

Pregrado

Carrera: Electricidad

Asignatura (UIC):

Trabajo de titulación previo a la obtención del

Título en: tecnólogo superior en electricidad

Tema:

**REDISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE ILUMINACIÓN Y
CIRCUITOS DE FUERZA EN 9 AULAS DE LA
UNIDAD EDUCATIVA LUZ EMILIA SAA UBICADA
EN EL CANTÓN MEJIA, PROVINCIA DE PICHINCHA.**

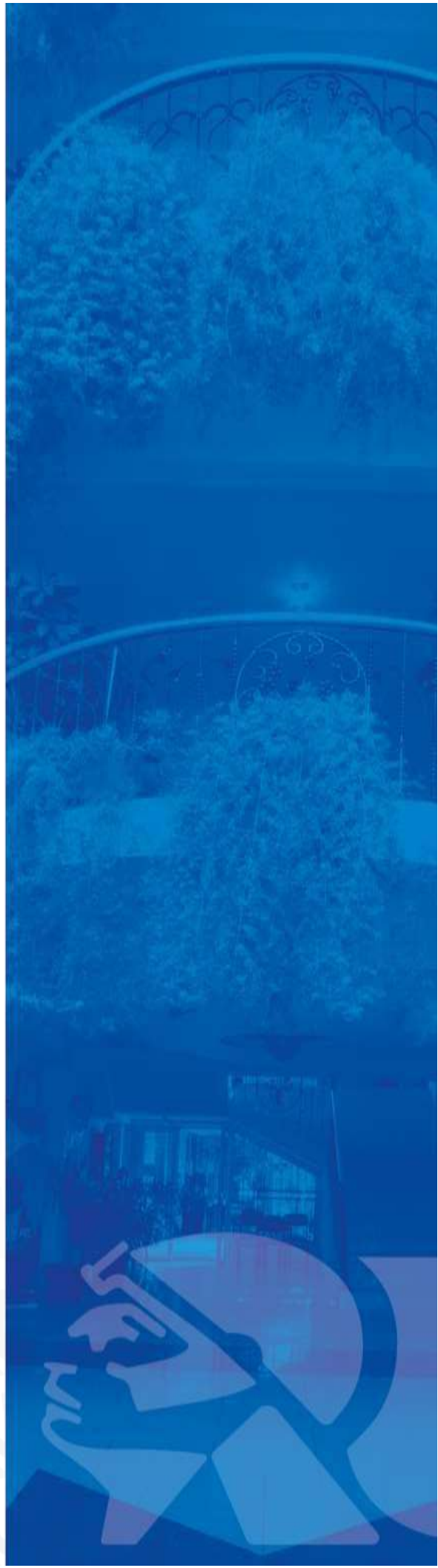
Autor/s: Franco Alvarado Vicente Johnny

Recalde Simbaña Washington Alcides

Torres Lucin Víctor Efrén

Tutor metodológico: Andagoya Alba Luis Daniel.

Sangolquí, febrero del 2025





Autores: Franco Alvarado Vicente Jhonny

Título a obtener: tecnólogo superior en electricidad

Matriz: Sangolquí -Ecuador

Correo electrónico: vicente1985franco@gmail.com



Washington Alcides Recalde Simbaña

Título a obtener: tecnólogo superior en electricidad

Matriz: Sangolquí -Ecuador

Correo electrónico: washington.recalte@ister.edu.ec



Víctor Efrén Torres Lucín

Título a obtener: tecnólogo superior en electricidad

Matriz: Sangolquí -Ecuador

Correo electrónico: victor.torres@ister.edu.ec



Dirigido por: Andagoya Alba Luis Daniel

Título: Master en Integración de la Energía Renovable en el Sistema Eléctrico/ Ingeniero Eléctrico.

Matriz: Sangolquí -Ecuador

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

Todos los derechos reservados.

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

©2024 Tecnológico Universitario

Rumiñahui SANGOLQUÍ – ECUADOR

Franco Alvarado Vicente Jhonny

Washington Alcides Recalde Simbaña

Víctor Efrén Torres Lucín.

REDISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE ILUMINACIÓN Y CIRCUITOS DE FUERZA EN 9
AULAS DE LA UNIDAD EDUCATIVA LUZ EMILIA SAA UBICADA EN EL CANTÓN
MEJIA, PROVINCIA DE PICHINCHA.



CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2025-ISTER-2-2.2

Sangolquí, 14 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 **FRANCO ALVARADO VICENTE JHONNY** declaro y acepto en forma expresa lo siguiente: Ser autor del trabajo de titulación denominado **REDISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE ILUMINACIÓN Y CIRCUITOS DE FUERZA EN 9 AULAS DE LA UNIDAD EDUCATIVA LUZ EMILIA SAA UBICADA EN EL CANTÓN MEJIA, PROVINCIA DE PICHINCHA**, 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,

Vicente Franco A

FRANCO ALVARADO VICENTE JHONNY
C.I.: 0921856811

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



SOLICITUD DE PUBLICACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2025-ISTER-4

Sangolquí, 14 de marzo del 2025

Sres.-

INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE UNIVERSITARIO

Por medio de la presente yo FRANCO ALVARADO VICENTE JHONNY con C.I.: 0921856811 alumno de la Carrera de 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,

Vicente Franco A

Firma del Estudiante

FRANCO ALVARADO VICENTE JHONNY

C.I.: 0921856811

MATRIZ SANGOLQUÍ: Av. Atahualpa 1701 y 8 de Febrero

Telf: 0960052734 / 023524576 / 022331628

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



CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2025-ISTER-2-2.2

Sangolquí, 14 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, Washington Alcides Recalde Simbaña declaro y acepto en forma expresa lo siguiente: Ser autor del trabajo de titulación denominado Rediseño e implementación de iluminación y circuitos de fuerza en 9 aulas de la unidad educativa Luz Emilia Saa ubicada en el cantón Mejía de la Provincia de Pichincha, 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,

Washington Alcides Recalde Simbaña
C.I.: 1709489924

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



SOLICITUD DE PUBLICACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2025-ISTER-4

Sangolquí, (día) de (mes) del 2025

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

Presente

Yo Washington Alcides Recalde Simbaña, con C.I.: 1709489924 alumno de la Carrera de 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
Washington Alcides Recalde Simbaña
C.I.:1709489924

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



CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2025-ISTER-2-2.2

Sangolquí, 14 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 VICTOR EFRÉN TORRES LUCÍN declaro y acepto en forma expresa lo siguiente: Ser autor del trabajo de titulación denominado REDISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE ILUMINACIÓN Y CIRCUITOS DE FUERZA EN 9 AULAS DE LA UNIDAD EDUCATIVA LUZ EMILIA SAA UBICADA EN EL CANTÓN MEJÍA, PROVINCIA DE PICHINCHA, 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,

Víctor Efrén Torres Lucín
C.I.: 0928504380

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



SOLICITUD DE PUBLICACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2025-ISTER-4

Sangolquí, 14 de marzo del 2025

Sres.-

INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE UNIVERSITARIO

Presente

Yo... VICTOR EFRÉN TORRES LUCÍN con C.I.: 0928504380 alumno de la Carrera de 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
Victor Torres Lucin
C.I.: 0928504380

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:
TECNOLOGIA SUPERIOR EN ELECTRICIDAD
AUTOR/ES:

Franco Alvarado Vicente Johnny
Recalde Simbaña Washington Alcides
Torres Lucin Víctor Efrén

ANDAGOYAALBALUIS DANIEL
TUTOR (METODOLÓGICO Y ACADÉMICO):

CONTACTO ESTUDIANTE:
0969262409
0998532472
0986319951

CORREO ELECTRÓNICO:
vicente.franco@ister.edu.ec
washington.recalte@ister.edu.ec
victor.torres@ister.edu.ec

TEMA:

REDISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE ILUMINACIÓN Y CIRCUITOS
DE FUERZA EN 9 AULAS DE LA UNIDAD EDUCATIVA LUZ EMILIA SAA
UBICADA EN EL CANTON MEJIA DE LA PROVINCIA DE PICHINCHA.

OPCIÓN DE TITULACIÓN:

PROYECTO DE TITULACION

MATRIZ SANGOLQUÍ: Av. Atahualpa 1701 y 8 de Febrero
Telf: 0960052734 / 023524576 / 022331628
0000 www.ister.edu.ec / Info@ister.edu.ec



RESUMEN

El presente proyecto aborda las deficiencias eléctricas en la Unidad Educativa Luz Emilia Saà, ubicada en El Chaupi, cantón Mejía, donde se han detectado breakers en mal estado, cajas de conexiones deterioradas y fallos en el cableado, comprometiendo la seguridad y el correcto desarrollo de las actividades académicas. Ante esta problemática, se propuso el rediseño e implementación de circuitos eléctricos de iluminación y fuerza para optimizar el suministro de energía en nueve aulas. Se realizó un diagnóstico exhaustivo para identificar las áreas críticas y determinar las necesidades energéticas. A partir de ello, se diseñó un sistema eléctrico cumpliendo con las normativas de seguridad vigentes, como la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC). La implementación incluyó la instalación de dispositivos de protección contra sobrecargas y anomalías eléctricas, reduciendo riesgos y garantizando un entorno seguro. Para mejorar la calidad lumínica, se utilizó el software Dialux, permitiendo una distribución eficiente de la iluminación en las aulas. Asimismo, se optimizó la distribución de energía, logrando un consumo más eficiente y reduciendo costos operativos. Como resultado, la institución contará ahora con un sistema eléctrico renovado y seguro, alineado con estándares de calidad. Esta modernización establece una base sólida para el desarrollo académico, asegurando condiciones óptimas de aprendizaje y bienestar para la comunidad educativa. El proyecto manifiesta el trabajo institucional con la seguridad y la eficiencia energética, garantizando una infraestructura moderna y funcional que favorece el crecimiento educativo.

Palabras clave: Implementación, sistema eléctrico, circuitos, iluminación, fuerza, sobrecarga, protección, NEC.

MATRIZ SANGOLQUÍ: Av. Atahualpa 1701 y 8 de Febrero
Telf: 0960052734 / 023524576 / 022331628
0000 www.lster.edu.ec / Info@lster.edu.ec



ABSTRACT

This project addresses the electrical deficiencies at Unidad Educativa Luz Emilia Saà, located in El Chaupi, Cantón Mejía, where malfunctioning breakers, deteriorated connection boxes, and faulty wiring have been detected, compromising safety and the proper development of academic activities. In response to this issue, the redesign and implementation of electrical circuits for lighting and power were proposed to optimize the energy supply in nine classrooms.

A comprehensive assessment was conducted to identify critical areas and determine energy requirements. Based on this analysis, an electrical system was designed in compliance with current safety regulations, such as the Ecuadorian Construction Code (NEC). The implementation included the installation of protective devices against overloads and electrical anomalies, reducing risks and ensuring a secure environment.

To enhance lighting quality, the Dialux software was utilized, enabling efficient distribution of illumination in classrooms. Additionally, energy distribution was optimized, improving efficiency and reducing operational costs.

As a result, the institution now has a renovated and safe electrical system, aligned with quality standards. This modernization establishes a solid foundation for academic development, ensuring optimal learning conditions and well-being for the educational community.

MATRIZ SANGOLQUÍ: Av. Atahualpa 1701 y 8 de Febrero
Telf: 0960052734 / 023524576 / 022331628
0000 www.lster.edu.ec / Info@lster.edu.ec

This project reflects the institutional commitment to safety and energy efficiency, providing a modern and functional infrastructure that supports educational growth.

Keywords: Implementation, electrical system, circuits, lighting, force, overload, protection, NEC.



Firma del Estudiante

Nombre del Estudiante: Franco Alvarado Vicente Johnny

C.I.: 0921856811



Firma del Estudiante

Nombre del Estudiante: Washington Alcides Recalde Simbaña

C.I.: 1709489924



Firma del Estudiante

Nombre del Estudiante: Víctor Efrén Torres Lucín

C.I.: 0928504380

MATRIZ SANGOLQUÍ: Av. Atahualpa 1701 y 8 de Febrero
Telf: 0960052734 / 023524576 / 022331628
0000 www.lster.edu.ec / Info@lster.edu.ec

DEDICATORIA

Dedicamos este proyecto a las personas que han dejado una huella significativa en nuestras vidas: nuestras esposas e hijos. Su apoyo incondicional y compañía han sido esenciales para avanzar en este camino y alcanzar la meta de culminar nuestros estudios.

Franco Alvarado Vicente Jhonny.

Washington Alcides Recalde Simbaña.

Víctor Efrén Torres Lucín.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos en primer lugar a Dios, cuyo amor y bendición hicieron posible este logro. También expresamos nuestra gratitud a nuestros docentes del Universitario Rumiñahui, cuyo conocimiento y guía fueron clave para la culminación de este proyecto. De igual manera, valoramos el apoyo constante de nuestras familias y el esfuerzo de nuestros compañeros de proyecto, con quienes trabajamos para alcanzar este objetivo.

Franco Alvarado Vicente Jhonny.

Washington Alcides Recalde Simbaña. Víctor

Efrén Torres Lucín.



Tecnológico UNIVERSITARIO
“RUMIÑAHUI”

**CARRERA:
ELECTRICIDAD**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de
TECNOLÓGO SUPERIOR EN ELECTRICIDAD**

**TEMA:
REDISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE ILUMINACIÓN Y CIRCUITOS DE FUERZA,
EN 9 AULAS DE LA UNIDAD EDUCATIVA LUZ EMILIA SAA UBICADA EN EL
CANTÓN MEJIA, PROVINCIA DE PICHINCHA.**

**AUTOR:
WASHINGTON ALCIDES RECALDE SIMBAÑA
VICENTE JHONNY FRANCO ALVARADO
VICTOR EFREN TORRES LUCIN**

**DIRECTORES:
Xxxxxx**

Sangolquí, agosto, 24 del 2024

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPITULO I.....	27
1. INTRODUCCIÓN	27
1.1. Planteamiento del Problema	27
1.2. Justificación	28
1.3. Alcance	29
1.4. Objetivos	30
1.4.2. Objetivos específicos.....	30
CAPITULO II	32
2. MARCO TEÓRICO.....	32
2.1. Conceptos elementales de electricidad	32
2.2. Ley de OHM	32
2.3. Tipos de circuitos eléctricos.....	33
2.3.1. Circuito en conexión en serie	33
2.3.2. Circuitos en conexión en paralelo	34
2.3.3. Circuito mixto.....	35
2.4. Análisis de planos eléctricos	35
2.5. Análisis de circuitos eléctricos.....	36
2.6. Clases de corrientes eléctricas	38
Corriente Continua (CC).....	38
Corriente Alterna (CA)	39
2.7. Clases de Electricidad .Electricidad estática.....	39
Electricidad dinámica.....	40
2.8. Potencia eléctrica	40
2.9. Factor de potencia	40
2.10. Red eléctrica de distribución de bajo voltaje	41

2.11.	Acometida eléctrica	42
2.11.1.	Cálculo de acometida.....	42
2.11.2.	Cálculo de la corriente	42
2.12.	Instalaciones eléctricas.....	43
2.13.	Instalaciones eléctricas residenciales	44
2.14.	Canalización Tubería.....	45
2.15.	Tomacorrientes	47
2.16.	Interruptores	49
2.17.	Iluminación	50
2.17.1	Flujo luminoso	51
2.17.2	Lúmenes (salida de luz)	51
2.17.3	Coeficientes de utilización y mantenimiento	52
2.17.4	Coeficiente de utilización.....	52
2.17.5	Iluminancia	52
2.17.6	Intensidad Luminosa	52
2.17.7	Eficiencia Luminosa	53
2.17.8	Tipos de Lámparas.....	53
2.17.9	Lámpara incandescente.....	53
2.17.10	Lámparas Fluorescentes	54
2.17.11	Lámparas LED.....	55
2.18.	Conductores Eléctricos	55
2.19.	Nivel de aislamiento de conductores eléctricos	57
2.19.1.	Conductor de puesta a tierra	58
2.19.2.	Centro de carga	58
2.20.	Protecciones	58
2.20.1.	Interruptor termo magnético	58
2.21.	Puesta a tierra.....	59
2.21.1.	Puesta a tierra en dispositivos eléctricos.....	59

2.21.2.	Diseño del sistema de puesta a tierra	59
2.22.	Norma para instalaciones eléctricas	60
2.22.1.	Norma Ecuatoriana de la Construcción	60
2.22.2.	Norma NTE INEN 2345.....	60
CAPITULO III.....		61
3.	DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN.....	61
3.1.	Repotenciación del circuito de iluminación y fuerza de la unidad	61
	Educativa luz Emilia Saa.	61
3.2.	Antes	61
3.3.	Plano antes de la intervención.....	62
3.4.	Diseño Eléctrico.....	63
3.4.1.	Simulación en Dialux Evo.....	63
3.5.	Diseño del circuito de iluminación y fuerza	69
3.5.1.	Circuito de fuerza.....	69
3.5.2.	Conductores de los circuitos de fuerza	69
3.5.2.1.	Factor de demanda	70
3.5.2.2.	Cálculo de la protección y del conductor.....	70
3.5.3.	Circuito de iluminación.....	72
3.6.	Circuito de Iluminación	73
3.6.1.	Cálculos para el circuito de iluminación.....	73
3.6.2.	Dimensionamiento del calibre de la Acometida del medidor hacia el tablero principal y su respectivo termomagnético Principal.....	74
3.7.	Puesta a tierra.....	78
3.8.	Implementación.....	80
CAPITULO IV		87
4.	PRUEBAS, RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	87
4.1.	Pruebas, resultado y discusión.	87
4.2.	Pruebas de iluminación	87

4.3.	Resultados de iluminación	88
4.4.	Pruebas de medición en paneles	89
4.5.	Resultados de medición en paneles.....	90
4.6.	Pruebas de voltaje en tomacorriente	91
4.7.	Resultados de medición en tomacorrientes.....	92
CAPITULO V		95
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	95
5.1	Conclusiones	95
5.2.	Recomendaciones	96
BIBLIOGRAFÍA		97
Bibliografía		97
ANEXOS		99

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Simbología eléctrica	35
Tabla 2 Tabla de capacidad de corriente en amperios según el calibre	43
Tabla 3 Calibre de los conductores de puesta a tierra para instalaciones eléctricas	49
Tabla 4 Iluminación que debe tener los ambientes asistenciales y educacionales	50
Tabla 5 Formula para el cálculo del índice local.....	52
Tabla 6 Comparación de parámetros de los 3 tipos de lámparas.....	55
Tabla 7 Área de los conductores con el calibre AWG.....	57
Tabla 8 Tipo de aislamiento de los conductores eléctricos	57
Tabla 9 Calibre de conductor a tierra acorde con el calibre de acometida	58
Tabla 10 Niveles de iluminación recomendables	63
Tabla 11 Potencia a implementar en el aula 1	70
Tabla 12 Tabla de los resultados de acuerdo a la normativa NEC en el aula 1.....	71
Tabla 13 Normativa NEC	71
Tabla 14 Requisitos de iluminación según la actividad	72
Tabla 15 Datos de circuito de iluminación para el aula 1	73
Tabla 16 Cálculo de Interruptor Principal	74
Tabla 17 Planillaje eléctrico	76
Tabla 18 Tipos de suelo y su resistividad.....	79
Tabla 18 Resultados de iluminación.....	89
Tabla 19 Resultados de medición en paneles	90
Tabla 20 Resultados de medición en tomacorrientes	92

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Triángulo de la ley de OHM	33
Figura 2 Circuito en serie	33
Figura 3 Circuito en paralelo	34
Figura 4 Circuito Mixto	35
Figura 5 Representación gráfica de corriente continua	38
Figura 6 Representación gráfica de corriente alterna	39
Figura 7 Triangulo de pote	41
Figura 8 Secuencia de una instalación eléctrica	44
Figura 9 Instalaciones eléctricas residenciales	45
Figura 10 Manguera para pasar conductores de energía eléctrica	46
Figura 11 Tomacorriente Polarizado 15 A	47
Figura 12 Circuito de iluminación.....	49
Figura 13 Partes de un foco incandescente	54
Figura 14 Lámparas Fluorescentes	54
Figura 15 Modelo de lámparas led	55
Figura 16 Tipos de conductores para instalaciones eléctricas	56
Figura 17 Breaker Enchufables un solo polo.....	59
Figura 18 Instalaciones de puesta a tierra.....	60
Figura 19 Diagnostico de la institución educativa.....	62
Figura 20 Plano de iluminación.....	63
Figura 21 Bosquejo del aula 1 e ingreso de luminarias	64
Figura 22 Simulación en Dialux Evo	64
Figura 23 Nos muestra el diseño planteado con una correcta iluminación	65
Figura 24 Simulación del aula 1	66
Figura 25 Simulación del aula 2	66
Figura 26 Simulación del aula 3	66
Figura 27 Simulación del aula 4	67
Figura 28 Simulación del aula 5	67
Figura 29 Simulación del aula 6	67
Figura 30 Simulación del aula 7	68
Figura 31 Simulación del aula 8	68

Figura 32 Simulación del aula 9	68
Figura 33 Factor de demanda	70
Figura 34 Diagrama unifilar de la unidad educativa	77
Figura 35 Instalación de varilla de tierra	78
Figura 36 Caja plástica octagonal.....	80
Figura 37 Cinta aislante.....	80
Figura 38 Breakers.....	80
Figura 39 Interruptores	80
Figura 40 Tornillos para colocar los accesorios	81
Figura 41 Caja rectangular plástica	81
Figura 42 Rollo de cable flexible número 14	81
Figura 43 Tomacorrientes.....	81
Figura 44 Cable de fuerza No. 6.....	82
Figura 45 Varilla de tierra	82
Figura 46 Luminarias led.....	82
Figura 48 Cambios de tomacorrientes	83
Figura 49 Probando voltaje.....	83
Figura 50 Aula de trabajo	83
Figura 51 Accesorios para el cambio	83
Figura 52 Gestores del trabajo.....	84
Figura 53 Gestores del trabajo en el exterior del aula	84
Figura 54 Gestores con cableado de puerto.....	84
Figura 55 Cambio de acometidas	84
Figura 56 Personal trabajando	85
Figura 57 Comprobando energía	85
Figura 58 Comprobando energía en el interior del aula	85
Figura 59 Comprobando luminarias	85
Figura 60 Cambio de accesorios.....	86
Figura 61 Cableado en el aula	86
Figura 61 Prueba de iluminación en las aulas 1 y 2	87
Figura 62 Prueba de iluminación en las aulas 3 y 4	87
Figura 63 Prueba de iluminación en las aulas 5 y 6	88
Figura 64 Prueba de iluminación en las aulas 7 y 8	88
Figura 65 Prueba de iluminación en la aula 9	88

Figura 66 Prueba de medición en paneles 90

Figura 67 Prueba de voltaje en tomacorrientes 91

Figura 68 Unidad educativa luz Emilia Saa. 99

Figura 69 Ubicación de la escuela Luz Emilia Saa 99

Figura 70 Luminarias colgando..... 102

Figura 71 Cajetines desprotegidos..... 102

Figura 72 Cajetines en mal estado y cable sulfatado..... 102

Figura 73 Interruptor en mal estado. 102

Figura 74 Tomacorriente al intemperie 103

Figura 75 Tomacorriente fuera de uso y sin aislamiento..... 103

Figura 76 Cables sin tuberías y sin cajetines para los empalmes 103

Figura 77 Cables sin tuberías..... 103

Figura 78 Cajetines y cables sin tapas 104

Figura 79 Breakers mal estado 104

Figura 80 Tomacorrientes y cables sulfatados. 104

Figura 81 Cables y accesorios reciclados 104

Figura 82 Tipo de iluminaria 105

RESUMEN

El presente proyecto aborda las deficiencias eléctricas en la Unidad Educativa Luz Emilia Saà, ubicada en El Chaupi, cantón Mejía, donde se han detectado breakers en mal estado, cajas de conexiones deterioradas y fallos en el cableado, comprometiendo la seguridad y el correcto desarrollo de las actividades académicas. Ante esta problemática, se propuso el rediseño e implementación de circuitos eléctricos de iluminación y fuerza para optimizar el suministro de energía en nueve aulas. Se realizó un diagnóstico exhaustivo para identificar las áreas críticas y determinar las necesidades energéticas. A partir de ello, se diseñó un sistema eléctrico cumpliendo con las normativas de seguridad vigentes, como la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC). La implementación incluyó la instalación de dispositivos de protección contra sobrecargas y anomalías eléctricas, reduciendo riesgos y garantizando un entorno seguro. Para mejorar la calidad lumínica, se utilizó el software Dialux, permitiendo una distribución eficiente de la iluminación en las aulas. Asimismo, se optimizó la distribución de energía, logrando un consumo más eficiente y reduciendo costos operativos. Como resultado, la institución contará ahora con un sistema eléctrico renovado y seguro, alineado con estándares de calidad. Esta modernización establece una base sólida para el desarrollo académico, asegurando condiciones óptimas de aprendizaje y bienestar para la comunidad educativa. El proyecto manifiesta el trabajo institucional con la seguridad y la eficiencia energética, garantizando una infraestructura moderna y funcional que favorece el crecimiento educativo.

Palabras clave: Implementación, sistema eléctrico, circuitos, iluminación, fuerza, sobrecarga, protección, NEC.

ABSTRACT

This project addresses the electrical deficiencies at Unidad Educativa Luz Emilia Saà, located in El Chaupi, Cantón Mejía, where malfunctioning breakers, deteriorated connection boxes, and faulty wiring have been detected, compromising safety and the proper development of academic activities. In response to this issue, the redesign and implementation of electrical circuits for lighting and power were proposed to optimize the energy supply in nine classrooms.

A comprehensive assessment was conducted to identify critical areas and determine energy requirements. Based on this analysis, an electrical system was designed in compliance with current safety regulations, such as the Ecuadorian Construction Code (NEC). The implementation included the installation of protective devices against overloads and electrical anomalies, reducing risks and ensuring a secure environment.

To enhance lighting quality, the Dialux software was utilized, enabling efficient distribution of illumination in classrooms. Additionally, energy distribution was optimized, improving efficiency and reducing operational costs.

As a result, the institution now has a renovated and safe electrical system, aligned with quality standards. This modernization establishes a solid foundation for academic development, ensuring optimal learning conditions and well-being for the educational community.

This project reflects the institutional commitment to safety and energy efficiency, providing a modern and functional infrastructure that supports educational growth.

Keywords: Implementation, electrical system, circuits, lighting, force, overload, protection, NEC.

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

La iluminación en los espacios educativos desempeña un rol primordial en el beneficio y el bienestar de estudiantes y docentes. Una iluminación adecuada no solo favorece la concentración y el aprendizaje, sino que también contribuye a la salud visual y al estado de ánimo. Investigaciones han demostrado que una correcta calidad lumínica en las aulas puede mejorar significativamente la productividad y el confort dentro del entorno educativo.

En este contexto, el presente proyecto presenta un rediseño e implementación de iluminación y circuitos de fuerza en nueve aulas de la Unidad Educativa Luz Emilia Saà, ubicada en el cantón Mejía, provincia de Pichincha. La necesidad de esta intervención surge debido a las deficiencias en la infraestructura eléctrica actual, lo que afecta el desempeño estudiantil y la seguridad de la comunidad educativa.

Para abordar esta problemática, se realizó un análisis detallado de las condiciones existentes, identificando las áreas críticas que requieren mejoras inmediatas. A partir de este diagnóstico, se diseñaron soluciones técnicas que cumplen con las normativas vigentes en materia de seguridad y eficiencia energética, garantizando el óptimo progreso de las actividades escolares mediante un suministro confiable y estable.

Este proyecto representa una mejora integral para la Unidad Educativa Luz Emilia Saà, al proporcionar una situación segura, eficiente y adecuada para la enseñanza. La actualización de los sistemas de iluminación y circuitos de fuerza contribuirá a un entorno escolar más moderno y funcional, beneficiando directamente a estudiantes, docentes y personal administrativo.

1.1. Planteamiento del Problema

Actualmente, la Unidad Educativa Luz Emilia Saà enfrenta graves deficiencias en sus instalaciones eléctricas. Los cables de acometida no cuentan con la protección adecuada y presentan empalmes mal realizados, comprometiendo su integridad. La iluminación en las

aulas es deficiente debido a la presencia de boquillas deterioradas, focos quemados o mal conectados, e interruptores con fallas mecánicas.

Además, varios tomacorrientes se encuentran dañados, sin energía y desprendidos de sus cajetines, lo que incrementa los riesgos. La institución carece de un diseño adecuado y de planos específicos para los circuitos de iluminación y fuerza, y algunas instalaciones no cumplen con las normativas eléctricas vigentes, poniendo en riesgo la seguridad tanto de estudiantes como del personal docente.

Esta problemática afecta directamente el desarrollo del proceso educativo, ya que las deficiencias en la infraestructura eléctrica pueden ocasionar interrupciones en las actividades académicas. La falta de condiciones óptimas en las instalaciones no solo limita el desempeño de los estudiantes, sino que también pone en peligro su bienestar y el de sus profesores, creando un entorno poco seguro e inadecuado para el aprendizaje.

1.2. Justificación

El adecuado funcionamiento de los sistemas eléctricos en los entornos educativos es fundamental para garantizar condiciones óptimas de aprendizaje y seguridad. Una infraestructura eléctrica deficiente puede generar problemas como fallos en la iluminación, fluctuaciones de voltaje y riesgos de accidentes, afectando tanto el rendimiento académico como la integridad de estudiantes y docentes. En este sentido, contar con una iluminación adecuada y un sistema eléctrico eficiente es esencial para optimizar la eficacia pedagógica y el bienestar de la institución.

En la Unidad Educativa Luz Emilia Saà, ubicada en el cantón Mejía, provincia de Pichincha, se han identificado deficiencias en la luminaria y en las instalaciones de fuerza de nueve aulas, lo que evidencia la necesidad de una intervención inmediata.

La modernización de estas instalaciones contribuirá a garantizar un suministro eléctrico estable y seguro, permitiendo un mejor desarrollo de las actividades académicas y reduciendo los riesgos asociados a fallos en el sistema eléctrico.

En el esquema del proyecto, se utilizó el software Dialux, un instrumento especializado que simula y calcula la iluminación adecuada en cada aula, asegurando una

distribución óptima de la luz y cumpliendo con las normativas vigentes. Asimismo, se emplearán herramientas especializadas para el cálculo de conductores en los circuitos de fuerza, garantizando un sistema eléctrico eficiente y seguro que reduzca el riesgo de sobrecargas y fallos.

Además, la actualización de los circuitos de luminaria y potencia no solo tiene un impacto en la funcionalidad de las aulas, sino también en la salud visual y el confort de los estudiantes y docentes. Una iluminación adecuada favorece la concentración, reduce la fatiga ocular y crea un contexto favorable para el aprendizaje. De este modo, la modernización de estos sistemas eléctricos contribuirá a mejorar la experiencia educativa y a garantizar condiciones óptimas dentro del aula.

El rediseño e implementación de iluminación y circuitos de fuerza en las nueve aulas de la Unidad Educativa Luz Emilia Saà es una iniciativa clave para fortalecer la infraestructura eléctrica de la institución. La integración de herramientas avanzadas como Dialux en el diseño lumínico y cálculos eléctricos precisos permitirá optimizar el consumo energético, mejorar la seguridad y avalar un contexto de aprendizaje moderno, eficiente y sostenible.

1.3. Alcance

Para llevar a cabo las mejoras en la implementación y el regeneración de las instalaciones eléctricas en la Unidad Educativa Luz Emilia Saà, se realizó una observación técnica detallada de la construcción eléctrica actual, que abarca las nueve aulas de educación básica. Esta inspección permitirá recopilar información precisa sobre el estado actual de las instalaciones, lo que facilitará la planificación adecuada del proyecto. Además, se elaborarán planos y diagramas unifilares en AutoCAD para orientar la futura implementación del rediseño.

Al finalizar, se entregarán los diagramas unifilares junto con los presupuestos y los cálculos realizados según el diseño planificado. Estas acciones asegurarán que las nuevas instalaciones cumplan tanto con las necesidades operativas de la institución como con actualizadas normativas en materia de seguridad eléctrica.

Se espera que estas actividades generen una mejora tanto estética como técnica en las instalaciones de las aulas. El objetivo es garantizar que el sistema eléctrico no solo cumpla con los estándares de seguridad, sino que también proporcione bienestar a estudiantes y docentes. La aplicación de tecnología moderna permitirá implementar un sistema de iluminación que ofrezca mayor confort visual, creando un entorno más adecuado para el aprendizaje.

La iluminación juega un fin clave en el proceso estudiantil, por lo que se busca optimizarla para potenciar el rendimiento académico. Asimismo, se aspira a atestiguar una provisión de energía eléctrica estable y continua, lo que contribuirá a la seguridad y permitió el desarrollo ininterrumpido de las actividades escolares.

Los entregables:

- 1-El sistema eléctrico funcionando y operativo.
- 2-Planos de la escuela.
- 3-Escritos.
- 4-Memoria técnica
- 5-Simulación en el software DIALUX.
- 6- Escrito del proyecto de titulación.

1.4.Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Rediseñar el sistema eléctrico de iluminación y fuerza de la institución, aplicando las normativas vigentes y utilizando el software Dialux, para asegurar un entorno de aprendizaje seguro, eficiente y óptimo que potencie el bienestar y el desempeño académico de los estudiantes.

1.4.2. Objetivos específicos

- ✓ Realizar un diagnóstico exhaustivo de las instalaciones eléctricas de iluminación y fuerza en la Unidad Educativa Luz Emilia Saà, identificando deficiencias y áreas que necesiten mejoras.

- ✓ Determinar los diferentes elementos de protección, iluminación y fuerza, mediante la aplicación de la normativa vigente, con el propósito de identificar las áreas críticas que requieran atención prioritaria.
- ✓ Implementar instalaciones eléctricas de iluminación y fuerza que incorporen elementos que cumplan con la normativa vigente, con el objetivo de mejorar los niveles de seguridad y reducir los riesgos asociados.
- ✓ Capacitar al personal responsable, asegurando el cumplimiento de las normativas locales establecidas por las autoridades competentes.

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Conceptos elementales de electricidad

La electricidad es un fenómeno físico fundamental que se manipula para optimizar la calidad de vida de las personas (Huerta, Mendieta, & Becerril, 2023). Se considera un servicio básico a nivel mundial y se emplea en diversas aplicaciones, como la iluminación, el transporte, la informática y los electrodomésticos, entre otros. El movimiento de las cargas eléctricas, provocado por fuerzas eléctricas y magnéticas, se define como energía eléctrica (Sánchez, 2024).

2.2. Ley de OHM

La regulación de los circuitos eléctricos fue establecida por el físico y matemático alemán Georg Simón Ohm. Su ley explica cómo se relacionan la corriente eléctrica, la resistencia y el voltaje dentro de un circuito. En términos sencillos, señala que la cantidad de corriente que fluye a través de un conductor depende directamente del voltaje aplicado y de manera inversa de la resistencia en el sistema (Riofrio, Jiménez, & Maliza, 2024). La ecuación que representa esta relación se expresa de la siguiente forma

$$I = \frac{V}{R} \quad (1)$$

De la ecuación (1) se derivan las siguientes ecuaciones que se describen a continuación: para cálculo de voltaje (2) y para cálculo de resistencia (3).

$$V = I \cdot R \quad (2)$$

$$R = \frac{V}{I} \quad (3)$$

Nomenclatura:

I = Corriente, se mide en amperios (A) V = Voltaje, se mide en voltios (V)

R = Resistencia, se mide en ohmios (Ω).

Para entender de mejor manera las ecuaciones de la ley de Ohm se representa el triángulo de magnitudes eléctricas, y está la obtenemos en la figura 1.

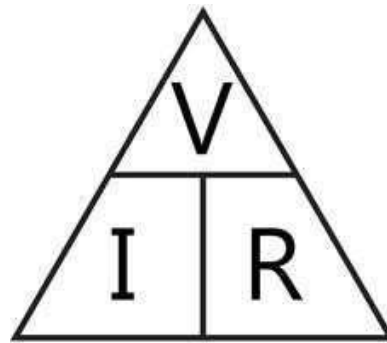


Figura 1 Triángulo de la ley de OHM

Fuente: (Riofrio, Jiménez, & Maliza, 2024)

2.3. Tipos de circuitos eléctricos

Según nuestros análisis, se distinguen tres clases de circuitos eléctricos: en serie, en paralelo y de tipo mixto

2.3.1. Circuito en conexión en serie

En un circuito eléctrico en serie, la corriente eléctrica sigue un camino continuo hasta que el circuito se cierra. La figura (2) ilustra la conexión en serie, donde la corriente inicia en la fuente de voltaje (V_1), fluye a través de múltiples cargas (R_1 , R_2 , R_3) y finalmente regresa a la fuente de voltaje (Villamarin, 2024).

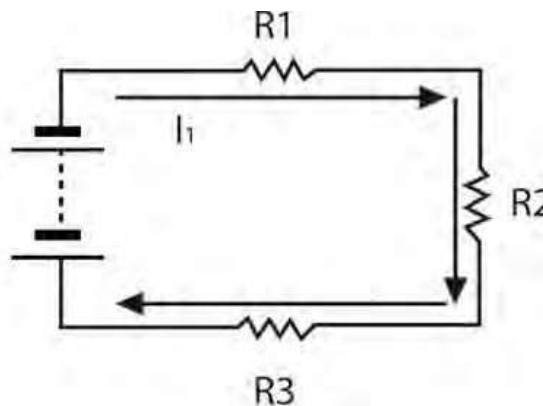


Figura 2 Circuito en serie

Fuente: (Villamarin, 2024)

En un circuito en serie, la corriente eléctrica que circula a través de cada una de las resistencias se mantiene constante y se representa mediante la fórmula 1.4, la cual describe la corriente en este tipo de conexión. No obstante, el voltaje en cada resistencia puede variar y asumir diferentes valores.

$$I = I_{R1} = I_{R2} = I_{R3} \quad (4)$$

2.3.2. Circuitos en conexión en paralelo

Las instalaciones eléctricas en hogares, comercios e industrias emplean esta conexión. Su relevancia radica en que, al retirar una carga resistiva, el circuito continúa operando con normalidad sin sufrir alteraciones en su funcionamiento (Villamarin, 2024). La figura 3 ilustra un circuito en conexión paralelo. En este tipo de circuitos, cada carga resistiva recibe una cantidad específica de corriente, mientras que el voltaje en cada nodo permanece constante.

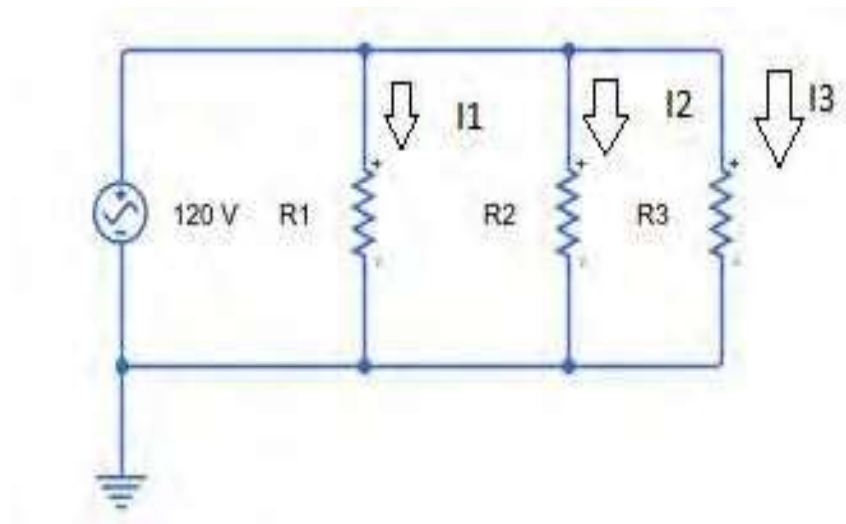


Figura 3 Circuito en paralelo

Fuente: (Villamarin, 2024).

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3 \quad (5)$$

$$V_T = V_1 = V_2 = V_3 \quad (6)$$

2.3.3. **Circuito mixto**

Los circuitos eléctricos mixtos combinan diferentes factores de conexión en serie y en paralelo dentro de un mismo sistema. Su principal característica es la integración de ambos tipos de conexiones (Topón, 2024).

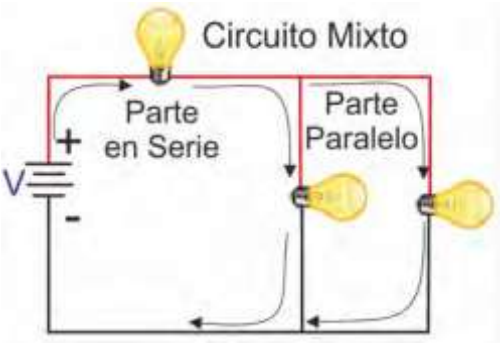


Figura 4 Circuito Mixto

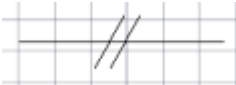
Fuente: (Topón, 2024)

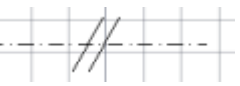
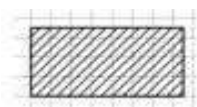
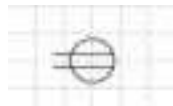
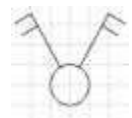
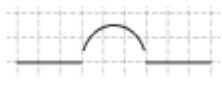
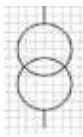
2.4. **Análisis de planos eléctricos**

Los planos eléctricos son esenciales para realizar instalaciones eléctricas en distintas edificaciones, como hogares y centros educativos. Estos esquemas ilustran de manera gráfica la configuración de la instalación, señalando la ubicación de los componentes, las medidas para las canalizaciones, además del trazado y el tipo de conexiones que se utilizarán entre los distintos elementos.

Cada uno de los componentes instalados en un circuito eléctrico está representado mediante gráficos en el plano (Tabla 1), de acuerdo con las normas NEC-SB-IE. La simbología eléctrica utilizada en estos planos permite identificar tanto los elementos como el funcionamiento del circuito en el diseño (Martínez, 2018).

Tabla 1 Simbología eléctrica

Descripción	Símbolo	Descripción	Símbolo
Circuito de iluminación		Punto de luz	

Circuito de tomacorrientes		Lámpara fluorescente sencilla	
Circuito de interruptores		Lámpara fluorescente triple	
Tablero de distribución principal		Interruptor simple	
Tablero de distribución secundario		Interruptor doble	
Tomacorriente doble monofásico		Interruptor triple	
Tomacorriente trifásico		Conmutador simple	
Contador de energía eléctrica		Conmutador doble	
Alimentación hacia arriba		Sirena	
Alimentación hacia abajo		Interruptor termo magnético	
Conexión de puesta a tierra		Transformador en general	

Fuente: (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2018).

2.5. Análisis de circuitos eléctricos

En resumen, la interpretación de circuitos eléctricos requiere tanto una comprensión teórica de los principios eléctricos como habilidades prácticas para analizar y resolver problemas en los circuitos. Además, implica entender el funcionamiento y el comportamiento de los componentes eléctricos dentro de un sistema (Díaz G. D., 2024).

Es fundamental aplicar los principios y leyes básicas de la electricidad, como la ley de Ohm, que relaciona el voltaje, la corriente y la resistencia, así como las leyes de Kirchhoff, que incluyen la ley de corrientes y la ley de voltajes. Estas normas ayudan a calcular o estimar los valores de voltaje y corriente en diferentes puntos del circuito, permitiendo prever su funcionamiento y asegurando que cada componente trabaje dentro de sus límites adecuados. Además, es importante conocer el propósito y la función del circuito, que puede ser utilizado para iluminación, fuerza o aplicaciones específicas, entre otros (Díaz G. D., 2024).

Además, interpretar un circuito implica la capacidad de identificar problemas potenciales, como cortocircuitos, circuitos abiertos o malas conexiones, y abordarlos de manera efectiva. Los circuitos eléctricos poseen varias características fundamentales que son esenciales para su diseño, análisis y funcionamiento. Seguido, se puntualizan algunas de las principales:

- **Voltaje:** Indica la variación de potencial eléctrico entre dos puntos en un circuito. Actúa como la fuerza que provoca el desplazamiento de las cargas eléctricas a lo largo del sistema y se mide en voltios. (V).
- **Corriente:** Corresponde a la cantidad de carga eléctrica que fluye a través de un circuito en un periodo de tiempo determinado. Su intensidad en un punto específico se expresa en amperios. (A).
- **Resistencia:** Es la dificultad que opone un material al flujo de corriente eléctrica. Su valor, expresado en ohmios (Ω), depende de las propiedades y dimensiones del conductor.
- **Capacitancia:** Indica la capacidad de un material para almacenar carga eléctrica. Su magnitud varía según las características físicas y el tipo de material del conductor.
- **Inductancia:** Es la propiedad de un circuito que resiste cambios en la corriente eléctrica, generando un campo magnético. Se mide en henrios (H).
- **Impedancia:** Representa la resistencia total que enfrenta la corriente alterna en un circuito, combinando los efectos de la resistencia, la capacitancia y la inductancia.
- **Frecuencia:** Hace referencia al número de ciclos que completa una señal eléctrica en un segundo. Se expresa en hertzios (Hz) y es crucial en los circuitos de corriente alterna.

- **Potencia:** Corresponde a la cantidad de energía transferida o consumida en el circuito por unidad de tiempo. Se mide en vatios (W) y se obtiene multiplicando el voltaje por la corriente.
- **Energía:** Se refiere a la capacidad de un sistema para efectuar trabajo en un determinado periodo de tiempo. Se expresa en julios (J) y se calcula a partir del producto entre la potencia y el tiempo.

Estas propiedades son esenciales para comprender el funcionamiento de los circuitos eléctricos, su respuesta ante diversas condiciones y su diseño con el fin de satisfacer requerimientos específicos de operación.

2.6. Clases de corrientes eléctricas

En electricidad, tenemos dos tipos principales de corriente eléctrica y estas son: corriente continua (CC) y corriente alterna (CA).

Corriente Continua (CC)

Características:

Se genera a partir de fuentes de energía como baterías o celdas solares.

La dirección del flujo de electrones es constante, como se muestra en la figura 5, y esta no cambia en su Función del tiempo.

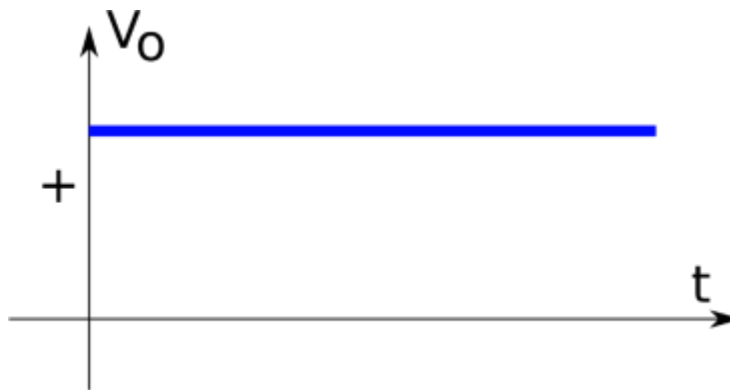


Figura 5 Representación gráfica de corriente continua
Fuente: (Díaz G. D., 2024).

Definición: La corriente continua es el movimiento constante de electrones en una única dirección. **Usos comunes:** Esta es utilizada en dispositivos electrónicos portátiles, y también en automóviles eléctricos, sistemas de telecomunicaciones y en muchos circuitos electrónicos de baja potencia.

Corriente Alterna (CA)

La corriente alterna es un tipo de corriente eléctrica cuyo flujo cambia de dirección de manera periódica. Es producida principalmente en centrales eléctricas y distribuida a través de la red eléctrica. Tanto su magnitud como su dirección varían de forma sinusoidal con el tiempo, como se muestra en la figura 6. Este tipo de corriente es ampliamente utilizada en hogares y edificios para alimentar dispositivos eléctricos, sistemas de iluminación y motores, así como en aplicaciones industriales, debido a su capacidad de ser transformada fácilmente a distintos niveles de voltaje (Topón, 2024).

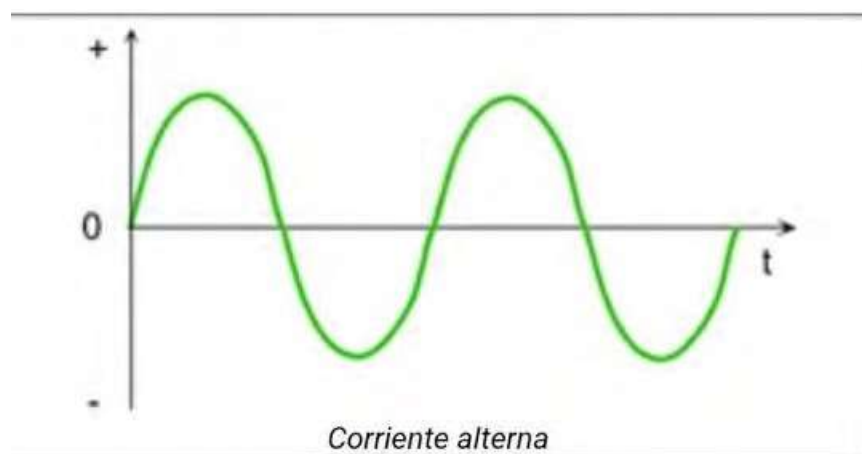


Figura 6 Representación gráfica de corriente alterna
Fuente: (Topón, 2024).

2.7. Clases de Electricidad .Electricidad estática

Los materiales no conductores pueden dar lugar a la generación de electricidad estática. Dado que la carga eléctrica inducida se encuentra contenida en un material no conductor, no puede circular corriente a través de él, lo que provoca que esta carga permanezca estacionaria. Este fenómeno puede resultar en una tensión eléctrica estática entre dos partes del material, debido al desequilibrio entre protones y electrones. La electricidad estática también puede generarse cuando un cuerpo entra en contacto con un elemento que presenta una carga diferente.

En este sentido, los cuerpos cargados generan una fuerza. Aquellos que poseen la misma carga se repelen, mientras que los que tienen cargas opuestas se atraen. Además, un objeto con carga estática puede afectar el comportamiento de un conductor (Enríquez, 2003).

Electricidad dinámica

La electricidad dinámica se produce cuando los electrones son impulsados a moverse de un material a otro después de ser liberados. Este tipo de electricidad es proporcionado por las empresas eléctricas, donde los electrones se desplazan a través de un circuito compuesto por materiales conductores. El flujo constante de electrones a través de un conductor se denomina corriente eléctrica (Enríquez, 2003).

2.8. Potencia eléctrica

La potencia eléctrica es fundamental para entender cómo se utiliza y transfiere la energía en los circuitos eléctricos, proporcionando un parámetro clave para la gestión y optimización de sistemas en distintos entornos. Se define como la cantidad de energía consumida por unidad de tiempo en cargas resistivas, inductivas o capacitivas.

Esta se mide en watts (W), equivalentes a un joule por segundo (J/s), lo que refleja la velocidad con la que la energía se transfiere o transforma en otra forma dentro de un circuito eléctrico. Matemáticamente, la potencia (P) se calcula como el producto de la corriente (I) y el voltaje (V) aplicado (Malitaxi, 2023).

Es esencial considerar la potencia eléctrica de los componentes a utilizar para garantizar una correcta implementación de dispositivos eléctricos. Esto asegura el correcto funcionamiento de instalaciones en contextos industriales, comerciales y domésticos, manteniendo eficiencia y seguridad.

2.9. Factor de potencia

El factor de potencia es una medida de la eficiencia con la que se utiliza la energía eléctrica. Se define como la proporción entre la potencia activa, que es la que efectúa trabajo, y la potencia aparente, que se calcula multiplicando la tensión por la corriente en un circuito eléctrico (Malitaxi, 2023). Matemáticamente, el factor de potencia (FP) se calcula de la siguiente manera:



Figura 7 Triangulo de pote
Fuente: (Malitaxi, 2023)

$$FP = \frac{\text{Potencia aparente (KVA)}}{\text{Potencia Activa (kW)}} \quad (5)$$

Un factor de potencia ideal indica que toda la energía proporcionada se utiliza de manera eficiente para realizar trabajo útil. No obstante, cuando el factor de potencia es menor a 1, significa que parte de la energía se pierde en forma de calor o se disipa generando campos magnéticos, lo cual refleja una menor eficiencia del sistema y un desperdicio de energía.

2.10. Red eléctrica de distribución de bajo voltaje

Es la red eléctrica interconectada de propiedad de la empresa distribuidora, en nuestro caso la E.E.Q, y esta nos suministra el servicio de energía eléctrica a uno de los usuarios en bajo voltaje a través de una acometida bifásica trifilar y un equipo de medición de consumo de energía eléctrica, el transformador que abastece de energía a la malla es un Monofásico conectado a una red de Medio voltaje que sale de la sub estación el obraje primario “A” de 22.8Kv, que vendría a ser el voltaje de fase (VF) de un sistema trifásico, como es un transformador monofásico se conecta a una sola fase y el nivel de voltaje sería 13,2 KV que vendría a ser el voltaje de línea (VL).

El nivel de voltaje entregado a la unidad educativa es a través del medidor de energía eléctrica con sus respectivas protecciones, los valores son 120 V que tenemos en una fase y neutro y 240 V entre fase y fase, niveles establecidos por la agencia de regulación y control de energía y recursos no renovables (ARCERNNR) (Díaz G. D., 2024).

2.11. Acometida eléctrica

La acometida eléctrica se refiere a los diseños de conexiones eléctricas entre la red de bajo voltaje de la empresa distribuidora y la acometida del usuario, los cuales se elaboran de acuerdo con las necesidades específicas del cliente, estableciéndose a partir de un estudio de carga y demanda. Estas conexiones pueden ser aéreas o subterráneas.

En el caso de la acometida proporcionada por las empresas distribuidoras de electricidad, el punto de entrega se sitúa hasta el equipo de medición, que incluye los respectivos breakers de protección. Desde este punto, el cliente debe instalar su acometida principal hasta llegar a su respectivo Tablero de Distribución Principal (TDP), desde donde se realizará la distribución a los diferentes circuitos eléctricos, conforme a la normativa NEC. Es fundamental llevar a cabo los cálculos necesarios para determinar el calibre adecuado del conductor (Barroso, 2021).

2.11.1. Cálculo de acometida

Para determinar el calibre de conductor de la acometida desde el medidor hacia el tablero principal en primer lugar se realiza el cálculo de la corriente y de la caída de voltaje.

2.11.2. Cálculo de la corriente

Para esto debemos considerar los siguientes parámetros:

La potencia estimada (P):

✓ El factor de potencia
 FP (7)

✓ Voltaje fase neutro
✓ $(VF - n$ (8)

✓ K, es la constante en función del tipo de sistema a utilizar.

✓ Para realizar el cálculo se utilizó la siguiente ecuación.

$$In = (Potencia \text{ total}) / (Voltaje \text{ Nominal})$$
$$I = P / K1 \times Vn \times FP \quad (9)$$

✓ Cálculo de corriente del conductor.
✓ Sistema monofásico $(F + N), K1 = 1$ (10)

$$\checkmark \text{ Sistema bifásico } (2F + N); K1 = \frac{1}{2} \quad (11)$$

$$\checkmark \text{ Sistema trifásico con Neutro } (3F + N); K1 = \frac{1}{3} \quad (12)$$

$$\checkmark \text{ Sistema trifásico } (3F); K1 = \frac{1}{\sqrt{3a}} \quad (13)$$

Una vez que se haya determinado la corriente del alimentador podemos seleccionar los conductores con la Tabla 2 Especificaciones de conductores Eléctricos (Paillacho, 2018).

Tabla 2 Tabla de capacidad de corriente en amperios según el calibre

Tamaño o designación	Área nominal de la sección transversal	Número de hilos	Espesor nominal del aislamiento	Diámetro total aproximado	Peso total aproximado	Capacidad de conducción de corriente ¹ (A)					
						Canalización ²			Al aire libre ³		
AWG/kcmil	mm ²		mm	mm	kg/100 m	60°C	75°C	90°C	60°C	75°C	90°C
14	2.08	19	0.76	3.4	3	15	20	25	-	-	-
12	3.31	19	0.76	3.9	5	20	25	30	-	-	-
10	5.26	19	0.76	4.5	7	30	35	40	-	-	-
8	8.37	19	1.14	5.9	11	40	50	55	-	-	-
6	13.3	19	1.52	7.6	17	55	65	75	-	-	-
4	21.2	19	1.52	8.8	25	70	85	95	105	125	140
2	33.6	19	1.52	10.3	38	95	115	130	140	170	190
1/0	53.5	19	2.03	13.2	60	125	150	170	195	230	260
2/0	67.4	19	2.03	14.3	74	145	175	195	225	265	300
3/0	85	19	2.03	15.6	91	165	200	225	260	310	350
4/0	107	19	2.03	17	113	195	230	260	300	360	405
250	127	37	2.41	19	135	215	255	290	340	405	455
300	152	37	2.41	20.3	159	240	285	320	375	445	500
350	177	37	2.41	21.6	182	260	310	350	420	505	570
400	203	37	2.41	22.7	208	280	335	380	455	545	615
500	253	37	2.41	24.8	255	320	380	430	515	620	700
600	304	61	2.79	27.6	307	350	420	475	575	690	780
750	380	61	2.79	30.2	384	400	475	535	655	785	885
1000	507	61	2.79	34	504	455	545	615	780	935	1055

Fuente: (Paillacho, 2018)

2.12. Instalaciones eléctricas

Las instalaciones eléctricas consisten en dispositivos eléctricos distribuidos en diversos puntos y conectados mediante conductores, lo que permite la conducción de energía hacia diferentes circuitos (ver figura 8). De esta forma, se suministra energía eléctrica a unidades educativas, residencias, espacios públicos, entre otros, garantizando el funcionamiento adecuado de todos los equipos que operan con energía eléctrica (Paillacho, 2018).

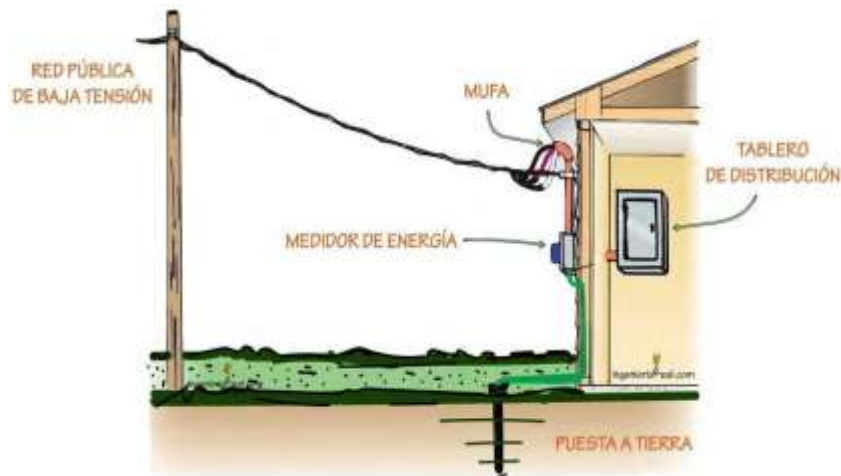


Figura 8 Secuencia de una instalación eléctrica
Fuente: (Díaz G. D., 2024)

- Red eléctrica de bajo voltaje proporcionada por la empresa distribuidora
- Acometida instalada por parte de la empresa distribuidora
- Medidor de energía eléctrica con sus respectivas protecciones
- Alimentador principal
- Centros de carga
- Breaker de protección
- Circuitos eléctricos
- Malla a tierra

2.13. Instalaciones eléctricas residenciales

Las instalaciones eléctricas residenciales están compuestas por un Tablero de Distribución Principal (TDP), como se ilustra en la figura 9, desde el cual se distribuyen los circuitos eléctricos de iluminación, fuerza y circuitos especiales. En el circuito de iluminación, se establecen conexiones de focos controlados por interruptores que pueden ser simples, dobles, conmutables o incluso sensores de movimiento. En el circuito de fuerza, se conectan los tomacorrientes polarizados dobles, donde se enchufan diversos artefactos y dispositivos eléctricos.

Los circuitos especiales, por su parte, se utilizan para aparatos que superan la carga de 15 amperios. Estos pueden operar a 127 V o 220 V, e incluyen equipos como duchas eléctricas, calefones eléctricos, cocinas de inducción, bombas de agua y hornos eléctricos.



Figura 9 Instalaciones eléctricas residenciales
Fuente: (Malitaxi, 2023)

2.14. Canalización Tubería

Conforme a las directrices de las canalizaciones eléctricas, desempeñan un papel importante debido a que nos permiten alojar los conductores eléctricos y de esta manera nos proporciona las debidas protecciones mecánicas para prevenir daños que se pueden producir en el aislamiento y poder reducir los riesgos de descargas eléctricas o averías (Díaz G. D., 2024).

Estos sistemas de canalización pueden construirse con diversos materiales, como plástico, metal galvanizado, acero inoxidable o acero esmaltado en negro. En entornos propensos a humedad o corrosión, se aconseja optar por conductos de Poli cloruro de vinilo (PVC) o galvanizados. En situaciones que demandan una protección mecánica más robusta, la preferencia recae comúnmente en conductos galvanizados.

Según las especificaciones técnicas de la normativa ecuatoriana de la construcción, se establece que la canalización destinada a salvaguardar las instalaciones de los circuitos eléctricos debe pertenecer a alguna de las siguientes categorías:

- Tubería PVC tipo I liviano (figura 10).
- Tubería de polietileno flexible de alta resistencia mecánica (tubería negra).
- Tubería metálica tipo EMT, ya sea rígida o flexible, de acero galvanizado.

Se destaca que las canalizaciones correspondientes a distintos sistemas de iluminación, fuerza y las salidas especiales estas deben ser independientes, en concordancia con las disposiciones de desarrollo urbano y vivienda (Ministerio de Vivienda, 2018).



Figura 10 Manguera para pasar conductores de energía eléctrica

Fuente: (Ramos, 2022).

Los cajetines que se deben utilizar para realizar instalaciones de circuitos eléctricos son de tipo:

- ✓ Plásticos
- ✓ Metálicos

Al momento de instalar la tubería es necesario tomar en cuenta varias medidas.

- Asegurar continuidad eléctrica y solidez mecánica en los circuitos donde van tubería, manteniéndolos continuos ya sea entre cajas de salida, cajas de conexión, y los tableros.
- Empotrar la tubería en la mampostería según el diseño, llevada por el cielo raso, pared y el piso.
- Establecer un diámetro mínimo de 19 milímetros para la tubería del circuito especial de la cocina eléctrica.
- Evitar el uso de tubos metálicos es los conductores de puesta a tierra o neutro.
-

- Asegurar los tramos de la tubería con amarras de hierro galvanizado a las cadenas de la estructura para poder evitar movimientos durante el vaciado de hormigón.
- Asegurar que los diámetros de las tuberías sean suficientes para alojar los cables necesarios, cumpliendo con la restricción del 40% del área transversal interior.

2.15. Tomacorrientes

Los tomacorrientes son puntos específicos donde los dispositivos eléctricos se conectan a la red eléctrica. Estos pueden variar en diseño y capacidad, y su colocación estratégica es esencial para satisfacer las necesidades de cada instalación. Facilitan la conexión de enchufes y terminales en circuitos de salida, permitiendo el funcionamiento de electrodomésticos y pequeñas máquinas.

Es indispensable que los tomacorrientes cuenten con los tres contactos básicos: fase, neutro y tierra, como se muestra en la Figura 12. Además, deben estar diseñados para soportar una carga de 20 amperios (A). Las normas de construcción eléctrica (NEC-SB-IE) estipulan que un circuito no debe tener más de 10 salidas de tomacorriente, lo que garantiza la eficiencia y seguridad de la instalación (Ministerio de Vivienda, 2018).

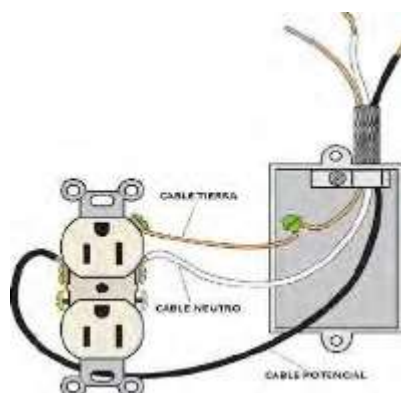


Figura 11 Tomacorriente Polarizado 15 A

Fuente: (Malitaxi, 2023)

Es importante tener en cuenta ciertas consideraciones con los conductores eléctricos:

- Es necesario que el calibre del conductor del neutro sea igual al del conductor de las fases.
- En los circuitos de tomacorrientes, se emplea un conductor de cobre aislado del tipo THHN con una sección mínima de 4 mm² (12 AWG) tanto para la fase como para el neutro.
- La determinación del calibre del conductor de tierra se realiza de acuerdo con lo especificado en la Tabla No. 2.
- Los tomacorrientes deben instalarse a 0,40 m del suelo, excepto en baños y cocinas, donde podrían ubicarse sobre mesones a 0,10 m.

Es necesario que los tomacorrientes sean polarizados para facilitar la conexión del cable de protección a tierra. En el caso de los tomacorrientes destinados a cocinas eléctricas, su instalación debe realizarse en puntos de fácil acceso, ubicándose a una altura que varíe entre 0,20 y 0,80 metros desde el suelo (Zárate, 2018).

Cuando se instalen tomacorrientes en mesones de cocina, deben ubicarse a una altura mínima de 0,10 metros sobre la superficie del mesón y cumplir con las normas establecidas por el tipo NEMA 10-50R, conforme al Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 091 y las directrices del MEER.

En el caso de tomacorrientes empotrados en el piso, es fundamental que sean resistentes a la humedad y cuenten con una alta resistencia mecánica. La altura de instalación puede ajustarse según el entorno o el tipo de instalación, y en viviendas que alojen personas con discapacidad, adultos mayores o niños, deben seguirse las normas dictadas por la autorización de servicios institucionales.

Tabla 3 Calibre de los conductores de puesta a tierra para instalaciones eléctricas

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: (Malitaxi, 2023)

2.16. Interruptores

Un interruptor admite abrir o cerrar un circuito eléctrico, registrando el flujo de corriente hacia los dispositivos conectados. Al instalar interruptores y otros dispositivos de control, como conmutadores o pulsadores, es esencial seguir ciertas recomendaciones:

Altura de instalación: Se recomienda colocarlos a 1,2 metros de altura desde el punto donde se abre la puerta para facilitar su accesibilidad.

Protección en exteriores o zonas húmedas: En espacios al aire libre o expuesto a la humedad, los interruptores deben instalarse dentro de gabinetes herméticos diseñados para resistir las condiciones climáticas.

Ubicación en áreas húmedas: No se deben instalar interruptores cerca de bañeras, duchas u otras fuentes de agua, a menos que sean interruptores certificados para ambientes húmedos, cumpliendo con las normativas de seguridad eléctrica.

Estas precauciones garantizan la seguridad y el correcto funcionamiento de los interruptores en cualquier entorno.

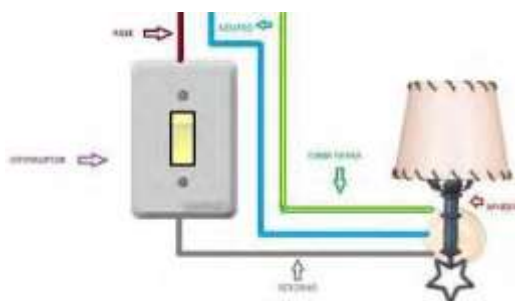


Figura 12 Circuito de iluminación

Nota: (Malitaxi, 2023)

Es importante tener en cuenta varios aspectos:

a) Es necesario que el calibre del conductor que tenemos como neutro sea igual al del conductor que lo utilizamos como fases.

En los circuitos de iluminación, se emplea un cable de cobre con aislamiento tipo THHN, cuya sección mínima es de 2,5 mm² (14 AWG) para la fase, el neutro y el conductor de tierra. Esto está de acuerdo con lo estipulado en la norma NEC-SB-IE y la autorización de los servicios institucionales.

2.17. Iluminación

Los sistemas de iluminación están compuestos por accesorios y lámparas conectadas a circuitos específicos para proporcionar luz en diferentes áreas. La selección de luminarias adecuadas y su disposición estratégica no solo mejoran la estética del espacio, sino que también contribuyen a la eficiencia energética de la instalación (Martínez, 2018).

Capacidad de los circuitos: Los circuitos de iluminación deben ser diseñados para soportar una carga máxima de 15 amperios, con un máximo de 15 puntos de luz por circuito, asegurando un suministro eléctrico seguro y eficiente.

Normativa de iluminación: De acuerdo con la normativa de servicios institucionales, los niveles mínimos de iluminación deben ajustarse en función del tipo de espacio y la actividad que se va a realizar. La Tabla 4 establece los valores recomendados para cada tipo de entorno, asegurando que se cumplan las condiciones óptimas para la tarea específica.

Una correcta iluminación no solo mejora el confort visual, sino que también garantiza condiciones de trabajo seguras y reduce el consumo energético innecesario.

Tabla 4 Iluminación que debe tener los ambientes asistenciales y educacionales

Tipo de Recinto	Iluminancia [Lux]
Bibliotecas	400
Cocina	300
Auditorios / Audiovisuales	200
Oficinas	300

Pasillos	100
Coliseo	800
Policlínicos	300
Salas de cirugía	500
Salas de clase	300
Salas de dibujo	600

Fuente: (Narváez, 2023)

2.17.1 Flujo luminoso

El flujo luminoso es una medida de la cantidad de luz visible que emite una fuente durante un periodo de tiempo, considerando la sensibilidad del ojo humano. Se expresa en lúmenes (lm), y su valor es proporcionado por el fabricante de la lámpara.

Este parámetro refleja cómo percibimos la luz emitida por una fuente y es independiente de la potencia eléctrica consumida. Dos lámparas con la misma potencia pueden producir diferentes flujos luminosos, ya que su rendimiento depende del color y la intensidad de la luz que emiten (Narváez, 2023).

2.17.2 Lúmenes (salida de luz)

La unidad de medida del flujo luminoso o luminosidad emitida por la fuente antes indicada se representa con el signo (Lm) en el Sistema Internacional de Medidas. El flujo luminoso se lo diferencia del flujo radiante esto porque el primero tiene en cuenta la sensibilidad que posee el ojo humano a las distintas longitudes que emite las ondas de la luz, mientras que en el segundo tiene en cuenta toda la radiación electromagnética que emite la fuente (Huerta, Mendieta, & Becerril, 2023).

En términos simples, los lúmenes (lm) representan la cantidad total de luz que se puede ver proveniente de una lámpara u otra fuente de luz. Cuanta más líneas tenga una bombilla o lámpara, más brillante (Narváez, 2023).

2.17.3 Coeficientes de utilización y mantenimiento

La eficiencia de uso y la eficiencia de mantenimiento son dos elementos importantes que se debe tener en cuenta a la hora de calcular cuanta luz emite realmente nuestra luminaria y llega a la zona deseada.

2.17.4 Coeficiente de utilización

La relación entre la cantidad de luz que produce la lámpara y lo que nos va a llegar efectivamente al plano de trabajo. Para esto es necesario obtener las tablas que nos proporciona el fabricante de las luminarias, para ello es muy necesario obtener previamente el índice del local las (dimensiones) y el coeficiente (material de los cerramientos) (Huerta, Mendieta, & Becerril, 2023).

Tabla 5 Formula para el cálculo del índice local

a = ancho; b = largo; h = altura

Sistema de iluminación	Índice del local
Iluminación directa, semidirecta, directa-indirecta y general difusa	$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$
Iluminación indirecta y semiindirecta	$k = \frac{3 \cdot a \cdot b}{2 \cdot (h + h') \cdot (a + b)}$

Fuente: (Ministerio de Vivienda, 2018)

2.17.5 Iluminancia

Se puede describir como la relación entre la cantidad de luz que llega a la superficie y el flujo de luminosidad que emite una fuente luminosa es el lux. El lux(lx) cuando un flujo luminoso de 1 (lm) se dispersa de forma uniforme sobre superficie que tenga un metro cuadrado (lux = 1 lumen/m²) (Huerta, Mendieta, & Becerril, 2023).

2.17.6 Intensidad Luminosa

Se define como la cantidad de luz que es emitida por una fuente por unidad de ángulo sólido. La candela (cd) es la unidad de medida que se utiliza en el sistema internacional de unidades (SI) (Díaz G. D., 2024).

2.17.7 Eficiencia Luminosa

La eficiencia que posee la luz o luminaria se evalúa comparando la cantidad de luz generada en comparación con la electricidad utilizada la unidad del (SI) es lm/w lúmenes por vatio (lm/W) (Huerta, Mendieta, & Becerril, 2023).

2.17.8 Tipos de Lámparas

Desde hace varias décadas los tipos de lámparas han ido evolucionando en función de varias características, como el bajo consumo de energía eléctrica que nos ayuda a mitigar el calentamiento global. En la actualidad se utilizan en proyectos eléctricos lámparas incandescentes, fluorescentes y Led.

2.17.9 Lámpara incandescente

Este tipo de lámpara funciona calentando un filamento de tungsteno mediante el paso de corriente eléctrica hasta que emite luz por incandescencia. Para evitar la oxidación del filamento, este se encapsula en una ampolla de vidrio llena de un gas inerte, como argón o nitrógeno.

La corriente fluye hacia el filamento a través de terminales o alambres cerrados en el cristal de la lámpara, permitiendo que se genere la luz. Las lámparas incandescentes son conocidas por su baja eficiencia energética, ya que gran parte de la energía se convierte en calor, pero destacan por su bajo costo y la calidad cálida de la luz que emiten.

A pesar de ser menos eficientes que otras tecnologías modernas, estas lámparas se siguen utilizando en aplicaciones específicas donde se requiere su tipo característico de iluminación (Lámpara Incandescente).

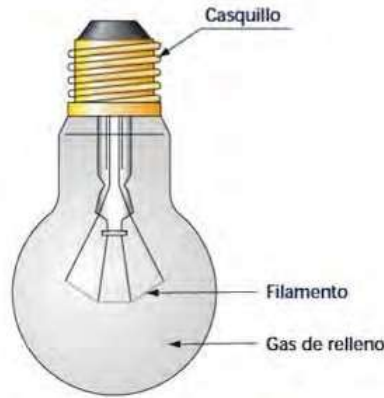


Figura 13 Partes de un foco incandescente

Fuente: (Díaz G. D., 2024)

2.17.10 Lámparas Fluorescentes

Cuando los filamentos de una lámpara fluorescente (figura 14) se calientan al paso de la corriente, ionizan el gas inerte, como argón o neón, presente dentro del tubo. Este proceso de ionización forma un puente de plasma entre los filamentos, permitiendo el paso de electrones a través del gas.

En ese momento, el balasto electrónico crea una chispa que da origen a un arco eléctrico. Una vez que el arco se establece, los filamentos dejan de emitir luz y actúan como electrodos, manteniendo el flujo de corriente necesario para el funcionamiento de la lámpara. Aunque el arco eléctrico no produce luz visible, es esencial para excitar el vapor de mercurio dentro del tubo, lo que genera radiación ultravioleta. Esta radiación, al interactuar con el revestimiento de fósforo en el interior del tubo, se transforma en luz visible.

Un inconveniente frecuente de las lámparas fluorescentes es su parpadeo, el cual suele aparecer por fallas en el tubo o en el balasto. Este parpadeo no solo es molesto, sino que puede reducir la vida útil del equipo y afectar la salud visual (Díaz G. D., 2024).



Figura 14 Lámparas Fluorescentes

Fuente: (Díaz G. D., 2024)

2.17.11 Lámparas LED

Una lámpara LED, o lámpara de diodo emisor de luz, es una luminaria de estado sólido que emplea LED como fuente de luz. Debido a la baja intensidad lumínica de un LED individual, estas lámparas agrupan varios LED para alcanzar niveles de luminosidad comparables a las lámparas incandescentes o fluorescentes.

En la actualidad, muchas empresas fabricantes han creado luminarias led para crear diferentes ambientes figura 15, algunas de estas luminarias incluyen controles que nos permiten ajustar la intensidad de la luz y cambiar los colores de acuerdo al gusto del usuario, Esta solución puede aplicarse en la iluminación para calles, plazas, jardines, oficinas, fabricas, viviendas o vehículos (Díaz G. D., 2024).

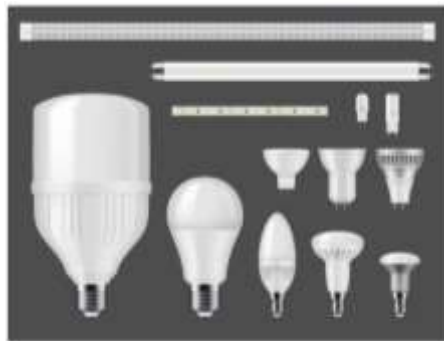


Figura 15 Modelo de lámparas led

Nota: (Díaz G. D., 2024)

Tabla 6 Comparación de parámetros de los 3 tipos de lámparas.

Parámetro	Fuente de luz				
	Incandescente	Halógena	Fluorescente lineal	Fluorescente compacta	LED
Vida útil (horas)	1000	3000	10000-15000	6000-12000	250000-100000
Eficacia luminosa (lm/W)	9-13	15-25	50-90	40-70	80-180
Índice de Reproducción Cromática (CRI)	98	100	80-95	80-90	70-85
Temperatura de color correlacionada (K)	2700	3000	2700-6500	2700-6500	2700-6500

Fuente: (Huerta, Mendieta, & Becerril, 2023)

2.18. Conductores Eléctricos

Los conductores eléctricos son componentes fundamentales que permiten la transmisión de energía eléctrica desde la fuente hasta el punto de consumo. Estos materiales deben tener una baja resistencia para asegurar una conducción eficiente y segura.

Como se observa en la figura 16, los conductores se encuentran en varias presentaciones, como cables sólidos o multifilares, y en distintos calibres, cada uno adecuado para un uso específico en las instalaciones eléctricas. Según el tipo de aplicación y las condiciones de instalación, los conductores pueden estar recubiertos con aislantes que los protegen contra la humedad, el calor o el desgaste..

Tipos de Conductores:

- **Cobre:** Es el material más utilizado por su alta conductividad y resistencia mecánica.
- **Aluminio:** Ligero y económico, aunque menos eficiente que el cobre, se usa en líneas de alta tensión y acometidas.
- **Conductores aislados:** Cubiertos con PVC, XLPE u otros materiales, se emplean para instalaciones internas, evitando cortocircuitos o contacto accidental.
- **Conductores desnudos:** Usados en líneas de transmisión y distribución aérea, ya que no requieren aislamiento externo.

Es fundamental elegir el tipo y calibre de conductor adecuado, acorde con la carga prevista y la distancia del tendido, para evitar pérdidas eléctricas y sobrecalentamiento. La selección correcta también garantiza el cumplimiento de normativas, como las estipuladas en la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), que especifica los requisitos técnicos para una instalación segura y eficiente.



Figura 16 Tipos de conductores para instalaciones eléctricas

Fuente: (Narváez, 2023)

El tamaño de los conductores debe especificarse en el sistema AWG (American Wire Gauge), MCM o en milímetros cuadrados, tal como se muestra en la tabla 6. Esta tabla proporciona información sobre el número de cable, su diámetro y la capacidad de conducción, dependiendo de su uso específico (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2018).

Tabla 7 Área de los conductores con el calibre AWG.

Calibre (AWG)	Área (mm ²)
14	2.08
12	3.31
10	5.27
8	8.35
6	13.30
4	21.20
2	33.60
1/0	53.5
2/0	67.4
4/0	107

Fuente: (Ministerio de Vivienda, 2018)

Según la NEC (2018) nos especifica que se debe utilizar un código de colores para poder identificar los cables a la hora de hacer una instalación eléctrica.

- ✓ Conductor fase: Rojo, azul, negro, amarillo.
- ✓ Conductor neutro: Blanco.
- ✓ Conductor tierra: Verde, verde con franja amarilla.

2.19. Nivel de aislamiento de conductores eléctricos

De acuerdo con la normativa vigente NTE INEN 2345 - 15, el aislamiento de un conductor depende del tipo de uso o diseño de los circuitos eléctricos, que pueden ser aéreos, subterráneos, para interiores o exteriores. Los aislamientos deben contar con una alta resistencia eléctrica, como se muestra en la Tabla 8. Se toma como modelo el material que contenga componentes termoplásticos y polímeros en su composición (Díaz G. D., 2024).

Tabla 8 Tipo de aislamiento de los conductores eléctricos

Termoplástico		Polímero	
Aislante	Temperatura máxima (°C)	Aislante	Temperatura máxima (°C)
TW	60 °C en ambiente seco y húmedo.	RW	90 °C, caucho resistente al calor y humedad.
THW	75 °C en ambiente seco y húmedo.	RHW	75 °C, para ambiente seco y húmedo.
THHN	90 °C en ambiente seco.	RH	75 °C en ambiente seco y 60 °C en húmedo.
TTU	75 °C, resistente a la humedad y el calor.	RHH	90 °C en ambiente secos y húmedos.

Fuente: (Díaz G. D., 2024)

2.19.1. Conductor de puesta a tierra

La sección 8.5.2 de la NEC establece que los conductores para puesta a tierra deben ser de cobre, y su sección mínima debe coincidir con la del alimentador según la relación especificada.

Tabla 9 Calibre de conductor a tierra acorde con el calibre de acometida

Calibre del conductor de puesta a tierra (AWG)	Calibre del conductor de acometida (AWG)
No. 8	Hasta No. 2
No. 6	Desde No. 1 hasta 1/0
No. 4	Desde No. 2/0 hasta 3/0

Fuente: (Ministerio de Vivienda, 2018)

2.19.2. Centro de carga

A esta caja llegan los cables de alimentación principal, de acuerdo al diseño del sistema eléctrico existen monofásicos, bifásicos y trifásicos de varios puntos, en estas se instalan los equipos de protección que van a controlar los diferentes circuitos que sean necesarios en una instalación eléctrica.

De acuerdo con la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) 2018, en la sección 5.5 referente a los alimentadores para tableros de distribución, se recomienda un calibre mínimo de #6 AWG para un alimentador de cobre aislado tipo THHN, desde el medidor hasta el tablero de distribución. Además, los centros de carga no deben instalarse en dormitorios, baños, cocinas ni cuartos de lavado, sino en áreas seguras y accesibles para asegurar su correcto funcionamiento y mantenimiento.

2.20. Protecciones

El conductor se protege contra sobrecorrientes mediante un interruptor termomagnético, también conocido como Breaker. Para prevenir sobrecorrientes, se sugiere utilizar protecciones de 15 A para conductores No.14 AWG, 20 A para No.12 AWG y 30 A para No.10 AWG en instalaciones con conductores de cobre. Las protecciones eléctricas en sistemas de bajo voltaje son fundamentales para proteger los dispositivos y equipos eléctricos, de acuerdo con las normativas pertinentes.

2.20.1. Interruptor termo magnético

Cuando se produce una sobre corriente en una instalación eléctrica debido a una sobrecarga o cortocircuito, un interruptor termo magnético, también llamado disyuntor, detiene el paso de corriente. Un interruptor bimetálico que abre el circuito al calentarse protege el sistema y sus partes. Los interruptores magnéticos, a diferencia de los fusibles no necesitan

ser reemplazados y pueden volver a su estado inicial al activarse. Para su distribución estos aparatos se alojan en cajas metálicas (Narváez, 2023).



Figura 17 Breaker Enchufables un solo polo

Fuente: (Narváez, 2023)

2.21. Puesta a tierra

La instalación de la puesta a tierra es fundamental para evitar daños en los equipos eléctricos y proteger a las personas de lesiones leves, graves o mortales ocasionadas por sobrecorrientes o falta de aislamiento.

2.21.1. Puesta a tierra en dispositivos eléctricos.

El método TT es una opción de protección eléctrica que consiste en conectar directamente el cuerpo metálico de un equipo eléctrico a tierra. Este sistema es comúnmente conocido como sistema TT (Malitaxi, 2023).

2.21.2. Diseño del sistema de puesta a tierra

En las instalaciones básicas de puesta a tierra, se usa comúnmente un solo electrodo enterrado en el suelo, una práctica habitual en áreas residenciales y laborales, generalmente ubicadas fuera de los edificios. En contraste, los sistemas de puesta a tierra más avanzados incorporan múltiples varillas interconectadas, redes en malla, placas especializadas y bucles de puesta a tierra, como se ilustra en la Figura 18.

Estos sistemas son típicos en subestaciones eléctricas, oficinas centrales y lugares que albergan torres de telecomunicaciones (Padilla Soto, 2023).



Figura 18 Instalaciones de puesta a tierra
Fuente: PadillaSoto, 2023).

De acuerdo con la Norma Ecuatoriana de la Construcción, los electrodos más utilizados para el sistema de puesta a tierra deben ser varillas de acero recubiertas de cobre, con un diámetro mínimo de 16 mm y una longitud de 1,80 m.

2.22. Norma para instalaciones eléctricas

Las normas varían de un país a otro por lo general se adaptan a los requisitos locales y a la infraestructura eléctrica. Los países y los tipos de instalaciones (residenciales, comerciales o industriales) tienen diferentes normativas de diseño eléctrico.

2.22.1. Norma Ecuatoriana de la Construcción

Dependiendo del país donde se origina, las normas se adaptan ligeramente para cumplir con las necesidades y sistemas eléctricos en cada administración. El diseño eléctrico está sujeto a normas que varían según los factores. Como es el tipo de instalación que se vaya a realizar si es residencial, comercial o industrial (Díaz G. D., 2024).}

2.22.2. Norma NTE INEN 2345.

Esta norma de seguridad para cables y alambres establece los requisitos para conductores unipolares, del tipo monoconductores con aislamiento termoplástico, diseñados para operar a un voltaje de 600V en instalaciones eléctricas (INEN 2015). El propósito de la norma INEN es asegurar el cumplimiento de las normas técnicas obligatorias, con el fin de proteger a los consumidores.

CAPITULO III

3. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

3.1. Repotenciación del circuito de iluminación y fuerza de la unidad

Educativa luz Emilia Saa.

La Unidad Educativa Luz Emilia Saa está ubicada en la parroquia rural de El Chaupi, cantón Mejía, en la provincia de Pichincha. Es un instituto fiscal dedicado a la educación inicial y a la Educación General Básica (EGB).

Su jurisdicción es intercultural y se rige bajo el régimen escolar de la Sierra, con modalidad presencial en la jornada matutina. La institución cuenta con infraestructura propia y acceso terrestre, lo que facilita la llegada de estudiantes y docentes de las zonas aledañas.

Al estar en una zona rural, enfrenta desafíos en cuanto a recursos y acceso. Sin embargo, mantiene su compromiso de ofrecer un entorno de aprendizaje adecuado y propicio para toda la comunidad educativa, trabajando continuamente en la mejora de la calidad educativa y el bienestar de sus miembros.

La institución se distingue por su esfuerzo constante en la optimización de su infraestructura y calidad de enseñanza, lo cual es posible gracias al apoyo activo de los padres de familia. Su participación en diversas actividades y contribuciones con recursos permite el mantenimiento y desarrollo del espacio educativo.

Un ambiente de aprendizaje bien iluminado y con un sistema eléctrico adecuado favorece la concentración, la participación activa y el bienestar general de los estudiantes. Esto incide positivamente en su rendimiento académico y motivación. Por ello, el rediseño y mejora del sistema eléctrico en las instituciones educativas representa una inversión clave en el futuro de toda la comunidad educativa.

3.2. Antes

La Unidad Educativa Luz Emilia Saa no contaba con un plano arquitectónico de sus instalaciones ni con planos eléctricos de cada aula. Por ello, se realizó un levantamiento de información para recopilar datos y medir las distancias reales de cada área que forma parte de la institución.

A partir de esta información, se elaboró un plano a escala 1:100, cuyas mediciones se detallan en el Anexo 1. En este anexo también se incluye información sobre los puntos eléctricos existentes, el centro de carga, el cableado y la acometida desde el medidor.

Debido a que las instalaciones presentaban daños, no fue posible realizar pruebas de los niveles de iluminación ni pruebas en los tomacorrientes.



Figura 19 Diagnostico de la institución educativa

Elaborado por: autores

3.3. Plano antes de la intervención

Tras la inspección de la escuela, se llevó a cabo el levantamiento de información necesario para la elaboración del plano arquitectónico de planta. En este plano se detallan los puntos de iluminación, los tomacorrientes, la acometida desde el medidor hasta el centro de carga principal y la distribución desde el tablero del centro de carga hacia los paneles de cada aula.

Este proceso permitió obtener una representación precisa de la infraestructura eléctrica existente, lo que facilita la planificación de futuras mejoras. Contar con un plano

detallado es fundamental para optimizar la distribución eléctrica, garantizar la seguridad de las instalaciones y mejorar las condiciones de aprendizaje dentro de la institución.

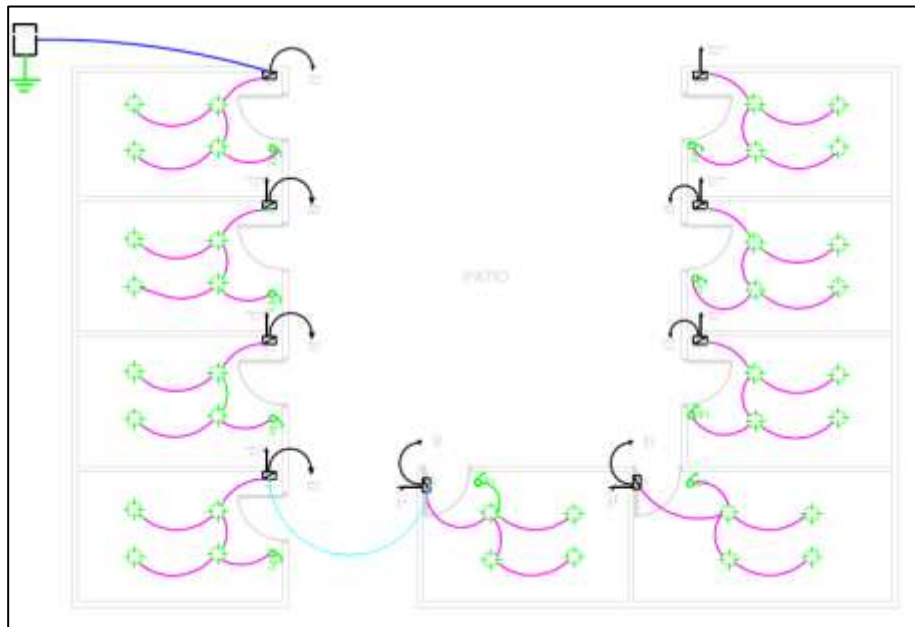


Figura 20 Plano de iluminación

Elaborado por: autores

3.4. Diseño Eléctrico

3.4.1. Simulación en Dialux Evo

Con el diseño de planta se procedió a ingresar el diseño arquitectónico en el software Dialux evo que es el especializado en realizar el estudio de iluminación y al mismo tiempo no permitirá visualizar datos de los niveles de iluminación de toda las aulas. A continuación, presentamos las Normativa UNE-EN.12464 de trabajo de cada área de iluminación.

Tabla 10 Niveles de iluminación recomendables

Tipo de Recinto	Iluminancia [Lux]
Atención administrativa	300
Bibliotecas	400
Cocinas	300
Gimnasios	200
Oficinas	400
Pasillos	100
Policlínicos	300
Salas de cirugía menor	500
Salas de cirugía mayor, quirófanos (*)	500
Salas de clases, párvulos	150
Salas de clases, educación básica	200
Salas de clases, educación media	250
Salas de clases, educación superior	300
Salas de Dibujo	600
Salas de Espera	150
Salas de Pacientes	100
Salas de Profesores	400

Fuente: (Loján, 2022)

Una vez ingresada el plano de planta de la escuela al Dialux evo, se elaboró el 3D con la herramientas del programa, se bosqueja el área de la primera aula con sus respectivas medida lo que son paredes, puertas, sillas y techado para luego insertar el tipo de luminarias que cumpla con los lúmenes requerido por la norma, en la figura se observa la simulación de la primera área de la institución.



Figura 21 Bosquejo del aula 1 e ingreso de luminarias

Elaborado por: autores en el Software Dialux evo

En el cuadro de resultado de la Figura 22, nos presenta los niveles que se requieren en todas las aulas, lo que nos da como fin de que se cumple la normativa de los 300 (lux).

- Aula 1 - Working plane (Aula 1) 402 lx 2.10 - Aula 2 - Working plane (Aula 2) 401 lx 2.13 - Aula 3 - Working plane (Aula 3) 402 lx 2.16 - Aula 4 - Working plane (Aula 4) 402 lx 2.06 - Aula 5 - Working plane (Aula 5) 426 lx 1.56	- Aula 6 - Working plane (Aula 6) - Aula 7 - Working plane (Aula 7) 401 lx 2.11 - Aula 8 - Working plane (Aula 8) 402 lx 2.05 - Aula 9 - Working plane (Aula 9) 403 lx 1.94
---	---

Figura 22 Simulación en Dialux Evo

Elaborado por: autores

Después de instalar las luminarias en cada una de las áreas, se procedió a configurar escenas de luz antes de realizar la simulación. Este proceso permitió ajustar los niveles de iluminación de acuerdo con las necesidades específicas de cada espacio.

Posteriormente, se utilizó el software Dialux evo para calcular los niveles de iluminancia (lux) en cada área. Esta herramienta permitió obtener una evaluación precisa de la distribución de la luz, asegurando condiciones óptimas para el desarrollo de las actividades dentro de la institución.

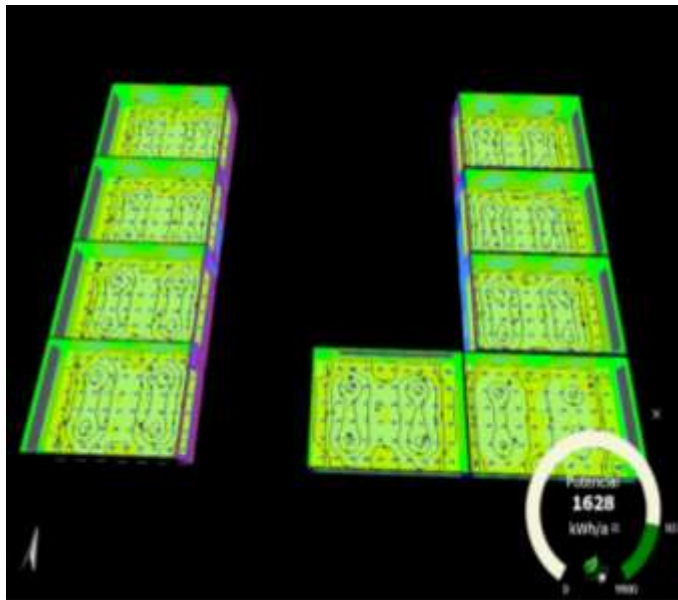


Figura 23 Nos muestra el diseño planteado con una correcta iluminación
Elaborado por: autores en el Software Dialux evo

A continuación, se presenta la simulación de cada aula junto con los resultados obtenidos de los niveles de iluminación para cada área. En el cálculo de iluminación, se detallan los valores de iluminancia (lux) en cada área de la unidad educativa. Para este análisis, se utilizó el software Dialux, el cual permite determinar la cantidad óptima de luminarias necesarias para garantizar una iluminación adecuada en cada espacio.

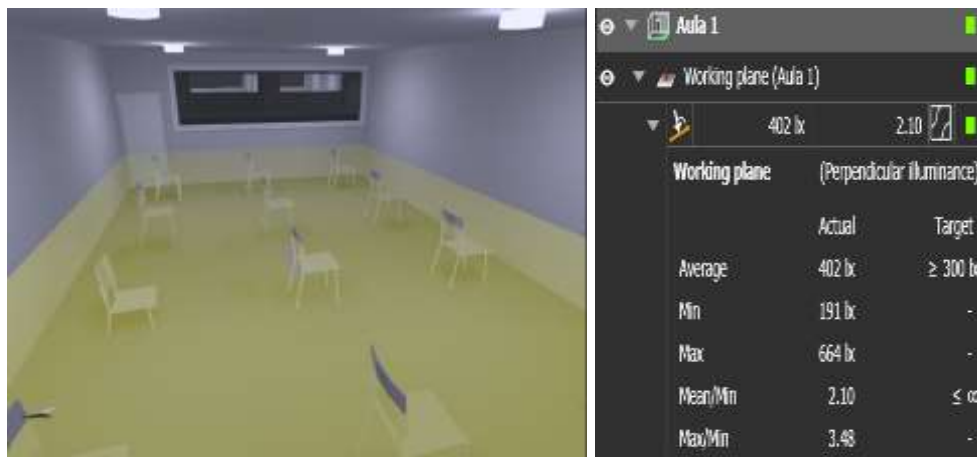


Figura 24 Simulación del aula 1
Elaborado por: autores en el Software Dialux evo

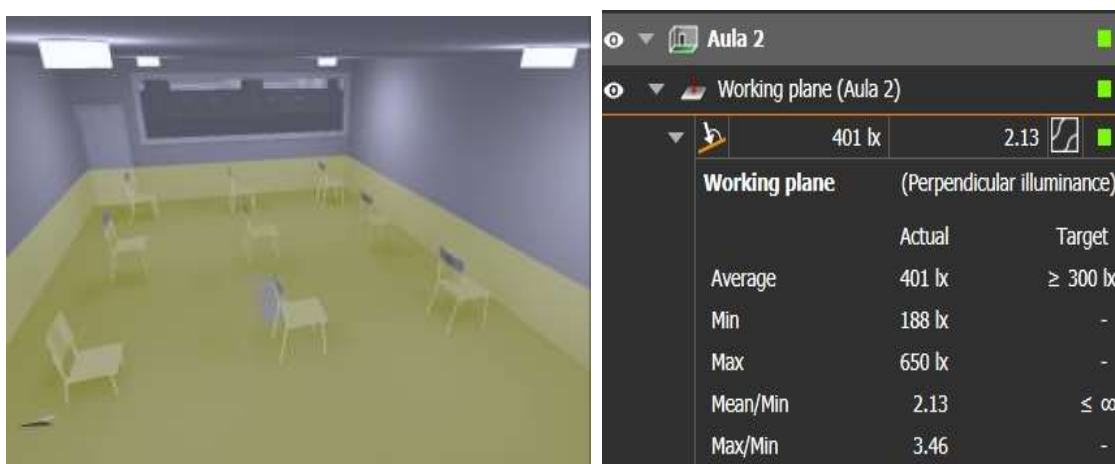


Figura 25 Simulación del aula 2
Elaborado por: autores en el Software Dialux evo

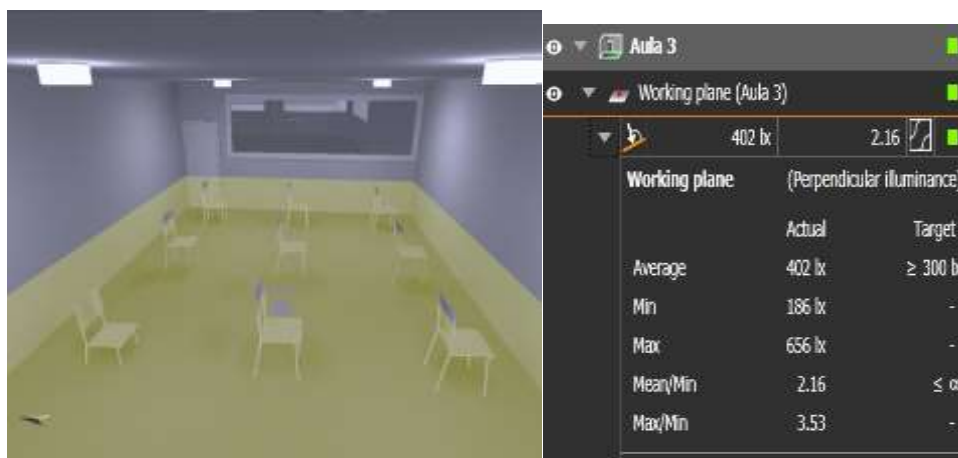


Figura 26 Simulación del aula 3
Elaborado por: autores en el Software Dialux evo



Figura 27 Simulación del aula 4
Elaborado por: autores en el Software Dialux evo

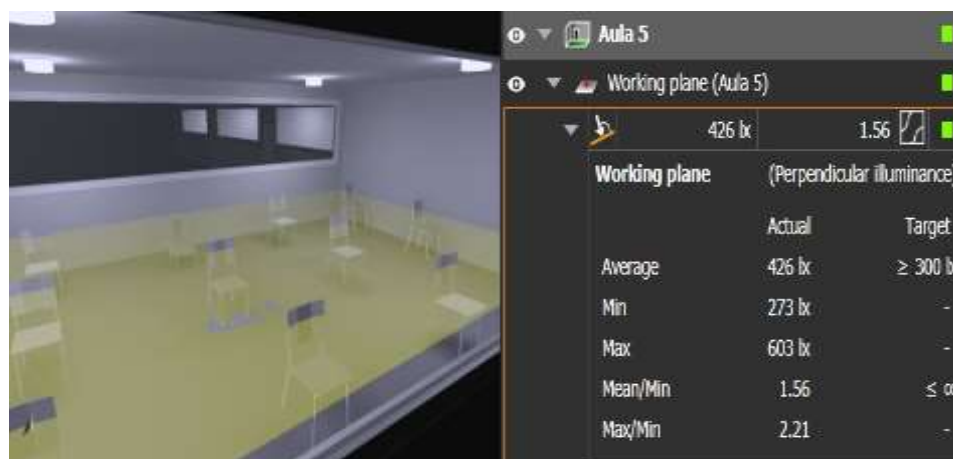


Figura 28 Simulación del aula 5
Elaborado por: autores en el Software Dialux evo

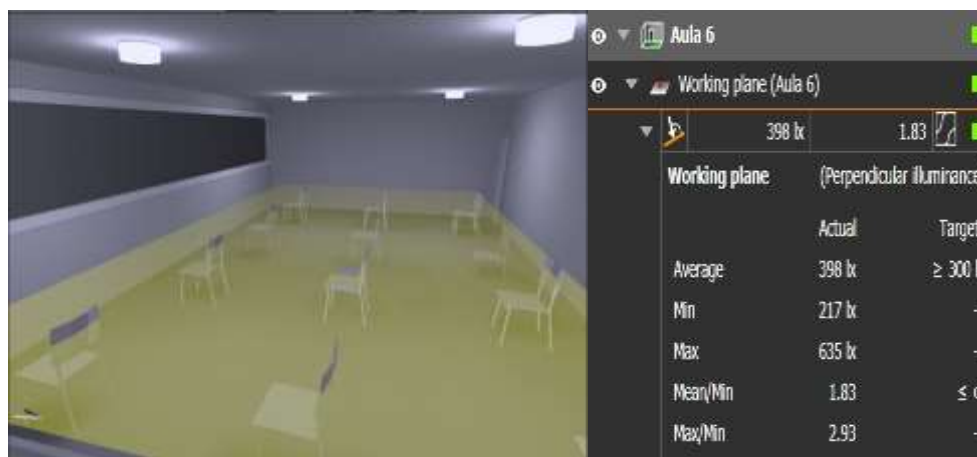


Figura 29 Simulación del aula 6
Elaborado por: autores en el Software Dialux evo

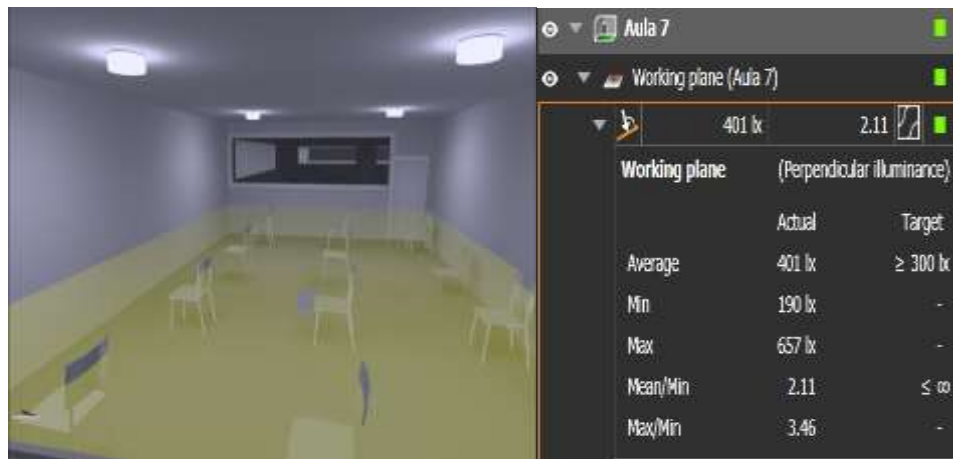


Figura 30 Simulación del aula 7
Elaborado por: autores en el Software Dialux evo

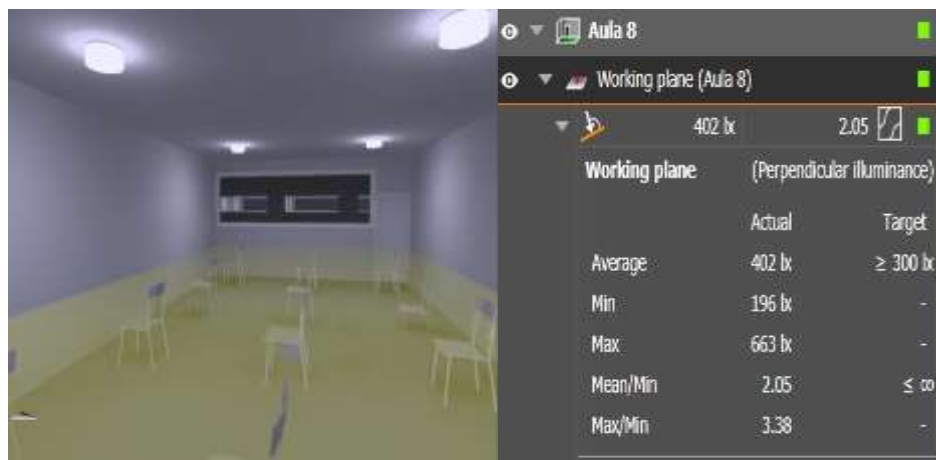


Figura 31 Simulación del aula 8
Elaborado por: autores en el Software Dialux evo

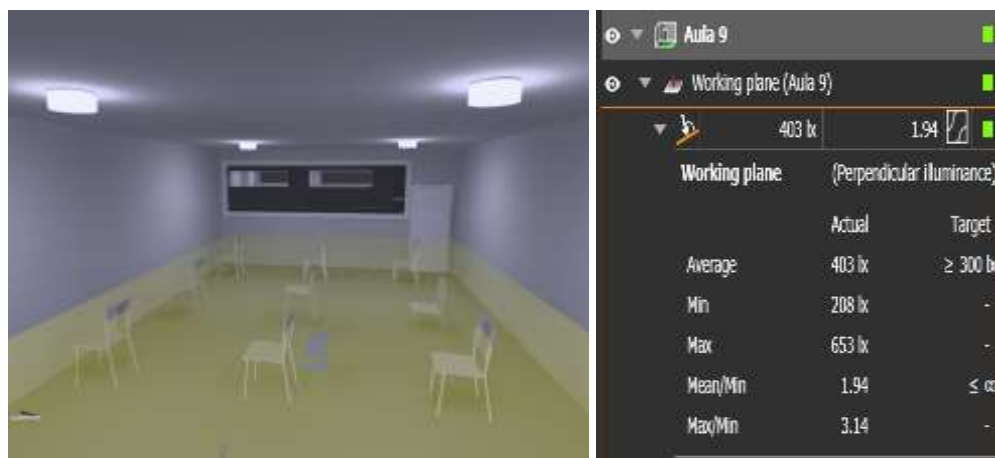


Figura 32 Simulación del aula 9
Elaborado por: autores en el Software Dialux evo

3.5. Diseño del circuito de iluminación y fuerza

3.5.1. Circuito de fuerza.

El diseño de un circuito de fuerza para una escuela es una tarea crucial que abarca varios aspectos para asegurar seguridad, eficiencia y funcionalidad. Los tomacorrientes polarizados son componentes creados para aumentar la seguridad y asegurar una conexión adecuada entre el enchufe y el tomacorriente. La polarización se refiere a la disposición de los contactos en los tomacorrientes y el enchufe para asegurar que la conexión se realice de manera que la fase y el neutro estén correctamente alineados. En resumen, los tomacorrientes polarizados son una medida de seguridad importante en la instalación eléctrica, asegurando que los dispositivos se conecten correctamente y que la corriente fluya de manera segura a través del sistema eléctrico.

3.5.2. Conductores de los circuitos de fuerza

La normativa NEC, en su código NEC-SB-IE, sección 5.3 apartado b, establece que para los circuitos de tomacorrientes se deben utilizar conductores de cobre aislado tipo THHN, con una sección mínima de 4 mm² (12 AWG) tanto para la fase como para el neutro. De acuerdo con la corriente calculada para los circuitos de fuerza, se emplearía el conductor THHN #12 AWG.

Distribución de Tomacorrientes: Para la distribución de los tomacorrientes en cada área, se debe considerar una cobertura equitativa. Para esto, se debe tener en cuenta la ubicación de los muebles, equipos y áreas de trabajo, de manera que sean accesibles, funcionales y estén instalados de acuerdo con las normativas NEC. Esto incluye la instalación a una altura adecuada, el uso de cajas de montaje apropiadas, tomando en cuenta lo siguiente:

- ✓ Tomacorrientes: Según el NEC del año 2018, se permite una carga de 200 vatios (W) para cada salida de tomacorrientes. "(Iza et al., s. f.)"

3.5.2.1. Factor de demanda

Es crucial que los profesionales en diseño eléctrico empleemos el valor del factor de demanda que nos indica la normativa, para el uso correcto de cada tipo de carga, dado que los distintos aparatos y electrodomésticos poseen consumos y usos diferentes.

La adecuada utilización de factores de demanda favorece la eficacia segura del sistema eléctrico en cualquier tipo de instalación. Como en el cálculo anterior la normativa nos indicaba que el tipo de vivienda era pequeña, la normativa misma nos refiere el factor de demanda, que se detalla a continuación:

VIVIENDA TIPO	FD Iluminación	FD Tomacorrientes
Pequeña - mediana	0,70	0,50
Mediana grande - Grande	0,55	0,40
Especial	0,53	0,30

Figura 33 Factor de demanda

Fuente: Norma NEC-SB-IE, 2018

Trabajaremos con los valores de: FD Iluminación: 0.70 y FD Tomacorrientes: 0.50. Para los cálculos respectivos de tomacorrientes en cada aula cuenta que cada uno de ellos tiene tres tomacorrientes y la potencia unitaria es de 200 vatios de acuerdo a la normativa NEC y no debe excederse a 10 salidas de tomacorrientes. La potencia total se calcula por el número de tomacorrientes instalados por la potencia de cada uno de ellos en vatios (w).

Tabla 11 Potencia a implementar en el aula 1

AREA	# TOMAS	Potencia Unitaria	Potencia Total (w)
Aula 1	3	200	600

Elaborado por: autores

3.5.2.2. Cálculo de la protección y del conductor

$$PTOTAL = POTENCIA UNITARIA \times \# TOMACORRIENTES \quad (14)$$

$$In = \frac{\text{Potencia total}}{\text{Voltaje Nominal} \times fp} \quad (15)$$

$$I_n = \frac{600 \text{ W}}{120 \text{ V} \times 0.95} = 5.26 \text{ A}$$

(16)

$$I_{prot} = I_{nominal} \times 1.25\%$$

(17)

$$I_{prot} = 5.26 \times 1.25 = 6.58 \text{ A}$$

(18)

$$CARGA \text{ DEL CONDUCTOR } 75\% = \frac{6.58 \text{ A}}{20} \times 100\% = 32.9\%$$

(19)

En los circuitos de tomacorriente no se debe exceder a 20 amperios de acuerdo a la normativa NEC en nuestro caso solo consumirían 5.26A y solo están instalados 3 puntos de tomacorrientes.

Tabla 12 Tabla de los resultados de acuerdo a la normativa NEC en el aula 1

CALCULO DE CARGA (W)	VOLTAJE NOMINAL (V)	CORRIENTE NOMINAL(A)	CORRIENTE CON EL 125%	CARGA DEL CONDUCTOR
600	120	5.26	6,58	32,9

Elaborado por: autores

Se calcula la potencia total del circuito utilizando el voltaje nominal, lo que da como resultado una corriente nominal total. Según la normativa NEC, el calibre del conductor debe ser capaz de soportar el 125% del valor de la corriente de protección del circuito (NEC, 2018). A partir de los resultados obtenidos, se concluye que se debe seleccionar el calibre No. 12 con una protección de 20 A.

Tabla 13 Normativa NEC

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

Elaborado por: autores

3.5.3. Circuito de iluminación

La normativa NTE-INEN 1153 establece los parámetros y requisitos mínimos de iluminación para ambientes interiores y exteriores, asegurando condiciones óptimas de visibilidad y seguridad.

Tabla 14 Requisitos de iluminación según la actividad

Nº ref.	Tipo de interior, tarea y actividad	$\overline{E}_{av}$ lx	UGR _L -	U _o -	R _a -	Requisitos específicos
B.36.1	Aulas, aulas de tutoría	300	19	0,60	80	La iluminación debería ser controlable

Fuente: Norma NTE-INEN 1153

La normativa nos indica que 300 lx es el valor adecuado para actividades de enseñanza general, como en las aulas no se requiere un alto nivel de precisión visual, este valor de iluminación certifica que el ambiente será cómodo y funcional para el aprendizaje.

La uniformidad en la distribución de la luz y el control del deslumbramiento también son aspectos clave para cumplir con los estándares de iluminación en aulas y esto lo calcularemos a través del software libre DIALUX.

En el rediseño de luminaria se ha enfocado en mejorar los niveles actuales de iluminación. Tomando en cuenta las actividades a cumplir en el aula, también para el rediseño del circuito nos basamos en los parámetros establecidos por las normativas NEC código NECSB-IE 2018, también en los parámetros de selección de las luminarias, y en su distribución, que cuenten con los luxes necesarios para que cumplan con las necesidades de quienes usan las instalaciones y así puedan cumplir con todas sus actividades.

En el rediseño de la iluminación para las aulas, utilizaremos la herramienta de software AutoCAD, ya que esta nos permite crear planos de manera precisa y conforme a la normativa y así poder definir los pasos a seguir en la ejecución. Para el circuito de iluminación se utilizó el software DIALUX, para obtener los luxes que nos recomienda la normativa, ya que de esta manera la iluminación pueda satisfacer la principal demanda de visibilidad en el interior de las aulas. Para este rediseño, se estableció un rango de 300 a 500lux.

3.6. Circuito de Iluminación

Para nuestro trabajo se trabajará con cuatro luminarias y la potencia de cada luminarias es de 100W, con estas potencias de luminarias se trabajó en software Dialux ya que nos cumplió con los rango establecido según la norma.

La potencia total se calcula multiplicando el número de luminarias por la potencia de cada luminaria.

$$POTENCIA\ TOTAL = POTENCIA\ UNITARIA \times \# \text{ LUMINARIAS} \quad (20)$$

$$POTENCIA\ TOTAL = 100\ W \times 4 = 400\ WATIOS \quad (21)$$

Tabla 15 Datos de circuito de iluminación para el aula 1

Área	# Iluminación	Potencia Unitaria	Potencia Total (w)
Aula 1	4	100	400

Elaborado por: autores

3.6.1. Cálculos para el circuito de iluminación

Para seleccionar el conductor a instalar procedemos a usar la siguiente ecuación:

$$I_{nominal} = \frac{\text{Potencia total}}{\text{Voltaje Nomnial} \times \text{fp}} \quad (22)$$

$$I_{nominal} = \frac{400 \text{ watios}}{120 \text{ voltios} \times 0.95} = 3.5A \quad (23)$$

$$I_{corriente \text{ del circuito al } 125\%} = 3,5A \times 1.25 = 4.37A \quad (24)$$

$$Carga \text{ del Conductor } 75\% = \frac{3,5A}{16A} \times 100 = 21.87\% \quad (25)$$

Con los cálculos realizados podemos decir que el conductor seleccionado y de acuerdo a las normas NEC sería conductor # 14 THHN con una sección mínima de 2.5 mm², este conductor es el seleccionado para la fase, para el neutro, y para la tierra. Para el uso de interruptor se seleccionó el de 20A ya que en la normativa NEC el de 16A ya no existe en el mercado.

3.6.2. Dimensionamiento del calibre de la Acometida del medidor hacia el tablero principal y su respectivo termomagnético Principal

Para calcular la potencia total de demanda de las 9 aulas, se debe multiplicar la potencia total de cada aula por el factor de demanda tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 16 Cálculo de Interruptor Principal

Cálculo de Interruptor Principal				
Circuitos	Carga total (w)	Factor de demanda	Potencia total de demanda (W)	Protección Principal
Circuito de Alumbrado Aula # 1 C1	400	0,7	280	63 A
Circuito de Alumbrado Aula # 2 C2	400	0,7	280	
Circuito de Alumbrado Aula #3 C3	400	0,7	280	
Circuito de Alumbrado Aula #4 C4	400	0,7	280	
Circuito de Alumbrado Aula #5 C5	400	0,7	280	
Circuito de Alumbrado Aula #6 C6	400	0,7	280	
Circuito de Alumbrado Aula #7 C7	400	0,7	280	
Circuito de Alumbrado Aula #8 C8	400	0,7	280	
Circuito de Alumbrado Aula #9 C9	400	0,7	280	
Circuito de tomacorriente Aula # 1 T1	600	0,5	300	
Circuito de tomacorriente Aula # 2 T2	600	0,5	300	
Circuito de tomacorriente Aula #3 T3	600	0,5	300	
Circuito de tomacorriente Aula # 4 T4	600	0,5	300	
Circuito de tomacorriente Aula #5 T5	600	0,5	300	
Circuito de tomacorriente Aula # 6 T6	600	0,5	300	
Circuito de tomacorriente Aula # 7 T7	600	0,5	300	
Circuito de tomacorriente Aula # 8 T8	600	0,5	300	
Circuito de tomacorriente Aula #9 T9	600	0,5	300	
	9000	total	5220	

Elaborado por: autores

Se procede a realizar las sumas de potencia tanto de iluminación como de tomacorriente

$$\sum PT = C1 + C2 + C3 + C4 + C5 + C6 + C7 + C8 + C9 + T1 + T2 + T3 + T4 + T5 + T6 + T7 + T8 + T9 = 5220 \text{ vatios} \quad (26)$$

Para el cálculo de la protección principal, se calcula la corriente total hacia el tablero principal.

$$I_{totalnominal} = \frac{\sum PT}{V} = \frac{5220}{120 \times 0.95} = 45.78A \quad (27)$$

$$I_{prot} = I_{nominal} * 1.25 = 45.78 * 1.25 = 57.22A \quad (28)$$

De acuerdo a los cálculos, para que con la corriente máxima del interruptor debe ser una protección principal de 63A, con esto podemos escoger el calibre conductor # 6 THHN para instalar en la acometida.

En la Tabla 17 muestra el planillaje eléctrico que comprende, la potencia, corriente, voltaje hasta el termomagnético a instalar de cada uno de los circuitos instalado de forma individual, así también muestra el calibre de todas las acometidas de cada circuito y de la acometida principal.

Tabla 17 Planillaje eléctrico

PLANILLA ELECTRICO							
Circuito	CARGA TOTAL(w)	CORRIENTE NOMINAL	CORRIENTE CON EL 1,25%	VOLTAJE(V)	CONDUCTOR	PROTECCION (A) N°POLO (AMP)	CARGA DEL CONDUCTOR(%)
Aula 1 C1.Illuminación	400	3,5	4,38	120	1F#14 AWG +1N#14	1P-16A	21,87%
Aula 2 C2.Illuminación	400	3,5	4,38	120	1F#14 AWG +1N#14	1P-16A	21,87%
Aula 3 C3.Illuminación	400	3,5	4,38	120	1F#14 AWG +1N#14	1P-16A	21,87%
Aula 4 C1.Illuminación	400	3,5	4,38	120	1F#14 AWG +1N#14	1P-16A	21,87%
Aula 5 C5.Illuminación	400	3,5	4,38	120	1F#14 AWG +1N#14	1P-16A	21,87%
Aula 6 C6.Illuminación	400	3,5	4,38	120	1F#14 AWG +1N#14	1P-16A	21,87%
Aula7 C7.Illuminación	400	3,5	4,38	120	1F#14 AWG +1N#14	1P-16A	21,87%
Aula8 C8.Illuminación	400	3,5	4,38	120	1F#14 AWG +1N#14	1P-16A	21,87%
Aula9 C9.Illuminación	400	3,5	4,38	120	1F#14 AWG +1N#14	1P-16A	21,87%
Aula1 T1.Tomacorriente	600	5,26	6,58	120	1F#12 AWG +1N#14	1P-20A	32,90%
Aula2 T2.Tomacorriente	600	5,26	6,58	120	1F#12 AWG +1N#14	1P-20A	32,90%
Aula3 T3.Tomacorriente	600	5,26	6,58	120	1F#12 AWG +1N#14	1P-20A	32,90%
Aula4 T1.Tomacorriente	600	5,26	6,58	120	1F#12 AWG +1N#14	1P-20A	32,90%
Aula5 T5.Tomacorriente	600	5,26	6,58	120	1F#12 AWG +1N#14	1P-20A	32,90%
Aula6 T6.Tomacorriente	600	5,26	6,58	120	1F#12 AWG +1N#14	1P-20A	32,90%
Aula7 T7Tomacorriente	600	5,26	6,58	120	1F#12 AWG +1N#14	1P-20A	32,90%
Aula8 T8.Tomacorriente	600	5,26	6,58	120	1F#12 AWG +1N#14	1P-20A	32,90%
Aula8 T8.Tomacorriente	600	5,26	6,58	120	1F#12 AWG +1N#14	1P-20A	32,90%
Aula9 T9.Tomacorriente	600	5,26	6,58	120	1F#12 AWG +1N#14	1P-20A	32,90%

Elaborado por: autores

A continuación, presento el diagrama unifilar de la escuela.

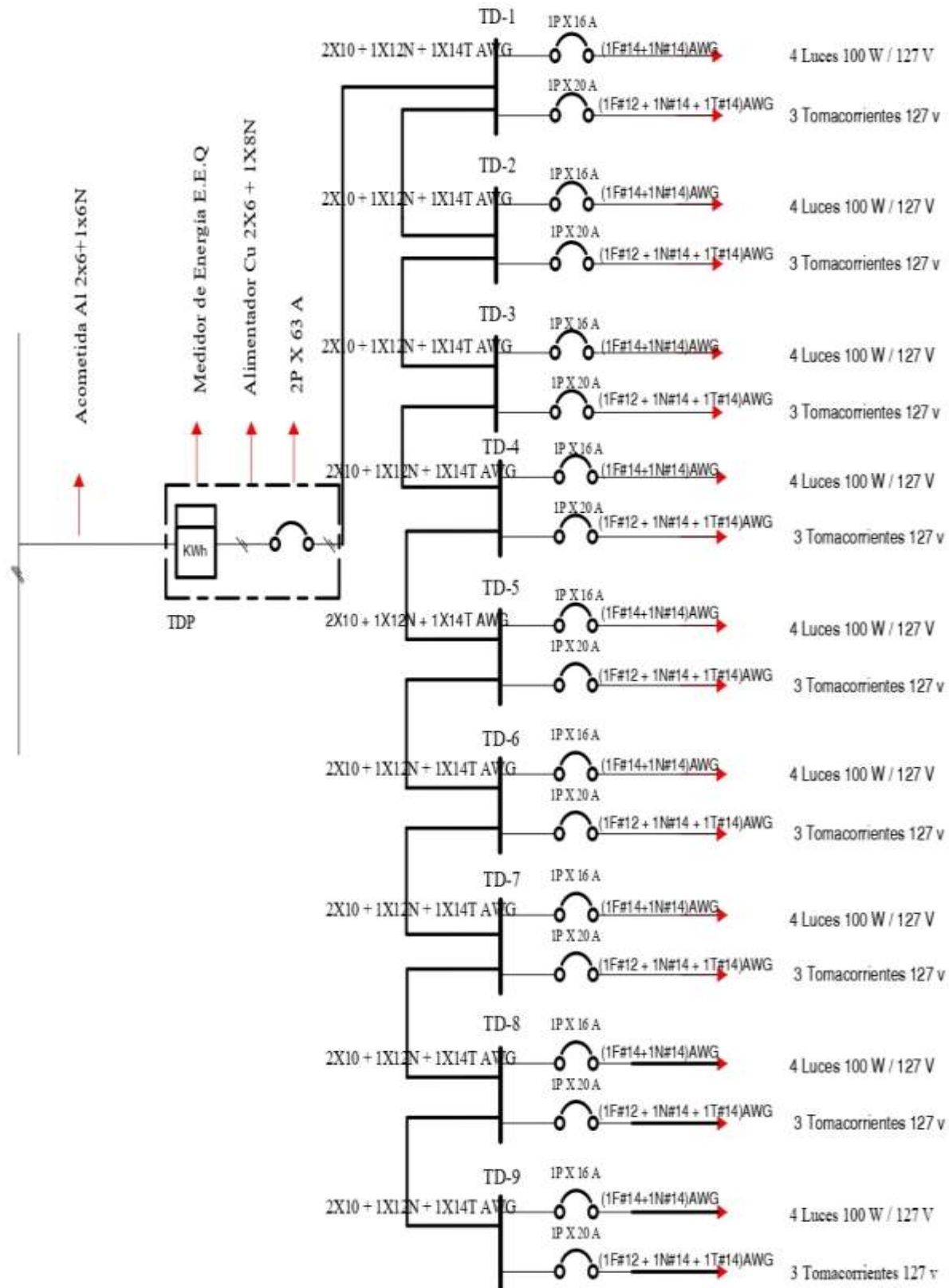


Figura 34 Diagrama unifilar de la unidad educativa

Fuente: Norma NEC-SB-IE, 2018

3.7. Puesta a tierra

Para garantizar una mayor seguridad en los equipos eléctricos de las aulas y proteger a las personas que transitan diariamente por la institución, los sistemas de puesta a tierra son fundamentales para ofrecer protección en caso de descargas o sobretensiones, tal como lo establece la normativa NEC 2018.

El sistema de puesta a tierra se instaló en un área firme de tierra cercana al tablero de derivaciones. De acuerdo con las normativas, se seleccionó un cable de menor calibre al del conductor de fuerza, siendo este de 6 AWG, mientras que el conductor para tierra es de 8 AWG.

En base a lo indicado se perforó con un martillo la varilla de tierra de 1.80 de longitud dejando unos 10cm para poder conectar el grillete y el cable de tierra que va hacia el panel de derivaciones.



Figura 35 Instalación de varilla de tierra

Tabla 18 Tipos de suelo y su resistividad

Naturaleza del tipo de terreno	Límites normales de resistividad [Ωm]	Resistividad típica [Ωm]
Terreno pantanoso	Hasta 30	30
Limo	20 – 100	50
Humus	10 – 150	80
Arcilla plástica	Hasta 50	120
Marga y arcillas compactas	100 – 200	150
Arcilla arcillosa	50 – 500	400
Arena silícica (mar)	200 – 3000	2500
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 – 500	450
Suelo pedregoso desnudo	1500 – 3000	2500
Calizas blandas	100 – 300	250
Calizas agrietadas	500 – 1000	900
Calizas compactas	1000 – 5000	4000
Pizarras y esquistos	50 – 300	800
Roca	1500 – 10000	8000
Grava	3000 – 5000	4500

Fuente: (Proaño, 2012)

De acuerdo a la tabla 18 por (Proaño, 2012) se seleccionó la resistividad típica (Ωm) de 50 al mantener como tipo de terreno de la unidad educativa “LUZ EMILIA SAA” el limo, con la finalidad de realizar la ecuación de resistencia a tierra.

En la ecuación se determina que R es la resistencia a tierra; ρ es la resistividad uniforme equivalente, a es igual al radio del electrodo y L longitud de la varilla o electrodo.

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \left(\frac{\ln 4L}{a} - 1 \right) \quad (29)$$

$$R = \frac{50}{2\pi 1.8} \left(\frac{\ln 4(1.8)}{0.01} - 1 \right) \quad (30)$$

$$(31)$$

$$R = 4.42 (5.57)$$

$$R = 24.62 \Omega \quad (32)$$

Según la norma NEC250.56 especifica que el impedancia o resistencia de tierra del sistema de conexión debe ser menos a 25 Ω .

3.8. Implementación

Materiales



Figura 36 Caja plástica octagonal



Figura 37 Cinta aislante



Figura 38 Breakers



Figura 39 Interruptores



Figura 40 Tornillos para colocar los accesorios



Figura 41 Caja rectangular plástica



Figura 42 Rollo de cable flexible número 14



Figura 43 Tomacorrientes

Implementación del aula 1



Figura 44 Cable de fuerza No. 6



Figura 45 Varilla de tierra



Figura 46 Luminarias led

Implementación de tomacorrientes y Breaker



Figura 47 Cambios de tomacorrientes



Figura 48 Probando voltaje



Figura 49 Aula de trabajo



Figura 50 Accesorios para el cambio



Figura 51 Gestores del trabajo



Figura 52 Gestores del trabajo en el exterior del aula



Figura 53 Gestores con cableado de puerto



Figura 54 Cambio de acometidas



Figura 55 Personal trabajando



Figura 56 Comprobando energía



Figura 57 Comprobando energía en el interior del aula



Figura 58 Comprobando luminarias



Figura 59 Cambio de accesorios



Figura 60 Cableado en el aula

En las figuras previas se observa la correcta implementación de empalmes y cintas de protección en los circuitos eléctricos, los cuales son fundamentales para asegurar el funcionamiento adecuado de las luminarias en cada aula. Estos empalmes permiten una conexión eficiente y segura entre los cables, evitando posibles fallos o desconexiones que podrían afectar el sistema eléctrico. Las cintas de protección, por su parte, son utilizadas para aislar y proteger las conexiones de los conductores, previniendo cortocircuitos o cualquier otra anomalía que pueda surgir debido a un contacto no deseado entre los cables.

El uso adecuado de estos elementos es crucial, ya que contribuye a garantizar que las luminarias se mantengan operativas, proporcionando una iluminación adecuada para el desarrollo de las actividades en los diferentes espacios educativos. Además, la correcta instalación de los empalmes y la utilización de cintas de protección adecuadas minimizan los riesgos de accidentes eléctricos y mejoran la seguridad general del sistema eléctrico en el entorno escolar. Así mismo, en la figura 60 se realiza el cambio e tomacorriente que estaba en mal estado. Una vez realizado los cambios de los circuitos tanto de los tomacorrientes e iluminación podemos visualizar en las figuras 58 y 59 las respectivas aulas que quedan en buen funcionamiento.

CAPITULO IV

4. PRUEBAS, RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Pruebas, resultado y discusión.

En el proyecto de implementación y rediseño de las instalaciones eléctricas de la unidad Educativa Luz Emilia Saa se ha realizado cumpliendo las normativas vigentes (NEC), para este tipo de instalaciones.

4.2. Pruebas de iluminación

En el rediseño e implementación de iluminación se instaló las luminarias led adecuadas en cada aula de clase, para que brinden la iluminación requerida para dichas áreas, son para montaje en techo con boquilla tipo plafón fija, lámpara led de 50w con voltaje AC 100-240 (multivoltaje).



Figura 61 Prueba de iluminación en las aulas 1 y 2

Elaborado por: autores

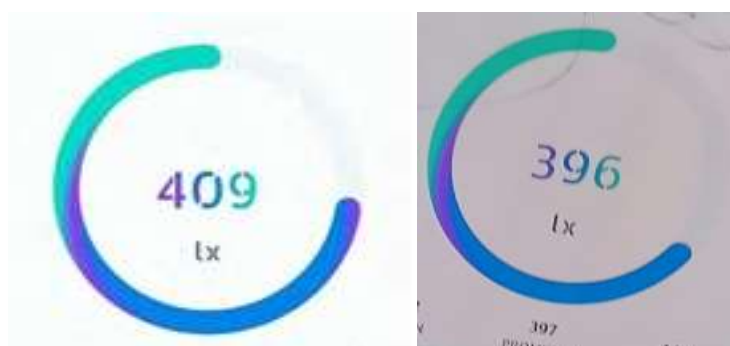


Figura 62 Prueba de iluminación en las aulas 3 y 4

Elaborado por: autores

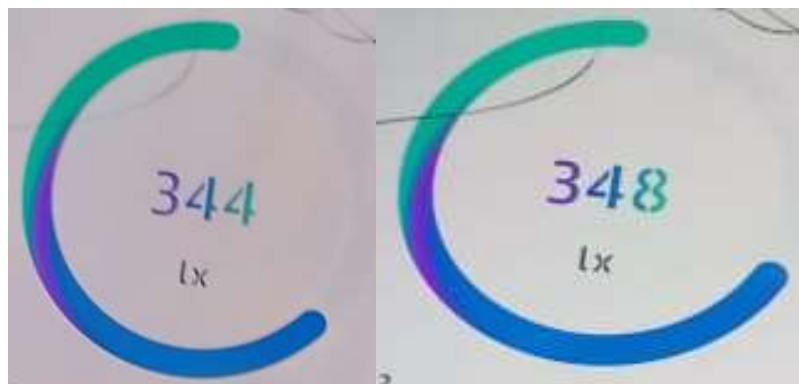


Figura 63 Prueba de iluminación en las aulas 5 y 6

Elaborado por: autores

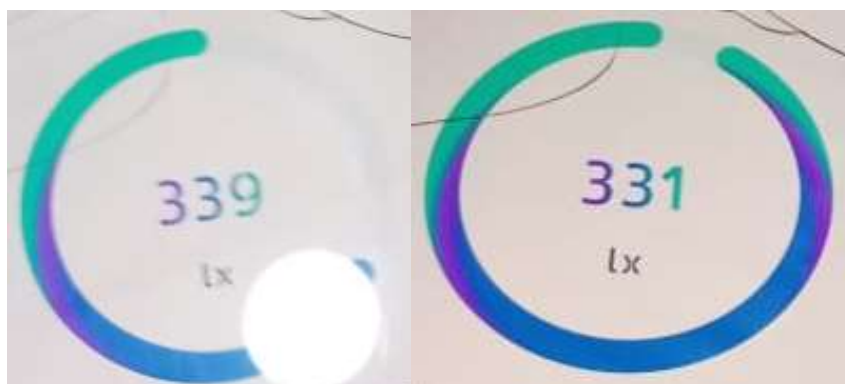


Figura 64 Prueba de iluminación en las aulas 7 y 8

Elaborado por: autores



Figura 65 Prueba de iluminación en la aula 9

Elaborado por: autores

4.3. Resultados de iluminación

El control de la iluminación en el interior de las aulas se realizó por medio de interruptores simples cada uno de ellos con capacidad de 15 amperios y un voltaje de

operación de 120V. Se detalla a continuación los resultados obtenidos en lx, el antes y el después de la implementación. Así también los resultados que se obtuvieron en Dialux vs la norma NTE_INEN_2969-1 Iluminación:

Tabla 19 Resultados de iluminación

Prueba de Iluminacion		
# Ubicación	Nivel de Iluminacion	Unidad
Aula 1	354	[LUX]
Aula 2	394	
Aula 3	409	
Aula 4	396	
Aula 5	344	
Aula 6	348	
Aula 7	339	
Aula 8	331	
Aula 9	419	

Elaborado por: autores

Para evaluar si los niveles de iluminación cumplen con la normativa NEC 2018, primero debemos analizar los datos proporcionados en la tabla y compararlos con el criterio establecido, que indica que el nivel de iluminación debe tener un promedio de 300 lux y a la normativa.

Dado que el promedio obtenido (382 lux) es superior al valor de referencia (300 lux), podemos decir que sí se cumple con la normativa en cuanto a proporcionar una iluminación adecuada, e incluso se encuentra por encima del nivel requerido. Sin embargo, si la norma establece un rango máximo permitido, sería importante verificar si el valor máximo registrado (420 lux) está dentro de ese rango, ya que un exceso de iluminación también podría ser un problema.

4.4. Pruebas de medición en tableros

Para la ubicación e instalación de los centros de carga, se ha tomado en cuenta su fácil Accesibilidad y seguridad para su operación y mantenimiento de cada aula.

Se instalaron breakers de protección termo magnéticos de características adecuadas para poder controlar Y proteger cada uno de los circuitos que de ellos se derivan.

Estos tableros serán metálicos para poder empotrar en la pared, con barras de cobre de capacidad suficiente para abastecer la carga que se indica en el diagrama unifilar. Adicionalmente contendrán todos los breakers que se indican en dichos cuadros.



Figura 66 Prueba de medición en paneles
Elaborado por: autores

4.5. Resultados de medición en tableros

Tabla 20 Resultados de medición en tableros

Pruebas de Voltaje en tableros	
Ubicación	Medición en tablero
Aula 1	116V
Aula 2	116V
Aula 3	116V
Aula 4	116V
Aula 5	116V
Aula 6	116V
Aula 7	116V
Aula 8	116V
Aula 9	116V

Elaborado por: autores

La tabla muestra los resultados de pruebas de voltaje en paneles eléctricos en nueve aulas, donde cada medición arrojó un valor de 116V. Esto indica una uniformidad en el suministro eléctrico sin variaciones significativas entre las ubicaciones.

El voltaje registrado de 116V se encuentra dentro del rango aceptable para sistemas eléctricos de corriente alterna, generalmente establecidos entre 110V y 120V. Si el sistema está diseñado para 120V, podría haber una ligera caída de tensión, aunque aún en niveles tolerables. Si el sistema opera a 110V, el voltaje registrado estaría por encima del nominal pero dentro de los márgenes de seguridad. En general, los resultados reflejan estabilidad en el sistema eléctrico. Para un análisis más detallado, sería recomendable realizar mediciones en diferentes horarios y bajo distintas condiciones de carga.

4.6. Pruebas de voltaje en tomacorriente

Se han implementado 3 tomacorrientes polarizados por aula y todas las salidas para tomacorrientes se han calculado con una carga de 200W, que se conectan por conductores de cobre THHN de calibre No 12 AWG, con el cual no deberá superar una caída de voltaje máxima del 3% del valor nominal. La caída de voltaje se refiere a la reducción del voltaje que se produce cuando la electricidad circula a través de un cable o circuito eléctrico. Es crucial que esta caída esté controlada y se mantenga dentro de los límites permitidos para asegurar el correcto funcionamiento y la seguridad de los equipos y dispositivos conectados. Para realizar la prueba en los tomacorrientes se utilizó la pinza amperométrica, y se hizo la medición en el tomacorriente más lejano (12m). Teniendo así la medición de 116V.

Para realizar la prueba en los tomacorrientes se utilizó la pinza amperométrica, y se hizo la medición en el tomacorriente más lejano (12m). Teniendo así la medición de 116V.



Figura 67 Prueba de voltaje en tomacorrientes

Elaborado por: autores

4.7. Resultados de medición en tomacorrientes

Tabla 21 Resultados de medición en tomacorrientes

Pruebas de Voltaje en Tomacorriente	
Ubicación	Medición en Toma
AULA 1	116V
AULA 2	116V
AULA 3	116V
AULA 4	116V
AULA 5	116V
AULA 6	116V
AULA 7	116V
AULA 8	116V
AULA 9	116V

Elaborado por: autores

En la tabla 21 se evidencian los resultados de pruebas de voltaje en tomacorrientes de nueve aulas, con mediciones constantes de 116V en cada una. Esto indica que el suministro eléctrico es uniforme y no presenta variaciones significativas entre las ubicaciones evaluadas.

El valor de 116V se encuentra dentro del rango operativo aceptable para sistemas de corriente alterna, que suele oscilar entre 110V y 120V. Si el sistema está diseñado para 120V, la lectura sugiere una ligera caída de tensión, pero dentro de niveles permitidos. En caso de un sistema de 110V, el voltaje medido estaría por encima del nominal, aunque aún en un margen seguro.

Estos resultados reflejan estabilidad en la red eléctrica, sin fluctuaciones evidentes en los tomacorrientes de las aulas. Para un análisis más detallado, sería recomendable realizar mediciones en diferentes momentos del día y bajo distintas cargas eléctricas.

Los resultados de las pruebas de iluminación han demostrado una mejora significativa en la calidad lumínica de las aulas seleccionadas. Se ha logrado una distribución uniforme de la luz, lo cual representa una mejora considerable en las

condiciones para el aprendizaje. Esta mejora no solo beneficia la visibilidad dentro de las aulas, sino que también contribuye al confort visual de los estudiantes y maestros, creando un entorno más propicio para el aprendizaje efectivo y la concentración.

Las pruebas de caída de tensión han confirmado que el diseño y la implementación de los circuitos de fuerza cumplen con los requisitos establecidos. Esto asegura un suministro eléctrico eficiente y que sea seguro en las áreas renovadas de la Unidad Educativa Luz Emilia Saa. La confirmación de estos resultados subraya la fiabilidad y la calidad del trabajo realizado en la renovación de la infraestructura eléctrica, proporcionando aulas que no solo están bien iluminadas, sino también equipadas con un suministro eléctrico robusto y adecuado para las necesidades educativas modernas.

La mejora en la iluminación juega un papel crucial en el entorno educativo al proporcionar condiciones más cómodas y propicias para el estudio. La iluminación adecuada no solo mejora la visibilidad dentro de las aulas, sino que también contribuye significativamente al rendimiento académico y al bienestar tanto de los estudiantes como también de los docentes

Un ambiente bien iluminado facilita la lectura, la escritura y la comprensión visual de materiales educativos, lo que ayuda a los estudiantes a concentrarse mejor en las tareas escolares. Además, una iluminación adecuada puede reducir la fatiga visual y el estrés, creando un ambiente más confortable y saludable para el aprendizaje.

Además de mejorar la calidad lumínica, la implementación de luminarias LED ofrece importantes beneficios en términos de eficiencia energética y costos a largo plazo. Las luminarias LED son conocidas por ser mucho más eficientes en el consumo de energía en comparación con las tecnologías de iluminación tradicionales como las lámparas incandescentes o fluorescentes.

Además, un suministro eléctrico estable ayuda a prolongar la vida útil de los equipos electrónicos al minimizar el estrés y las fluctuaciones en su funcionamiento.

Esto no solo reduce los costos de mantenimiento a largo plazo, sino que también mejora la seguridad general en el entorno educativo al mitigar riesgos asociados con problemas eléctricos.

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

El análisis detallado de las instalaciones eléctricas de iluminación y fuerza permitió detectar varias deficiencias que comprometen la seguridad y eficiencia del sistema eléctrico en la Unidad Educativa Luz Emilia Saà, lo que subraya la necesidad de realizar mejoras en la infraestructura.

La revisión de los diferentes componentes de protección, iluminación y fuerza mostró que algunos no cumplen con las normativas actuales, lo cual podría generar riesgos para la comunidad educativa y afectar el rendimiento de las instalaciones.

La instalación de nuevos equipos eléctricos, que cumplen con la normativa vigente, ha mejorado los niveles de seguridad, reducido los riesgos eléctricos y asegurado un funcionamiento adecuado del sistema.

La formación del personal encargado de las instalaciones eléctricas fue crucial para garantizar el cumplimiento de las normativas y promover una adecuada gestión del mantenimiento y operación de los sistemas eléctricos.

5.2. Recomendaciones

Es necesario elaborar un plan de mejora y modernización de las instalaciones eléctricas, priorizando las áreas con mayores deficiencias y garantizando que se ajusten a los estándares de seguridad.

Asimismo, se deben reemplazar o mejorar los componentes de protección, iluminación y fuerza que no cumplen con la normativa actual, asegurando un suministro eléctrico seguro y eficiente para toda la comunidad educativa.

De igual manera, se deben instalar materiales y equipos certificados que cumplan con los requisitos técnicos establecidos, reduciendo los riesgos y optimizando el consumo de energía.

Por último, se deben implementar programas de formación continua para el personal responsable del mantenimiento eléctrico, asegurando que posean los conocimientos necesarios para aplicar las normativas vigentes y prevenir posibles incidentes eléctricos.

BIBLIOGRAFÍA

- Barroso, J. (19 de 02 de 2021). Normas para sistemas de distribución parte A. Obtenido de Empresa Eléctrica Quito : https://www.eeq.com.ec/documents/8361921/8387517/PARTE_A_-_NORMA_EEQ_-_REVISIO%27N_07_-_FINAL.pdf/8612d4b1-e420-ba94-6e71-021d88a40854
- Díaz, D. F. (26 de 02 de 2024). Rediseño de las instalaciones eléctricas de la Unidad Educativa Fiscomisional Inocencio Jácome. Obtenido de Repositorio Digital Universidad Técnica del Norte : <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/15601>
- Díaz, G. D. (26 de 02 de 2024). Rediseño de las instalaciones eléctricas de la Unidad Educativa Fiscomisional Inocencio Jácome. Obtenido de Repositorio Digital Universidad Técnica del Norte: <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/15601>
- Enríquez, G. (2003). Manual práctico del alumbrado . Recuperado el 28 de 01 de 2025, de <https://uapa.cuaieed.unam.mx/sites/default/files/minisite/static/099ccabb-1893-46cc-a291-897d9bc59078/contenido/index.html>
- Huerta, A., Mendieta, A., & Becerril, I. (31 de 01 de 2023). Análisis de los niveles de iluminación para disminuir el desperdicio en las líneas productivas. Obtenido de Universidad Tecnológica de León: http://reaxon.utleon.edu.mx/Art_Analisis_de_los_niveles_de_iluminacion_para_dism%20inuir_el_de_sperdicio_en_las_lineas_productivas.html
- Malitaxi, U. J. (24 de 10 de 2023). Rediseño de las instalaciones eléctricas en la unidad educativa Antonio Ante sede principal. Obtenido de Repositorio Digital Universidad Técnica del Norte: <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/15045>
- Martínez, C. L. (2018). Autorización para cumplimiento de servicios institucionales. Recuperado el 18 de 02 de 2025, de [https://www.google.com/search?q=\(de+Desarrollo+Urbano+Vivienda+Arq+Leonel+%20Chica+Mart%C3%ADnez+et+al.%2C+2018\)&rlz=1C1ONGR_esEC1057EC1057&o%20q=\(de+Desarrollo+Urbano+Vivienda+Arq+Leonel+Chica+Mart%C3%ADnez+et+al.%20%2C+2018\)&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUY](https://www.google.com/search?q=(de+Desarrollo+Urbano+Vivienda+Arq+Leonel+%20Chica+Mart%C3%ADnez+et+al.%2C+2018)&rlz=1C1ONGR_esEC1057EC1057&o%20q=(de+Desarrollo+Urbano+Vivienda+Arq+Leonel+Chica+Mart%C3%ADnez+et+al.%20%2C+2018)&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUY)
- Ministerio de Vivienda. (02 de 2018). NEC Norma Ecuatoriana de la Construcción. Recuperado el 18 de 02 de 2025, de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/1.-%20NEC-SB-Instalaciones-Elctricas.pdf>
- Narváez, N. L. (14 de 06 de 2023). Propuesta de rediseño de las instalaciones eléctricas e iluminación en la Escuela Fiscal “José Miguel Leoro Vásquez. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/14059>

- Paillacho, D. F. (03 de 12 de 2018). Evaluación, diagnóstico y rediseño de las instalaciones eléctricas del colegio técnico agropecuario Eduardo Salazar Gómez de Pifo. Recuperado el 01 de 02 de 2025, de Repositorio Digital - EPN: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19884>
- Prodel. (2024). Instalaciones eléctricas. Obtenido de <https://www.prodel.es/subareas/instalaciones/>
- Ramos, R. Z. (2022). Estudio de la radiación del cuerpo negro. Determinación de la constante de Wien. Obtenido de http://users.df.uba.ar/dmitnik/fisica4/cuerponegro/radiacion_cuerpo_negro.pdf
- Riofrio, C., Jiménez, B., & Maliza, W. (2024). Sinergia Académica. Obtenido de Enfoque pedagógico en el proceso enseñanza aprendizaje de la Ley de Ohm en el bachillerato técnico figura profesional en electricidad. Obtenido de <https://www.sinergiaacademica.com/index.php/sa/article/view/271/1110>
- Sánchez, C. Á. (2024). Un estudio histórico sobre el concepto de corriente eléctrica: una aproximación de la física clásica a la física moderna. Obtenido de <http://repositorio.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/19821/Estudio%20historico%20sobre%20concepto%20de%20co>
- Topón, C. A. (2024). Implementación de modulo didáctico para instalación de sistemas eléctricos didácticos bajo normativa NEC. Latacunga: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE – Sede Latacunga. Obtenido de Repositoriobe ESPE: <https://repositoriobe.espe.edu.ec/server/api/core/bitstreams/1b3fadcf-ef96-4ca2-81d8-a973cc4de978/content>
- Villamarin, G. R. (02 de 08 de 2024). Utilización de material concreto para la enseñanza aprendizaje de circuitos eléctricos. Obtenido de Repositorio Digital UNACH: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/13633>
- Zárate, P. O. (15 de 05 de 2018). Proyecto de Instalación Eléctrica. Recuperado el 25 de 01 de 2025, de Euskadi: https://www.contratacion.euskadi.eus/webkpe00-kpeperfi/es/contenidos/anuncio_contratacion/expjaso12825/es_doc/adjuntos/otros8.pdf

ANEXOS

Anexo 1 Localización de la Unidad Educativa



Figura 68 Unidad educativa luz Emilia Saa.

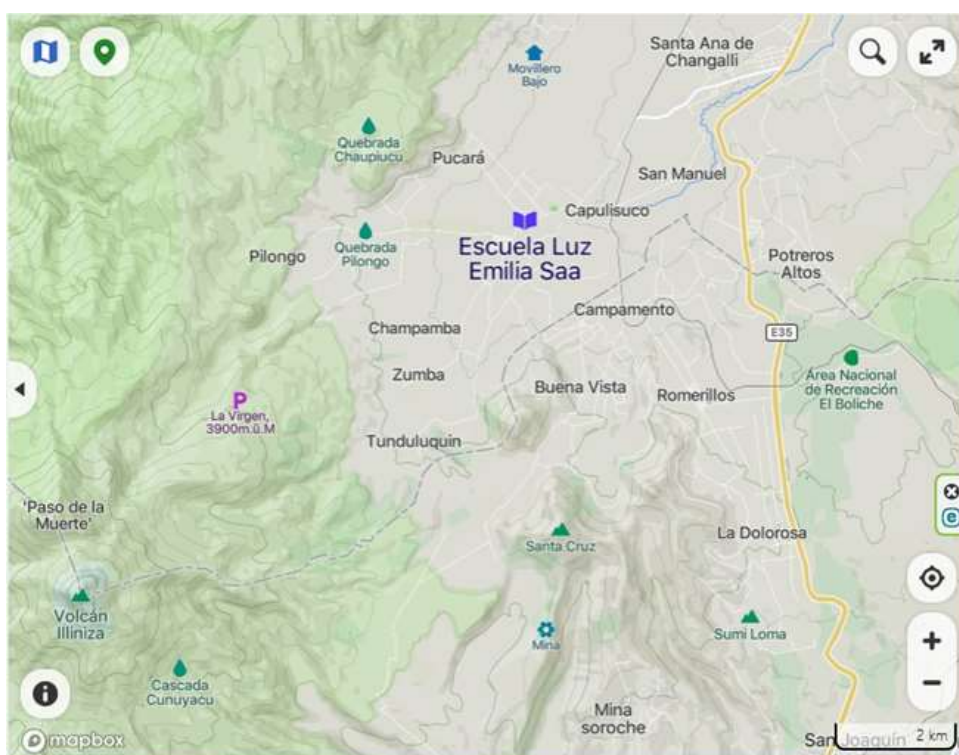
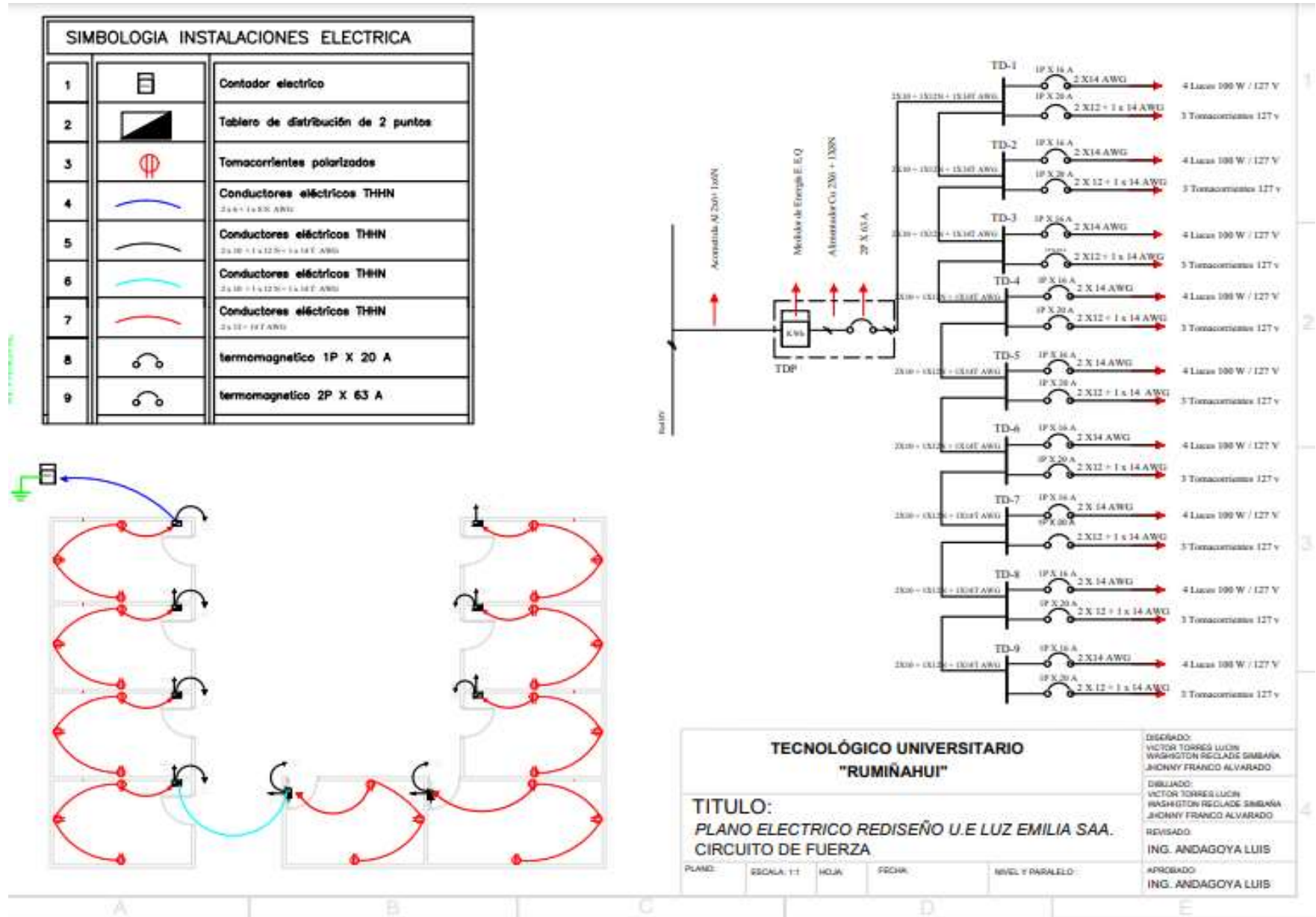
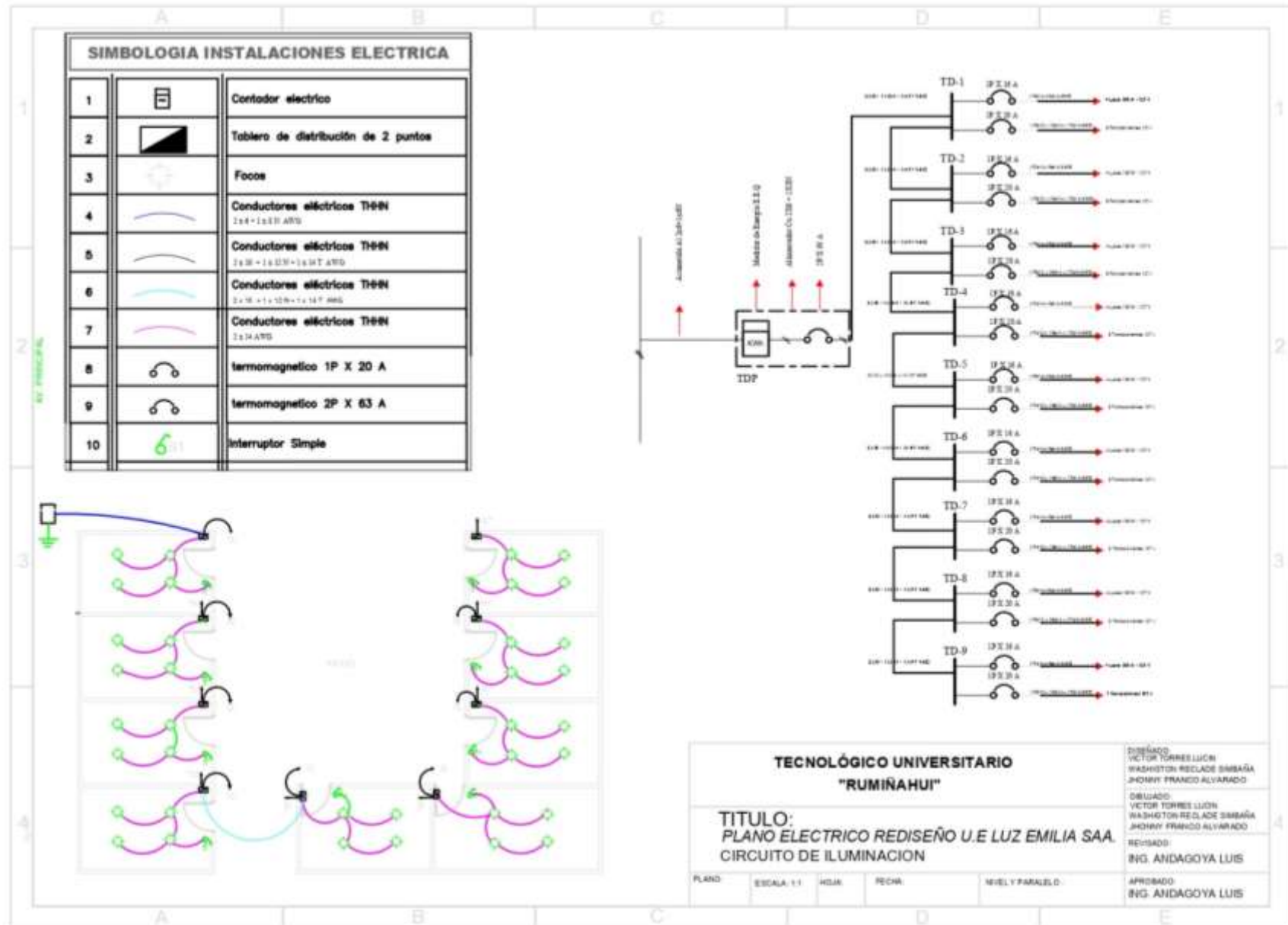


Figura 69 Ubicación de la escuela Luz Emilia Saa

En el plano de anexos en AUTOCAD está en el plano 1 de Tomacorrientes



En el plano de anexos en AUTOCAD está en el plano 1 de Iluminación



Anexo 2 Antes de la implementación



Figura 70 Luminarias colgando



Figura 71 Cajetines desprotegidos



Figura 72 Cajetines en mal estado y cable sulfatado.



Figura 73 Interruptor en mal estado.



Figura 74 Tomacorriente al intemperie



Figura 75 Tomacorriente fuera de uso y sin aislamiento



Figura 76 Cables sin tuberías y sin cajetines para los empalmes



Figura 77 Cables sin tuberías



Figura 78 Cajetines y cables sin tapas



Figura 79 Breakers mal estado



Figura 80 Tomacorrientes y cables sulfatados.



Figura 81 Cables y accesorios reciclados

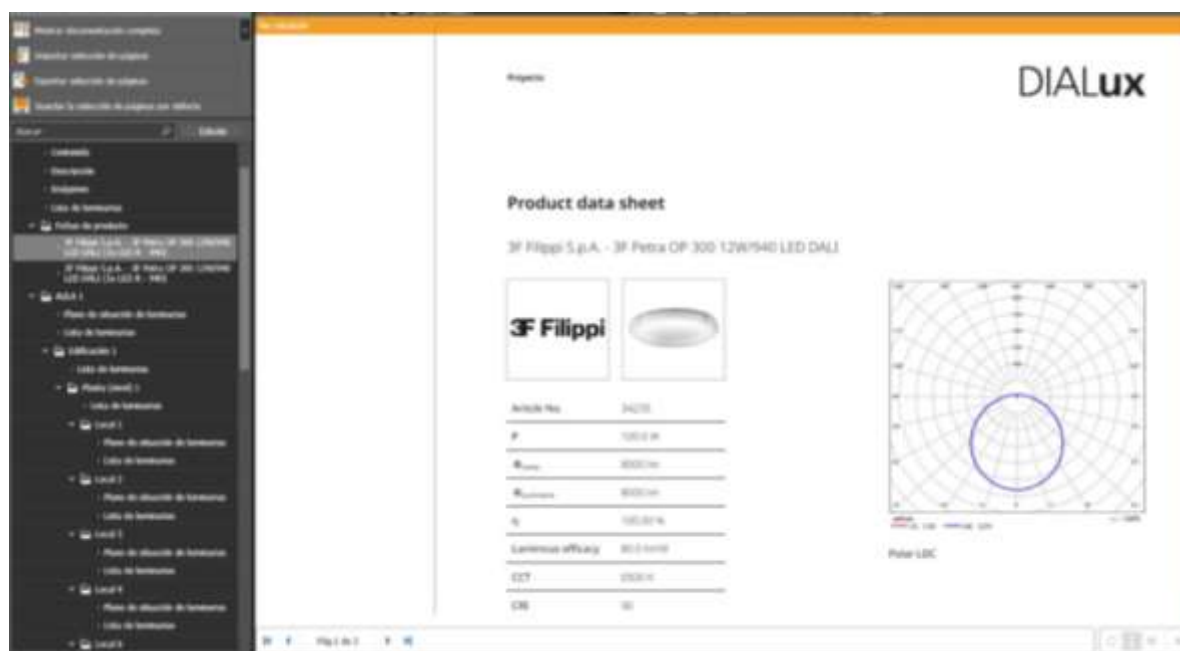


Figura 82 Tipo de iluminaria