistemas o incorporación de nuevas tecnologías, para aumentar la potencia disponible, mejorar la eficiencia energética, reducir pérdidas de energía por sistemas y equipos obsoletos y reducir el impacto ambiental.

1.3 Instalaciones Eléctricas.

Está constituido por el conjunto de elementos, equipos y materiales necesarios para proveer energía eléctrica de manera segura y eficaz, garantizando la continuidad del servicio eléctrico a: domicilios, industrias, comercios o infraestructuras públicas como escuelas. El diseño e implementación deben cumplir con la normativa legal vigente, para el correcto desempeño de los sistemas eléctricos, así como también, garantizar la seguridad de los usuarios.

1.3.1 Tipos de Instalaciones Eléctricas.

Existen varios tipos de instalaciones eléctricas, entre las más comunes:

1.3.1.1 Según su Uso. Se clasifican en residenciales donde se considera viviendas y departamentos, comerciales como centros comerciales y oficinas, industriales como fabricas donde el consumo es mayor debido a los procesos industriales y públicas como centros de atención prioritaria, instituciones educativas y alumbrado público.

1.3.1.2 Según su Ubicación. Se clasifican en interiores donde su instalación es dentro de paredes, canalizaciones o techos y exteriores donde su instalación es en redes aéreas, postes o canalizaciones subterráneas.

1.3.1.3 Según su Nivel de Voltaje. Se clasifica en baja tensión con niveles de voltaje hasta 1000 V, media tensión con niveles de voltaje que comprenden entre 1 kV y 69 kV y alta tensión que comprende entre 69 kV hasta 500 kV.

1.4 Componentes de una Instalación Eléctrica.

Una instalación eléctrica es el conjunto de componentes que permiten transportar la energía eléctrica desde los puntos de suministro de la empresa distribuidora hasta los centro de consumo.

1.4.1 Acometida.

Es la encargada de suministrar la energía eléctrica desde el punto de suministro de la empresa distribuidora de hasta el medidor y posteriormente hasta las instalación internas de la escuela, pueden ser acometidas aérea o subterránea.

1.4.2 Medidor de Energía.

También conocido como contador, es el dispositivo principal de una instalación eléctrica, su función principal es registrar de manera precisa la cantidad de energía suministrada por la red de distribución, este registro se expresa en kilovatios-hora (kW/h), este valor sirve de base para la facturación.

Figura 1

Medidor de energía.



Fuente: Autores

1.4.3 Conductores Eléctricos.

Son los encargados de transportar la energía eléctrica desde el tablero de distribución hasta los puntos de consumo como luminarias y tomacorrientes, estos pueden ser solidos o flexibles, los materiales más usados son el cobre y aluminio

1.4.3.1 Conductor de Cobre: Es un material comúnmente utilizado en electricidad debido a su alta conductividad y resistencia a la corrosión, por lo general se utiliza en cables eléctricos para instalaciones residenciales, industriales y aplicaciones electrónicas.

1.4.3.1.1 Conductor Flexible. Como su nombre lo indica se compone de varios hilos delgados de cobre, debido a esto permite tener una mayor facilidad al momento de manipularse, su uso está orientado a instalaciones donde se requiere alta movilidad o flexibilidad como por ejemplo dentro de los electrodomésticos y algunas maquinarias.

Figura 2

Conductor flexible.



Fuente: (Electrocables, 2025)

1.4.3.1.2 Conductor Rígido. Se encuentra formado por un solo hilo solido de cobre, existe mayor dificultad al manipularse por este motivo se utiliza en instalaciones fijas como por ejemplo canalizaciones eléctricas.

Figura 3

Conductor rígido.



Fuente: (Electrocables, 2025)

1.4.3.1.3 Conductor Desnudo. Es un tipo de cable el cual no cuenta con aislamiento, su mayor uso es para líneas eléctricas aéreas y sistemas de puestas a tierra, es ideal para exteriores por la capacidad de disipar calor y resistir altas corrientes.

Figura 4

Conductor desnudo.



Fuente: (Electrocables, 2025)

1.4.4 Interruptores.

En una instalación eléctrica son los encargados de cerrar o abrir el paso de la corriente eléctrica de un circuito, el uso más común es para controlar el encendido y apagado de sistemas de iluminación, estos pueden ser simples, dobles, triples y cuádruples, esto sirve para controlar desde un punto varios circuitos.

Figura 5

Interruptor triple.



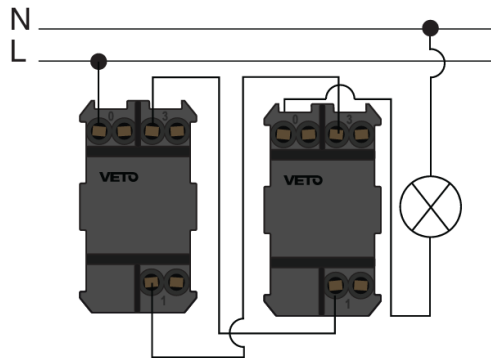
Fuente: (Veto, 2025b)

1.4.5 Conmutadore de Tres Vías.

Dispositivo diseñado para controlar un punto de iluminación desde dos ubicaciones diferentes, en cada extremo se debe instalar un conmutador, debido a esto no posee una posición fija de encendido o apagado ya que depende del estado del otro conmutador con el que trabaje.

Figura 6

Diagrama de conexión conmutadores.



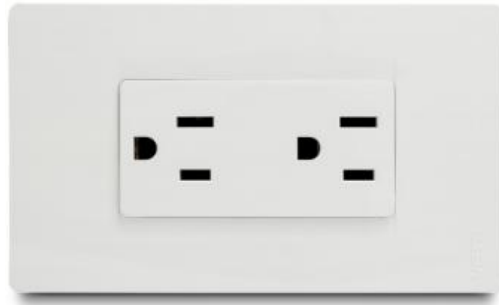
Fuente: (Veto, 2025a)

1.4.6 Tomacorriente.

También conocido como enchufe de pared, diseñado para suministrar energía eléctrica de manera segura a aparatos o equipos mediante la conexión de un enchufe. Se instala comúnmente en paredes o pisos.

Figura 7

Tomacorriente.



Fuente: (Veto, 2025c)

1.4.7 Panel de Distribución.

Es un gabinete el cual está formado por interruptores termomagnéticos o breakers, barra de neutro, barra de tierra y encargados de dividir y controlar la energía eléctrica dentro de distintos circuitos, en este garantizando la protección y organización del sistema eléctricos, la energía que alimenta estos paneles es proveniente directamente del medidor de energía eléctrica.

Figura 8

Panel de distribución.



Fuente: (Schneider Electric, 2025a)

1.4.8 Interruptor Termomagnético.

Es un dispositivo de protección eléctrica, también conocido como breaker, cuya función principal es interrumpir el paso de corriente en caso de sobrecargas o cortocircuitos. Opera mediante un sistema térmico que actúa ante sobrecargas prolongadas y un sistema magnético que responde ante fallas de cortocircuitos, estos dispositivos se encuentran instalados dentro del panel de distribución.

Figura 9

Interruptor termomagnético.



Fuente: (Schneider Electric, 2025b)

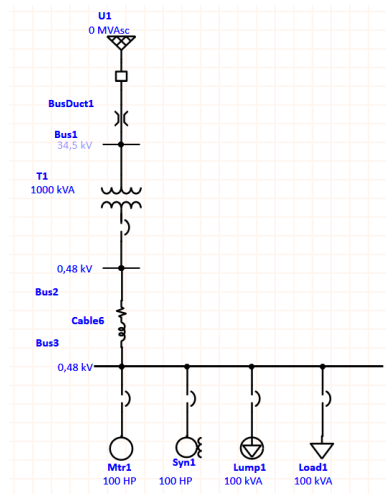
1.4.9 Diagramas Eléctricos.

Es la representación gráfica que muestra cómo están conectados los componentes en un circuito eléctrico mediante el uso de símbolos estandarizados para indicar los elementos o componentes del circuito eléctrico, los diagramas facilitan la instalación, mantenimiento y diagnóstico de fallas en sistemas eléctricos.

1.4.9.1. Diagrama Unifilar. Es la representación de sistema eléctrico mediante una sola línea sin considerar el número de fases, su uso común es en tableros eléctricos, distribución de edificios, subestaciones eléctricas, MCC, la principal ventaja es que es claro y compacto.

Figura 10

Diagrama unifilar.

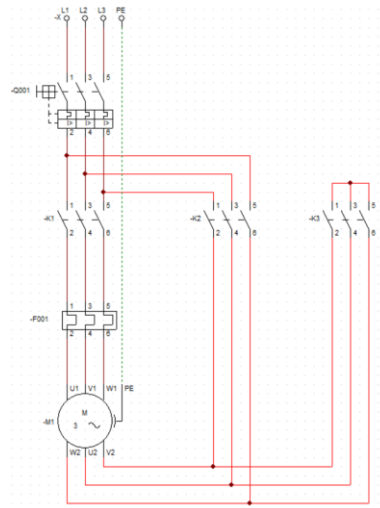


Fuente: Autores.

1.4.9.2. Diagrama Multifilar. La representación gráfica de este tipo de esquema es más real, dentro del plano eléctrico se indica cada conductor individualmente el plano entra mucho más en detalle, se utiliza para circuitos de control, automatización y paneles de distribución complejos.

Figura 11

Diagrama multifilar.



Fuente: Autores.

1.4.10. Circuito Eléctricos en una Instalación Residencial.

Es de vital importancia los circuitos eléctricos en las viviendas ya que permiten distribuir las cargas eléctricas de manera segura y organizada para garantizar un consumo eficiente de energía, cada circuito cumple una función específica como pueden ser, circuitos de iluminación, circuitos de tomacorrientes o también conocidos como circuitos de fuerza y circuitos especiales, cada circuito debe estar protegido por un elemento de protección como interruptor termomagnético o breaker.

1.4.10.1. Circuito de Iluminación. Se encarga de alimentar todas luminarias de la instalación tanto internas como externas, usa interruptores, interruptores inteligentes y conmutadores para el encendido y apagado de las luminarias. Según (Miduvi, 2018), deben estar diseñados para alimentar una carga máxima de 15 amperios y no exceder de 15 puntos de iluminación, se recomienda utilizar conductor de cobre aislado tipo THHN con una sección mínima de 2,5 mm² (14 AWG).

1.4.10.2. Circuito de Tomacorrientes. Alimenta a los tomacorrientes donde se conectan los electrodomésticos y equipos que necesitan alimentación para su funcionamiento. Según (Miduvi, 2018), deben estar diseñados considerando salidas polarizadas (fase, neutro y tierra) para soportar una capacidad máxima de 20 amperios de carga por circuito y no exceder de 10 salidas, se debe recomendar utilizar conductor de cobre aislado tipo THHN con una sección mínima de 4 mm² (12 AWG).

1.4.11. Sistemas de Puesta a Tierra.

Es un conjunto de elementos como: conductores, electrodos y conexiones, su principal función es desviar a tierra corrientes eléctricas no deseadas provocadas por sobrevoltaje, sobre corriente o descargas atmosféricas, su finalidad es proteger a las personas, equipos e instalaciones

eléctricas de choques eléctricos, riesgos de electrocución, estabilizar el voltaje en el sistema eléctrico, garantizar la actuación de elementos de protección.

En una instalación residencial, el tablero de distribución principal debe estar conectado a su propia varilla de puesta a tierra, los circuitos de tomacorrientes y de cargas especiales deben incorporar un conductor de tierra adicional al neutro, para así asegurar una correcta derivación de fallas. Desde el medidor de energía deben llegar al tablero de distribución principal los conductores de fase y neutro, en este punto se realiza un puente equipotencial entre la barra de neutro con la de tierra. En el caso de subtableros de distribución, las barras de tierra y neutro no deben conectarse, los subtableros deben recibir su conductor independiente desde el tablero principal para cada barra, el conductor de tierra de los circuitos de tomacorrientes debe conectarse directamente a la barra de tierra del tablero de distribución, a continuación detallamos los componentes de un sistema de puesta a tierra.

1.4.11.1. Electrodo. Es una varilla de acero cubierta de cobre, sus medidas más comunes van desde 1/2' hasta 5/8' de espesor con una longitud que varía entre 1.20, 1.8, 2.4 y 3 metros de longitud.

1.4.11.2. Conductor. Debe ser de cobre sólido o cableado, puede ser desnudo o aislado con color verde o amarillo, en instalaciones residenciales se debe proteger el conductor ya sea empotrado en paredes, tuberías o canaletas de PVC, para la conexión al electrodo se puede usar conectores o suelda exotérmica.

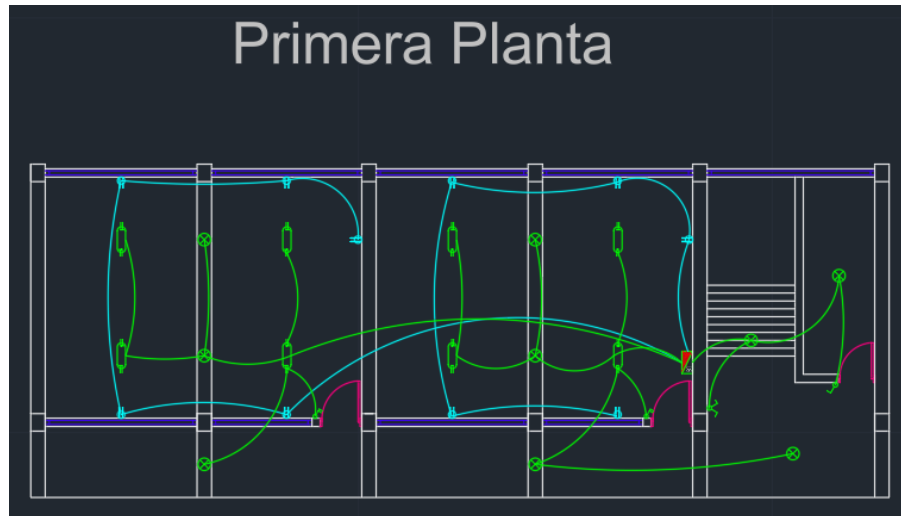
1.4.12. AutoCad.

Hace referencia a un software asistido por computadora desarrollado por Autodesk, comúnmente utilizado en los campos de ingeniería, arquitecturas y diseños industriales. Permite la creación de planos tanto en 2D como en 3D, los planos se realizan a escala esto quiere decir que

con medidas reales de las infraestructuras que se desea diseñar, gracias a las herramientas como por ejemplo la capas y los bloques, permiten que el diseño se represente de manera más clara, facilitando el trabajo organizado y eficiente.

Figura 12

Plano estructural y eléctrico en AutoCAD.



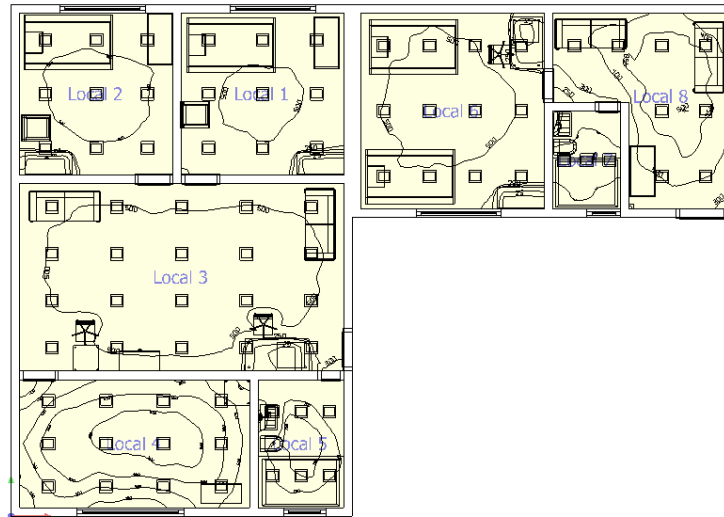
Fuente: Autores.

1.4.13. DIALux.

Es un software gratuito que se utiliza comúnmente para el diseño y la simulación de proyectos de iluminación, tanto en interiores como en exteriores. Una de sus principales ventajas es que permite calcular los niveles de iluminancia e integrar luminarias reales gracias a su amplia base de datos, que incluye fichas técnicas de diversos fabricantes. Además, ofrece presentaciones del proyecto en planos 2D y modelos 3D, facilitando una visualización precisa y profesional del diseño. Se ajusta a normativas internacionales para optimizar el consumo energético y presentar informes técnicos detallados. Este software permite exportar los planos diseñados directamente de AutoCAD.

Figura 13

Simulación en DIALux.



Fuente: Autores.

1.4.14. Norma NEC.

La norma NEC o Norma Ecuatoriana para la Construcción capítulo Instalaciones Eléctricas detalla las exigencias técnicas y requisitos mínimos que deben cumplirse en el diseño y ejecución de instalaciones eléctricas interiores para uso residencial. (Miduvi, 2018).

La elaboración de la norma NEC se basa en la NFPA 70, adecuado a la realidad ecuatoriana, esta norma se dedica a instalaciones eléctricas residenciales, busca establecer criterios para prevenir choques eléctricos, sobre corrientes, sobrevoltaje, fallas a tierra, etc., es decir, esta norma busca garantizar seguridad eléctrica en las instalaciones, protección contra accidentes eléctricos y confiabilidad al servicio.

1.4.15. Norma NTE INEN 2969-1.

Es la norma técnica que rige los requisitos de iluminación para lugares de trabajo en interiores, proporciona requisitos técnicos integrales orientados a diseñar, instalar y mantener los sistemas de iluminación en interiores que garantizan la salud, bienestar y productividad de los

usuarios, considerando la calidad visual y la eficiencia energética, los principales aspectos que se consideran en la norma son: requisitos de iluminación, control de deslumbramiento, aspectos de color, criterios de eficiencia energética, requisitos para lugares con pantallas, procedimientos de inspección y verificación.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA Y DISEÑO DEL PROYECTO TÉCNICO.

2.1. Tipo de Investigación.

El presente proyecto esta orientado bajo un enfoque mixto, al integrar métodos cuantitativos y cualitativos. Desde el ámbito cuantitativo se realizó: el levantamiento técnico, se aplicaron cálculos eléctricos, simulaciones luminotécnicas mediante DIALux, mediciones de niveles de iluminación, voltaje y puesta a tierra, estos datos permitieron diagnosticar y evaluar de manera objetiva las deficiencias del sistema eléctrico y comprobar los resultados alcanzados tras la implementación.

Desde el ámbito cualitativo se efectuó un análisis descriptivo de las condiciones actuales de las instalaciones eléctricas, tomando en cuenta los factores de riesgos eléctricos a los que están expuestos docentes y estudiantes, los elementos obsoletos, en mal estado y la necesidad de adecuar las instalaciones de acuerdo con la normativa vigente. Este enfoque complementario asegura un análisis integral, combinando datos técnicos con la interpretación de la realidad observada.

2.2. Diseño de Investigación.

El diseño de investigación implementado corresponde a un esquema descriptivo, considerando que se examinó en detalle la situación el bloque de aulas de la Escuela Fiscal Mixta Luz Emilia Saá. En el análisis se incluyó la identificación de las deficiencias en los sistemas de iluminación, interruptores, tomacorrientes y ausencia del sistema de puesta a tierra, con el fin de establecer la propuesta de repotenciación eléctrica.

El proyecto se fundamenta en un diseño aplicado con componentes técnicos, ya que además de diagnosticar los problemas existentes, se plantearon y se ejecutaron soluciones prácticas

mediante la instalación de luminarias LED, la modernización de tableros de distribución y el mejoramiento del sistema de puesta a tierra. Posteriormente, se realizaron pruebas con nuevas mediciones que permitieron comprobar la eficacia de las mejoras realizadas.

2.3. Antecedentes.

Con el propósito de iniciar este proyecto, se llevó a cabo una inspección técnica en la Escuela Fiscal Mixta Luz Emilia Saá, ubicada en la parroquia El Chaupi. Dicha inspección permitió recopilar los datos necesarios para de esta manera evaluar el estado actual de las instalaciones eléctricas de la escuela, las cuales no cumple con la Normativa Ecuatoriana de la Construcción (NEC).

Figura 14

Ubicación de la Escuela.



Fuente: (Google Maps, 2025)

El desarrollo de la repotenciación eléctrica de la Escuela Fiscal Mixta Luz Emilia Saá se realizará en el bloque de aulas de educación básica, este bloque consta de 6 aulas distribuidas en 3 plantas, 2 aulas por planta. De estas, 5 aulas actualmente se usan para educación básica y 1 aula es un laboratorio de computación, con una área de construcción aproximada de 480 m².

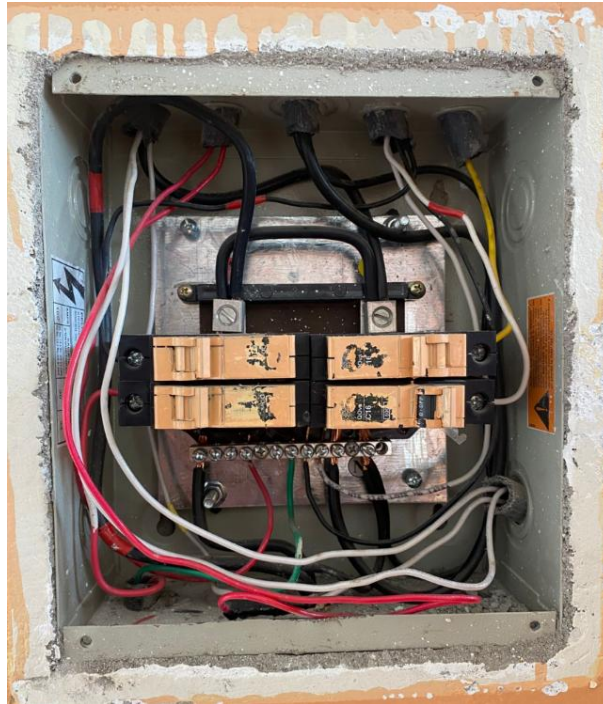
2.4. Estado Actual.

2.4.1. Primera Planta.

La primera planta consta de dos aulas: Aula 1 y Aula 2 a continuación, se presentan las evidencias del estado actual de dichas aulas. Dentro del Aula 1 se encuentra una caja de distribución que recibe la acometida principal del sistema eléctrico, esta consta de 4 breakers , en la cual se puede evidenciar que no consta con un sistema de puesta a tierra, como se indica en la Figura 15.

Figura 15

Caja de Distribución Primera Planta



Fuente: Autores

En la Figura 16 se puede observar que el Aula 1 consta de 6 puntos de iluminación, de los cuales se encuentra funcionales solo 2 puntos, los 4 puntos restantes se encuentran defectuoso.

Figura 16

Iluminación Aula 1



Fuente: Autores

Dentro del Aula 1 se encuentra un interruptor doble como se indica en la Figura 17, el mismo que controla la iluminación dentro del Aula 1 y el pasillo de la primera planta.

Figura 17

Interruptor Doble Aula 1



Fuente: Autores

El pasillo consta de 2 puntos de iluminación de los cuales 1 punto se encuentra operativo, mientras que el otro se encuentra defectuoso como se indica en la Figura 18.

Figura 18

Iluminación Pasillo Primera Planta



Fuente: Autores

El circuito de fuerza el Aula 1 consta de 5 tomacorrientes dobles polarizados, de los cuales se encuentran en buen estado 2 y los 3 restantes necesitan un cambio de tapa protectora como se indica en la Figura 19.

Figura 19

Tomacorriente Aula 1



Fuente: Autores

El Aula 2 consta con 6 puntos de iluminación de los cuales solo se encuentra en buen estado 2 puntos, los 4 restantes se encuentran defectuosos como se indica en la Figura 20.

Figura 20

Iluminación Aula 2



Fuente: Autores

El Aula 2 consta con un interruptor simple el mismo que controla la iluminación de dicha aula como se indica en la Figura 21.

Figura 21

Interruptor simple Aula 2



Fuente: Autores

El circuito de fuerza del Aula 2 consta con 5 interruptores dobles polarizados, de los cuales 1 se encuentra en buen estado y los 4 restantes necesitan cambio de tapa protectora como se indica en la Figura 22.

Figura 22

Tomacorriente Aula 2

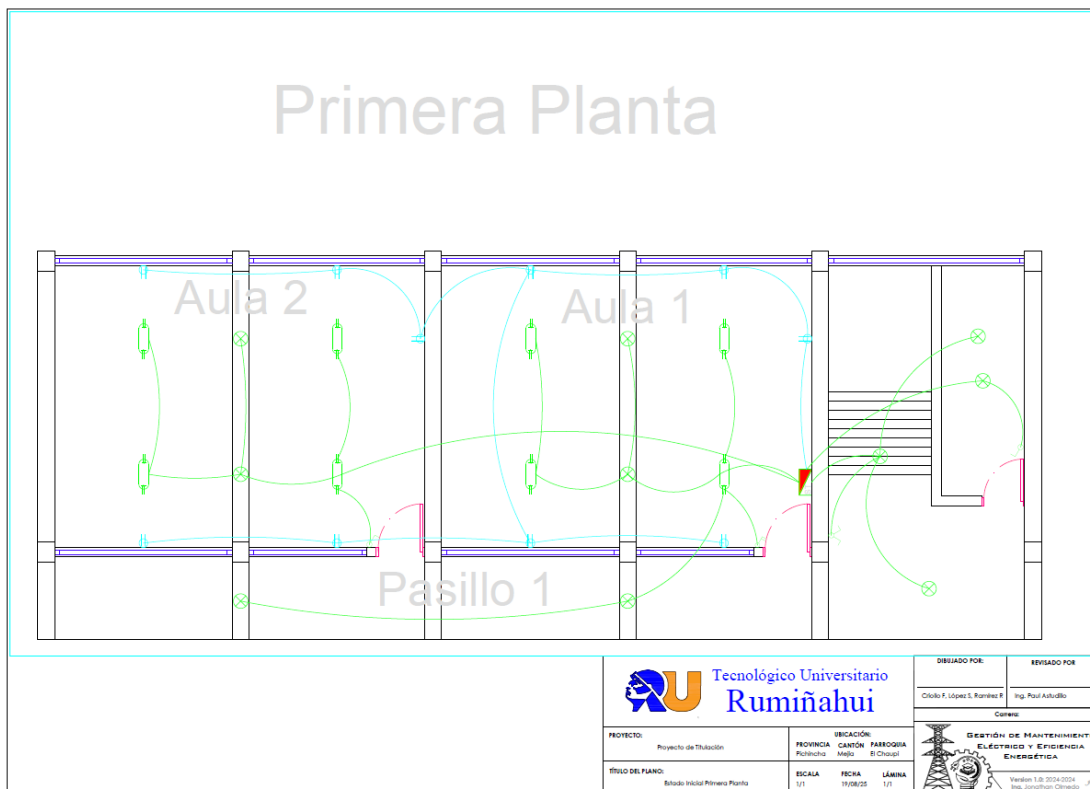


Fuente: Autores

En la Figura 23 observamos la disposición de circuitos eléctricos de la primera planta.

Figura 23

Distribución de circuitos primera planta.



Fuente: Autores.

En la Tabla 1 observamos el estudio de carga actual de la primera planta.

Tabla 1

Estudio de carga primera planta.

Circuitos	Descripción	Potencia (W)	FD	Demanda (W)	Tensión (V)	#Cable	Protecciones (A)
I1	Iluminación 1	969	0,7	678,3	120	14	1x16
I2	Iluminación 2	969	0,7	678,3	120	14	1x16
I3	Iluminación 3	9	0,7	25,2	120	14	1x16
F2	Fuerza 1	2000	0,5	1000	120	12	1x32

Fuente: Autores.

En la Tabla 2 observamos los datos de la medición de luxes realizada en la primera planta.

Tabla 2

Medición de luxes primera planta.

Punto de medición	Valor (lx)	
	Aula 1	Aula 2
P1	250	210
P2	650	1100
P3	450	510
P4	1200	1100
P5	730	860
Promedio	656	756

Fuente: Autores.

2.4.2. Segunda Planta

La segunda planta consta de dos aulas: Aula 3 y Aula 4 a continuación, se presenta las evidencias del estado actual de dichas aulas. Dentro del Aula 3 se encuentra una caja de distribución que recibe la energía eléctrica de la caja de distribución de la primera planta, esta consta de 4 breakers, en la cual se puede evidenciar que no consta con un sistema de puesta a tierra como se indica en la Figura 24.

Figura 24

Caja de Distribución Segunda Planta



Fuente: Autores

El Aula 3 consta con 6 puntos de iluminación de los cuales todos se encuentran defectuosos, como se indica en la Figura 25.

Figura 25

Iluminación Aula 3



Fuente: Autores

En Aula 3 consta con un interruptor doble como se indica en la Figura 26, el mismo que controla el primer punto de iluminación del pasillo de la segunda planta.

Figura 26

Interruptor Doble Aula 3



Fuente: Autores

El pasillo consta de 2 puntos de iluminación de los cuales ninguno se encuentra funcional como se indica en la Figura 27, los puntos de iluminación de este pasillo se encienden individualmente de cada aula.

Figura 27

Iluminación Pasillo Segunda Planta

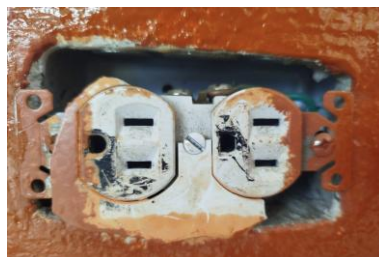


Fuente: Autores

En el circuito de fuerza del Aula 3 consta de 5 tomacorrientes dobles polarizados, de los cuales se encuentran en buen estado 1 y los 4 restantes necesitan un cambio de tapa protectora como se indica en la Figura 28.

Figura 28

Tomacorriente Aula 3



Fuente: Autores

En el Aula 4 consta con 6 puntos de iluminación de los todos se encuentra en mal estado como se indican en la Figura 29.

Figura 29

Iluminación Aula 4



Fuente: Autores

El Aula 4 consta con un interruptor doble el cual controla los puntos de iluminación de dicha aula y además el segundo punto de iluminación del pasillo de la segunda planta como se indica en la Figura 30

Figura 30

Interruptor Doble Aula 4



Fuente: Autores

El circuito de fuerza del Aula 4 consta de 5 tomacorrientes dobles polarizados, de los cuales 2 se encuentran en buen estado y los 3 restantes necesitan cambio de tapa protectora como se indica en la Figura 31.

Figura 31

Tomacorriente Aula 4

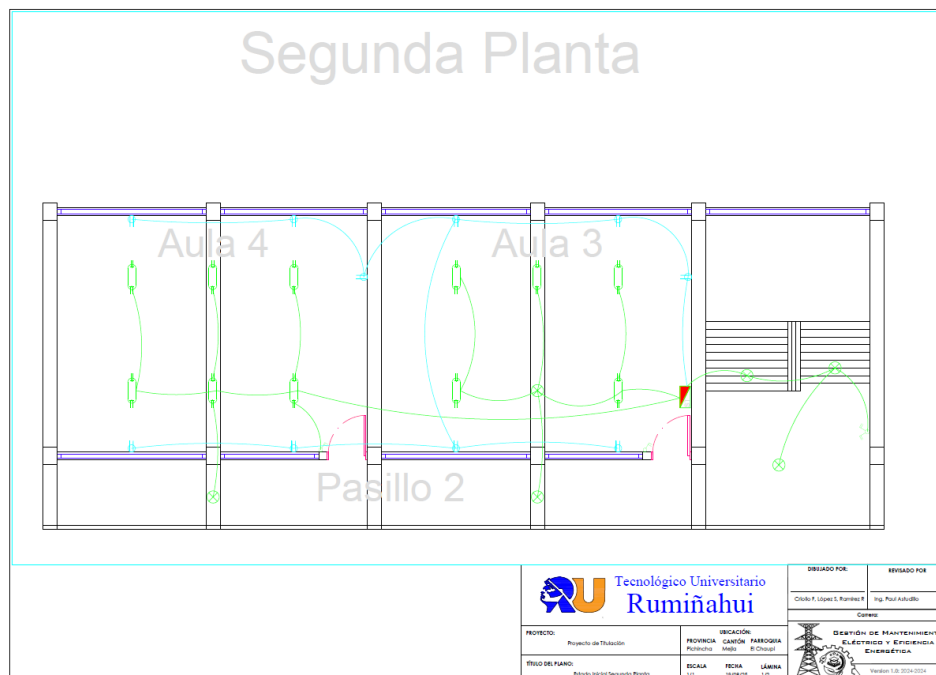


Fuente: Autores

En la Figura 32 observamos la disposición de circuitos eléctricos de la segunda planta.

Figura 32

Distribución de circuitos segunda planta.



Fuente: Autores.

En la Tabla 3 observamos el estudio de carga actual de la segunda planta.

Tabla 3

Estudio de carga segunda planta.

Circuitos	Descripción	Potencia (W)	FD	Demanda (W)	Tension (V)	#Cable	Protecciones (A)
I1	Iluminación 1	859	0,7	601,3	120	14	1x16
I2	Iluminación 2	969	0,7	678,3	120	14	1x16
I3	Iluminación 3	36	0,7	25,2	120	14	1x16
F2	Fuerza 1	2000	0,5	1000	120	12	1x32

Fuente: Autores.

En la Tabla 4 observamos los datos de la medición de luxes realizada en la primera planta.

Tabla 4

Medición de luxes segunda planta.

Punto de medición	Valor (lx)	
	Aula 3	Aula 4
P1	220	190
P2	950	840
P3	310	820
P4	370	980
P5	610	1100
Promedio	418	786

Fuente: Autores.

2.4.3. Tercera Planta

La tercera planta consta de dos aulas: Aula 5 y Aula 6 a continuación, se presenta las evidencias del estado actual de dichas aulas. La Aula 5 está destinada a un laboratorio de computación, dentro de la misma se encuentra 2 cajas de distribución en la primera se recibe la energía eléctrica de la caja de distribución de la segunda planta, esta consta con 4 breakers, en la cual se puede evidenciar que no consta con la puesta a tierra como se indica la Figura 33.

Figura 33

Caja de Distribución Aula 5



Fuente: Autores

La segunda caja de distribución consta de 3 breakers y la puesta a tierra como se indica en la Figura 34.

Figura 34

Segunda Caja de Distribución Aula 5



Fuente: Autores

El Aula 5 conta con 6 puntos de iluminación de los cuales todos se encuentran defectuosos como se indican en la Figura 35.

Figura 35

Iluminación Aula 5



Fuente: Autores

El Aula 5 consta con un interruptor doble como se indica en la Figura 36, el cual controla los puntos de iluminación de dicha aula, así como también el primer punto de iluminación del pasillo 3.

Figura 36

Interruptor Doble Aula 5



Fuente: Autores

El Aula 5 consta con 5 tomacorrientes dobles polarizados, de los cuales todos se encuentran en buen estado, como se indica en la Figura 37.

Figura 37

Tomacorrientes Aula 5



Fuente: Autores.

El Aula 6 consta con 6 puntos de iluminación de los cuales todos se encuentran defectuosos, como se indica en la Figura 38.

Figura 38

Iluminación Aula 6



Fuente: Autores

El Aula 6 consta con un interruptor doble en mal estado como se indica en la Figura 39, el mismo controla los puntos de iluminación del aula y el segundo punto de iluminación del pasillo de la tercera planta.

Figura 39

Interruptor Aula 6



Fuente: Autores

El circuito de fuerza del Aula 6 consta con 5 interruptores dobles polarizados, de los cuales todos necesitan un cambio de tapas protectoras como se indica en la Figura 40.

Figura 40

Tomacorriente Aula 6

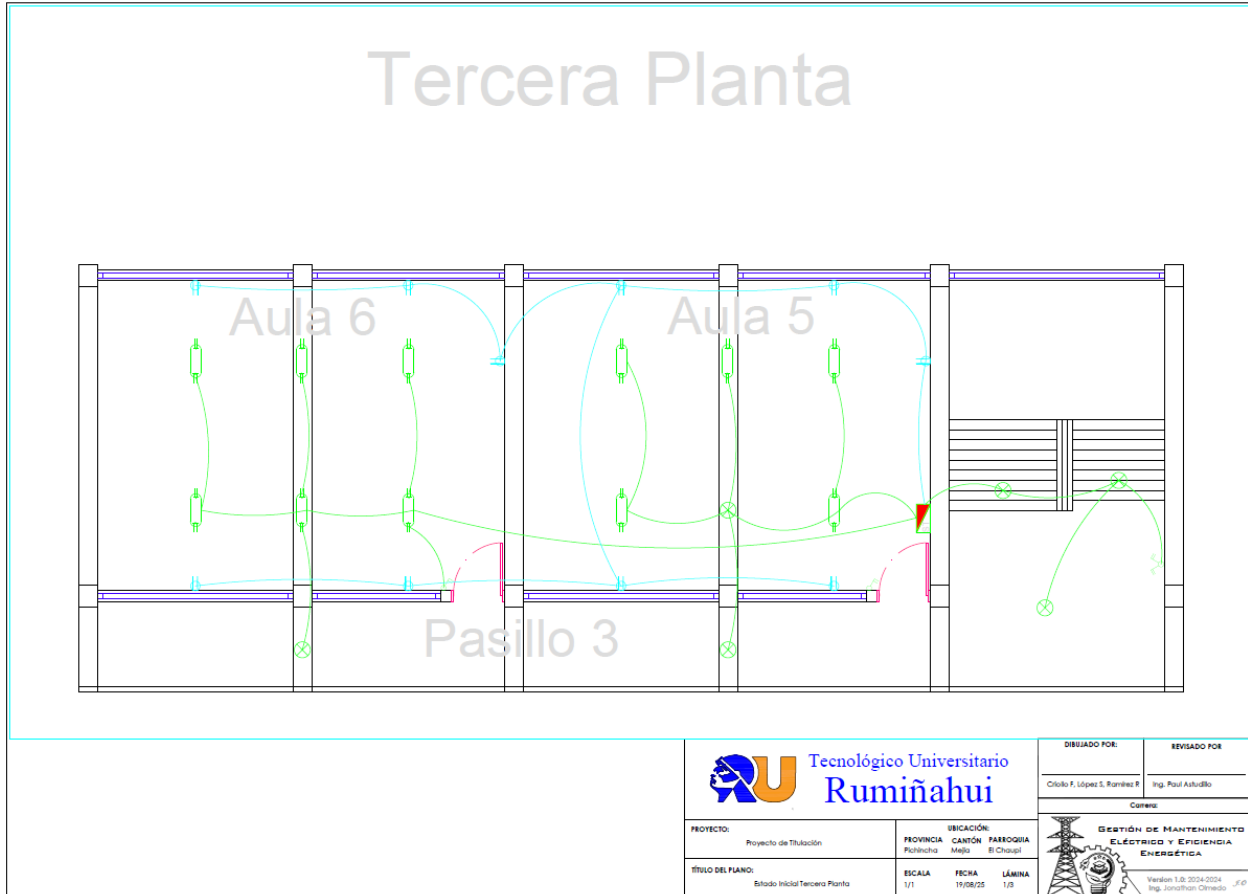


Fuente: Autores.

En la Figura 41 observamos la disposición de circuitos eléctricos de la tercera planta.

Figura 41

Distribución de circuitos tercera planta.



Fuente: Autores.

En la Tabla 5 observamos el estudio de carga actual de la tercera planta.

Tabla 5*Estudio de carga tercera planta.*

Circuitos	Descripción	Potencia (W)	FD	Demanda (W)	Tensión (V)	#Cable	Protecciones (A)
I1	Iluminación 1	969	0,7	678,3	120	14	1x16
I2	Iluminación 2	969	0,7	678,3	120	14	1x16
I3	Iluminación 3	36	0,7	25,2	120	14	1x16
F2	Fuerza 1	2000	0,5	1000	120	12	1x32

Fuente: Autores.

En la Tabla 6 observamos los datos de la medición de luxes realizada en la primera planta.

Tabla 6*Medición de luxes tercer planta.*

Punto de medición	Valor (lx)	
	Aula 5	Aula 6
P1	72	640
P2	86	110
P3	150	930
P4	78	1300
P5	90	1100
Promedio	95.2	816

Fuente: Autores.**2.4.4. Tablero de distribución Principal.**

El tablero de distribución principal se encuentra ubicada en una pared aledaña en una caja de medidores retirada como se muestra en la Figura 42.

Figura 42

Tablero de distribución principal.



Fuente: Autores.

2.4.5. Puesta a Tierra.

Existe un sistema de puesta a tierra que al realizar las mediciones se puede observar que cumple con las normativa legal vigente.

Tabla 7

Medición de puesta a tierra.

Medición de puesta a tierra

Ítem	Valor Ω
1	12.8 Ω

Fuente: Autores

Figura 43

Puesta a tierra tablero principal.



Fuente: Autores.

Figura 44

Medición de puesta a tierra.



Fuente: Autores

2.5. Diseño.

El diseño eléctrico de la institución será desarrollado con el objetivo de garantizar una distribución segura, eficiente y de acuerdo con las normas técnicas vigentes como la NEC y la NTE-INEN 2969-1.

2.5.1. Cálculo de Iluminación.

Mediante el análisis con el método de iluminación para interiores aplicando la norma NTE-INEN 2969-1, y en base a los datos obtenidos en el levantamiento de información, aplicando la Tabla 8 es posible proceder al cálculo de los niveles de iluminación requeridos en las instalaciones a intervenir.

Tabla 8

Nivel de iluminación por área.

N° ref.	Tipo de interior, tarea y actividad	Em lx
B.36.1	Aulas, aulas de tutoría	300
B.36.17	Áreas de circulación, pasillos	100
B.36.18	Escaleras	150
B.36.23	Almacenes de materiales de profesores	100

Fuente: Adaptada de norma NTE-INEN 2969-1.

2.5.1.1.Determinación del Tipo de Luminaria. Con el fin de definir el tipo de luminaria adecuada se llevó a cabo análisis e investigaciones pertinentes basados en las memorias técnicas de diversas marcas, tomando en cuenta la relación costo calidad. A partir del estudio realizado se concluyó que es recomendable el uso de lámparas led de la marca SYLVAVIA de la serie Toledo de 50 W con un flujo luminoso de 4500 lm y temperatura de color de 6500 K, como se muestra en la Figura

45

Figura 45

Datos de luminaria.

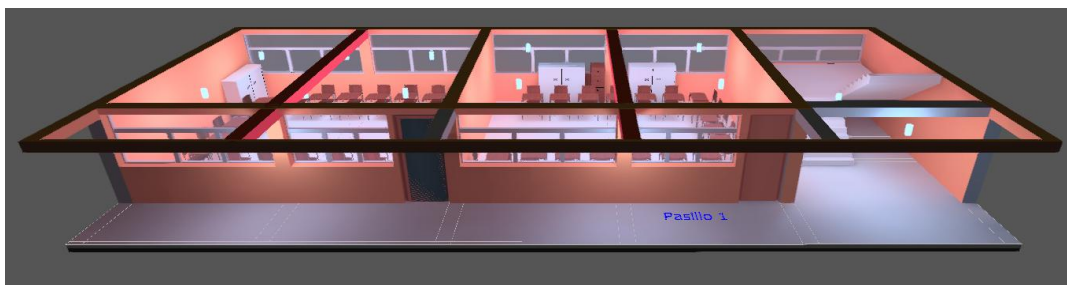
**ToLEDo High Wattage
Bombillo/Bombilla LED - Uso interior
Código / Code: P26571
Potencia / Power: 50W.
Tipo de fuente / Light source: LED.
Voltaje / Voltage: 100-240V~ 50/60Hz.
Flujo luminoso / Luminous flux: 4500 lm.
Eficacia / Efficiency: 90 lm/W.
Corriente / Current: 0.63A@120V.
Temp. de color / Color temp.: 6500K.
Factor de potencia / Power factor: 0.5.
IRC / CRI: $\geq 80\%$.
Temp. de operación /
Operating Temperature: $-20^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$.
Vida útil / Lifespan: 20.000h.**

Fuente: Autores.

2.5.1.2. Simulación de Iluminación en DIALux. Al ejecutar la simulación con los datos completos, se verifica que el circuito de iluminación correspondiente a la primera planta satisface los niveles de lux necesarios. En la Figura 46 se observa la simulación de la primera planta.

Figura 46

Simulación de iluminación primera planta en DIALux.



Fuente: Autores.

En la Figura 47 se observa los resultados obtenidos en la simulación.

Figura 47

Cálculo de iluminación primera planta.

▼	Cálculo de iluminación				
👁	▼	 Aula 1			■
👁	▼	 Plano útil (Aula 1)			■
	▶		469 lx	0.71	 ■
👁	▼	 Aula 2			■
👁	▼	 Plano útil (Aula 2)			■
	▶		471 lx	0.64	 ■
👁	▼	 Pasillo 1			■
👁	▼	 Plano útil (Pasillo 1)			■
	▶		200 lx	0.057	 ■

Fuente: Autores.

En la Figura 48 se observa la simulación de la segunda planta.

Figura 48

Simulación de iluminación segunda planta en DIALux.



Fuente: Autores.

En la Figura 49 se observa los resultados obtenidos en la simulación.

Figura 49

Cálculo de iluminación segunda planta.

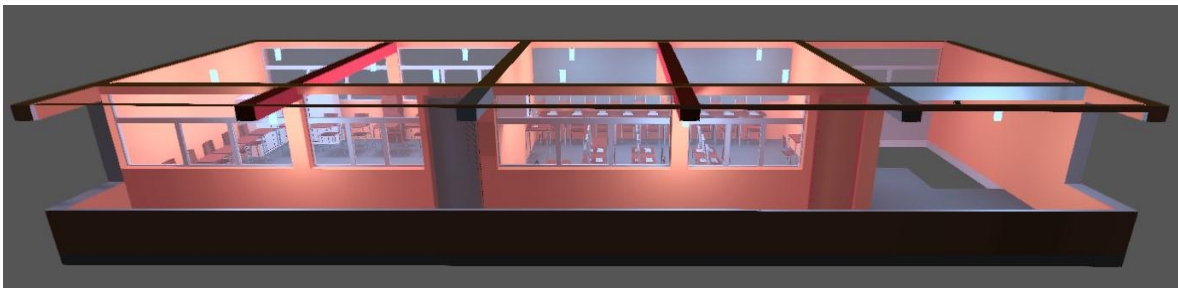
▼	Cálculo de iluminación			
👁	▼	🏠	Aula 3	■
👁	▼	📐	Plano útil (Aula 3)	■
	▶	🏠	400 lx	0.69
👁	▼	🏠	Aula 4	■
👁	▼	📐	Plano útil (Aula 4)	■
	▶	🏠	399 lx	0.61
👁	▼	🏠	Pasillo 2	■
👁	▼	📐	Plano útil (Pasillo 2)	■
	▶	🏠	254 lx	0.012

Fuente: Autores.

En la Figura 50 se observa la simulación de la segunda planta.

Figura 50

Simulación de iluminación tercera planta en DIALux.

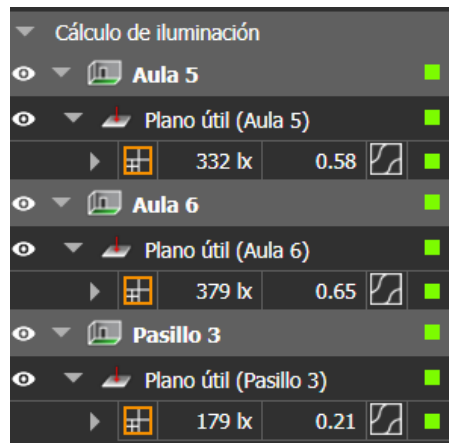


Fuente: Autores.

En la Figura 51 se observa los resultados obtenidos en la simulación.

Figura 51

Cálculo de iluminación tercera planta.



Fuente: Autores.

En la Tabla 9 observamos la cantidad de luminarias por planta de acuerdo con la simulación de DIALux

Tabla 9

Luminarias por planta.

Planta	Nº luminarias	Potencia total (W)
Primera	18	900
Segunda	17	850
Tercera	16	800

Fuente: Autores.

2.5.2. Diseño Sistema Eléctrico.

Para el diseño del sistema eléctrico se tomará en consideración las siguientes recomendaciones de la NEC.

Los circuitos de iluminación deben ser diseñados para alimentar una carga máxima de 15 amperios y no exceder de 15 puntos de iluminación. (Miduvi, 2018)

Los circuitos de tomacorrientes deben ser diseñados considerando salidas polarizadas (fase, neutro y tierra) para soportar una capacidad máxima de 20 amperios de carga por circuito y no exceder de 10 salidas. (Miduvi, 2018).

2.5.3. Diseño Sistema Eléctrico de Iluminación.

En la Tabla 10 observamos la distribución de circuitos que será implementados.

Tabla 10

Distribución de circuitos de iluminación.

Circuito	N° de luminarias	Área
Iluminación 1 (I1)	15	Aula 1, 2 y pasillo 1
Iluminación 2 (I2)	14	Aula 3, 4 y pasillo 2
Iluminación 3 (I3)	8	Escaleras todo el edificio
Iluminación 4 (I4)	14	Aula 5, 6 y pasillo 3

Fuente: Autores.

2.5.3.1. Cálculos Circuito Iluminación 1. En este apartado se realizarán los cálculos de potencia, corriente, protecciones, sección del conductor y la caída de voltaje, de acuerdo con la norma NEC utilizaremos el factor de demanda 0.7 que aplica en los circuitos de iluminación.

- Potencia total.

Datos:

Voltaje: 120 V

Potencia de luminaria: 50 W

Cantidad de luminarias: 15

Factor de demanda: 0.7

$$P_T = \text{cantidad de luminarias} * \text{potencia de luminarias} * FD. (1)$$

$$P_T = 15 * 50 \text{ W} * 0.7$$

$$P_T = 525 \text{ W}$$

- Corriente.

Datos:

Potencia: 525 W

Voltaje: 120 V

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

$$I = \frac{525 \text{ W}}{120 \text{ V}}$$

$$I = 4.38 \text{ A}$$

- Protecciones.

Datos:

Corriente: 4.38 A

Porcentaje de incremento de la corriente nominal: 125 %

$$I_p = I * 125 \% \quad (3)$$

$$I_p = 4.38 \text{ A} * 1.25$$

$$I_p = 5.48 \text{ A}$$

Por recomendación de la norma NEC se utilizará la protección de 16 A.

- Sección del conductor.

Datos:

Corriente: 5.48 A

Longitud del cable: 16 m.

ΔV : 3% del voltaje nominal 120 V = 3.6 V.

Conductividad del cobre a 30°: 54 m/Ω.mm²

$$S = \frac{2 * L * I}{\Delta V * C} \quad (4)$$

$$S = \frac{2 * 16 \text{ m} * 5.48 \text{ A}}{3.6 \text{ V} * 54 \text{ m}/\Omega.\text{mm}^2}$$

$$S = 0.90 \text{ mm}^2$$

La sección del conductor 0.90 mm² equivale aproximadamente a un conductor # 18 AWG, por recomendación de la normativa NEC se utilizar cable # 14 AWG que tiene una sección de 2.08 mm².

- Caída de voltaje.

Datos:

Corriente: 5.48 A

Voltaje: 120 V

Resistencia del conductor # 14 AWG: 10.2 Ω/km

Longitud del conductor: 0.016 km.

$$\Delta V = \frac{2 * I * R * L}{V} * 100\% \quad (5)$$

$$\Delta V = \frac{2 * 5.48 \text{ A} * 10.2 \Omega/\text{km} * 0.016 \text{ km}}{120 \text{ V}} * 100\%$$

$$\Delta V = 1.49 \%$$

2.5.3.2. Cálculos Circuito Iluminación 2. En este apartado se realizarán los cálculos de potencia, corriente, protecciones, sección del conductor y la caída de voltaje, de acuerdo con la norma NEC utilizaremos el factor de demanda 0.7 que aplica en los circuitos de iluminación.

- Potencia total.

Datos:

Voltaje: 120 V

Potencia de luminaria: 50 W

Cantidad de luminarias: 14

Factor de demanda: 0.7

$$P_T = \text{cantidad de luminarias} * \text{potencia de luminarias} * FD$$

$$P_T = 14 * 50 \text{ W} * 0.7$$

$$P_T = 490 \text{ W}$$

- Corriente.

Datos:

Potencia: 490 W

Voltaje: 120 V

$$I = \frac{P}{V}$$

$$I = \frac{490 \text{ W}}{120 \text{ V}}$$

$$I = 4.08 \text{ A}$$

- Protecciones.

Datos:

Corriente: 4.08 A

Porcentaje de incremento de la corriente nominal: 125 %

$$I_P = I * 125 \%$$

$$I_P = 4.08 \text{ A} * 1.25$$

$$I_p = 5.1 A$$

Por recomendación de la norma NEC se utilizará la protección de 16 A.

- Sección del conductor.

Datos:

Corriente: 5.1 A

Longitud del cable: 16 m.

ΔV : 3% del voltaje nominal 120 V = 3.6 V.

Conductividad del cobre a 30°: 54 m/ $\Omega \cdot mm^2$

$$S = \frac{2 * L * I}{\Delta V * C}$$

$$S = \frac{2 * 16 m * 5.1 A}{3.6 V * 54 m/\Omega \cdot mm^2}$$

$$S = 0.84 mm^2$$

La sección del conductor 0.84 mm² equivale aproximadamente a un conductor # 18 AWG, por recomendación de la normativa NEC se utilizar cable # 14 AWG que tiene una sección de 2.08 mm².

- Caída de voltaje.

Datos:

Corriente: 5.1 A

Voltaje: 120 V

Resistencia del conductor # 14 AWG: 10.2 Ω /km

Longitud del conductor: 0.016 km.

$$\Delta V = \frac{2 * I * R * L}{V} * 100\%$$

$$\Delta V = \frac{2 * 5.1 A * 10.2 \Omega/km * 0.016km}{120V} * 100\%$$

$$\Delta V = 1.38 \%$$

2.5.3.3. Cálculos Circuito Iluminación 3. En este apartado se realizarán los cálculos de potencia, corriente, protecciones, sección del conductor y la caída de voltaje, de acuerdo con la norma NEC utilizaremos el factor de demanda 0.7 que aplica en los circuitos de iluminación.

- Potencia total.

Datos:

Voltaje: 120 V

Potencia de luminaria: 50 W

Cantidad de luminarias: 8

Factor de demanda: 0.7

$$P_T = \text{cantidad de luminarias} * \text{potencia de luminarias} * FD$$

$$P_T = 8 * 50 W * 0.7$$

$$P_T = 280 W$$

- Corriente.

Datos:

Potencia: 280 W

Voltaje: 120 V

$$I = \frac{P}{V}$$

$$I = \frac{280 W}{120 V}$$

$$I = 2.33 A$$

- Protecciones.

Datos:

Corriente: 2.33 A

Porcentaje de incremento de la corriente nominal: 125 %

$$I_p = I * 125 \%$$

$$I_p = 2.33 \text{ A} * 1.25$$

$$I_p = 2.91 \text{ A}$$

Por recomendación de la norma NEC se utilizará la protección de 16 A.

- Sección del conductor.

Datos:

Corriente: 2.91 A

Longitud del cable: 20 m.

ΔV : 3% del voltaje nominal 120 V = 3.6 V.

Conductividad del cobre a 30°: 54 m/ Ω .mm²

$$S = \frac{2 * L * I}{\Delta V * C}$$

$$S = \frac{2 * 20 \text{ m} * 2.91 \text{ A}}{3.6 \text{ V} * 54 \text{ m}/\Omega. \text{ mm}^2}$$

$$S = 0.60 \text{ mm}^2$$

La sección del conductor 0.60 mm² equivale aproximadamente a un conductor # 18 AWG, por recomendación de la normativa NEC se utilizar cable # 14 AWG que tiene una sección de 2.08 mm².

- Caída de voltaje.

Datos:

Corriente: 2.91 A

Voltaje: 120 V

Resistencia del conductor # 14 AWG: 10.2 Ω /km

Longitud del conductor: 0.02 km.

$$\Delta V = \frac{2 * I * R * L}{V} * 100\%$$

$$\Delta V = \frac{2 * 2.91 \text{ A} * 10.2 \Omega/\text{km} * 0.02 \text{ km}}{120 \text{ V}} * 100\%$$

$$\Delta V = 0.99 \%$$

2.5.3.4. Cálculos Circuito Iluminación 4. En este apartado se realizarán los cálculos de potencia, corriente, protecciones, sección del conductor y la caída de voltaje, de acuerdo con la norma NEC utilizaremos el factor de demanda 0.7 que aplica en los circuitos de iluminación.

- Potencia total.

Datos:

Voltaje: 120 V

Potencia de luminaria: 50 W

Cantidad de luminarias: 14

Factor de demanda: 0.7

$$P_T = \text{cantidad de luminarias} * \text{potencia de luminarias} * 0.7$$

$$P_T = 14 * 50 \text{ W} * 0.7$$

$$P_T = 490 \text{ W}$$

- Corriente.

Datos:

Potencia: 490 W

Voltaje: 120 V

$$I = \frac{P}{V}$$

$$I = \frac{490 \text{ W}}{120 \text{ V}}$$

$$I = 4.08 \text{ A}$$

- Protecciones.

Datos:

Corriente: 4.08 A

Porcentaje de incremento de la corriente nominal: 125 %

$$I_p = I * 125 \%$$

$$I_p = 4.08 \text{ A} * 1.25$$

$$I_p = 5.1 \text{ A}$$

Por recomendación de la norma NEC se utilizará la protección de 16 A.

- Sección del conductor.

Datos:

Corriente: 5.1 A

Longitud del cable: 16 m.

ΔV : 3% del voltaje nominal 120 V = 3.6 V.

Conductividad del cobre a 30°: 54 m/ Ω .mm²

$$S = \frac{2 * L * I}{\Delta V * C}$$

$$S = \frac{2 * 16 m * 5.1 A}{3.6 V * 54 m/\Omega . mm^2}$$

$$S = 0.84 mm^2$$

La sección del conductor $0.84 mm^2$ equivale aproximadamente a un conductor # 18 AWG, por recomendación de la normativa NEC se utilizar cable # 14 AWG que tiene una sección de $2.08 mm^2$.

- Caída de voltaje.

Datos:

Corriente: 5.1 A

Voltaje: 120 V

Resistencia del conductor # 14 AWG: $10.2 \Omega/km$

Longitud del conductor: 0.016 km.

$$\Delta V = \frac{2 * I * R * L}{V} * 100\%$$

$$\Delta V = \frac{2 * 5.1 A * 10.2 \Omega/km * 0.016 km}{120V} * 100\%$$

$$\Delta V = 1.38 \%$$

En la Tabla 12 se muestra el resumen obtenidos de los cálculos de cada uno de los circuitos de iluminación.

Tabla 11*Resumen de cálculos de circuitos de iluminación.*

Circuito	Potencia (W)	Corriente (A)	Protecciones (A)	Calibre AWG	Caída de voltaje (%)
Iluminación 1	525	5,42	16	14	1,49
Iluminación 2	490	5,1	16	14	1,38
Iluminación 3	280	2,91	16	14	0,99
Iluminación 4	490	5,1	16	14	1,38

Fuente: Autores.**2.5.4. Diseño Sistema Eléctrico de Fuerza.**

En la Tabla 12 observamos la distribución de circuitos que será implementados.

Tabla 12*Distribución de circuitos de fuerza.*

Circuito	N° de tomacorrientes	Área
Fuerza 1 (F1)	10	Aula 1 y 2
Fuerza 2 (F2)	10	Aula 3 y 4
Fuerza 3 (F3)	10	Aula 5 y 6
Fuerza 4 (F4)	10	Aula 5, laboratorio de computación
Fuerza 5 (F5)	10	Aula 5, laboratorio de computación

Fuente: Autores.

2.5.4.1. Cálculos Circuito Fuerza 1. En este apartado se realizarán los cálculos de potencia, corriente, protecciones, sección del conductor y la caída de voltaje, de acuerdo con la norma NEC utilizaremos el factor de demanda 0.5 que aplica en los circuitos de fuerza.

- Potencia total.

Datos:

Voltaje: 120 V

Potencia de tomacorrientes: 200 W

Cantidad de tomacorrientes: 10

Factor de demanda 0.5

$$P_T = \text{cantidad de tomacorrientes} * \text{potencia de tomacorrientes} * 0.5 \quad (1)$$

$$P_T = 10 * 200 \text{ W} * 0.5$$

$$P_T = 1000 \text{ W}$$

- Corriente.

Datos:

Potencia: 1000 W

Voltaje: 120 V

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

$$I = \frac{1000 \text{ W}}{120 \text{ V}}$$

$$I = 8.33 \text{ A}$$

- Protecciones.

Datos:

Corriente: 8.33 A

Porcentaje de incremento de la corriente nominal: 125 %

$$I_p = I * 125 \% \quad (3)$$

$$I_p = 8.33 \text{ A} * 1.25$$

$$I_p = 10.41 \text{ A}$$

Por recomendación de la norma NEC se utilizará la protección de 20 A.

- Sección del conductor.

Datos:

Corriente: 10.41 A

Longitud del cable: 26 m.

ΔV : 3% del voltaje nominal 120 V = 3.6 V.

Conductividad del cobre a 30°: 54 m/ Ω .mm²

$$S = \frac{2 * L * I}{\Delta V * C} \quad (4)$$

$$S = \frac{2 * 26 \text{ m} * 10.41 \text{ A}}{3.6 \text{ V} * 54 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2}$$

$$S = 2.03 \text{ mm}^2$$

La sección del conductor 2.78 mm² equivale aproximadamente a un conductor # 12 AWG que tiene una sección de 3.31 mm², que cumple con la norma NEC

- Caída de voltaje.

Datos:

Corriente: 10.41 A

Voltaje: 120 V

Resistencia del conductor # 14 AWG: 6.52 Ω /km

Longitud del conductor: 0.026 km.

$$\Delta V = \frac{2 * I * R * L}{V} * 100\% \quad (5)$$

$$\Delta V = \frac{2 * 10.41 \text{ A} * 6.52 \text{ } \Omega/\text{km} * 0.026 \text{ km}}{120 \text{ V}} * 100\%$$

$$\Delta V = 2.94 \%$$

Para los circuitos de fuerza aplica los mismos datos para los 5 circuitos, en la Tabla 13 se muestra el resumen de los cálculos de los circuitos de fuerza.

Tabla 13

Resumen de cálculos de circuitos de fuerza.

Circuito	Potencia (W)	Corriente (A)	Protecciones (A)	Calibre AWG	Caída de voltaje (%)
Fuerza 1	1000	8,33	20	12	2,94
Fuerza 2	1000	8,33	20	12	2,94
Fuerza 3	1000	8,33	20	12	2,94
Fuerza 4	1000	8,33	20	12	2,94
Fuerza 5	1000	8,33	20	12	2,94

Fuente: Autores.

2.5.5. Cálculos Acometidas.

En este apartado se realizarán los cálculos de potencia, corriente, protecciones, sección del conductor y la caída de voltaje de la acometida.

- Potencia total.

Datos:

Iluminación 1: 525 W

Iluminación 2: 490 W

Iluminación 3: 280 W

Iluminación 4: 490 W

Fuerza 1 - 5: 5000 W

$$P_T = I1 + I2 + I3 + I4 + I5 + F1 + F2 + F3 + F4 + F5 \text{ (1)}$$

$$P_T = 525 + 490 + 280 + 490 + 1000 + 1000 + 1000 + 1000 + 1000$$

$$P_T = 6785 \text{ W}$$

- Corriente.

Datos:

Potencia: 6875 W

Voltaje: 120 V

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

$$I = \frac{6875 \text{ W}}{120 \text{ V}}$$

$$I = 56.54 \text{ A}$$

- Protecciones.

Datos:

Corriente: 56.54 A

Porcentaje de incremento de la corriente nominal: 125 %

$$I_p = I * 125 \% \text{ (3)}$$

$$I_p = 56.54 \text{ A} * 1.25$$

$$I_p = 70.67 \text{ A}$$

De acuerdo con los valores comerciales se elige un breaker de 70 A

- Sección del conductor.

Datos:

Corriente: 70 A

Longitud del cable: 6 m.

ΔV : 3% del voltaje nominal 120 V = 3.6 V.

Conductividad del cobre a 30°: 54 m/ Ω .mm²

$$S = \frac{2 * L * I}{\Delta V * C} \quad (4)$$

$$S = \frac{2 * 6 \text{ m} * 70 \text{ A}}{3.6 \text{ V} * 54 \text{ m}/\Omega. \text{ mm}^2}$$

$$S = 7.20 \text{ mm}^2$$

La sección del conductor 4.32 mm² equivale aproximadamente a un conductor # 10 AWG, pero para evitar caídas de voltaje superiores al 2 % se elige el conductor # 8 AWG con un sección de 8.37 mm².

- Caída de voltaje.

Datos:

Corriente: 70 A

Voltaje: 120 V

Resistencia del conductor # 8 AWG: 2.559 Ω /km

Longitud del conductor: 0.006 km.

$$\Delta V = \frac{2 * I * R * L}{V} * 100\% \quad (5)$$

$$\Delta V = \frac{2 * 70 \text{ A} * 2.559 \Omega/\text{km} * 0.006 \text{ km}}{120 \text{ V}} * 100\%$$

$$\Delta V = 1.79 \%$$

2.5.6. Diseño Sistema de Puesta a Tierra.

De acuerdo con la norma IEEE 80 para sistemas eléctricos convencionales el sistema de puesta a tierra debe tener un valor de $25\ \Omega$, en la medición realizada se muestra un valor de puesta a tierra de $12.8\ \Omega$ que cumple con la normativa legal vigente.

En la Figura 52 se muestra el valor de medición de puesta a tierra obtenido.

Figura 52

Medición de puesta a tierra.



Fuente: Autores

2.5.7. Diagramas Eléctricos.

Los diagramas eléctricos se presentarán en el apartado de Anexos A.

CAPÍTULO III

DESARROLLO, IMPLEMENTACIÓN Y RESULTADOS DEL PROYECTO TÉCNICO.

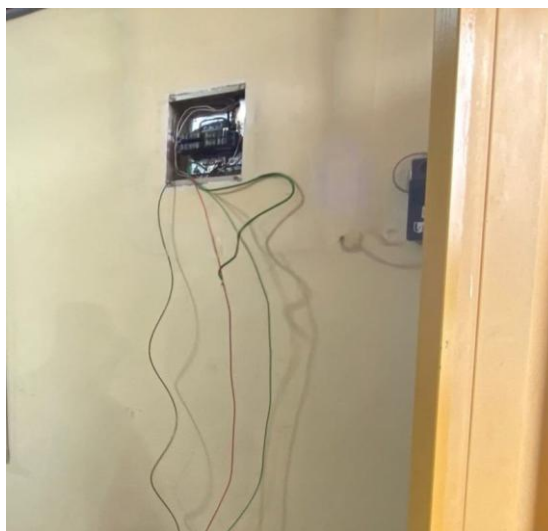
3.1. Implementación Circuitos de Iluminación y Fuerza.

En este apartado se presenta el proceso de la implementación de los circuitos de iluminación y fuerza realizados en bloque de aulas de Educación Básica de la Escuela Luz Emilia Saá.

En la Figura 53 se observa el cableado de los circuitos de iluminación.

Figura 53

Cableado en las cajas de distribución.



Fuente: Autores.

En la Figura 54 se observa el cableado de los circuitos de iluminación.

Figura 54

Cableado circuitos de iluminación.



Fuente: Autores

En la Figura 55 se observa la instalación de boquillas.

Figura 55

Instalación de boquillas.



Fuente: Autores.

En la Figura 56 se observa la instalación de un interruptor.

Figura 56

Instalación de interruptor.



Fuente: Autores.

En la Figura 57 se observa el proceso de cableado de los circuitos de fuerza.

Figura 57

Cableado circuitos de fuerza.



Fuente: Autores.

En la Figura 58 se observa la instalación de un tomacorriente.

Figura 58

Instalación de tomacorriente.



Fuente: Autores.

3.2. Resultado de la Implementación.

En este apartado se muestra los resultados finales de la implementación de los circuitos de iluminación y fuerza realizados en bloque de aulas de Educación Básica de la Escuela Luz Emilia Saá.

En la Figura 59 se observa el resultado de la instalación y funcionamiento del circuito de iluminación del aula 2, las aulas 1, 3, 4, 5 y 6 que son de las mismas características.

Figura 59

Circuito de iluminación aulas 1, 2, 3, 4, 5 y 6.



Fuente: Autores.

En la Figura 60 se observa el resultado de la instalación y funcionamiento del circuito de iluminación de la primera planta, donde se observa el aula 1 y 2 y el pasillo 1.

Figura 60

Circuitos de iluminación primera planta.



Fuente: Autores.

En la Tabla 14 se muestra los valores de las mediciones de luxes de la primera planta, los cuales cumplen con la normativa NTE-INEN-2249.

Tabla 14*Medición de luxes primera planta.*

Punto de medición	Valor (lx)		
	Aula 1	Aula 2	Pasillo 1
P1	310	300	120
P2	290	290	250
P3	360	350	130
P4	290	280	310
P5	300	310	180
Promedio	310	306	198

Fuente: Autores.

En la Tabla 15 se muestra los valores de las mediciones de luxes de la segunda planta, los cuales cumplen con la normativa NTE-INEN-2249.

Tabla 15*Medición de luxes segunda planta.*

Punto de medición	Valor (lx)		
	Aula 3	Aula 4	Pasillo 2
P1	330	300	110
P2	290	280	240
P3	290	290	140
P4	360	360	300
P5	290	300	170
Promedio	312	306	192

Fuente: Autores.

En la Tabla 16 se muestra los valores de las mediciones de luxes de la tercera planta, los cuales cumplen con la normativa NTE-INEN-2249.

Tabla 16

Medición de luxes tercera planta.

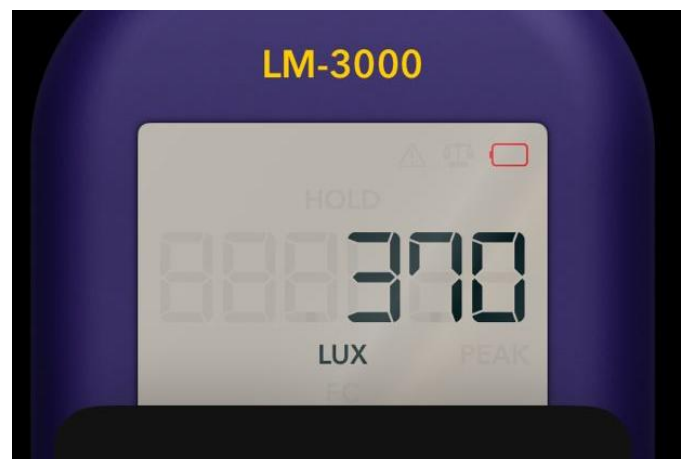
Punto de medición	Valor (lx)		
	Aula 5	Aula 6	Pasillo 3
P1	290	310	100
P2	300	330	260
P3	370	290	110
P4	360	350	300
P5	270	290	170
Promedio	318	314	188

Fuente: Autores.

En la Figura 61 se muestra el valor de la medición de luxes en las aulas.

Figura 61

Valor de medición de luxes en aulas.



Fuente: Autores.

En la Figura 62 se muestra el valor de la medición de luxes en los pasillos.

Figura 62

Valor de medición de luxes en pasillos.



Fuente: Autores.

En la Figura 63 se muestra el resultado de la instalación de un interruptor.

Figura 63

Nuevo interruptor doble instalado.

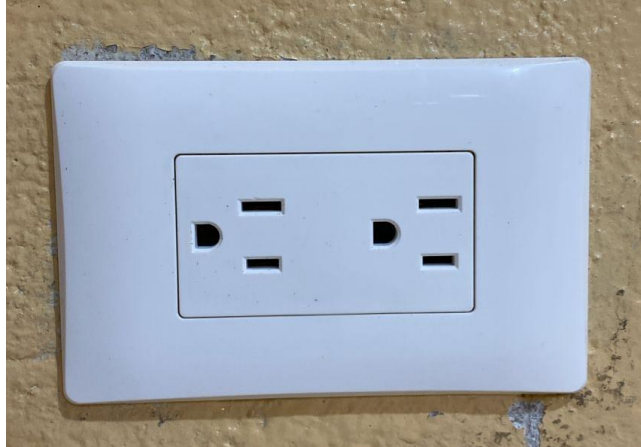


Fuente: Autores.

En la Figura 64 se muestra el resultado de la instalación de un tomacorriente.

Figura 64

Nuevo tomacorriente instalado.



Fuente: Autores.

En la Figura 65 se muestra el valor de voltaje del tablero de distribución principal.

Figura 65

Valor de voltaje tablero principal.



Fuente: Autores.

En la figura 66 se muestra el valor de voltaje en el punto más lejano del circuito.

Figura 66

Valor de voltaje punto más lejano del circuito.



Fuente: Autores.

En la Tabla 17 se muestra los valores de caída de voltaje, ya que los valores obtenidos de 0.89 % a 1.3 % se mantienen por debajo del 3 % permitido.

Tabla 17

Valores de caída de voltaje.

Punto de medición	Caída de voltaje (V).	Caída de voltaje (%).
Tablero de distribución principal	112,1	0
Tablero de distribución primera planta	111,7	0,35%
Tomacorriente primera planta	111,5	0,53%
Tablero de distribución segunda planta	111,4	0,62%
Tomacorriente segunda planta	111,1	0,89%
Tablero de distribución tercera planta	110,7	1,24%
Tomacorriente tercera planta	110,6	1,33%

Fuente: Autores.

CAPITULO IV

4.1. Conclusiones.

- La evaluación inicial de las instalaciones eléctricas del bloque de aulas de Educación Básica de la Escuela Fiscal Mixta Luz Emilia Saá puso en evidencia serias deficiencias, luminarias fluorescentes en mal estado, tomacorrientes deteriorados, fallas en interruptores y carencia de puesta a tierra en varios tableros secundarios. Estas condiciones representaban un riesgo considerable para docentes y estudiantes, lo que justificó la necesidad inmediata de repotenciar el sistema.
- El diseño eléctrico, basado en las normas NEC y NTE INEN 2969-1, considero la redistribución de circuitos eléctricos, la selección de luminarias LED, los cálculos luminotécnicos realizados en DIALux y la elaboración de diagramas eléctricos en AutoCAD. De esta forma se garantizó el cumplimiento de los niveles de iluminancia exigidos en aulas y pasillos, mejorando a la vez la eficiencia energética.
- La instalación de nuevos circuitos de iluminación y fuerza, el reemplazo de luminarias, tomacorrientes e interruptores en mal estado, garantizo la disponibilidad de un sistema eléctrico seguro y confiable. Las mediciones finales confirmaron que los niveles de iluminancia en las aulas están entre 310–318 luxes, que la caída de voltaje en los puntos más alejados no superó el 1,33 %, parámetros con los que se garantiza el cumplimiento de la normativa legal vigente.
- El sistema eléctrico actual cumple con los estándares técnicos vigentes, garantizando comodidad visual, eficiencia energética y seguridad para docentes y estudiantes, se eliminó el riesgo eléctrico existente y se optimizó significativamente el entorno escolar para el desarrollo adecuado de las actividades educativas.

4.2. Recomendaciones.

- Establecer un plan de mantenimiento preventivo con una frecuencia de al menos un periodo académico, que incluya la inspección y revisión de luminarias LED, tomacorrientes, interruptores, tableros de distribución eléctricos y sistema de puesta a tierra, con el fin de prolongar la vida útil de la instalación eléctricas y minimizar fallas inesperadas.
- Desarrollar un plan de capacitación básica en seguridad y operación eléctrica dirigidas a docentes, orientadas a reconocer fallas a tiempo y garantizar el uso adecuado de las instalaciones.
- Mantener actualizados los planos eléctricos, con el fin de facilitar mantenimientos preventivos, correctivos y futuras intervenciones técnicas.
- Se recomienda al ISTER fomentar la participación de estudiantes que requieran desarrollar proyectos de titulación, en otras aulas que aún requieren intervención, contribuyendo así al bienestar integral de la comunidad educativa.

Bibliografía.

Electrocables. (2025). *Conductores Eléctricos*.

[Http://Www.Electrocable.Com/Index.Php/Es/Categorias-Productos/Construccion/Cobre.Html](http://Www.Electrocable.Com/Index.Php/Es/Categorias-Productos/Construccion/Cobre.Html).

Google Maps. (2025). [https://Www.Google.Com/Maps/@-0.5060658,-](https://Www.Google.Com/Maps/@-0.5060658,-78.5547277,3016m/Data=!3m1!1e3?Entry=ttu&g_ep=EgoyMDI1MDYyOS4wIKXMDSO)

[78.5547277,3016m/Data=!3m1!1e3?Entry=ttu&g_ep=EgoyMDI1MDYyOS4wIKXMDSOASAFQAw%3D%3D](https://Www.Google.Com/Maps/@-0.5060658,-78.5547277,3016m/Data=!3m1!1e3?Entry=ttu&g_ep=EgoyMDI1MDYyOS4wIKXMDSOASAFQAw%3D%3D).

Miduvi. (2018). *NEC Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-SB-IE INSTALACIONES ELECTRICAS*.

Mullo Pallo, M. E. (2022). “*Desarrollo de un método para estimar las condiciones actuales de los sistemas eléctricos en los bloques beta, gamma, delta del Instituto Superior Tecnológico María Natalia Vaca - Sede Secap Zona 3 para el rediseño de las instalaciones eléctricas*”.
<https://Repositorio.Utc.Edu.Ec/Items/87b1370e-2c70-4afc-9d8b-672f96fbb750>.

Parra Martínez, D. E. (2021). *Repotenciación del sistema eléctrico de las aulas 7, 8 y 9 de la ESFOT*. <https://Bibdigital.Epn.Edu.Ec/Handle/15000/21919>.

Pérez Santafé, S. A. (2022). *Implementación de un nuevo sistema de iluminación y alimentación eléctrica para el laboratorio 15 de la ESFOT: sistema de distribución eléctrica*.
<https://Bibdigital.Epn.Edu.Ec/Handle/15000/22757>.

Reyes Pacheco, J. A. (2020). *Rediseño de las instalaciones eléctricas para el estadio de Nayón y el estadio de Inchapicho*. <https://Bibdigital.Epn.Edu.Ec/Handle/15000/21279?Locale=de>.

Schneider Electric. (2025a). *Centros de carga QOL | Schneider Electric Colombia*.

<https://Www.Se.Com/Co/Es/Product-Range/161146125-Centros-de-Carga-Qol/?Parent->

Subcategory-Id=88375&filter=business-5-Sistemas-de-Instalaci%C3%B3n-y-Control#products.

Schneider Electric. (2025b). *Interruptores termomagnéticos QO* | *Schneider Electric Colombia*.

[https://www.se.com/co/es/Product-Range/7229-Interruptores-](https://www.se.com/co/es/Product-Range/7229-Interruptores-Termomagn%C3%A9ticos-Qo/?Parent-Subcategory-Id=4290&filter=business-5-Sistemas-de-Instalaci%C3%B3n-y-Control#products)

[Termomagn%C3%A9ticos-Qo/?Parent-Subcategory-Id=4290&filter=business-5-Sistemas-de-Instalaci%C3%B3n-y-Control#products.](https://www.se.com/co/es/Product-Range/7229-Interruptores-Termomagn%C3%A9ticos-Qo/?Parent-Subcategory-Id=4290&filter=business-5-Sistemas-de-Instalaci%C3%B3n-y-Control#products)

Veto. (2025a). *Conmutadores archivos* - *Veto Electric*. <https://vetolectric.com/Categoria-Producto/Premium/Conmutadores-Premium/>.

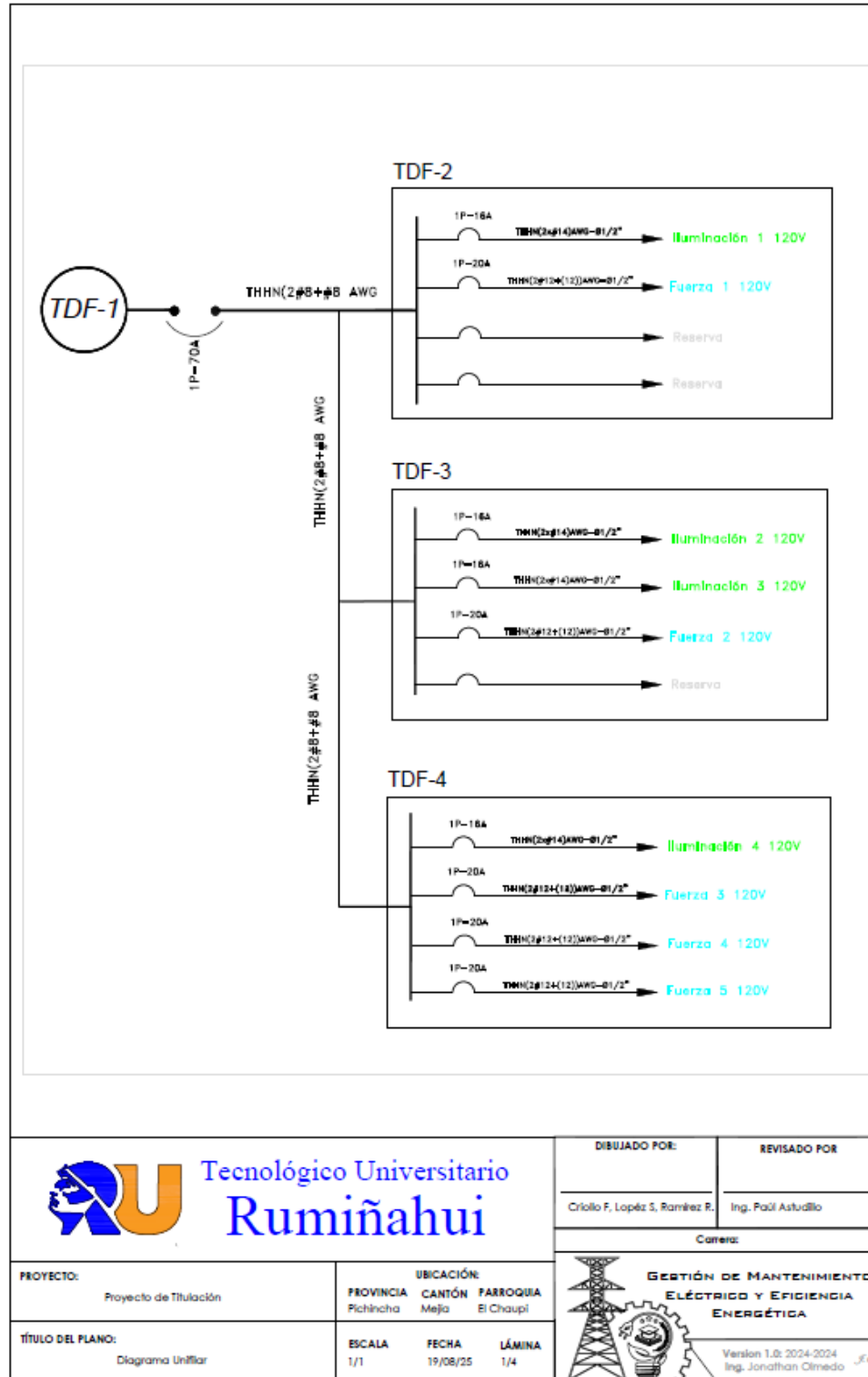
Veto. (2025b). *Interruptores / Apagadores archivos* - *Veto Electric*.

[https://vetolectric.com/Categoria-Producto/Premium/Interruptores-Apagadores-Premium/Page/1/?La_doing_ajax=true.](https://vetolectric.com/Categoria-Producto/Premium/Interruptores-Apagadores-Premium/Page/1/?La_doing_ajax=true)

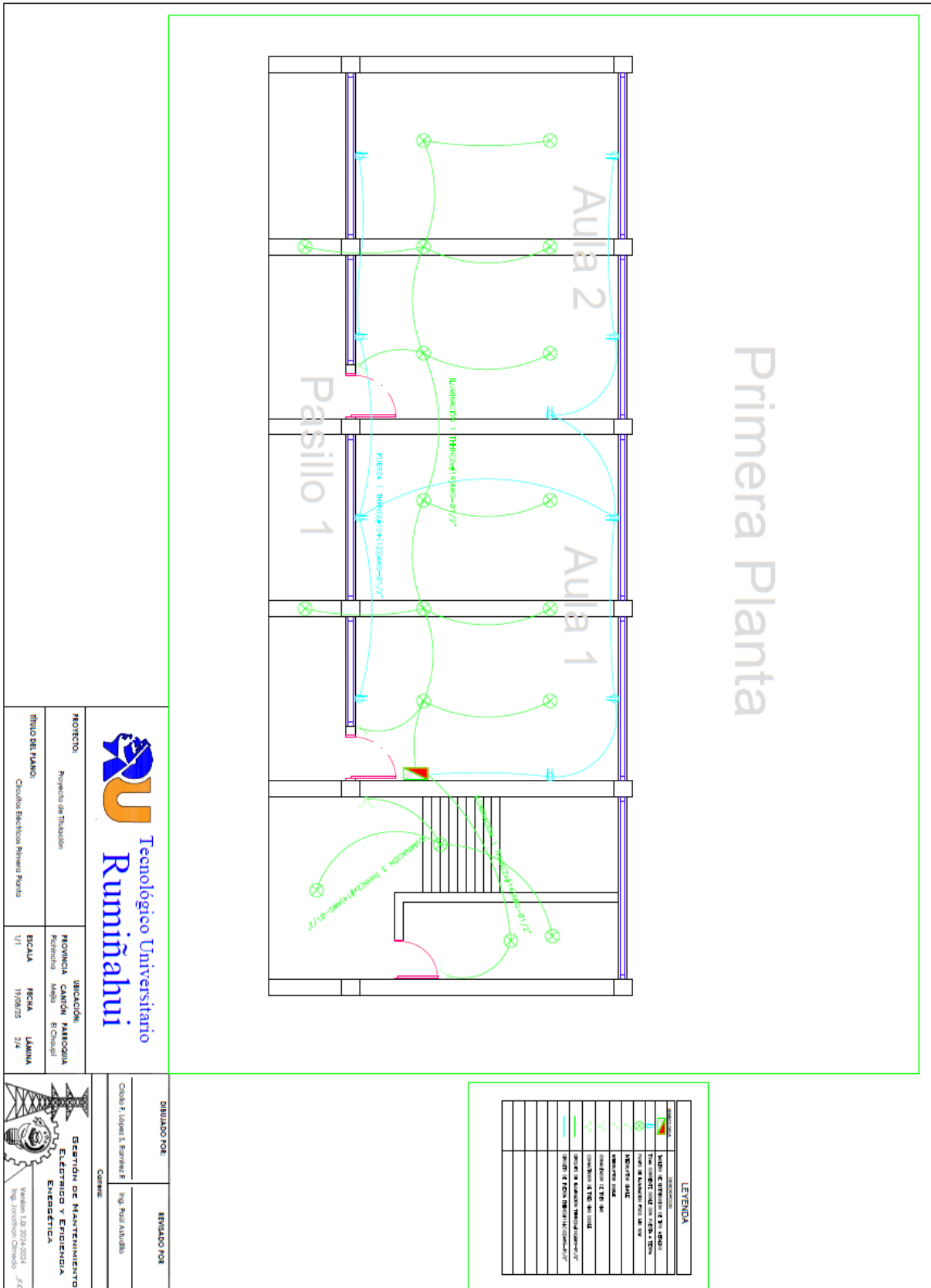
Veto. (2025c). *Tomacorrientes archivos* - *Veto Electric*. <https://vetolectric.com/Categoria-Producto/Premium/Tomacorrientes-Premium/>.

Anexos.

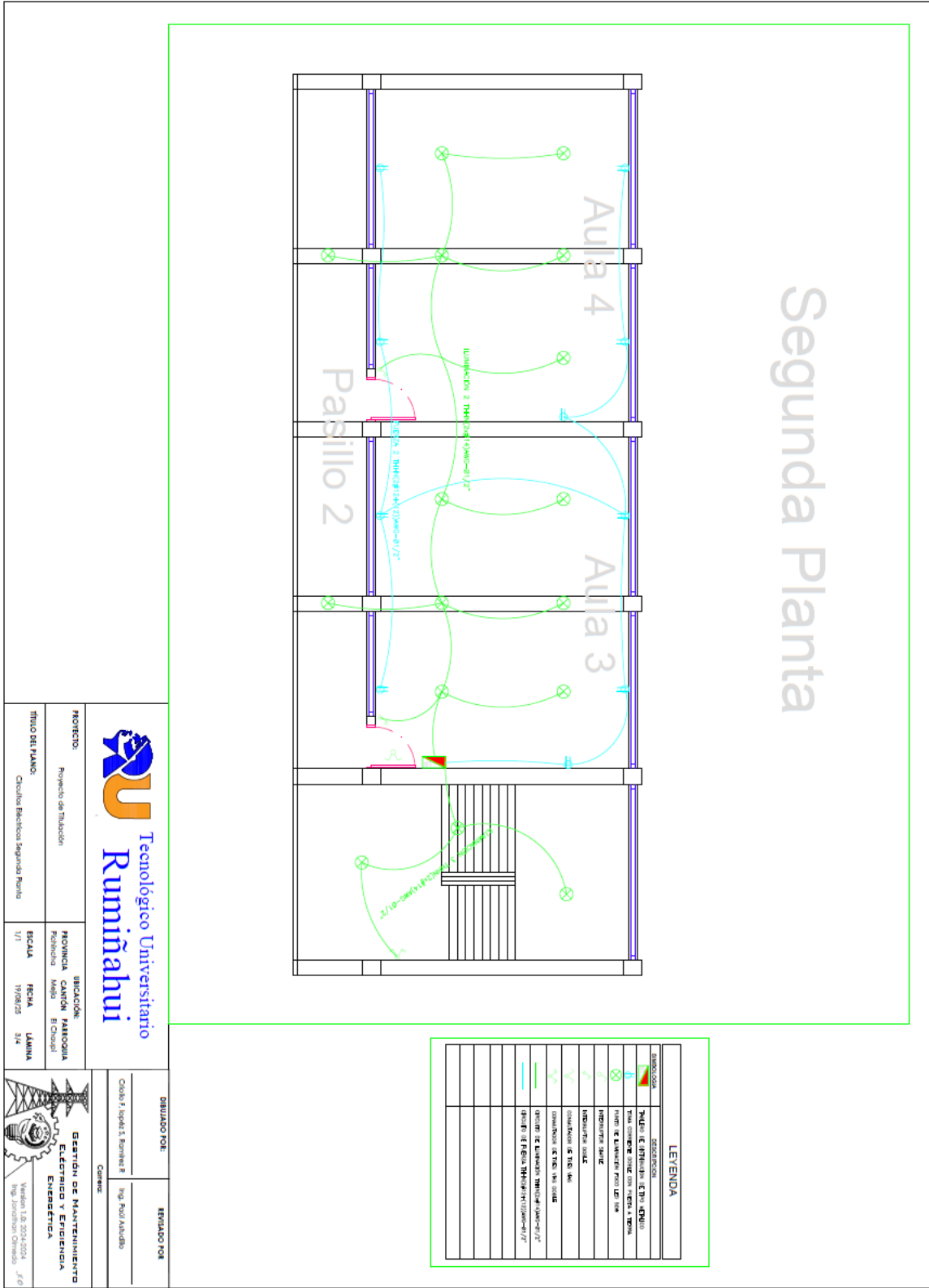
Anexo A Diagramas Unifilar.



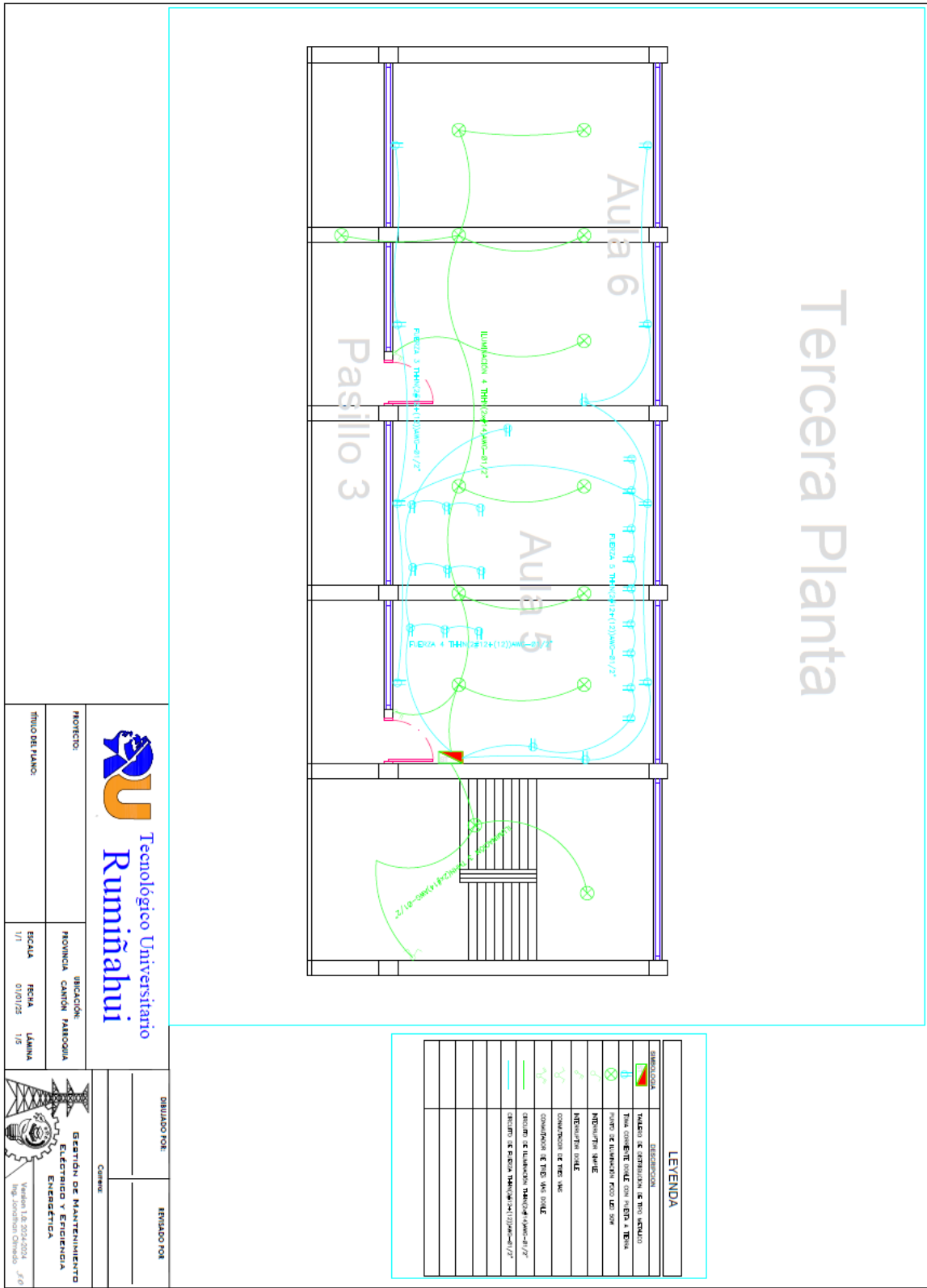
Anexo B Plano Eléctrico Primera Planta.



Anexo C Plano Eléctrico Segunda Planta.



Anexo D Plano Eléctrico Tercera Planta.



Anexo E Acta de Entrega Recepción de Proyecto.



Ministerio de Educación

**ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA
LUZ EMILIA SAA**

PICHINCHA-MEJÍA-EL CHAUPÍ Telf. 023674160 AMIE 17H02303

El Chaupi 15 de agosto del 2025

CERTIFICADO

A petición verbal de la parte interesada en debida y legal forma.

Yo, Diana Emperatriz Ordoñez Placencia, con C.I. 1104214018, en calidad de Directora de la Escuela de Educación Básica Luz Emilia Saá, ubicada en la Parroquia de El Chaupi, Cantón Mejía, Provincia Pichincha, por medio del presente deixo en constancia que los señores y señorita:

CRIOLLO GERMAN FRANKLIN WLADIMIR C.I. 1721899514

LOPEZ SALAZAR SOLANGE CRISTINA C.I. 1718371071

RAMIREZ CHUQUITARCO RICARDO VINICIO C.I. 1805057153

Estudiantes del Instituto Tecnológico Superior "Rumiñahui", de la Carrera Gestión de Mantenimiento Eléctrico y Eficiencia Energética culminaron el Proyecto de Titulación: **"Repotenciar el Sistema Eléctrico del Bloque de aulas de Educación Básica de la Escuela Fiscal Mixta Luz Emilia Saá ubicada en la Parroquia de El Chaupi"**, habiendo cumplido fielmente a la propuesta y características ofertadas, sin contratiempos y a cabalidad.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad permitiendo al interesado hacer uso del presente en lo que creyere conveniente dentro de los límites legales.

Atentamente,


Mgs. Diana Ordoñez
DIRECTORA
escuela.luzemiliasaa@gmail.com

