

# Pregrado

**Carrera: GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO  
ELÉCTRICO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA**

**Asignatura (UIC): PROYECTO DE  
INTEGRACION CURRICULAR**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del**

**Título en: Tecnólogo Universitario en Gestión del  
mantenimiento eléctrico y eficiencia energética**

**Tema: Repotenciación del sistema eléctrico en el colegio  
“Vicente Anda Aguirre” ubicado en el cantón Balsas  
provincia del Oro**

**Autor/s: Apolo Apolo José Diego**

**Apolo Gallardo Leonardo Javier**

**Blacio Suarez Lenin Stalin**

**Tutor: Ing. Fernando Jacome Sagñay, MSc**

**Fecha: 05/09/2025**

**Autor:**

**Apolo Apolo José Diego**



**Título a obtener:** Tecnólogo Universitario en Gestión de

**Mantenimiento Eléctrico y Eficiencia Energética**

**Matriz:** Sangolquí -Ecuador

**Correo electrónico:** jose.apolo@ister.edu.ec



**Autor:**

Apolo Gallardo Leonardo Javier

**Título a obtener:** Tecnólogo Universitario en Gestión de

**Mantenimiento Eléctrico Eficiencia Energética**

**Matriz:** Sangolquí -Ecuador

**Correo electrónico:** leonardo.apolo@ister.edu.ec



**Autor:**

Blacio Suarez Lenin Stalin

**Título a obtener:** Tecnólogo Universitario en Gestión de

**Mantenimiento Eléctrico y Eficiencia Energética**

**Matriz:** Sangolquí -Ecuador

**Correo electrónico:** Lenin.blacio@ister.edu.ec



**Tutor:**

Ing. Fernando Jacome Sagñay, MSc



**Título: Máster en Inteligencia Artificial aplicada a la Energía y las**

**Infraestructuras**

**Matriz:** Sangolquí -Ecuador

**Correo electrónico:** fernando.jacome@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.

©2025 Tecnológico Universitario Rumiñahui

SANGOLQUÍ – ECUADOR

APOLO APOLO JOSE DIEGO

APOLO GALLARDO LEONARDO JAVIER

BLACIO SUAREZ LENIN STALIN

***Repotenciación del sistema eléctrico en el colegio “Vicente Anda Aguirre” ubicado en  
el cantón Balsas provincia del Oro***

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

**CT-ANX-2025-ISTER-2-2.3**

Sangolquí, (04) de (septiembre) del 2025

**MSc. Elizabeth Ordoñez**

**DIRECTORA DE DOCENCIA**

**MSc. Mónica Loachamín**

**COORDINADORA DE TITULACIÓN**

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

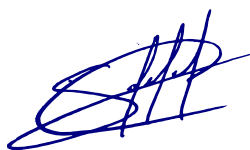
**Presente**

Por medio de la presente, yo, José Diego Apolo Apolo declaro y acepto en forma expresa lo siguiente: Ser autor del trabajo de titulación denominado: Repotenciación del sistema eléctrico en el colegio “Vicente Anda Aguirre” ubicado en el cantón Balsas provincia del Oro, de la Tecnología Superior Universitaria en Gestión de Mantenimiento Eléctrico y Eficiencia Energética; y a su vez manifiesto mi voluntad de ceder al Instituto Superior Tecnológico Rumiñahui con condición de Universitario los derechos de reproducción, distribución y publicación de dicho trabajo de titulación, en cualquier formato y medio, con fines académicos y de investigación.

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

En fe de lo cual, firmo la presente.

Atentamente,



**JOSÉ DIEGO APOLO APOLO**

C.I.: 0705230373

**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-2-2.3

Sangolquí, (04) de (septiembre) 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, Lenin Stalin Blacio Suarez declaro y acepto en forma expresa lo siguiente: Ser autor del trabajo de titulación denominado: Repotenciación del sistema eléctrico en el colegio “Vicente Anda Aguirre” ubicado en el cantón Balsas provincia del Oro, de la Tecnología Superior Universitaria en Gestión de Mantenimiento Eléctrico y Eficiencia Energética; y a su vez manifiesto mi voluntad de ceder al Instituto Superior Tecnológico Rumiñahui con condición de Universitario los derechos de reproducción, distribución y publicación de dicho trabajo de titulación, en cualquier formato y medio, con fines académicos y de investigación.

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

En fe de lo cual, firmo la presente.

Atentamente,



**LENIN STALIN BLACIO SUAREZ**

C.I.: 0706581394

## CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2025-ISTER-2-2.3

Sangolquí, (04) de (septiembre) 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, Leonardo Javier Apolo Gallardo declaro y acepto en forma expresa lo siguiente: Ser autor del trabajo de titulación denominado: Repotenciación del sistema eléctrico en el colegio “Vicente Anda Aguirre” ubicado en el cantón Balsas provincia del Oro, de la Tecnología Superior Universitaria en Gestión de Mantenimiento Eléctrico y Eficiencia Energética; y a su vez manifiesto mi voluntad de ceder al Instituto Superior Tecnológico Rumiñahui con condición de Universitario los derechos de reproducción, distribución y publicación de dicho trabajo de titulación, en cualquier formato y medio, con fines académicos y de investigación.

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

En fe de lo cual, firmo la presente.

Atentamente,



**LEONARDO JAVIER APOLO GALLARDO**

C.I.: 0750614679



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

CT-ANX-2025-ISTER-3

CARRERA:

GESTIÓN DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA

AUTOR /ES:

APOLO APOLO JOSÉ DIEGO

APOLO GALLARDO LEONARDO JAVIER

BLACIO SUAREZ LENIN STALIN

TUTOR (METODOLÓGICO Y ACADÉMICO):

JACOME SAGÑAY FERNANDO

CONTACTO ESTUDIANTE:

0988115847

CORREO ELECTRÓNICO:

[diegoapolo\\_93@hotmail.com](mailto:diegoapolo_93@hotmail.com)

[leonardoapolo0750614679@hotmail.com](mailto:leonardoapolo0750614679@hotmail.com)

[leninstalinblaciosuarez@gmail.com](mailto:leninstalinblaciosuarez@gmail.com)

**MATRIZ SANGOLQUÍ:** Av. Atahualpa 1701 y 8 de Febrero

Telf: 0960052734 / 023524576 / 022331628

 [www.ister.edu.ec](http://www.ister.edu.ec) / [info@ister.edu.ec](mailto:info@ister.edu.ec)

TEMA:

REPOTENCIACIÓN DEL SISTEMA ELECTRICO EN EL COLEGIO “VICENTE ANDA AGUIRRE” UNICADO EN EL CANTÓN BALSAS PROVINCIA DEL ORO

OPCIÓN DE TITULACIÓN:

UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

RESUMEN EN ESPAÑOL:

En el presente documento se detalla la repotenciación de los sistemas eléctricos de iluminación y fuerza en el colegio de bachillerato Vicente Anda Aguirre, los trabajos realizados incluyen, cambio de luminarias fluorescentes dañadas por luminarias led, implementación de luminarias en parque de la institución, instalación de nuevos tomacorrientes, cambio de tomacorrientes en mal estado, implementación de cableado eléctrico, implementación de un sistema de puesta a tierra, y actualización de tablero de distribución, los trabajos realizados garantizan una mayor eficiencia en el uso de la energía cumpliendo con las normativas vigentes.

Las mejoras realizadas permiten contar con un entorno más seguro para estudiantes y docentes y permiten un mejor funcionamiento de los equipos eléctricos utilizados para el desarrollo de las actividades en las áreas intervenidas, cumpliendo con los estándares recomendados en las normativas vigentes para establecimientos educativos.

El proyecto se realizó bajo los siguientes lineamientos.

Investigación de normativas para instalaciones eléctricas en unidades educativas

Diseño de circuitos de iluminación y fuerza

Implementación de proyecto de acuerdo a lo planificado

Mediciones y verificaciones de correcto funcionamiento

PALABRAS CLAVE:

Tablero de distribución, circuitos, luminarias led, voltaje, intensidad, resistencia



## ABSTRACT:

This document details the upgrade of the electrical lighting and power systems at Vicente Anda Aguirre High School. The work completed includes replacing damaged fluorescent light fixtures with LED fixtures, installing lighting in the school's park, installing new electrical outlets, replacing faulty outlets, installing electrical wiring, implementing a grounding system, and updating the distribution board. The work carried out ensures greater energy efficiency and complies with current regulations.

The improvements made provide a safer environment for students and teachers and allow for improved performance of the electrical equipment used for activities in the affected areas, complying with the standards recommended in current regulations for educational establishments.

The project was carried out under the following guidelines.

Research on regulations for electrical installations in educational facilities

Design of lighting and power circuits

Implementation of project according to plan

Measurements and verification of proper operation

## PALABRAS CLAVE:

distribution board, circuits, LED luminaires, voltage, intensity, resistance



---

Firma del Estudiante

APOLO APOLO JOSÉ DIEGO

C.I.: 0705230373



---

Firma del Estudiante

APOLO GALLARDO LEONARDO JAVIER

C.I.: 0750614679



---

Firma del Estudiante

BLACIO SUAREZ LENIN STALIN

C.I.: 0706581394

## SOLICITUD DE PUBLICACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2025-ISTER-4

Sangolquí, 04 de SPTIEMBRE del 2025

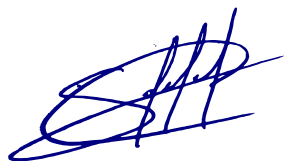
Sres.-

### INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE UNIVERSITARIO

**Presente**

Yo JOSÉ DIEGO APOLO APOLO, con C.I.: 0705230373 alumno de la Carrera GESTIÓN DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA, cedo al INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE UNIVERSITARIO, los derechos de publicaciones del presente trabajo de Titulación en el Repositorio Institucional para hacer uso de todos los contenidos con fines estrictamente académico o de investigación.

Atentamente,



---

Firma del Estudiante

JOSÉ DIEGO APOLO APOLO

C.I.: 0705230373

**MATRIZ SANGOLQUÍ:** Av. Atahualpa 1701 y 8 de Febrero

Telf: 0960052734 / 023524576 / 022331628

 [www.ister.edu.ec](http://www.ister.edu.ec) / [info@ister.edu.ec](mailto:info@ister.edu.ec)

## SOLICITUD DE PUBLICACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2025-ISTER-4

Sangolquí, 04 de SEPTIEMBRE del 2025

Sres.-

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

**Presente**

Yo LEONARDO JAVIER APOLO GALLARDO, con C.I.: 0750614679 alumno de la Carrera GESTIÓN DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA, cedo al INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE UNIVERSITARIO, los derechos de publicaciones del presente trabajo de Titulación en el Repositorio Institucional para hacer uso de todos los contenidos con fines estrictamente académico o de investigación.

Atentamente,



Firma del Estudiante

LEONARDO JAVIER APOLO GALLARDO

C.I.: 0750614679

## SOLICITUD DE PUBLICACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2025-ISTER-4

Sangolquí, 04 de SEPTIEMBRE del 2025

Sres.-

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

**Presente**

Yo BLACIO SUAREZ LENIN STALIN, con C.I.: 0706581394 alumno de la Carrera GESTIÓN DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA, cedo al INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE UNIVERSITARIO, los derechos de publicaciones del presente trabajo de Titulación en el Repositorio Institucional para hacer uso de todos los contenidos con fines estrictamente académico o de investigación.

Atentamente,



Firma del Estudiante

BLACIO SUAREZ LENIN STALIN

C.I.: 0706581394

### **Dedicatoria:**

Dedico este trabajo a mi familia, especialmente a mi esposa e hijo, cuyo amor, apoyo incondicional y sacrificio me han dado la fuerza para seguir adelante. Gracias por creer en mí incluso cuando yo dudaba.

***Diego Apolo***

Dedico este proyecto, en primer lugar, a Dios, por darme la vida, la sabiduría y la fuerza para continuar en este camino.

A mis padres, por su amor, sacrificio y constante apoyo; a mis hermanos, por estar siempre presentes y motivarme a seguir adelante; y a mi mujer, por ser un pilar fundamental en mi vida, brindándome su compañía, comprensión y aliento en cada etapa de este proceso.

A todos ustedes, gracias por ser parte esencial en mi formación y en este camino hacia la meta de convertirme en un profesional.

***Leonardo Apolo***

Le dedico la culminación de este proyecto a mis padres que a pesar de la distancia siempre me brindaron su apoyo incondicional y me motivaron a continuar con mis estudios, ellos fueron el motor que me hacía avanzar poco a poco y me daba fortaleza para no rendirme en los momentos más duros que pasé en esta etapa de mi vida, es por eso que con todo el corazón lleno alegría y amor este proyecto se lo dedico a ellos.

***Lenin Blacio***

### **Agradecimientos:**

En primer lugar, agradezco a dios por darme la vida, salud y fuerza que necesite para culminar esta etapa tan importante como lo es mi formación académica.

A mis padres y hermanos, por su apoyo sincero, constante y por ser mi principal fuente de motivación.

A mi familia, que son mi mujer y mi hijo por estar siempre presentes y por creer en mi incluso en los momentos más difíciles.

A mi tutor académico JACOME SAGÑAY FERNANDO, por su orientación, paciencia y dedicación durante todo el proyecto. Su compromiso fue muy importante para culminar este trabajo.

***Diego Apolo***

Agradezco profundamente a Dios por darme la vida, la salud y las fuerzas necesarias para llevar a cabo este proyecto. A mis padres, por ser el pilar que me impulsa con su apoyo incondicional y por enseñarme a luchar con valentía por lo que amo.

A mis hermanos, por estar siempre presentes y brindarme su apoyo de todas las maneras posibles.

A mi compañera de vida, quien con su amor, confianza y fortaleza me ha dado el empuje necesario para no rendirme.

Y, con el corazón lleno de amor, dedico este logro a mi hermano, quien desde el cielo me dio las fuerzas para seguir. Aunque no esté físicamente a mi lado, su presencia vive en cada logro, en cada meta alcanzada y en cada paso que doy. Este sueño, que nació hace tanto tiempo, lo cumplí también por él.

Hoy, más que nunca, siento que camina conmigo.

***Leonardo Apolo***

Agradezco a Dios a mis padres y a mi familia en general por darme la fortaleza necesaria para culminar esta etapa tan importante de mi vida

También agradezco a los docentes de la institución quienes fueron mi guía académica y supieron compartir sus conocimientos conmigo haciendo de mí una persona más sabia y culta, agradezco al ingeniero Paul Astudillo quien nos guió con su sabiduría desde que empezamos nuestro ante proyecto hasta la culminación de nuestra tesis, también agradezco al ingeniero Fernando Jácome quien fue nuestro tutor académico y quien fue una guía indispensable para la culminación de nuestro proyecto ya que sin el no habría sido posible el haber realizado tan grande hazaña, por todo las cosas buenas que dejaron en mi vida mis más sincero agradecimiento

***Lenin Blacio***



### **Resumen:**

En el presente documento se detalla la repotenciación de los sistemas eléctricos de iluminación y fuerza en el colegio de bachillerato “Vicente Anda Aguirre”, los trabajos realizados incluyen, cambio de luminarias fluorescentes dañadas por luminarias led, implementación de luminarias en parque de la institución, instalación de nuevos tomacorrientes, cambio de tomacorrientes en mal estado, implementación de cableado eléctrico, implementación de un sistema de puesta a tierra, y actualización de tablero de distribución, los trabajos realizados garantizan una mayor eficiencia en el uso de la energía cumpliendo con las normativas vigentes.

Las mejoras realizadas permiten contar con un entorno más seguro para estudiantes y docentes y permiten un mejor funcionamiento de los equipos eléctricos utilizados para el desarrollo de las actividades en las áreas intervenidas, cumpliendo con los estándares recomendados en las normativas vigentes para establecimientos educativos.

El proyecto se realizó bajo los siguientes lineamientos.

Investigación de normativas para instalaciones eléctricas en unidades educativas

Diseño de circuitos de iluminación y fuerza

Implementación de proyecto de acuerdo a lo planificado

Mediciones y verificaciones de correcto funcionamiento

**Palabras claves:** Tablero de distribución, circuitos, luminarias led, voltaje, intensidad, resistencia

### **Abstract:**

This document details the upgrade of the electrical lighting and power systems at Vicente Anda Aguirre High School. The work completed includes replacing damaged fluorescent light fixtures with LED fixtures, installing lighting in the school's park, installing new electrical outlets, replacing faulty outlets, installing electrical wiring, implementing a grounding system, and updating the distribution board. The work carried out ensures greater energy efficiency and complies with current regulations. The improvements made provide a safer environment for students and teachers and allow for improved performance of the electrical equipment used for activities in the affected areas, complying with the standards recommended in current regulations for educational establishments.

The project was carried out under the following guidelines.

Research on regulations for electrical installations in educational facilities

Design of lighting and power circuits

Implementation of project according to plan

Measurements and verification of proper operation

**Keywords:** Distribution board, circuits, LED luminaires, voltage, intensity, resistance

# Índice de Contenido

|                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| INTRODUCCIÓN.....                                                                    | 1  |
| Contexto del problema.....                                                           | 1  |
| Planteamiento del problema .....                                                     | 2  |
| Alcance y resultados esperados .....                                                 | 2  |
| Objetivo general .....                                                               | 3  |
| Objetivos específicos.....                                                           | 3  |
| Justificación.....                                                                   | 3  |
| CAPÍTULO I:.....                                                                     | 5  |
| MARCO TEÓRICO .....                                                                  | 5  |
| 1.1 Antecedentes .....                                                               | 5  |
| 1.4.1. Explicación de la normativa NEC. ....                                         | 16 |
| 1.4.2. Normativa NEC relativa a circuitos de iluminación. ....                       | 16 |
| CAPÍTULO II.....                                                                     | 22 |
| METODOLOGÍA Y DISEÑO DEL PROYECTO TECNICO .....                                      | 22 |
| 2.1 Cálculos y Simulaciones.....                                                     | 22 |
| 2.2 Levantamiento arquitectónico y eléctrico del edificio existente (en sitio). .... | 22 |
| 2.3 Circuitos eléctricos actuales en las áreas a intervenir. ....                    | 22 |
| 2.4 Estudio actual de cargas eléctricas de la institución.....                       | 31 |
| 2.5 Diagrama unifilar actual .....                                                   | 31 |

|                                                                                                       |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 2.4 Medición de niveles de iluminación (lux) en aulas, oficinas, pasillos y exteriores con luxómetro. | 35  |
| 2.5 Evaluación del estado de canalizaciones, tableros, protecciones y puestas a tierra.               | 38  |
| 2.6 Verificación de cumplimiento normativo actual (NTE INEN, NEC).....                                | 42  |
| 2.7 Registro fotográfico y croquis de condiciones actuales.....                                       | 43  |
| 2.8 Simulación en Dialux del estado actual y resultados de la simulación.....                         | 49  |
| 2.9 Simulación en Dialux de las mejoras a realizar y resultados de la simulación.....                 | 51  |
| 2.10 Cálculos de conductores, protecciones y canalizaciones .....                                     | 56  |
| 2.11 Diagrama unifilar propuesto.....                                                                 | 76  |
| 2.12 Cuadro de cargas por tablero.....                                                                | 81  |
| 2.13 Planos eléctricos rediseñado.....                                                                | 82  |
| CAPÍTULO IV .....                                                                                     | 115 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....                                                                   | 115 |
| 4.1. Conclusiones.....                                                                                | 115 |
| 4.2. Recomendaciones .....                                                                            | 116 |
| Bibliografía.....                                                                                     | 117 |
| Anexos .....                                                                                          | 119 |

## Índice de Figuras

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 <i>Protección termomagnética</i> .....                      | 7  |
| Figura 2 <i>Tomacorriente</i> .....                                  | 8  |
| Figura 3 <i>Interruptor</i> .....                                    | 8  |
| Figura 4 <i>Luminarias</i> .....                                     | 9  |
| Figura 5 <i>Conductores</i> .....                                    | 10 |
| Figura 6 <i>Puesta a tierra</i> .....                                | 12 |
| Figura 7 <i>Tablero de distribución armado</i> .....                 | 13 |
| Figura 8 <i>Cajetín Eléctrico octogonal</i> .....                    | 14 |
| Figura 9 <i>Cajetín rectangular</i> .....                            | 14 |
| Figura 10 <i>Cajetín cuadrado</i> .....                              | 14 |
| Figura 11 <i>Diagrama unifilar</i> .....                             | 15 |
| Figura 12 <i>AutoCAD</i> .....                                       | 20 |
| Figura 13 <i>Di alux EVO</i> .....                                   | 21 |
| Figura 14 <i>Circuito de iluminación del salón de química</i> .....  | 24 |
| Figura 15 <i>Circuito de fuerza del salón de química</i> .....       | 25 |
| Figura 16 <i>Circuito de iluminación del salón de computo</i> .....  | 26 |
| Figura 17 <i>Circuito de fuerza del salón de cómputo</i> .....       | 27 |
| Figura 18 <i>Circuito de iluminación del salón audiovisual</i> ..... | 28 |
| Figura 19 <i>Circuito de fuerza del salón audiovisual</i> .....      | 29 |
| Figura 20 <i>Parque</i> .....                                        | 30 |
| Figura 21 <i>Diagrama unifilar del salón de química</i> .....        | 32 |
| Figura 22 <i>Diagrama unifilar del salón audiovisual</i> .....       | 33 |

|                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 23 <i>Diagrama unifilar del salón de computo</i> .....              | 34 |
| Figura 24 <i>Medición con luxómetro del laboratorio de computo</i> .....   | 36 |
| Figura 25 <i>Medición con luxómetro en el salón de química</i> .....       | 36 |
| Figura 26 <i>Medición con luxómetro en el salón de computo</i> .....       | 37 |
| Figura 27 <i>Medición con luxómetro en el parque</i> .....                 | 37 |
| Figura 28 <i>Tablero de distribución del salón de computo</i> .....        | 38 |
| Figura 29 <i>Canalizaciones en el salón de computo</i> .....               | 39 |
| Figura 30 <i>Tomacorrientes en mal estado en el salón de computo</i> ..... | 39 |
| Figura 31 <i>Tomacorriente en mal estado en el salón audiovisual</i> ..... | 40 |
| Figura 32 <i>Tomacorriente en mal estado en el salón de química</i> .....  | 40 |
| Figura 33 <i>Iluminación deficiente en el salón de computo</i> .....       | 41 |
| Figura 34 <i>Iluminación deficiente en el salón de química</i> .....       | 41 |
| Figura 35 <i>Sistema de iluminación del salón de computo</i> .....         | 44 |
| Figura 36 <i>Conductores expuestos en el salón de computo</i> .....        | 44 |
| Figura 37 <i>Tomacorriente deteriorado en el salón de computo</i> .....    | 45 |
| Figura 38 <i>Tomacorriente en mal estado en el salón de computo</i> .....  | 45 |
| Figura 39 <i>Sistema de iluminación del salón de química</i> .....         | 46 |
| Figura 40 <i>Sistema de iluminación del salón de química</i> .....         | 46 |
| Figura 41 <i>Sistema de fuerza del salón de química</i> .....              | 47 |
| Figura 42 <i>Sistema de iluminación del salón audiovisual</i> .....        | 47 |
| Figura 43 <i>Sistema de fuerza del salón audiovisual</i> .....             | 48 |
| Figura 44 <i>Áreas verdes</i> .....                                        | 48 |
| Figura 45 <i>Situación actual del parque</i> .....                         | 49 |
| Figura 46 <i>Situación actual del salón de computo</i> .....               | 49 |

|                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 47 Situación actual del salón de química .....                                     | 50 |
| Figura 48 Situación actual del salón audiovisual .....                                    | 50 |
| Figura 49 Resultados de luxes y uniformidad del estado actual en el software Dialux ..... | 51 |
| Figura 50 Simulación del estado actual en Dialux del salón audiovisual.....               | 52 |
| Figura 51 Simulación del estado actual en Dialux del salón audiovisual.....               | 52 |
| Figura 52 Simulación del estado actual en Dialux del salón de computo.....                | 53 |
| Figura 53 Simulación del estado actual en Dialux del salón de computo.....                | 53 |
| Figura 54 Simulación del laboratorio de química.....                                      | 54 |
| Figura 55 Simulación del laboratorio de química.....                                      | 54 |
| Figura 56 Simulación en Dialux del parque .....                                           | 55 |
| Figura 57 Resultados de las simulaciones realizadas .....                                 | 55 |
| Figura 58 Diagrama unifilar propuesto para el salón de computo.....                       | 77 |
| Figura 59 Diagrama unifilar propuesto para el salón de química.....                       | 78 |
| Figura 60 Diagrama unifilar propuesto para el salón audiovisual.....                      | 79 |
| Figura 61 Diagrama unifilar del parque .....                                              | 80 |
| Figura 62 Circuito de iluminación en el parque de la institución.....                     | 82 |
| Figura 63 Plano de circuito de iluminación en el salón de química .....                   | 83 |
| Figura 64 Plano del circuito de iluminación del salón audiovisual.....                    | 84 |
| Figura 65 Plano del circuito de iluminación del salón audiovisual.....                    | 85 |
| Figura 66 Plano del circuito de fuerza del salón de química .....                         | 86 |
| Figura 67 Plano del circuito de fuerza en el salón de computo .....                       | 87 |
| Figura 68 Plano del circuito de fuerza en el salón audiovisual .....                      | 88 |
| Figura 69 Materiales y herramientas .....                                                 | 90 |
| Figura 70 Implementación del circuito de iluminación de la parte derecha del Parque ..... | 90 |

|                                                                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 71 <i>Implementación del circuito de iluminación de la parte central del Parque - Tuberías</i> .....             | 91 |
| Figura 72 <i>Implementación del circuito de iluminación de la parte central del Parque - Luminarias</i> .....           | 91 |
| Figura 73 <i>Implementación del doblaje de tubos EMT para el circuito de iluminación del parque</i> .....               | 92 |
| Figura 74 <i>Instalación de acometida en el parque</i> .....                                                            | 92 |
| Figura 75 <i>Conexión de acometida del parque a la red interna de la institución</i> .....                              | 93 |
| Figura 76 <i>Circuito de iluminación finalizado en el parque de la institución</i> .....                                | 93 |
| Figura 77 <i>Mejora de iluminación en el salón audiovisual</i> .....                                                    | 95 |
| Figura 78 <i>Vista del exterior de las luminarias implementadas en el salón audiovisual</i> .....                       | 95 |
| Figura 79 <i>Cableado en canalizaciones en la pared izquierda para circuito de fuerza en el salón audiovisual</i> ..... | 96 |
| Figura 80 <i>Implementación de cableado en pared derecha del circuito de fuerza en el salón audiovisual</i> .....       | 96 |
| Figura 81 <i>Instalación de tomacorriente sobrepuesto en el salón audiovisual</i> .....                                 | 97 |
| Figura 82 <i>Conexión de conductores a toma de corriente empotrado en el salón audiovisual</i> .....                    | 97 |
| Figura 83 <i>Vista de circuito de fuerza sobrepuesto en pared frontal del salón audiovisual</i> ..                      | 98 |
| Figura 84 <i>Estado de los tomacorrientes sobrepuestos implementados en el salón audiovisual</i> .....                  | 98 |
| Figura 85 <i>Mediciones de voltaje con pinza amperimétrica en pared posterior del salón audiovisual</i> .....           | 99 |



|                                                                                                                |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 86 <i>Medición de voltaje en tomacorriente ubicado en la pared frontal del salón audiovisual.....</i>   | 99  |
| Figura 87 <i>Medición de voltaje en tomacorriente sobrepuesto en pared lateral del salón audiovisual.....</i>  | 100 |
| Figura 88 <i>Comprobación de voltaje en tomacorriente en el salón audiovisual.....</i>                         | 100 |
| Figura 89 <i>Desmontaje de circuito sobrepuesto del salón de computo .....</i>                                 | 102 |
| Figura 90 <i>Levantamiento de conductores sobrepuesto en el salón de computo .....</i>                         | 102 |
| Figura 91 <i>Instalación de tomacorrientes empotrados en el salón de computo .....</i>                         | 103 |
| Figura 92 <i>Retiro de tomacorrientes deteriorados en el salón de computo .....</i>                            | 103 |
| Figura 93 <i>Vista de tomacorrientes empotrados en piso con tapas protectoras en el salón de computo .....</i> | 104 |
| Figura 94 <i>Tomacorrientes empotrados con tapas protectoras en el salón de computo.....</i>                   | 104 |
| Figura 95 <i>Instalación de luminarias en el salón de computo.....</i>                                         | 105 |
| Figura 96 <i>Implementación de luminarias en el lado derecho el salón de computo .....</i>                     | 105 |
| Figura 97 <i>Tipo de luminaria utilizada en el salón de computo .....</i>                                      | 105 |
| Figura 98 <i>Vista desde el exterior de luminarias implementadas en salón de computo.....</i>                  | 106 |
| Figura 99 <i>Tablero de distribución del salón de computo .....</i>                                            | 106 |
| Figura 100 <i>Medición con el luxómetro en pasillo izquierdo del parque de la institución ..</i>               | 107 |
| Figura 101 <i>Medición con el luxómetro en la zona central del parque de la institución .....</i>              | 107 |
| Figura 102 <i>Medición con luxómetro en el salón de computo .....</i>                                          | 108 |
| Figura 103 <i>Medición con luxómetro en el salón de química.....</i>                                           | 108 |
| Figura 104 <i>Mediciones realizadas con el luxómetro en el salón audiovisual zona frontal</i>                  | 109 |
| Figura 105 <i>Mediciones realizadas con el luxómetro en el salón audiovisual zona posterior .....</i>          | 109 |

|                                                                                                 |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 106 <i>Realización de hueco para colocación de varilla de puesta a tierra</i> .....      | 112 |
| Figura 107 <i>Rellenado de hueco con carbón y sal para mejorar la resistividad del suelo</i> .. | 112 |
| Figura 108 <i>Medición de corriente de puesta tierra</i> .....                                  | 113 |
| Figura 109 <i>Colocación de cable #10 desde el tablero principal color verde</i> .....          | 113 |
| Figura 110 <i>Puesta a tierra implementada al tablero del salón de computo</i> .....            | 114 |

## Índice de Tablas

|                                                                                                                |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 1 <i>Simbología de iluminación</i> .....                                                                 | 9   |
| Tabla 2 <i>Calibre de Conductores</i> .....                                                                    | 11  |
| Tabla 3: <i>Capacidad de protección en función del calibre del conductor.</i> .....                            | 17  |
| Tabla 4 <i>Factor de Demanda</i> .....                                                                         | 19  |
| Tabla 5 <i>Niveles de iluminación dentro de áreas de estudio</i> .....                                         | 20  |
| Tabla 6 <i>Tabla de circuitos</i> .....                                                                        | 23  |
| Tabla 7 <i>Censo de carga actual</i> .....                                                                     | 31  |
| Tabla 8 <i>Mediciones con luxómetro en áreas a intervenir</i> .....                                            | 35  |
| Tabla 9. <i>Tabla de circuitos</i> .....                                                                       | 56  |
| Tabla 10 <i>Calculo de conductores, protecciones y caídas de voltaje en los circuitos de iluminación</i> ..... | 63  |
| Tabla 11 <i>Circuitos de fuerza</i> .....                                                                      | 64  |
| Tabla 12 <i>Calibre de conductor</i> .....                                                                     | 65  |
| Tabla 13 <i>Calibre de conductor</i> .....                                                                     | 67  |
| Tabla 14 <i>Calibre de conductor</i> .....                                                                     | 69  |
| Tabla 15 <i>Calibre de conductor</i> .....                                                                     | 71  |
| Tabla 16 <i>Calibre de conductor</i> .....                                                                     | 72  |
| Tabla 17 <i>Calibre de conductor</i> .....                                                                     | 74  |
| Tabla 18 <i>Calculo de conductores, protecciones y caídas de voltaje en los circuitos de fuerza</i><br>.....   | 76  |
| Tabla 19 <i>Cuadro de cargas por tablero</i> .....                                                             | 81  |
| Tabla 20 <i>Tabla comparativa inicial y final de luxes en las áreas a intervenir</i> .....                     | 110 |

|                                                                                 |     |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 21 <i>Tabla de valores obtenidos en medición de puesta a tierra</i> ..... | 111 |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----|

## **INTRODUCCIÓN**

Los sistemas eléctricos en la actualidad constituyen un pilar fundamental para el desarrollo de actividades académicas en instituciones educativas, ya que, al contar con un sistema eléctrico bien diseñado, se garantiza que los espacios destinados a la enseñanza se encuentren en óptimas condiciones y funcionalidad,

La necesidad de mantener un sistema eléctrico optimizado en centros educativos es algo de primera necesidad, ya que también esto garantiza la seguridad y el bienestar estudiantil, previniendo riesgos asociados con la electricidad en base a la normativa vigente.

Todos los esfuerzos por mantener y corregir los sistemas eléctricos dentro de los centros educativos, también sirven para mejorar la eficiencia en el consumo eléctrico, prevenir accidentes por descargas eléctricas, y mantener operativos los recursos tecnológicos estudiantiles, mejorando la calidad de la educación.

### **Contexto del problema**

El colegio de bachillerato técnico “Vicente Anda Aguirre “, se encuentra ubicado en el cantón Balsas de la provincia de El Oro, el cual fue fundado en el año 1973, presenta una problemática que genera un impacto negativo en alumnos y docentes, ya que su sistema eléctrico se encuentra en un grado de deterioro avanzado, producto del tiempo que ha sido utilizado. Este deterioro se ve reflejado en el sistema de iluminación y fuerza en distintas áreas de estudio, lo que compromete la seguridad y causa malestar en estudiantes y docentes, limitando el desempeño y desarrollo de las actividades académicas en las diferentes jornadas estudiantiles, a, aproximadamente 800 estudiantes que asisten diariamente a la institución.

## **Planteamiento del problema**

Las áreas donde es más evidente la problemática que aqueja a la institución son, el laboratorio de computación, laboratorio de química, el salón audio visual, y el área verde del plantel educativo, entre las áreas a intervenir suman un aproximado de 528 m<sup>2</sup> en las cuales la iluminación es deficiente y en algunos casos es inexistente, las tomas de corriente también se encuentran deterioradas y en otros casos ya no existen, lo que presenta un problema al momento de requerir energía para utilizar los recursos tecnológicos con los que cuenta el plantel educativo.

Para poder resolver los problemas que presenta la institución, se realizará una repotenciación de los sistemas de iluminación y fuerza, modernizando las instalaciones en dichas áreas.

## **Alcance y resultados esperados**

Para el alcance del proyecto se realizará una evaluación de los sistemas eléctricos de las áreas a intervenir, se realizarán planos en AutoCAD de los sistemas eléctricos, se realizarán simulaciones del sistema de iluminación en DIALux, y se diseñará un sistema de iluminación para el área verde de la institución. También se instalará un tablero de distribución en el laboratorio de cómputo y un sistema de puesta a tierra que estará conectado al tablero de distribución del laboratorio de cómputo para proteger los equipos de posibles variaciones de voltaje u cualquier afectación al sistema. Como resultado se espera obtener una mejora en los sistemas eléctricos y áreas intervenidas, también se espera devolver la funcionalidad a dichas áreas lo que se verá reflejado en un entorno de aprendizaje más seguro, confortable y adecuado para el desarrollo de las actividades académicas de estudiantes y docentes, obteniendo un mejor aprovechamiento de los recursos tecnológicos y educativos del plantel.

### **Objetivo general**

Repotenciar el sistema eléctrico basándose en las normativas vigentes, para mejorar el estado actual de las instalaciones eléctricas en el colegio “Vicente Anda Aguirre”.

### **Objetivos específicos**

- Realizar un análisis de las condiciones actuales del sistema eléctrico de la institución
- Rediseñar las instalaciones eléctricas bajo estándares y normativas vigentes asegurando que las nuevas instalaciones cumplan con los requisitos establecidos.
- Implementar el diseño de las nuevas instalaciones eléctricas en las áreas seleccionadas.
- Simular el rediseño del sistema de iluminación mediante el software DIALUX
- Verificar el correcto funcionamiento del sistema eléctrico implementado.

### **Justificación.**

El presente proyecto tiene como objetivo repotenciar el sistema de iluminación y sistema de fuerza en los laboratorios de química, computación, sala audiovisual y una pequeña área verde en el colegio “Vicente Anda Aguirre” del cantón balsas, con las mejoras que se realizaran en dichas áreas los estudiantes y docentes del plantel tendrán acceso a una educación más flexible ya que contarán con los puntos de conexión necesarios para los equipos de cómputo y equipos de laboratorio, la iluminación repotenciada también presentara en los estudiantes y docentes una sensación de confort ya que los laboratorios cuentan con una iluminación deficiente y en el área verde la iluminación es inexistente, representando para los estudiantes y docente de la sección

matutina y nocturna una mejora en la calidad de estudio y enseñanza ya en estas áreas pasan gran parte de su tiempo.



## **CAPÍTULO I:**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **1.1 Antecedentes**

Los sistemas eléctricos en las instituciones educativas son necesarios para que docentes y estudiantes puedan desarrollar sus actividades con total conformidad, ya que en los laboratorios estudiantiles es fundamental contar con una iluminación de calidad para generar un aprendizaje óptimo y una sensación confortable para docentes y estudiantes, además los sistemas eléctricos diseñados de forma correcta proporcionan seguridad a la comunidad educativa que hace uso de estas instalaciones.

Estudios realizados en diversos centros de aprendizaje han mostrado la necesidad de mejorar las instalaciones eléctricas dentro de estas unidades educativas, con el fin de proporcionar una mejora en las técnicas de enseñanza como en el aprendizaje. Según (Huaroc Espinoza, 2021), se realizó un proyecto eléctrico para la Universidad del Pacífico, la ejecución del proyecto incluyó una instalación eléctrica total con un nuevo sistema de protección y señalización, cableado nuevo, tomacorrientes, tableros, luminarias, todo esto en cumplimiento con las normativas vigentes y además con la entrega de los documentos y planos de la nueva instalación para facilitar un mantenimiento a futuro.

También, según (Chanaluiza Flores, 2022), en los estudios realizados en la unidad educativa, escuela del Toquillal del cantón la Maná, encontró distintos problemas en las instalaciones eléctricas tales como, falta de tableros de distribución, cables sin aislamiento, y sulfato en conductores, las cuales evidenciaban un riesgo considerable para la comunidad estudiantil y docentes. un nuevo diseño de las instalaciones eléctricas obtuvo como resultado la eliminación de las fallas observadas, y permitió que el estado de las mismas sea seguro y funcional.

En el proyecto desarrollado por (Figuerola Barroso, 2020) en la unidad educativa CPEIPS Mayex, se dio mayor prioridad a un sistema de protección contra incendios, y también al cumplimiento de las normas de seguridad post pandemia. También hubo una intervención en el sistema de iluminación para garantizar que las aulas y los laboratorios se encuentren en óptimas condiciones.

En el estudio realizado por (Masabanda Barre, 2022), priorizo un plan para mejorar la eficiencia energética en los laboratorios de la unidad educativa, haciendo énfasis en realizar un diagnóstico completo de las instalaciones eléctricas que permita habilitar todas las áreas que no se encuentran en funcionamiento.

## **1.2. Instalaciones Eléctricas**

Las instalaciones eléctricas están compuestas por una gran variedad de dispositivos eléctricos los cuales nos permiten realizar una correcta distribución de la energía y controlar todos los dispositivos conectados a la red de una manera eficaz. Las instalaciones cuentan con varios elementos:

### **1.2.1. Protección termomagnética**

Una protección termomagnética o disyuntor es una protección del sistema eléctrico, el cual es interrumpido cuando existe una sobrecarga, este sirve para proteger circuitos eléctricos en oficinas, hogares o industrias. Una protección termomagnética puede detectar sobre corrientes o cortocircuitos, cuando esto sucede el breaker actúa cortando el fluido eléctrico evitando que se sobrecaliente los conductores y a si evita daños en los equipos eléctricos

**Figura 1**  
*Protección termomagnética*



Fuente:(Kywi, 2025a)

### **1.2.2. Tomacorriente**

Es un dispositivo que nos permite conectar nuestros aparatos eléctricos a la red eléctrica. Los tomacorrientes se deberán instalar en un lugar seco y deberán encontrarse lo más cerca posible a las cargas. Tienen que estar a una altura de 40cm del suelo y pueden estar conectados varios tomacorrientes al mismo circuito de fuerza. Los tomacorrientes también proporcionan puntos accesibles y seguros de conexión eléctrica evitando que los conductores energizados queden expuestos.

En la imagen que se muestra a continuación en la Figura 2 de un tomacorriente, generalmente la ranura más alargada es la que se conecta al conductor de neutro, la ranura más corta generalmente es la que va conectada a la línea o fase y la ranura pequeña o redondeada va conectada a al conductor de tierra.

**Figura 2**  
*Tomacorriente*



Fuente:(Kywi, 2025g)

### **1.2.3. Interruptor**

Un interruptor sirve para abrir o cerrar el paso de corriente, normalmente es utilizado para encender o apagar luminarias. Este dispositivo es fundamental en circuitos de iluminación, ya que de manera sencilla y segura podemos operar el circuito manualmente. Existen varios tipos de interruptores, los más comunes son los interruptores simples, dobles y conmutados este último nos permite encender y apagar la misma luminaria desde distintos puntos.

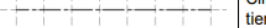
**Figura 3**  
*Interruptor*



Fuente:(Veto Electric, 2025)

En la Tabla 1 se hace referencia a la simbología de los componentes eléctricos básicos en una instalación de un sistema iluminación en el cual se representan luminarias, interruptores y conductores.

**Tabla 1**  
*Simbología de iluminación*

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

Fuente:(MIDUVI, 2018)

### 1.2.4. Luminarias

Sirve para aportar luz artificial, se la utiliza en las noches y en el día en lugares donde la luz solar es escasa, mejorando la visibilidad y estética de un lugar. Usualmente cuentan con una carcasa que aloja el bombillo y otros componentes eléctricos, normalmente están fabricadas de plástico, vidrio y aluminio lo que le proporciona resistencia a la intemperie y otros entornos.

**Figura 4**  
*Luminarias*



Fuente:(Kywi, 2025f)

#### 1.2.4. Conductores eléctricos

Los conductores están fabricados de materiales que permiten el paso de la corriente eléctrica, generalmente están fabricados de cobre o aluminio y están revestidos de un material aislante para la seguridad de los usuarios. Se los usa para transmitir energía de una fuente a un dispositivo.

**Figura 5**  
*Conductores*



Fuentes: (Kywi, 2025b)

En la Tabla 2 se hace referencia al calibre de los conductores, a la sección en milímetros cuadrados de cada uno de ellos, a la corriente que soporta cada uno de ellos y el uso recomendado para cada circuito ya sea en iluminación o fuerza.

**Tabla 2***Calibre de Conductores*

| Calibre (AWG) | Sección (mm <sup>2</sup> ) | Capacidad de corriente (A) | Uso                                        |
|---------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------------------------|
| 14 AWG        | 2,08 mm <sup>2</sup>       | 15 A                       | Iluminación y tomacorrientes ligeros       |
| 12 AWG        | 3,31 mm <sup>2</sup>       | 20 A                       | Tomacorrientes, pequeños electrodomésticos |
| 10 AWG        | 5,26 mm <sup>2</sup>       | 30 A                       | Aires acondicionados, secadoras pequeñas   |
| 8 AWG         | 8,37 mm <sup>2</sup>       | 40 A                       | Tablero de distribución                    |
| 6 AWG         | 13,3 mm <sup>2</sup>       | 55 A                       | Acometidas                                 |

Fuente:(MIDUVI, 2018)

### 1.2.5. Aislamiento “THHN”

Es un recubrimiento que se utiliza en los conductores eléctricos, está fabricado por materiales que resistentes al calor y este recubierto de una capa de nylon para proteger el cable contra rozamientos y su exposición a la humedad.

### 1.2.6. Sistema de puesta a tierra

Actúa como protección contra descargas o variaciones de voltaje para los equipos conectados a la red. El propósito general de un sistema de puesta a tierra es generar una vía segura de baja resistencia en caso de un cortocircuito o una descarga atmosférica, esta debe ser capaz de desviar y disipar la sobre corriente hacia el suelo de forma segura sin generar riesgos a personas o equipos

**Figura 6**

*Puesta a tierra*



Figura:(Elektron, 2025)

### **1.2.7. Tablero de distribución**

Normalmente los tableros de distribución pueden albergar dispositivos como disyuntores termomagnéticos, conductores y conexión con el sistema de puesta a tierra. Estos están diseñados para ser empotrados en paredes y suelen estar fabricados de material termoplástico y metálico.

El tablero de distribución recibe energía desde la fuente principal “medidor” y la distribuye de forma segura a todos los circuitos que tenemos en nuestra instalación, con el fin de proteger nuestras cargas

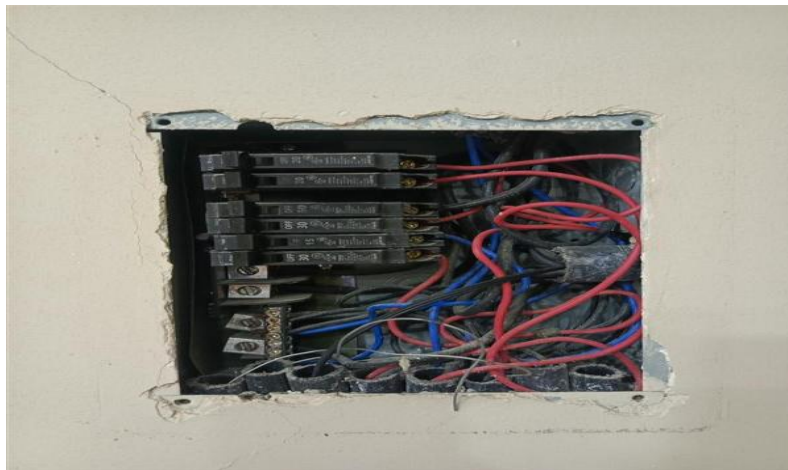
Tipos de tableros de distribución

- Tableros de distribución principal: Se encuentra ubicado después del medidor o en la acometida principal del inmueble.
- Tableros de sub distribución: Se alimenta desde el tablero principal y se pueden encontrar en diferentes áreas de una edificación.



- Tableros monofásicos: Está diseñado para instalaciones que trabajan con un sistema monofásico (una sola fase y un neutro). Distribuye la energía de forma ordenada y segura a todos los circuitos.
- Tablero bifásico: está diseñado para un sistema bifásico (dos fases y un neutro). Distribuye la energía de forma ordenada y segura a todos los circuitos, con este tablero se puede realizar la conexión de tomas especiales cargas que necesiten 220 V como aires acondicionados, cocinas a inducción, etc.

**Figura 7**  
*Tablero de distribución armado*



Fuente: Los Autores

### **1.2.8. Cajetines eléctricos**

El cajetín eléctrico está fabricado de plástico, PVC o metal, pueden ser empotrados o superficiales, sirve para el montaje y protección de los empalmes del cableado eléctrico, en estos cajetines también se pueden alojar dispositivos como interruptores, tomacorrientes y puerto USB o TV cable. También protegen los conductores de golpes o daños externos y se encuentran

interconectados por medio de tuberías. Hay varios tipos de cajetines, pero los más comunes son, rectangulares, octogonales y cuadrados.

**Figura 8**  
*Cajetín Eléctrico octogonal*



Fuente:(Kywi, 2025e)

**Figura 9**  
*Cajetín rectangular*



Fuente: (Kywi, 2025d)

**Figura 10**  
*Cajetín cuadrado*



Fuente: (Kywi, 2025c)

### 1.3. Tipos de Circuitos

#### 1.3.1. Circuito de iluminación.

Un circuito de iluminación está diseñado únicamente para controlar el funcionamiento de las luminarias de una instalación. Este está conformado por una protección eléctrica que protege el circuito, el conductor, bombillos o lamparás y el interruptor.

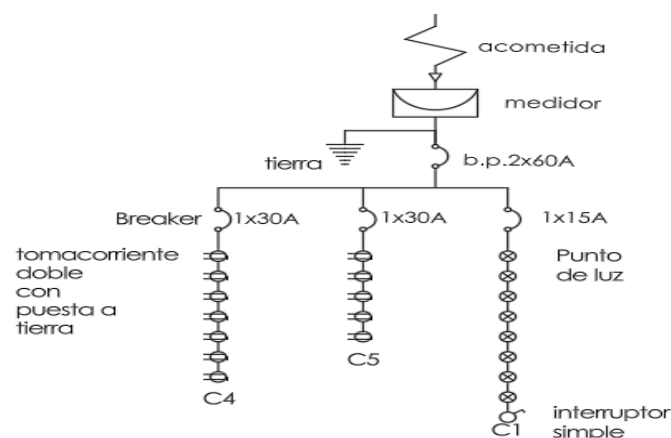
#### 1.3.2. Circuito de fuerza.

Un circuito de fuerza está diseñado para alimentar las cargas existentes de forma segura y continua que se encuentran conectadas al circuito, estos pueden ser electrodomésticos, aires acondicionados, motores o bombas. Esta confirmado por los conductores, tomacorrientes y por una protección eléctrica.

#### 1.3.3. Diagrama unifilar

Un circuito unifilar se representa con una gráfica sencilla un sistema eléctrico, en la que se realiza una línea por cada circuito, la línea representa el recorrido del cableado y la conexión entre los dispositivos como tableros, tomacorrientes, interruptores y luminarias.

**Figura 11**  
*Diagrama unifilar*



Fuente: Los autores

## **1.4. Normativa NEC**

### **1.4.1. Explicación de la normativa NEC.**

Es una normativa originaria de Estados Unidos que define los lineamientos de seguridad para la instalación de sistemas eléctricos en edificaciones, con el fin de evitar incendios, choques eléctricos y otros peligros relacionados. Es elaborada y publicada por la **NFPA (Nacional Fire Protección Asociación)** y se utiliza como referencia técnica en numerosos países fuera de EE. UU. debido a su enfoque riguroso y actualizado en materia de seguridad eléctrica.

### **1.4.2. Normativa NEC relativa a circuitos de iluminación.**

En la normativa NEC (MIDUVI, 2018) en los sistemas de iluminación, deben estar diseñados para soportar una corriente máxima de 15 amperios, y no deben de haber más de 15 puntos en el circuito. Los circuitos de potencia o de fuerza deben estar polarizados, fase, neutro, y tierra, y se deben diseñar para soportar una corriente máxima de 20A, y se deben conectar hasta diez salidas.

### **1.4.3. Norma NEC relativa a sección del conductor**

Según la normativa emitida por (MIDUVI, 2018) para dimensionar la sección del conductor se debe tomar en cuenta como parámetro mínimo la cantidad de corriente. Por lo que el conductor debe estar dimensionado para tolerar como mínimo un 125% de la protección colocada al circuito.

### **1.4.4. Normativa NEC relativa a protecciones termomagnéticas**

En la tabla número 3 se explica que en la normativa NEC se recomienda utilizar protecciones de 15 a 16A unipolares para circuitos de iluminación y de 20A para circuitos de fuerza con conductores de 14 AWG Y 12 AWG.

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

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

Fuente:(MIDUVI, 2018)

Capacidad de protección en función del calibre del conductor.

Según (MIDUVI, 2018), los circuitos de iluminación deben contar con las siguientes características técnicas. El conductor de fase y neutro deben ser de igual calibre. El aislamiento del conductor para circuitos de iluminación debe ser aislamiento “THHN” “14 AWG” para el conductor de fase, tierra y neutro.

Los circuitos de fuerza el conductor debe contar con un aislamiento “THHN” para el neutro y la fase y ambos deben ser de calibre “12 AWG”.

#### **1.4.5. Norma NEC relativa a tableros de distribución**

Los tableros de distribución son dispositivos fundamentales en una instalación eléctrica ya que en su interior se encuentran dispositivos como: disyuntores e interruptores termomagnéticos. Desde este se distribuye la energía que llega desde el medidor a los diferentes circuitos tanto de iluminación, fuerza y circuitos especiales.

- Las cargas conectadas a los diferentes circuitos deben estar balanceadas para no generar sobrecargas.
- Después de conectar cinco salidas al tablero de distribución, se debe dejar una de reserva por cada fase.
- Los circuitos conectados al tablero de distribución, deben tener su propia protección.
- Todos los tableros deben de tener una altura de “1.60m” del piso a la base del tablero de distribución.

En la normativa NEC emitida por (MIDUVI, 2018) las cajas de distribución deben tener la barra de tierra y neutro aisladas y los conductores deben estar conectados a estas, para evitar descargas eléctricas a equipos y personas cuando ocurra una falla.

#### **1.4.6. Norma NEC relativa a sistema de puesta a tierra**

Según (MIDUVI, 2018) los sistemas de puesta a tierra garantizan la seguridad de personas y protegen los equipos e instalaciones eléctricas ante fallas o sobre corrientes que podrían ocasionar daños a equipos o a personas que se encuentren en contacto con partes metálicas de los equipos o partes de la instalación. La puesta a tierra se encarga de disipar las sobre corrientes dirigiéndolas a tierra previniendo un riesgo eléctrico.

- Las empresas eléctricas deben conectar el neutro del transformador a tierra con su sistema robusto para garantizar seguridad, y los abonados deben conectar todas las carcasas de sus artefactos eléctricos a tierra. Esto también implica colocar a tierra las acometidas a los tableros de distribución.
- Las varillas para puesta a tierra al menos deben contar con un diámetro de 16mm y de largo 1m como mínimo. Conectada a un conductor de puesta a tierra sólido o cableado que debe tener el mismo grosor de la acometida con más diámetro que alimenta a los tableros de distribución, estos pueden variar entre los 8AWG para acometidas número 2 AWG, 6AWG para acometida hasta 1/0AWG, Y 4WWG para acometidas hasta 3/0AWG.
- En viviendas u otros inmuebles en áreas suburbanas, la puesta a tierra debe ser del calibre 8AWG, y debe ser entubada en tubería PVC o tubería EMT, o tubería de polietileno. También debe estar unido a la varilla por medio de conectores o por medio de soldadura exotérmica.

#### 1.4.7. Norma NEC relativa al estudio de demanda

Según (MIDUVI, 2018), el estudio de demanda se debe considerar lo siguiente: en iluminación máximo 100W por cada salida de luz, en tomacorrientes 200W por cada carga y en cargas especiales cargas con potencias mayores a 1500 W (cocinas eléctricas, aires acondicionados, duchas eléctricas, etc.). se debe considerar su potencia nominal y la cantidad de equipos a conectar.

#### 1.4.8. Norma NEC relativa al factor de demanda

Según (MIDUVI, 2018) los factores de demanda en iluminación y tomacorrientes de uso general en una vivienda se encuentran a continuación en la siguiente tabla.

En la Tabla número 4 se evidencia que existen diferentes factores tipos de demanda dependiendo del tipo de vivienda ya sea esta, pequeña, mediana, o grande.

**Tabla 4**

*Factor de Demanda*

| Tipo de vivienda | FD Iluminación | FD Tomacorrientes |
|------------------|----------------|-------------------|
| Pequeña- Mediana | 0.70           | 0.50              |
| Mediana-Grande   | 0.55           | 0.40              |
| Especial         | 0.53           | 0.30              |

Fuente:(MIDUVI, 2018)

#### 1.4.9. Normativa INEN 2969 relativa a niveles de iluminación en establecimientos educativos.

En la Tabla 5 se muestran los niveles de iluminación recomendados para instituciones educativas según la normativa INEN 2969. En el cual se muestra los niveles de iluminación adecuados, cada área requiere niveles de iluminación distintos dependiendo del uso requerido. Los niveles de uniformidad requeridos tienen que ser mayores a 0,6 en todas las áreas.

**Tabla 5***Niveles de iluminación dentro de áreas de estudio*

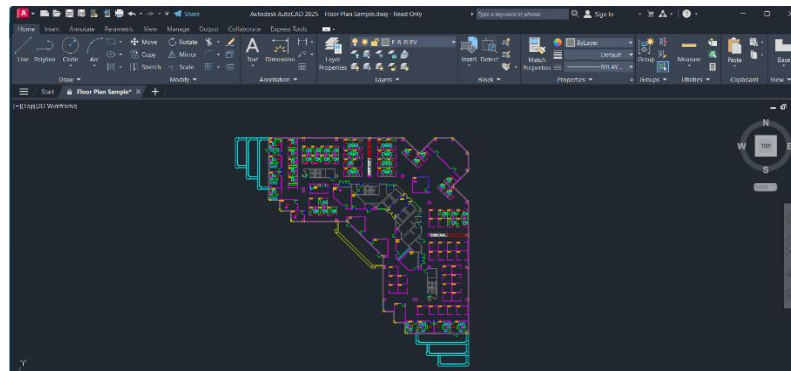
| Nº ref. | Tipo de interior, tarea y actividad | $E_m(lx)$ | $U_o$ |
|---------|-------------------------------------|-----------|-------|
| B.36.1  | Aulas, aulas de tutoría             | 300       | 0,6   |
| B.36.9  | Aulas de prácticas y laboratorios   | 500       | 0,6   |
| B.36.13 | Aulas de prácticas de informática   | 300       | 0,6   |

## 1.5. AutoCAD

Es un programa desarrollado por Autodesk que sirve para diseñar, crear dibujos, modelos en 2D y 3D asistidos por computador, es utilizado en diversas ramas de la industria gracias a su precisión. En carreras como ingenierías, construcción y arquitectura es fundamental para crear planos y diseños digitales.

Este programa ofrece una amplia gama de herramientas para diseñar de forma precisa y facilitar al usuario una interfaz que permite crear funciones y permite conectar con dispositivos móviles a través de la programación.

**Figura 12**  
*AutoCAD*



Fuente: Los autores



## 1.6. Dialux EVO

Este es un software creado específicamente para diseños y cálculos de sistemas de iluminación creado por la empresa DIAL GmbH, el cual permite realzar visualizaciones de las áreas a iluminar de forma individual o por áreas completas. También es ampliamente utilizado en simulaciones de alumbrado de vías, parques, y en todo tipo de exteriores.

**Figura 13**  
*Di alux EVO*



*Fuentes: Los autores*

## **CAPÍTULO II**

### **METODOLOGÍA Y DISEÑO DEL PROYECTO TECNICO**

#### **2.1 Cálculos y Simulaciones**

#### **2.2 Levantamiento arquitectónico y eléctrico del edificio existente (en sitio).**

El salón de química consta de 8 luminarias, estas luminarias están controladas por un interruptor simple el cual está ubicado a lado izquierdo de la puerta y conectado al tablero de distribución. En importante recalcar que actualmente se encuentran en funcionamiento 2 luminarias.

#### **2.3 Circuitos eléctricos actuales en las áreas a intervenir.**

##### **2.3.1 Circuitos de iluminación y fuerza de salones y aulas**

En la Tabla 6 se muestran todos los circuitos que se encuentran actualmente en los salones de cómputo, salón audiovisual y laboratorio de química.

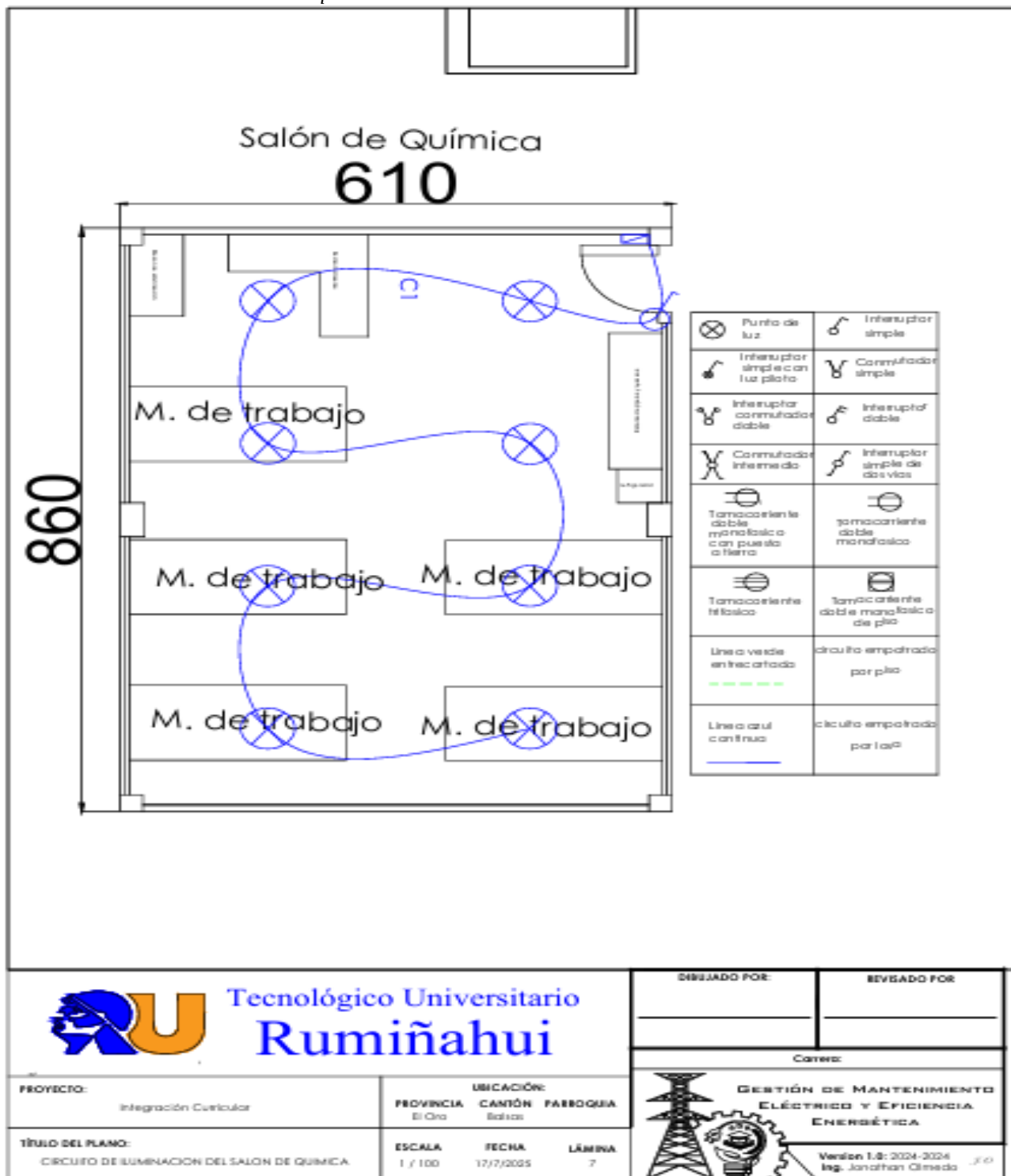
**Tabla 6***Tabla de circuitos*

| CIRCUITOS   | CARGAS           |
|-------------|------------------|
| CIRCUITO 1  | 8 LUMINARIAS     |
| CIRCUITO 2  | 8 LUMINARIAS     |
| CIRCUITO 3  | 8 LUMINARIAS     |
| CIRCUITO 4  | 7 TOMACORRIENTES |
| CIRCUITO 5  | 5 TOMACORRIENTES |
| CIRCUITO 6  | 3 TOMACORRIENTES |
| CIRCUITO 7  | 5 TOMACORRIENTES |
| CIRCUITO 8  | 5 TOMACORRIENTES |
| CIRCUITO 9  | 5 TOMACORRIENTES |
| CIRCUITO 10 | 5 TOMACORRIENTES |
| CIRCUITO 11 | 5 TOMACORRIENTES |

Fuente: los autores

En la Figura 14 se muestra el circuito de iluminación del salón de química y el plano estructural realizado en AutoCAD con sus mesones de trabajo, estantes de productos químicos y escritorio del docente.

**Figura 14**  
Circuito de iluminación del salón de química



Fuente: Los autores

En la Figura 15 se muestra el plano estructural del salón de química con la distribución de los mesones de trabajo, estantes y distribución del circuito de fuerza.

**Salón de Química**  
**610**

El diagrama muestra la planta arquitectónica del Salón de Química 610, con una dimensión vertical indicada como 860. Se detallan las áreas de trabajo ('M. de trabajo') y se traza un circuito eléctrico en verde que incluye puntos de luz, interruptores y tomacorrientes. Las líneas de cableado están etiquetadas como C4 y C5.

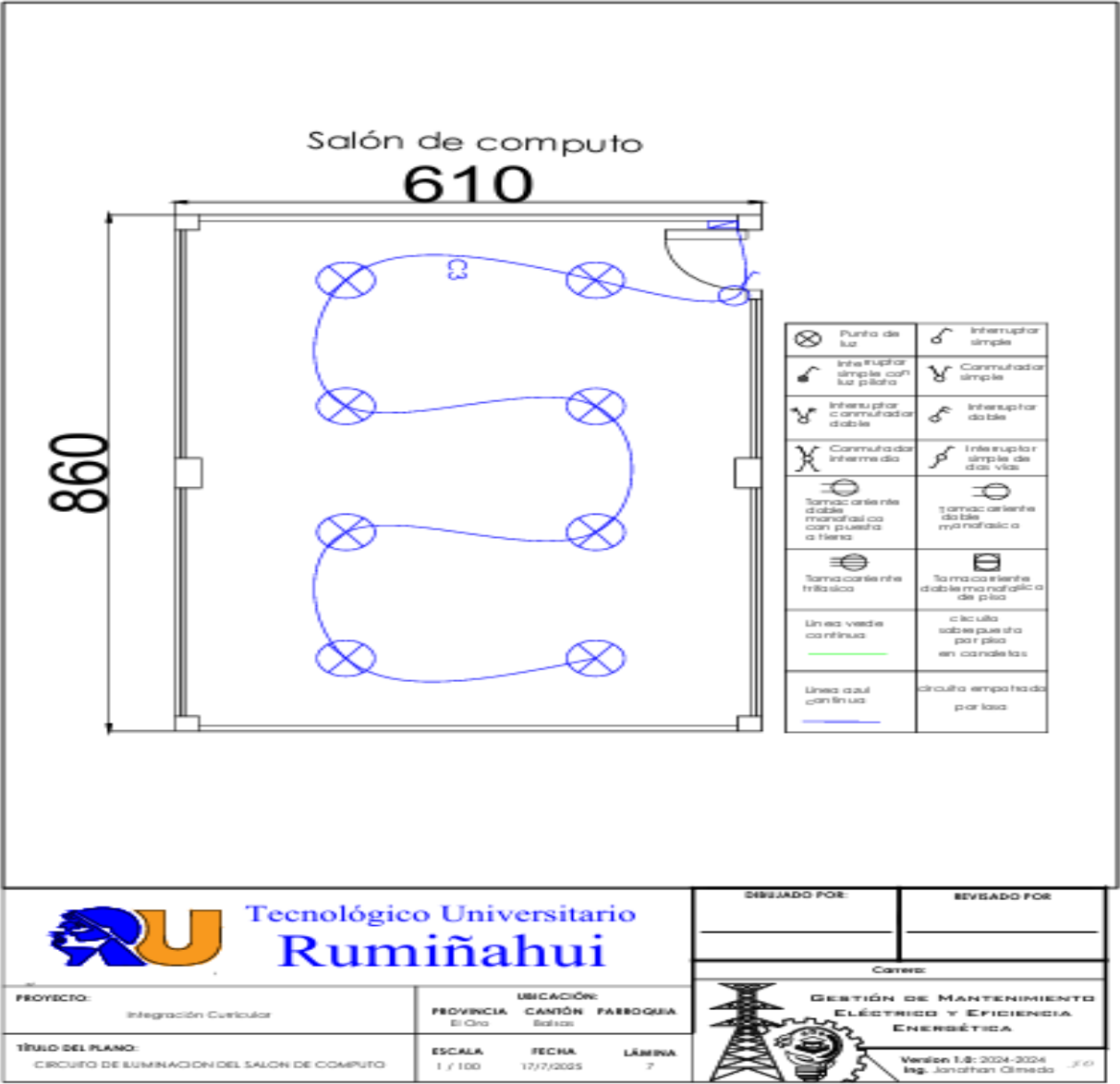
|  |                                                      |  |                                        |
|--|------------------------------------------------------|--|----------------------------------------|
|  | Punto de luz                                         |  | Interruptor simple                     |
|  | Interruptor simple con jaulillo                      |  | Conmutador simple                      |
|  | Interruptor con mutador doble                        |  | Interruptor doble                      |
|  | Conmutador intermedio                                |  | Interruptor simple de dos vías         |
|  | Tomacorriente doble monofásico o con puesta a tierra |  | Tomacorriente doble monofásico         |
|  | Tomacorriente trifásico                              |  | Tomacorriente doble monofásico de pila |
|  | Línea verde en trencado                              |  | Circulo empotrado por piso             |
|  | Línea azul continua                                  |  | Circulo empotrado por losos            |

25

En el salón de computación hay un circuito de iluminación el cual consta de 8 luminarias las cuales están controladas con un interruptor simple el cual está ubicado a lado izquierdo de la puerta y se encuentra alimentado desde el tablero de distribución.

En la Figura 16 se muestra la distribución del circuito de iluminación en el salón de cómputo y el plano estructural realizado en AutoCAD.

**Figura 16**  
Circuito de iluminación del salón de computo

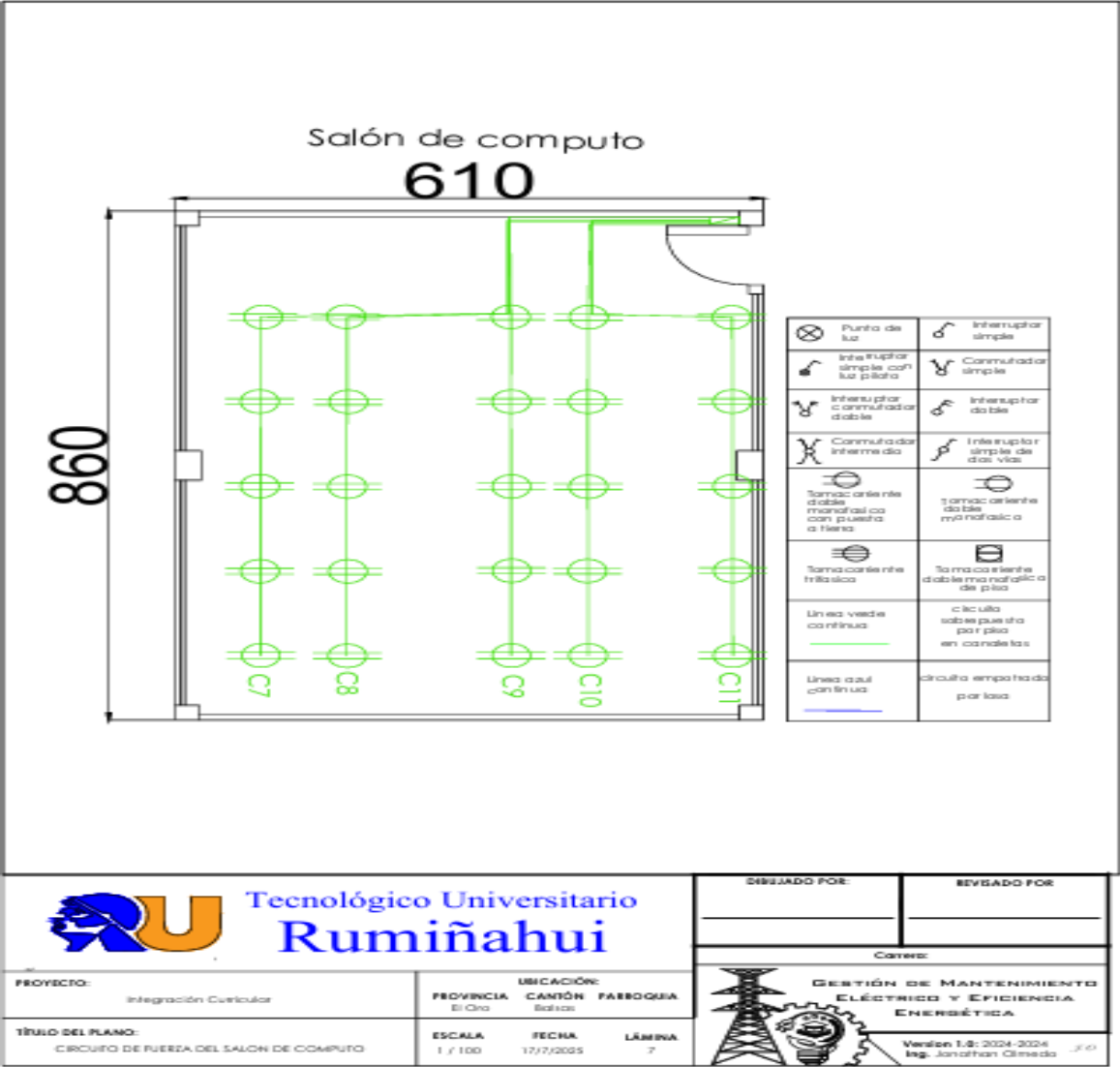


Fuente: Los autores

En el salón de cómputo existen 5 circuitos de fuerza, los cuales cuentan con 5 tomas de corriente por circuito. Estos circuitos se encuentran sobrepuestos sobre la pared y el piso de cerámica con canaletas plásticas y cajetines rectangulares y estos están conectados al tablero de distribución con protecciones individuales.

En la Figura 17 se muestra el plano estructural y el circuito de fuerza del salón de cómputo realizado en AutoCAD

**Figura 17**  
Circuito de fuerza del salón de cómputo.

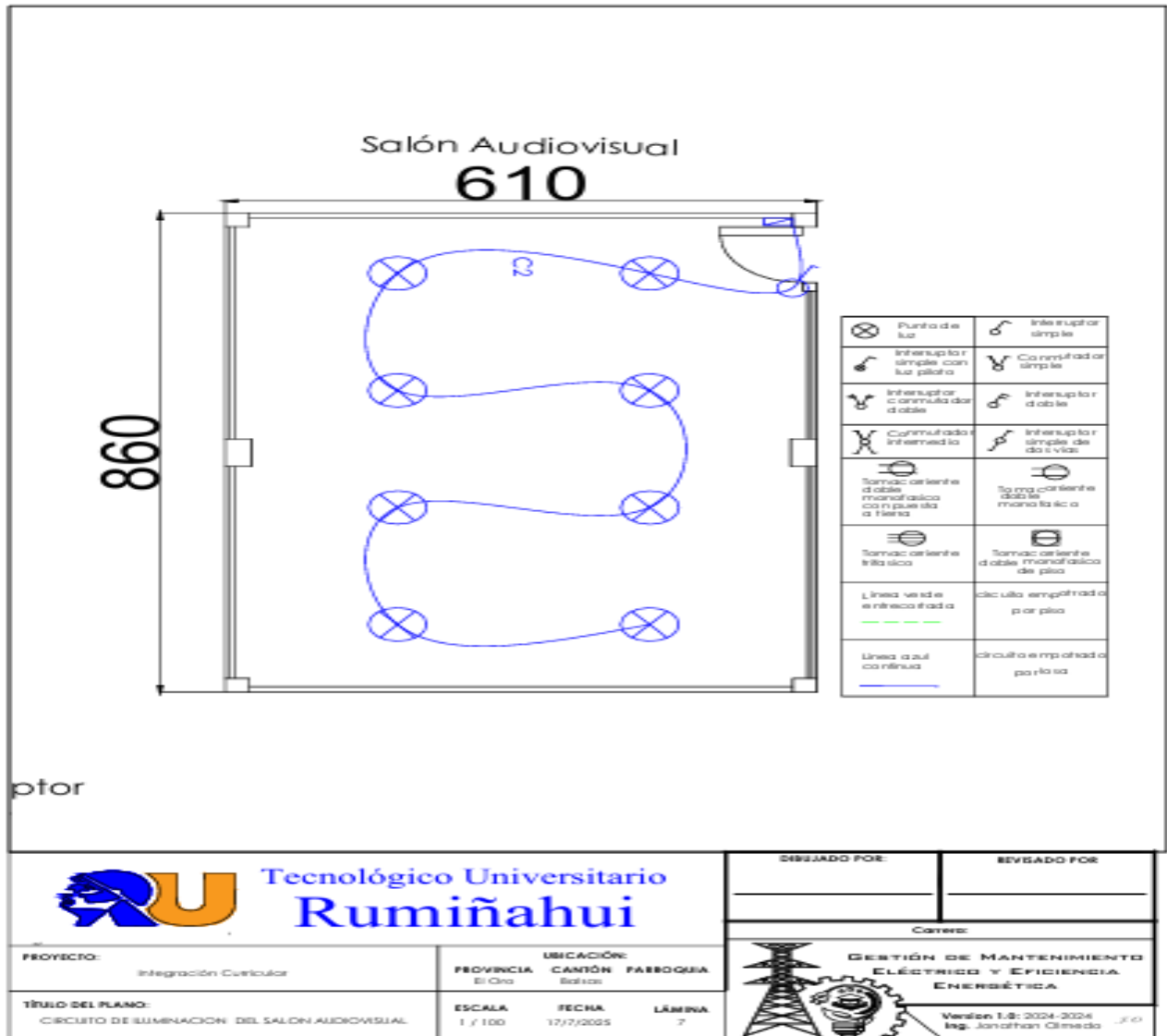


Fuente: Los autores

El salón audiovisual tiene un circuito de iluminación que consta de 8 luminarias que están conectadas a un interruptor simple el cual es alimentado desde el tablero de distribución. Es importante recalcar que actualmente solo están funcionando 2 luminarias.

En la Figura 18 se muestra el circuito de iluminación y el plano estructural realizado en AutoCAD, en el cual se hace referencia de la distribución de esta área

**Figura 18**  
Circuito de iluminación del salón audiovisual



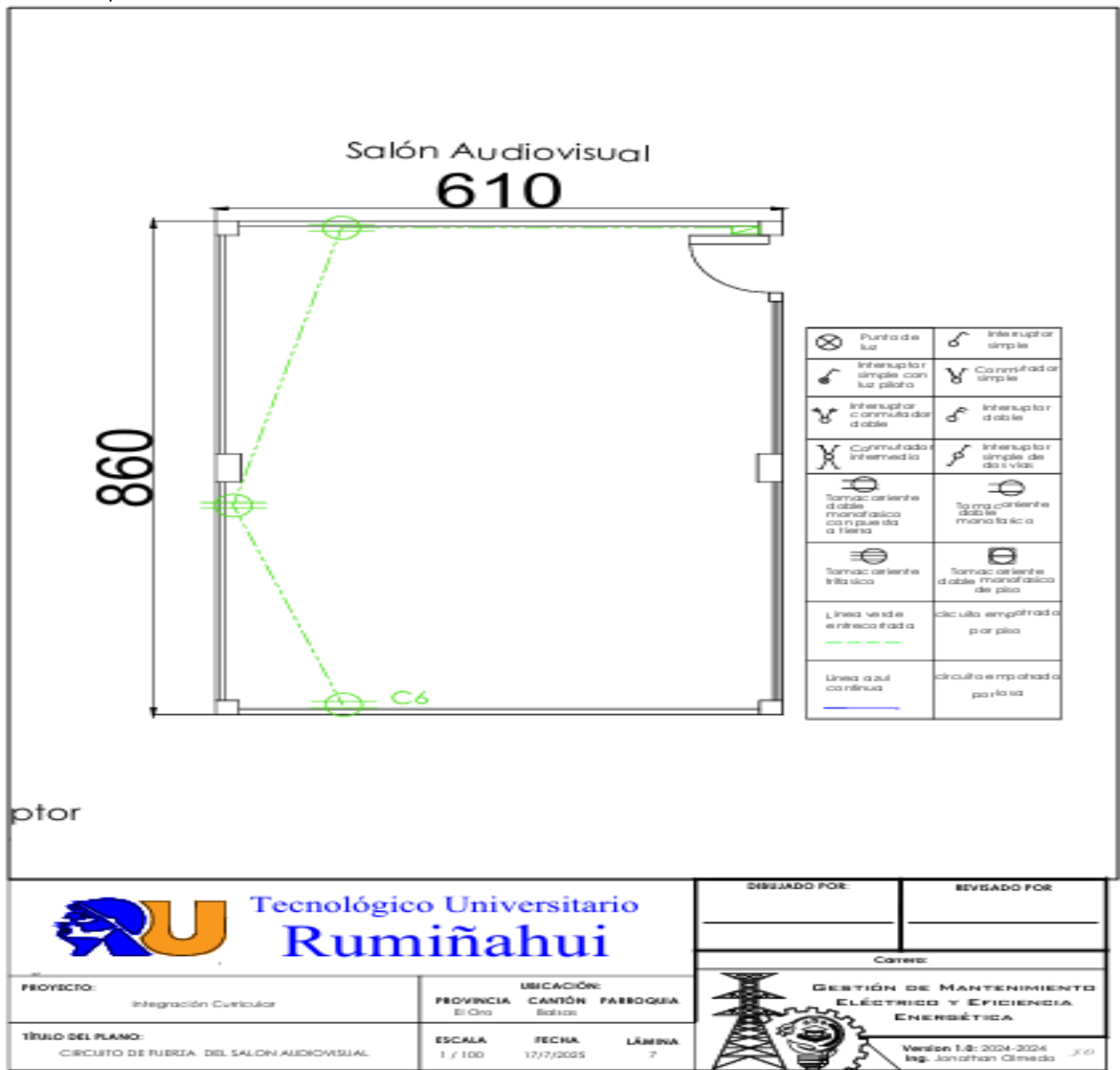
Fuente: Los autores



El salón audiovisual consta de un circuito de fuerza en el cual existe 3 tomacorrientes que están alimentados desde el tablero de distribución.

En la Figura 19 se representa el plano estructural y la distribución del circuito de fuerza realizado en AutoCAD en el salón audiovisual.

**Figura 19**  
*Circuito de fuerza del salón audiovisual*



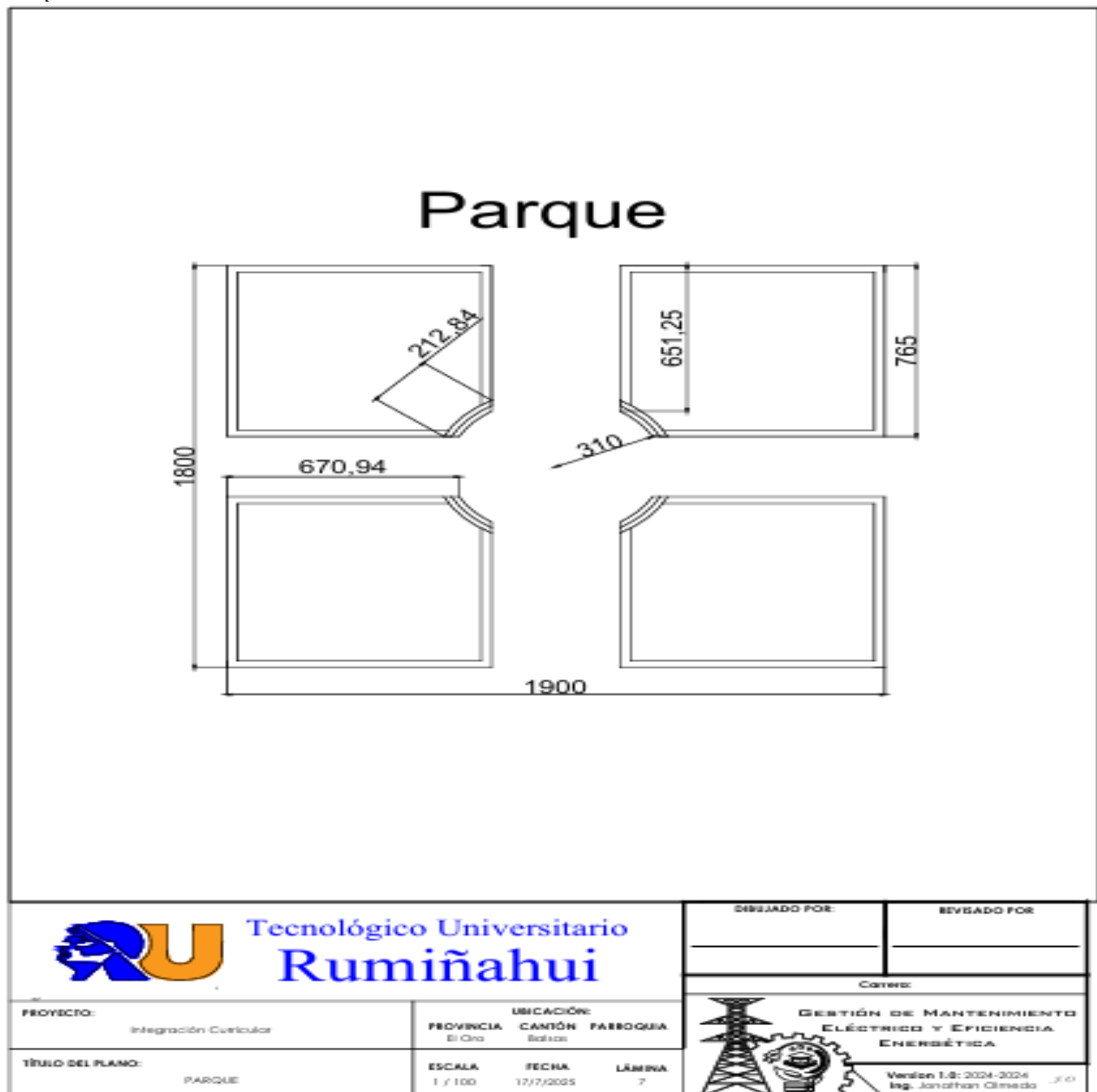
Fuente: Los autores

### 2.3.2 Plano arquitectónico del parque de la institución

El parque actualmente no consta con sistemas de iluminación artificial.

En la Figura 20 se muestra el plano estructural de las áreas verdes, en estas áreas no existen sistemas de iluminación ni de fuerza, el plano fue realizado en AutoCAD.

**Figura 20**  
*Parque*



Fuente: Los autores

## 2.4 Estudio actual de cargas eléctricas de la institución

Este censo de carga determina la cantidad de tomacorrientes y luminarias que se encuentran en funcionamiento en las distintas áreas a intervenir.

En la Tabla 7 se muestran la cantidad de tomacorrientes y luminarias habilitadas actualmente en cada una de las áreas a intervenir.

**Tabla 7**

*Censo de carga actual*

| AREAS             | Tomacorrientes | Luminarias |
|-------------------|----------------|------------|
| Salón de química  | 12             | 8          |
| Salón audiovisual | 3              | 8          |
| Salón de computo  | 25             | 8          |
| Parque            | 0              | 0          |

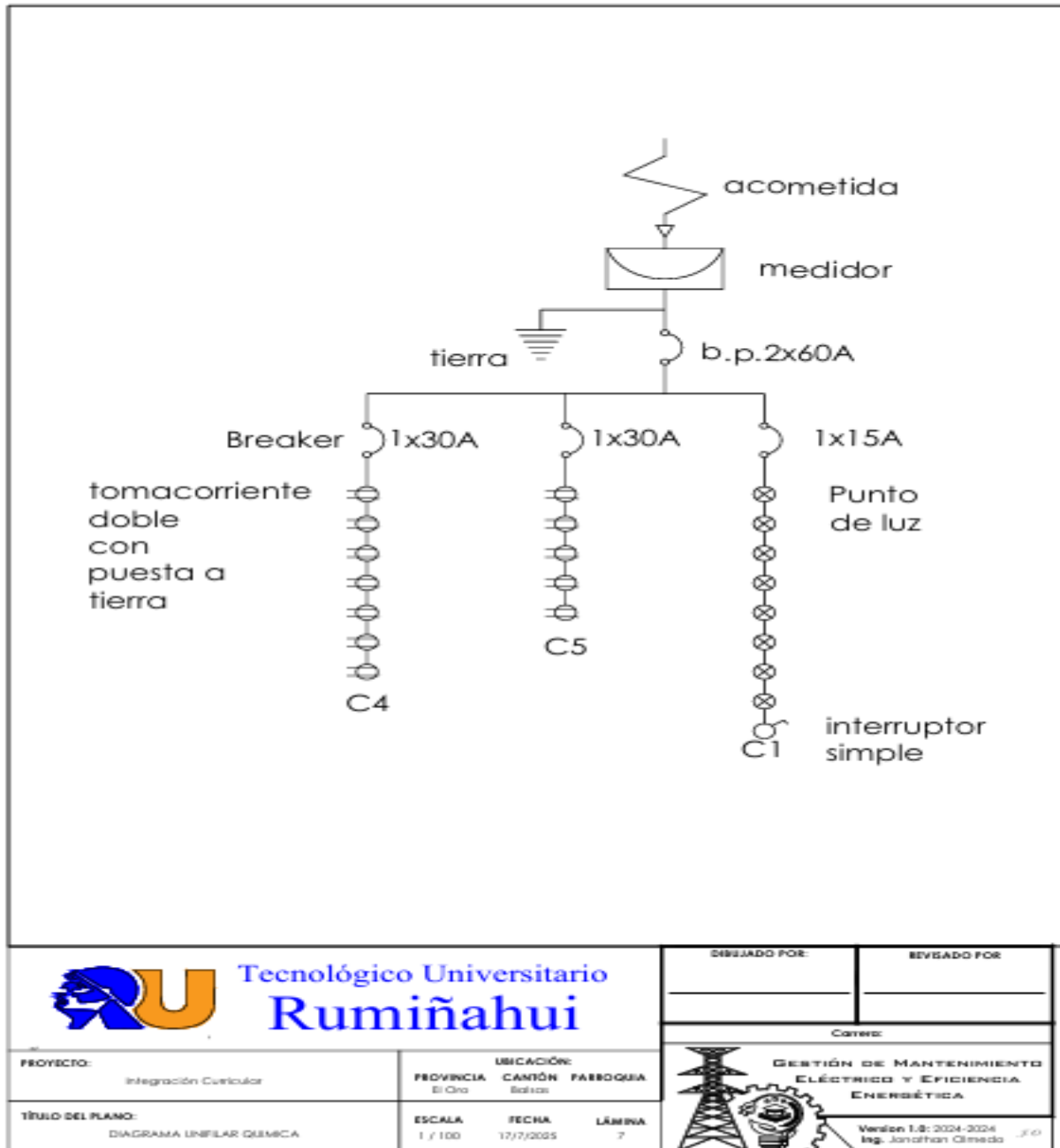
Fuente: Los autores

## 2.5 Diagrama unifilar actual

En la Figura 21 se muestra el diagrama unifilar actual referente al salón de química en el cual se muestra los circuitos de fuerza, iluminación y que tipo de protecciones se encuentran instaladas.

**Figura 21**

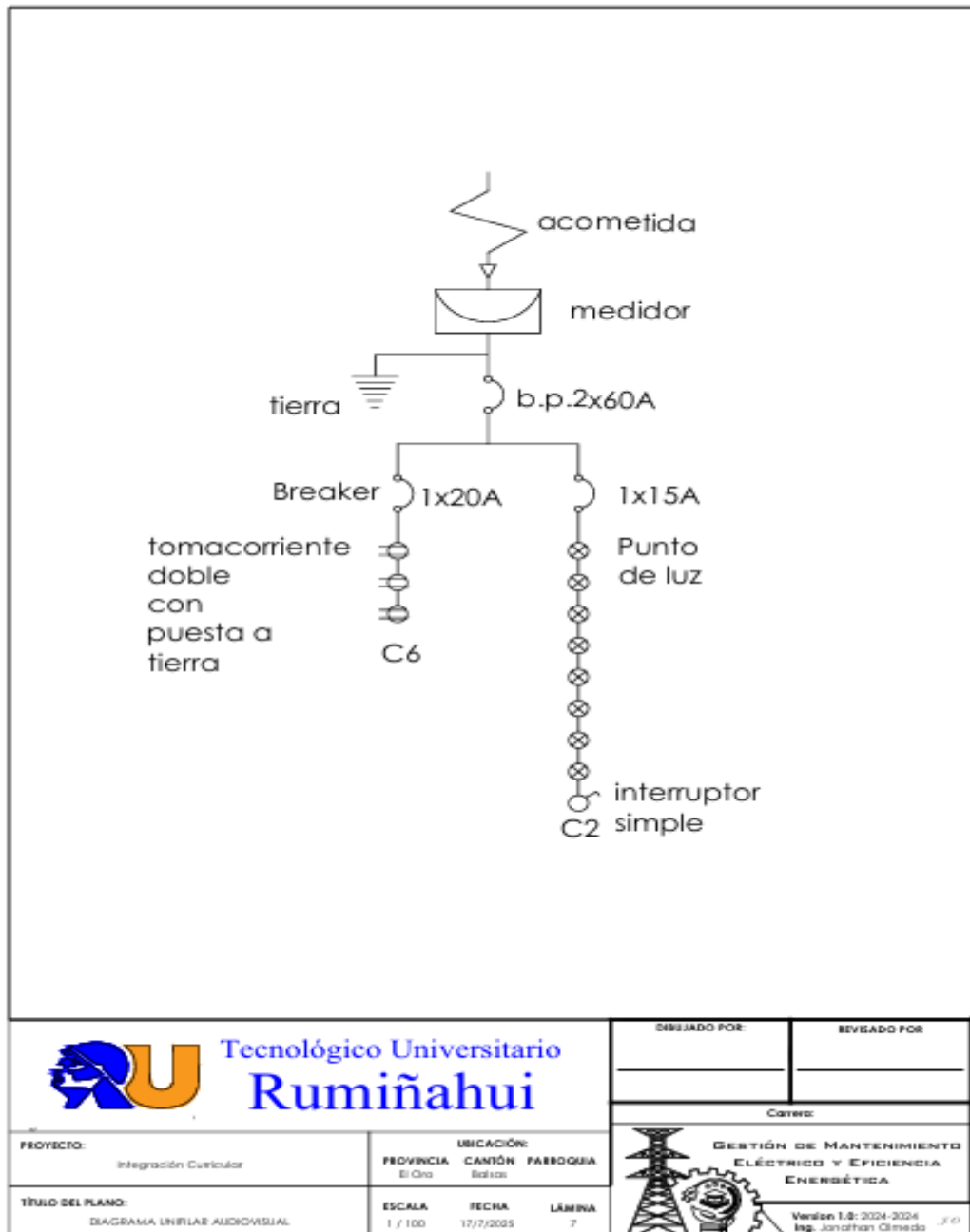
*Diagrama unifilar del salón de química*



Fuente: Los autores

En la Figura 22 se muestra el diagrama unifilar del salón audiovisual, en el cual se muestra la acometida, el medidor, interruptor termomagnético principal y su distribución de los circuitos.

**Figura 22**  
*Diagrama unifilar del salón audiovisual*

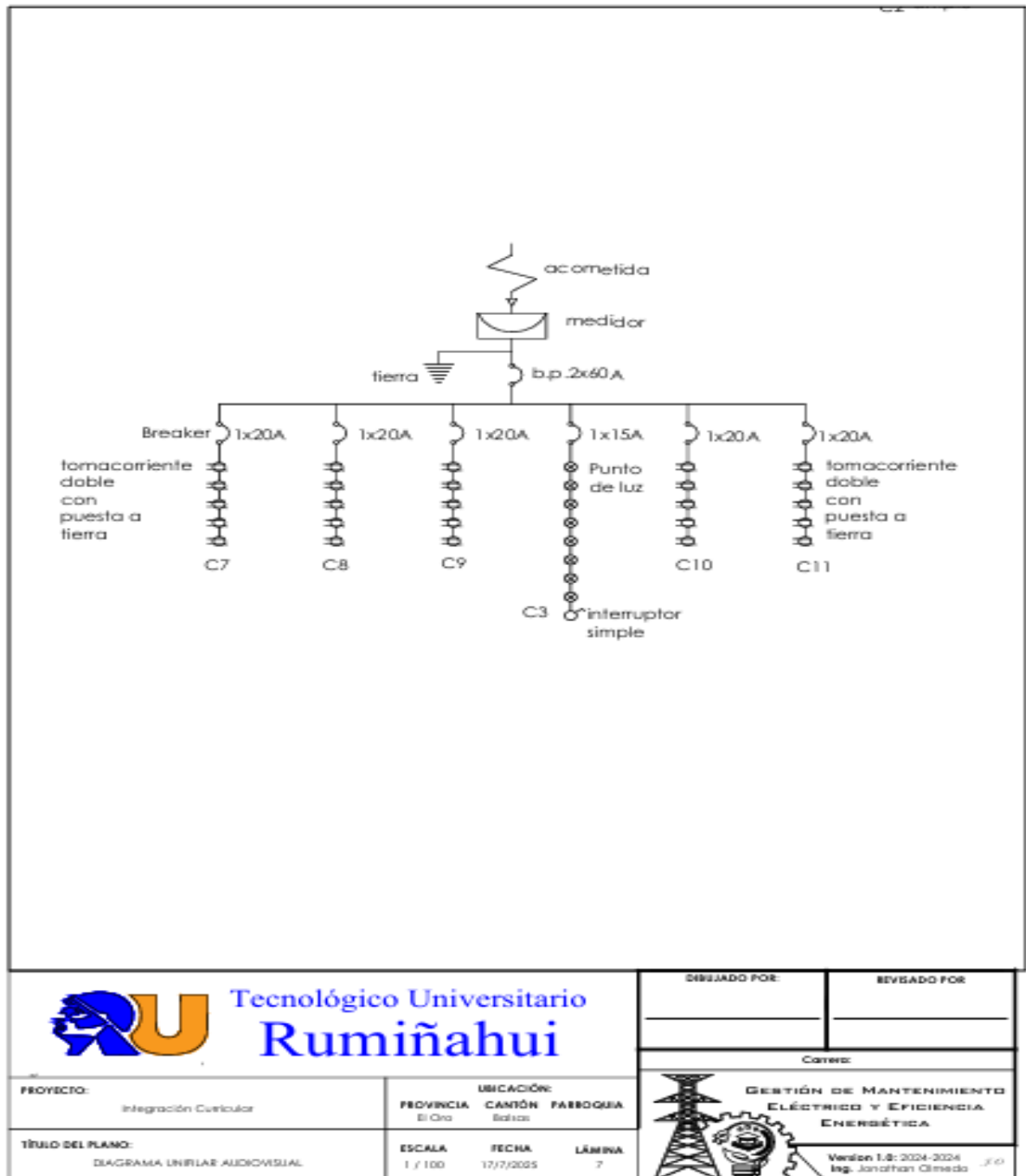


Fuente: Los autores

En la Figura 23 se muestra el diagrama unifilar del salón de cómputo, el cual está conformado por 6 circuitos, 5 circuitos de tomacorrientes y 1 de iluminación.

**Figura 23**

*Diagrama unifilar del salón de computo*



Fuente: Los autores

## 2.4 Medición de niveles de iluminación (lux) en aulas, oficinas, pasillos y exteriores con luxómetro.

Se realizan mediciones con el equipo de medición “luxómetro” para verificar el nivel de iluminación con la que cuenta las áreas donde se implementara la repotenciación en el sistema de iluminación. La medición se realiza en cuatro cuadrantes de cada laboratorio a intervenir, los valores obtenidos de las mediciones se las representaran en la tabla número 5.

**Tabla 8**

*Mediciones con luxómetro en áreas a intervenir*

|                          | <b>Cuadrante 1</b> | <b>Cuadrante 2</b> | <b>Cuadrante 3</b> | <b>Cuadrante 4</b> | <b>Luxes medios</b> |
|--------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| <b>Salón de Química</b>  | 26.5 lux           | 47.3 lux           | 54 lux             | 110.5 lux          | 59.57 lux           |
| <b>Salón de computo</b>  | 94.9 lux           | 59.1 lux           | 61.5 lux           | 101.5 lux          | 79.25 lux           |
| <b>Salón audiovisual</b> | 153.6 lux          | 90.3 lux           | 308 lux            | 198 lux            | 187.47 lux          |
| <b>Áreas verdes</b>      | 1.26 lux           | 2.67 lux           | 3.30 lux           | 3.11 lux           | 2.57 lux            |

Fuente: los autores

En la Figura 24 se muestra la medición realizada con luxómetro en el laboratorio de cómputo.

**Figura 24**

Medición con luxómetro del laboratorio de computo



Fuente: Los autores

En la Figura 25 se muestra la medición con luxómetro en el laboratorio de química.

**Figura 25**

*Medición con luxómetro en el salón de química*



Fuente: Los autores



**Figura 26**

*Medición con luxómetro en el salón de computo*



Fuente: Los autores

**Figura 27**

*Medición con luxómetro en el parque*



Fuente: Los autores

## 2.5 Evaluación del estado de canalizaciones, tableros, protecciones y puestas a tierra.

El estado actual en el que se encontró las canalizaciones del sistema eléctrico de potencia es defectuoso, mayoritariamente en el salón de cómputo ya que se encontraron canaletas sobrepuestas en mal estado, tomas de corriente sobrepuestas en mal estado, no se pudo evidenciar la existencia de un sistema de puesta a tierra, el tablero de distribución del sistema de fuerza se encuentra sobrepuesto y este según sus características debería estar empotrado. En las demás áreas a intervenir a excepción de las áreas verdes donde no existe ningún sistema de fuerza, las instalaciones se encuentran en un estado regular ya que existen tomacorrientes en mal estado, pero las tuberías y conductores aún se encuentran en un estado funcional.

En la Figura 28 se muestra el estado actual de 2 tableros de distribución ubicados en el salón de cómputo, se puede apreciar un tablero sobrepuesto y el segundo empotrado sin su respectiva tapa, protecciones y conductores expuestos.

**Figura 28**

*Tablero de distribución del salón de computo*



Fuente: Los autores

En la Figura 29 se muestra las canalizaciones que se encuentran actualmente en el salón de cómputo, en la figura se puede apreciar el grado de deterioro y la exposición de conductores energizados. Esto representa un riesgo eléctrico para estudiantes y docentes.

**Figura 29**  
*Canalizaciones en el salón de computo*



Fuente: Los autores

En la Figura 30, 31 y 32 se muestra el mal estado en el que se encuentran algunas tomas de corriente en el laboratorio de cómputo, química y salón audiovisual.

**Figura 30**  
*Tomacorrientes en mal estado en el salón de computo*



Fuente: Los autores

**Figura 31**

*Tomacorriente en mal estado en el salón audiovisual*



Fuente: Los autores

**Figura 32**

*Tomacorriente en mal estado en el salón de química*



Fuente: Los autores

El estado actual en el que se encuentra el sistema de iluminación en las áreas a intervenir es muy deficiente ya que las mediciones tomadas con el luxómetro dieron como resultado una intensidad lumínica por debajo de los estándares que debería cumplir para áreas de estudio y laboratorio, esto debido a que la gran mayoría de las luminarias no se encuentran en

funcionamiento y las pocas luminarias que encienden presentan un efecto estroboscópico. En el caso de las áreas verdes no se cuenta con ningún tipo de iluminación.

**Figura 33**

*Iluminación deficiente en el salón de computo*



Fuente: Los autores

**Figura 34**

*Iluminación deficiente en el salón de química*



Fuente: Los autores

## **2.6 Verificación de cumplimiento normativo actual (NTE INEN, NEC).**

En base a la inspección realizada en las instalaciones de la unidad educativa “Vicente Anda Aguirre” se pudo evidenciar instalaciones eléctricas en el sistema de iluminación y fuerza defectuosas, las mismas que no cumplen con la normativa actual ya que en esta existen estándares mínimos de calidad y de seguridad para instalaciones eléctricas en instituciones educativas y edificios, lo que se define en el subcapítulo de instalaciones eléctricas de la NEC-SB-IE.

La norma obligatoria a nivel nacional pretende prevenir y proteger a personas y equipos de riesgos eléctricos.

En el levantamiento eléctrico realizado dentro de la institución se encontraron:

- En el laboratorio de química los 2 circuitos de fuerza constan de un conductor calibre 12 AWG y 11 tomacorrientes repartidos en los dos circuitos. La normativa NEC nos dice que se puede conectar hasta 7 tomacorrientes en el mismo circuito, en este caso observamos que la instalación de fuerza si cumple con la normativa ya que los circuitos no exceden los 7 tomacorrientes.
- En el circuito de fuerza del salón de cómputo se pudo evidenciar que los 5 circuitos instalados tienen un conductor calibre 10 AWG y cada circuito consta de 5 tomacorrientes, estos circuitos se encuentran instalados sobre el piso con canaletas y tomacorrientes sobre puestos, además existen conductores expuestos los cuales presentan un riesgo eléctrico para alumnos y docentes, de igual manera el tablero de distribución se encuentra sobre puesto. La normativa NEC respecto a circuitos de fuerza indica que su instalación debe ser empotrada y el calibre del conductor debe 12 AWG. Debido a todo esto la instalación no cumple con las normativas vigentes.

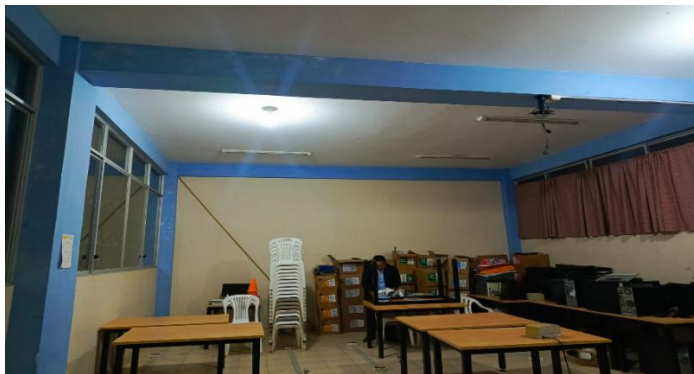
- En el salón audiovisual se observó que su circuito de fuerza consta de 3 tomas de corriente. Las mismas que no son suficientes para el área que comprende el salón ya que la normativa NTC 2050 especifica que debe de existir una toma de corriente a no más de 1.8 del punto medio entre tomas de corriente, esto quiere decir que de tomacorriente a tomacorriente no debe de superar los 3,6m. Ya que en este salón existe un solo tomacorriente en una pared 8m no cumple con los estándares de la normativa vigente.
- En el laboratorio de química, cómputo y audiovisual el circuito de iluminación no cumple con la normativa INEN 2969 en los estándares de niveles de iluminación para laboratorios, ya que la normativa postula que en un laboratorio de debe de estar por encima de los 500 lux y según las mediciones realizadas en estas áreas de encontraron valores menores a 100 lux. Debido a esto no cumple con las normativas vigente.

## **2.7 Registro fotográfico y croquis de condiciones actuales.**

En la Figura 35 se muestra el estado actual del sistema de iluminación del salón de cómputo, en la imagen se puede apreciar la carencia de luminarias funcionales que existen en esta área.

**Figura 35**

*Sistema de iluminación del salón de cómputo*



Fuente: Los autores

En la Figura 36, 37, y 38 se puede observar que en el salón de cómputo el sistema de fuerza se encuentra deteriorado, con conductores expuestos, y tomas de corriente en mal estado, lo que representa un riesgo eléctrico para estudiantes y docentes.

**Figura 36**

*Conductores expuestos en el salón de cómputo*



Fuente: Los autores



**Figura 37**

*Tomacorriente deteriorado en el salón de computo*



Fuente: Los autores

**Figura 38**

*Tomacorriente en mal estado en el salón de computo*

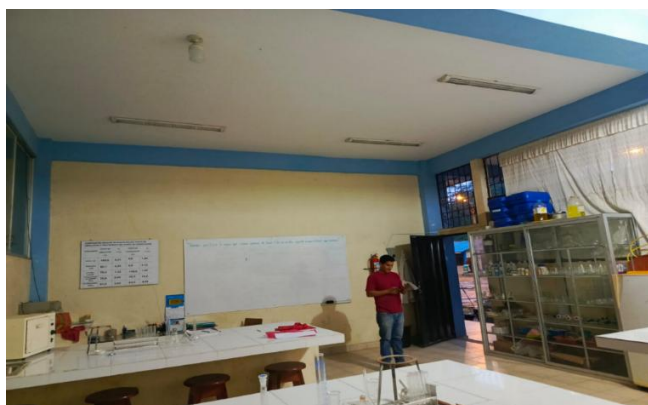


Fuente: Los autores

En la Figura 39 y 40 se muestra el estado actual del sistema de iluminación en el salón de química, en las imágenes se puede apreciar que existen pocas luminarias en funcionamiento lo que implica incomodidad y deficiencia lumínica para el desarrollo de las actividades estudiantiles.

**Figura 39**

*Sistema de iluminación del salón de química*



Fuente: Los autores

**Figura 40**

*Sistema de iluminación del salón de química*



Fuente: Los autores

En la Figura 41 se puede evidenciar el deterioro de las tomas de corriente en el salón de química y su estado actual, lo que compromete la seguridad de estudiantes y docentes ya generan un riesgo eléctrico latente.

**Figura 41**

*Sistema de fuerza del salón de química*

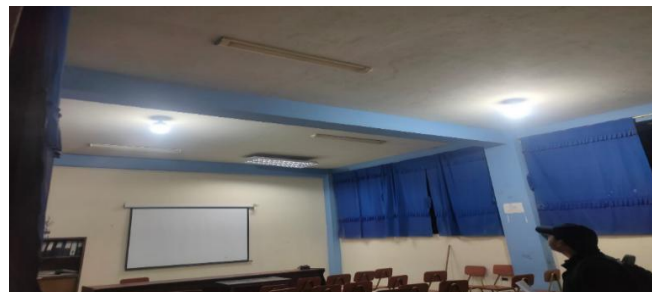


Fuente: Los autores

En la Figura 42 se puede apreciar la carencia de iluminación en el salón audiovisual, en la imagen se puede observar que varias luminarias no se encuentran en funcionamiento, lo que impide el desarrollo normal de las actividades académicas

**Figura 42**

*Sistema de iluminación del salón audiovisual.*



Fuente: Los autores

En la Figura 43, se muestra la carencia de tomas de corriente para conexión de equipos de audio y video, lo que impide que se desarrollen las actividades en óptimas condiciones.

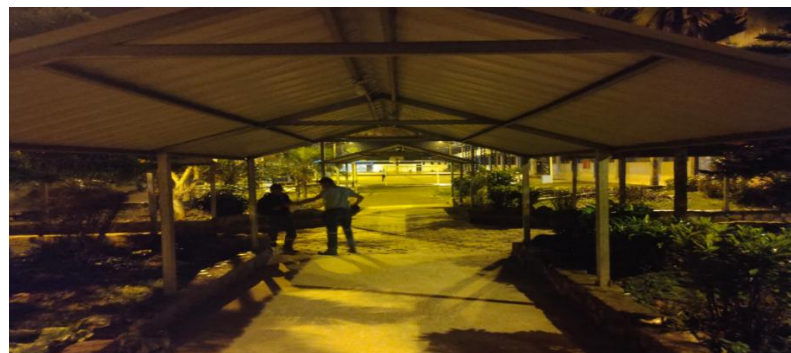
**Figura 43**  
*Sistema de fuerza del salón audiovisual*



Fuente: Los autores

En la Figura 44, se muestran los pasillos de las áreas verdes en las que prácticamente no existe ningún sistema de iluminación.

**Figura 44**  
*Áreas verdes*



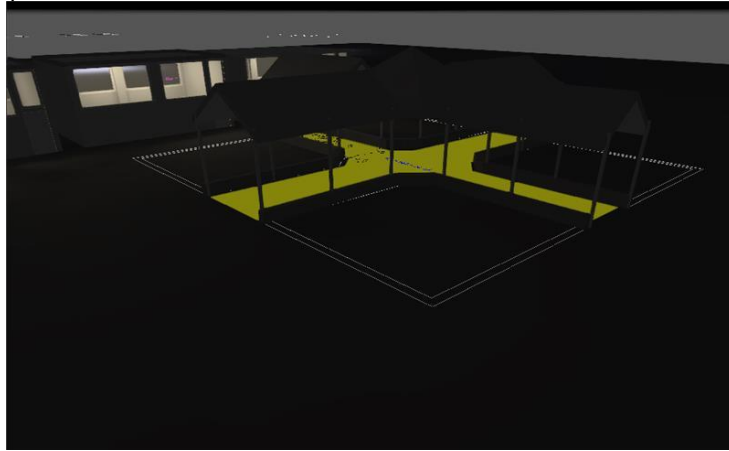
Fuente: Los autores

## 2.8 Simulación en Dialux del estado actual y resultados de la simulación

En las Figuras 45, 46, 47 y 48 se muestra la intensidad lumínica en la que se encuentran actualmente las zonas a intervenir. Como se puede apreciar ningún salón cuenta con luminarias suficientes para alcanzar el nivel de iluminación recomendado en la normativa INEN 2969.

**Figura 45**

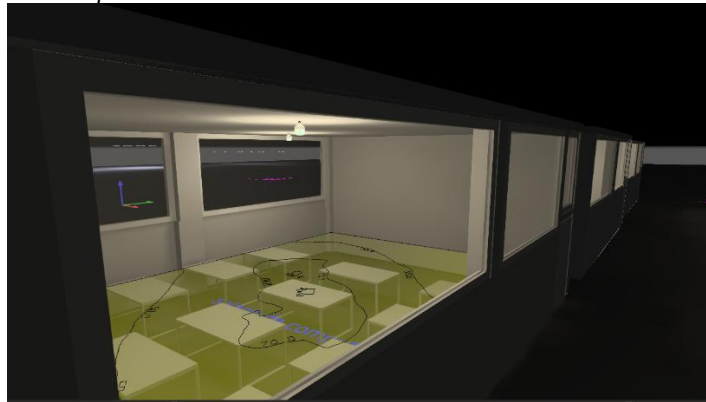
*Situación actual del parque*



Fuente: Los autores

**Figura 46**

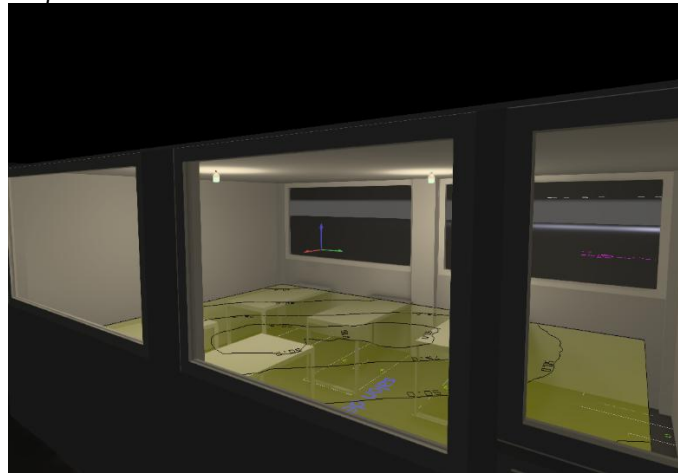
*Situación actual del salón de computo*



Fuente: Los autores

**Figura 47**

*Situación actual del salón de química*



Fuente: Los autores

**Figura 48**

*Situación actual del salón audiovisual*



Fuente: Los autores

En la Figura 49 se observa los resultados obtenidos mediante la simulación en el software Dialux. Como se puede apreciar todos los salones están por debajo del nivel de luxes recomendado por la normativa INEN2969, lo que impide un desarrollo adecuado de las actividades estudiantiles.

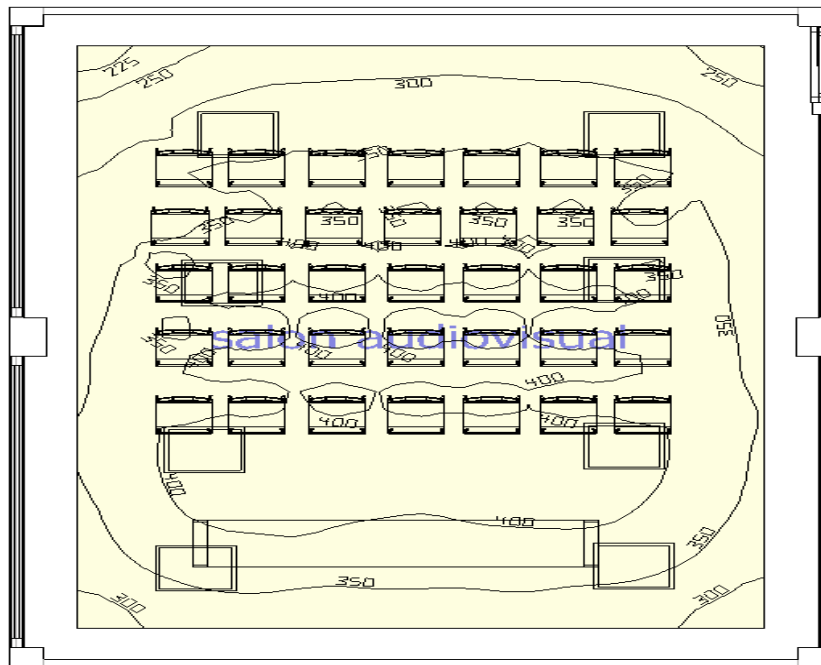
### Resultados de luxes y uniformidad del estado actual en el software Dialux

Fuente: Los autores

En la Figura 50 y 51 se muestra la simulación realizada en el software Dialux en el cual se puede visualizar la cantidad de luxes que se requiere para contar con un sistema de iluminación que cumpla con las recomendaciones de la normativa INEN 2969.

**Figura 50**

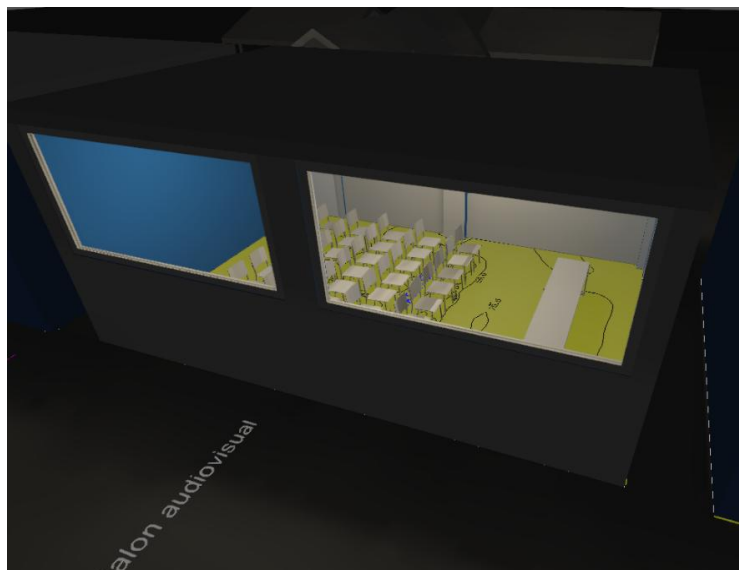
*Simulación del estado actual en Dialux del salón audiovisual*



Fuente: Los autores

**Figura 51**

*Simulación del estado actual en Dialux del salón audiovisual*



Fuente: Los autores

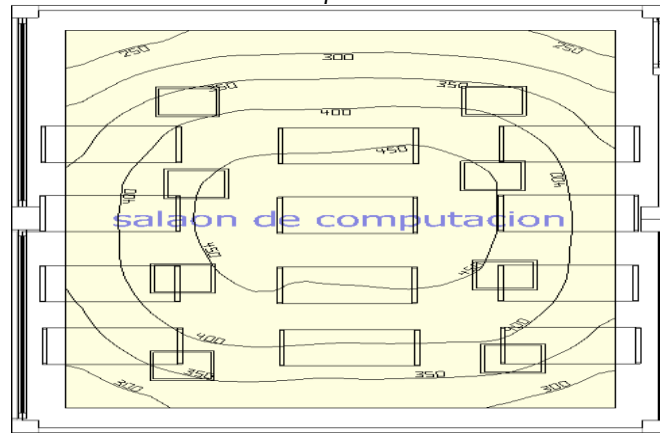
En la Figura 52 y 53 se muestra la simulación realizada en el software Dialux del salón de computo



la cual está dentro del rango aproximado de los 300 luxes que necesita el salón de computo según la normativa INEN 2969

**Figura 52**

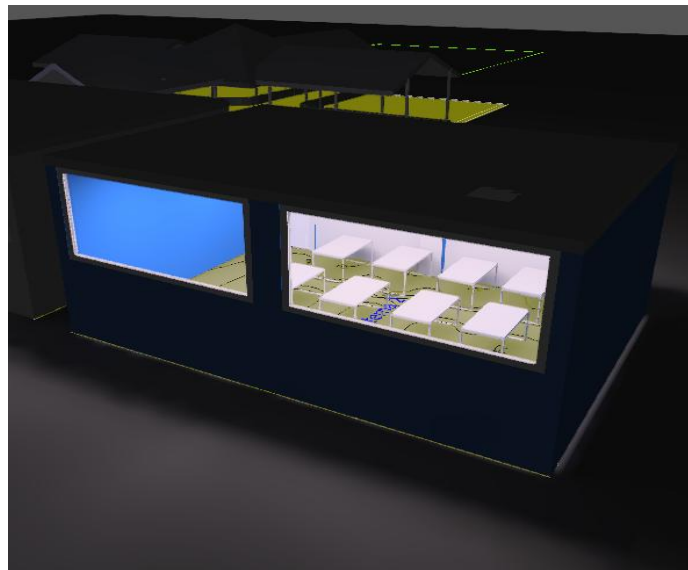
*Simulación del estado actual en Dialux del salón de computo*



Fuente: Los autores

**Figura 53**

*Simulación del estado actual en Dialux del salón de computo*

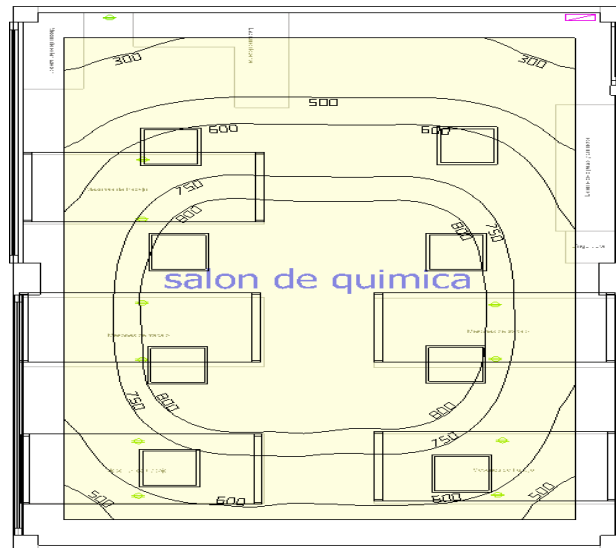


Fuente: Los autores

En la Figura 54 y 55 se muestra la simulación en el software Dialux del laboratorio de química la cual está dentro del rango de 500 luxes que nos recomienda la normativa INEN 2969 en laboratorios.

**Figura54**

*Simulación del laboratorio de química*



Fuente: Los autores

**Figura 55**

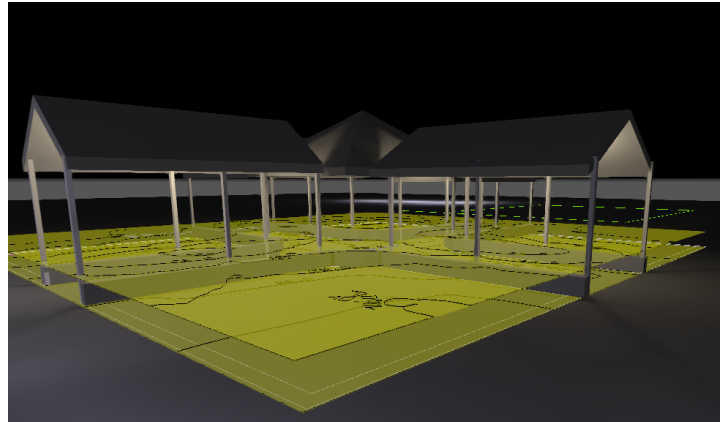
*Simulación del laboratorio de química*



Fuente: Los autores

En la Figura 56 se muestra la simulación realizada en el software Dialux de cómo quedaría la iluminación una vez realizada la implementación en el parque de la institución.

**Figura 56**  
*Simulación en Dialux del parque*



Fuente: Los autores

En la Figura 57 se muestran los resultados de las simulaciones realizadas en el software Dialux, como se puede observar en la figura todas las áreas a intervenir cumplirían con las normativas INEN 2969 una vez realizada la implementación.

**Figura 57**  
*Resultados de las simulaciones realizadas*

| Escena de iluminación activa: Escena de luz 2 (Local 1) |                        |                              |      |   |
|---------------------------------------------------------|------------------------|------------------------------|------|---|
| Buscar                                                  |                        |                              |      |   |
| ▼                                                       | Cálculo de iluminación |                              |      |   |
| 👁                                                       | ▼                      | Terreno                      |      | ■ |
| 👁                                                       | ▼                      | Área externa 12              |      | ■ |
| 👁                                                       | ▼                      | Plano útil (Área externa...  |      | ■ |
|                                                         | ▶                      | 53.1 lx                      | 3.85 | ■ |
| 👁                                                       | ▼                      | Edificación 5                |      | ■ |
| 👁                                                       | ▼                      | Planta (nivel) 1             |      | ■ |
| 👁                                                       | ▼                      | salaon de computacion        |      | ■ |
| 👁                                                       | ▼                      | Plano útil (salaon de co...  |      | ■ |
|                                                         | ▶                      | 385 lx                       | 1.83 | ■ |
| 👁                                                       | ▼                      | salon audiovisual            |      | ■ |
| 👁                                                       | ▼                      | Plano útil (salon audiovi... |      | ■ |
|                                                         | ▶                      | 361 lx                       | 1.69 | ■ |
| 👁                                                       | ▼                      | salon de quimica             |      | ■ |
| 👁                                                       | ▼                      | Plano útil (salon de qui...  |      | ■ |
|                                                         | ▶                      | 680 lx                       | 2.72 | ■ |

Fuente: Los autores

## 2.10 Cálculos de conductores, protecciones y canalizaciones

La Tabla 9 nos muestra los circuitos de iluminación que se dividen en cuatro circuitos de iluminación, tres de ellos alimentan a 8 luminarias y uno a 9 luminarias

**Tabla 9.**

*Tabla de circuitos*

| <b>Circuitos de iluminación</b>          | <b>Numero de luminarias</b> |
|------------------------------------------|-----------------------------|
| <b>Circuito 1: Parque</b>                | <b>9</b>                    |
| <b>Circuito 2: Salón de<br/>química</b>  | <b>8</b>                    |
| <b>Circuito 3: Salón<br/>audiovisual</b> | <b>8</b>                    |
| <b>Circuito 4: Salón de<br/>computo</b>  | <b>8</b>                    |

Fuente: Los autores

**Cálculo de conductores, protecciones y canalizaciones del circuito de iluminación que se realizara en el parque “circuito 1”**

### **Cálculo del conductor:**

Datos

- Voltaje: 120V
- Potencias: 9 luminarias de 30W
- Longitud del conductor: 31.63m

Fórmula de cálculo de potencia

$$P_{total}(W) = cantidad\ de\ luminarias * potencia\ de\ cada\ luminaria(W)$$

$$P_{total} = 9 * 30 = 270W$$

$$P_{total} = 270W$$

- Intensidad

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

$$I = \frac{270}{120 * 0.95} =$$

$$I = 2.37A$$

Según la normativa NEC para sistema de iluminación recomienda utilizar conductores #14 AWG.

#### **Cálculo de protecciones**

$$Ip = I * 125\%$$

$$Ip = 2.37 * 125\%$$

$$Ip = 2.96A$$

- Según la normativa se debe utilizar un interruptor termomagnético de un polo x 15A para circuitos de iluminación

#### **Cálculo de canalización**

- Tubería EMT de ½ pulgada o 16mm como mínimo

#### **Caída de voltaje**

Formula de caída de voltaje

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

Resistencia de conductor #14AWG=10.2Ω/Km

$$R = 10.2\Omega/Km$$

Caída de voltaje

$$\Delta V = \frac{2 * 2.37 * 10.2 * 0.03163}{120} * 100\%$$

$$\Delta V = 1.27\%$$

**Cálculo de conductores, protecciones y canalizaciones del circuito de iluminación que se realizara en el salón de química “circuito 2”**

**Cálculo del conductor:**

Datos

- Voltaje: 120V
- Potencias: 8 luminarias de 50W
- Longitud del conductor: 19.63m

$$P_{total}(W) = cantidad\ de\ luminarias * potencia\ de\ cada\ luminaria(W)$$

$$P_{total} = 8 * 50 = 400W$$

$$P_{total} = 400W$$

- Intensidad

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

$$I = \frac{400}{120 * 0.95}$$

$$I = 3.50A$$

Según la normativa NEC para sistema de iluminación recomienda utilizar conductores #14 AWG.

### **Cálculo de protecciones**

$$Ip = I * 125\%$$

$$Ip = 3.50 * 125\%$$

$$Ip = 4.37A$$

- Según la normativa se debe utilizar un interruptor termomagnético de un polo x 15A para circuitos de iluminación

### **Cálculo de canalización**

- Tubería EMT de ½ pulgada o 16mm como mínimo

### **Caída de voltaje**

Formula de caída de voltaje

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

Resistencia de conductor #14AWG=10.2Ω/Km

$$R = 10.2\Omega/Km$$

Caída de voltaje

$$\Delta V = \frac{2 * 3.50 * 10.2 * 0.01963}{120} * 100\%$$

$$\Delta V = 1.17\%$$

**Cálculo de conductores, protecciones y canalizaciones del circuito de iluminación que se realizara en el salón audiovisual “circuito 3”**

**Cálculo del conductor:**

Datos

- Voltaje: 120V
- Potencias: 8 luminarias de 50W
- Longitud del conductor: 19.35m

$$P_{total}(W) = \text{cantidad de luminarias} * \text{potencia de cada luminaria}(W)$$

$$P_{total} = 8 * 50 = 400W$$

$$P_{total} = 400W$$

- Intensidad

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

$$I = \frac{400}{120 * 0.95}$$

$$I = 3.51A$$

Según la normativa NEC para sistema de iluminación recomienda utilizar conductores #14 AWG.

**Cálculo de protecciones**

$$Ip = I * 125\%$$

$$Ip = 3.51 * 125\%$$

$$Ip = 4.38A$$



- Según la normativa se debe utilizar un interruptor termomagnético de un polo x 15A para circuitos de iluminación

### **Cálculo de canalización**

- Tubería EMT de ½ pulgada o 16mm como mínimo

### **Caída de voltaje**

Formula de caída de voltaje

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

Resistencia de conductor #14AWG=10.2Ω/Km

$$R = 10.2\Omega/\text{Km}$$

Caída de voltaje

$$\Delta V = \frac{2 * 3.51 * 10.2 * 0.01935}{120} * 100\%$$

$$\Delta V = 1.15\%$$

**Cálculo de conductores, protecciones y canalizaciones del circuito de iluminación que se realizara en el salón de cómputo “circuito 4”**

### **Cálculo del conductor:**

Datos

- Voltaje: 120V
- Potencias: 8 luminarias de 50W
- Longitud del conductor: 19.27m

$$P_{total}(W) = \text{cantidad de luminarias} * \text{potencia de cada luminaria}(W)$$

$$P_{total} = 8 * 50 = 400W$$

$$P_{total} = 400W$$

- Intensidad

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

$$I = \frac{400}{120 * 0.95}$$

$$I = 3.05A$$

Según la normativa NEC para sistema de iluminación recomienda utilizar conductores #14 AWG.

### **Cálculo de protecciones**

$$Ip = I * 125\%$$

$$Ip = 3.50 * 125\% = 4.37A$$

$$Ip = 4.37A$$

- Según la normativa se debe utilizar un interruptor termomagnético de un polo x 15A para circuitos de iluminación

### **Cálculo de canalización**

- Tubería EMT de ½ pulgada o 16mm como mínimo

### **Caída de voltaje**

Formula de caída de voltaje

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

Resistencia de conductor #14AWG=10.2Ω/Km

$$R = 10.2\Omega\text{Km}$$

Caída de voltaje

$$\Delta V = \frac{2 * 3.50 * 10.2 * 0.01927}{120} * 100\%$$

$$\Delta V = 1.14\%$$

**Tabla 10**

*Calculo de conductores, protecciones y caídas de voltaje en los circuitos de iluminación*

| <b>Circuitos de iluminación</b>                  | <b>Conductor</b> | <b>Protección</b>                       | <b>Caída de Voltaje</b> |
|--------------------------------------------------|------------------|-----------------------------------------|-------------------------|
| Circuito de iluminación<br>el parque             | 14AWG            | Interruptor<br>termomagnético de<br>15A | 1,27%                   |
| Circuito de iluminación<br>del salón de química  | 14AWG            | Interruptor<br>termomagnético de<br>15A | 1,17%                   |
| Circuito de iluminación<br>del salón audiovisual | 14AWG            | Interruptor<br>termomagnético de<br>15A | 1,15%                   |
| Circuito de iluminación<br>del salón de computo  | 14AWG            | Interruptor<br>termomagnético de<br>15A | 1,14%                   |

Fuente: los autores

## Calculo de conductores, protecciones y canalizaciones de circuitos de fuerza

**Tabla 11**

*Circuitos de fuerza*

| <b>Circuitos de fuerza</b>            | <b>Numero de tomacorrientes</b> |
|---------------------------------------|---------------------------------|
| <b>Circuito 1 “salón de cómputo”</b>  | <b>6</b>                        |
| <b>Circuito 2 “salón de cómputo”</b>  | <b>6</b>                        |
| <b>Circuito 3 “salón de cómputo”</b>  | <b>6</b>                        |
| <b>Circuito 4 “salón audiovisual”</b> | <b>5</b>                        |
| <b>Circuito 5 “salón de química”</b>  | <b>7</b>                        |
| <b>Circuito 6 “salón de química”</b>  | <b>5</b>                        |

Fuente: Los autores

### Cálculo de conductores, protecciones y canalizaciones de circuitos de fuerza “circuito 1”

#### Cálculo de conductores

Datos

- Voltaje: 120V
- Cantidad de tomacorrientes: 6 tomacorriente
- Potencia por tomacorrientes: 200W
- Longitud del conductor: 12,52m

#### Cálculo de potencia(W)

$$P_{total}(W) = \text{cantidad de tomacorrientes} * \text{potencia de cada tomacorriente}(W)$$

$$P_{total} = 6 * 200(W) = 1200W$$

$$P_{total} = 1200W$$

#### Cálculo de corriente(I)

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

$$I = \frac{1200W}{120 * 0.95}$$

$$I = 10.52A$$

### Selección de conductor (según la NEC)

$$I = I * 125\%$$

$$I = 10.52 * 125\%$$

$$I = 13.15A$$

La Tabla 11 nos muestra el calibre de conductor que se recomienda utilizar para este circuito de fuerza.

**Tabla 12**  
*Calibre de conductor*

| Calibre     | Capacidad |
|-------------|-----------|
| #12AWG THHN | 20A       |

Fuente: Los autores

### Selección de protección

Para este circuito se recomienda un interruptor termomagnético unipolar de 20A

### Caída de voltaje

Formula de caída de voltaje

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

Resistencia de conductor #12AWG=6.56Ω/Km

$$R = 6.56\Omega Km$$

Caída de voltaje

$$\Delta V = \frac{2 * 10,52 * 6.56 * 0.01252}{120} * 100\%$$

$$\Delta V = 1.44\%$$

## Circuito 2

### Cálculo de conductores

Datos

- Voltaje: 120V
- Cantidad de tomacorrientes: 6 tomacorriente
- Potencia por tomacorrientes: 200W
- Longitud del conductor: 9.95m

### Cálculo de potencia(W)

$$P_{total}(W) = cantidad\ de\ tomacorrientes * potencia\ de\ cada\ tomacorriente(W)$$

$$P_{total} = 6 * 200(W) = 1200W$$

$$P_{total} = 1200W$$

### Cálculo de corriente(I)

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

$$I = \frac{1200W}{120 * 0.95}$$

$$I = 10.52A$$

### Selección de conductor (según la NEC)

$$I = I * 125\%$$

$$I = 10.52 * 125\%$$

$$I = 13.15A$$

La Tabla 12 nos muestra el calibre de conductor que se recomienda utilizar para este circuito de fuerza.

**Tabla 13**  
*Calibre de conductor*

| Calibre     | Capacidad |
|-------------|-----------|
| #12AWG THHN | 20A       |

Fuente: Los autores

### Selección de protección

Para este circuito se recomienda un interruptor termomagnético unipolar de 20A

### Caída de voltaje

Formula de caída de voltaje

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

Resistencia de conductor #12AWG=6.56Ω/Km

$$R = 6.56\Omega/Km$$

Caída de voltaje

$$\Delta V = \frac{2 * 10.52 * 6.56 * 0.00995}{120} * 100\%$$

$$\Delta V = 1.14\%$$

### Circuito 3

#### Cálculo de conductores

Datos

- Voltaje: 120V
- Cantidad de tomacorrientes: 6 tomacorriente
- Potencia por tomacorrientes: 200W
- Diámetro del conductor: 7.88m

#### Cálculo de potencia(W)

$$P_{total}(W) = cantidad\ de\ tomacorrientes * potencia\ de\ cada\ tomacorriente(W)$$

$$P_{total} = 6 * 200(W) = 1200W$$

$$P_{total} = 1200W$$

#### Cálculo de corriente(I)

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

$$I = \frac{1200W}{120 * 0.95}$$

$$I = 10.52A$$

#### Selección de conductor (según la NEC)

$$I = I * 125\%$$

$$I = 10.52 * 125\%$$

$$I = 13.15A$$



La Tabla 11 nos muestra el calibre de conductor que se recomienda utilizar para este circuito de fuerza.

**Tabla 14**  
*Calibre de conductor*

| Calibre     | Capacidad |
|-------------|-----------|
| #12AWG THHN | 20A       |

Fuente: Los autores

### Selección de protección

Para este circuito se recomienda un interruptor termomagnético unipolar de 20A

### Caída de voltaje

Formula de caída de voltaje

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

Resistencia de conductor #12AWG=6.56Ω/Km

$$R = 6.56\Omega\text{Km}$$

Caída de voltaje

$$\Delta V = \frac{2 * 10,52 * 6.56 * 0.00788}{120} * 100\%$$

$$\Delta V = 0.91\%$$

## Circuito 4

### Cálculo de conductores

Datos

- Voltaje: 120V
- Cantidad de tomacorrientes: 7 tomacorriente
- Potencia por tomacorrientes: 200W
- Longitud del conductor: 21.69m

### Cálculo de potencia(W)

$$P_{total}(W) = \text{cantidad de tomacorrientes} * \text{potencia de cada tomacorriente}(W)$$

$$P_{total} = 7 * 200(W) = 1400W$$

$$P_{total} = 1400W$$

### Cálculo de corriente(I)

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

$$I = \frac{1400W}{120 * 0.95}$$

$$I = 12,28A$$

### Selección de conductor (según la NEC)

$$I = I * 125\%$$

$$I = 12,28 * 125\%$$

$$I = 15.35A$$

La Tabla 14 nos muestra el calibre de conductor que se recomienda utilizar para este circuito de fuerza.

**Tabla 15**  
Calibre de conductor

| Calibre     | Capacidad |
|-------------|-----------|
| #12AWG THHN | 20A       |

Fuente: Los autores

### Selección de protección

Para este circuito se recomienda un interruptor termomagnético unipolar de 20A

### Caída de voltaje

Formula de caída de voltaje

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

Resistencia de conductor #12AWG=6.56Ω/Km

$$R = 6.56\Omega/\text{Km}$$

Caída de voltaje

$$\Delta V = \frac{2 * 12.28 * 6.56 * 0.00786}{120} * 100\%$$

$$\Delta V = 1.055\%$$

### Circuito 5

#### Cálculo de conductores

Datos

- Voltaje: 120V
- Cantidad de tomacorrientes: 7 tomacorriente
- Potencia por tomacorrientes: 200W
- Diámetro del conductor: 12.11 m

### Cálculo de potencia(W)

$$P_{total}(W) = \text{cantidad de tomacorrientes} * \text{potencia de cada tomacorriente}(W)$$

$$P_{total} = 7 * 200(W) = 1400W$$

### Cálculo de corriente(I)

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

$$I = \frac{1400W}{120 * 0.95}$$

$$I = 12.28A$$

### Selección de conductor (según la NEC)

$$I = I * 125\%$$

$$I = 12.28 * 1.2$$

$$I = 15.35A$$

La Tabla 15 nos muestra el calibre de conductor que se recomienda utilizar para este circuito de fuerza.

**Tabla 16**

*Calibre de conductor*

| Calibre     | Capacidad |
|-------------|-----------|
| #12AWG THHN | 20A       |

Fuente: Los autores

## Selección de protección

Para este circuito se recomienda un interruptor termomagnético unipolar de 20A

## Caída de voltaje

Formula de caída de voltaje

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

Resistencia de conductor #12AWG=6.56Ω/Km

$$R = 6.56\Omega\text{Km}$$

Caída de voltaje

$$\Delta V = \frac{2 * 12.28 * 6.56 * 0.01211}{120} * 100\%$$

$$\Delta V = 1.62\%$$

## Circuito 6

### Cálculo de conductores

Datos

- Voltaje: 120V
- Cantidad de tomacorrientes: 6 tomacorriente
- Potencia por tomacorrientes: 200W
- Longitud del conductor: 15,52

### Cálculo de potencia(W)

$$P_{total}(W) = \text{cantidad de tomacorrientes} * \text{potencia de cada tomacorriente}(W)$$

$$P_{total} = 6 * 200(W) = 1200W$$

### Cálculo de corriente(I)

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

$$I = \frac{1200W}{120 * 0.95}$$

$$I = 10.52A$$

### Selección de conductor (según la NEC)

$$I = I * 125\%$$

$$I = 10.52 * 125\%$$

$$I = 15.15A$$

La Tabla 16 nos muestra el calibre de conductor que se recomienda utilizar para este circuito de fuerza.

**Tabla 17**  
*Calibre de conductor*

| Calibre     | Capacidad |
|-------------|-----------|
| #12AWG THHN | 20A       |

Fuente: Los autores

### Selección de protección

Para este circuito se recomienda un interruptor termomagnético unipolar de 20A

### Caída de voltaje

Formula de caída de voltaje

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

Resistencia de conductor #12AWG=6.56Ω/Km

$$R = 6.56\Omega\text{Km}$$

Caída de voltaje

$$\Delta V = \frac{2 * 10.52 * 6.56 * 0.01552}{120} * 100\%$$

$$\Delta V = 1.78\%$$

En la Tabla 18 se muestran el tipo de conductor, el tipo de protección y la caída de voltaje de los circuitos de fuerza que serán implementados en las áreas a intervenir.

**Tabla 18***Calculo de conductores, protecciones y caídas de voltaje en los circuitos de fuerza*

| Circuito de fuerza                | Protección | Conductor | Caída de Voltaje |
|-----------------------------------|------------|-----------|------------------|
| Circuito 1 “salón de cómputo”     | 20 A       | 12AWG     | 1,44%            |
| Circuito 2 “salón de cómputo”     | 20 A       | 12AWG     | 1,14%            |
| Circuito 3 “salón de cómputo”     | 20 A       | 12AWG     | 0,91%            |
| Circuito 4 “salón de audiovisual” | 20 A       | 12AWG     | 1,05%            |
| Circuito 5 “salón de química”     | 20 A       | 12AWG     | 1,62%            |
| Circuito 6 “salón de química”     | 20 A       | 12AWG     | 1,78%            |

Fuente: Los autores

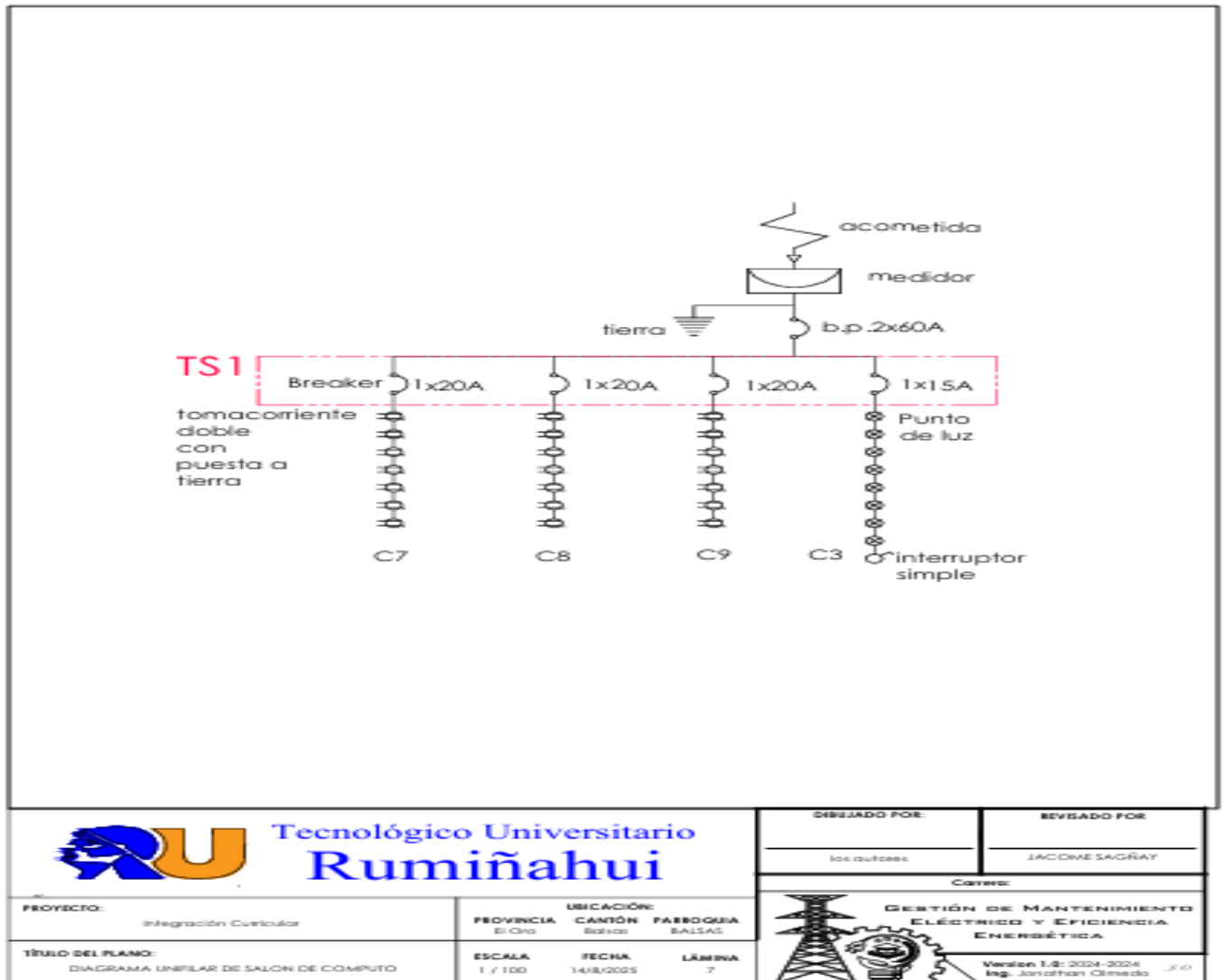
### **2.11 Diagrama unifilar propuesto.**

En la Figura 58 se muestra el diagrama unifilar propuesto para la implementación que se realizara en el salón de cómputo.



**Figura 58**

Diagrama unifilar propuesto para el salón de computo

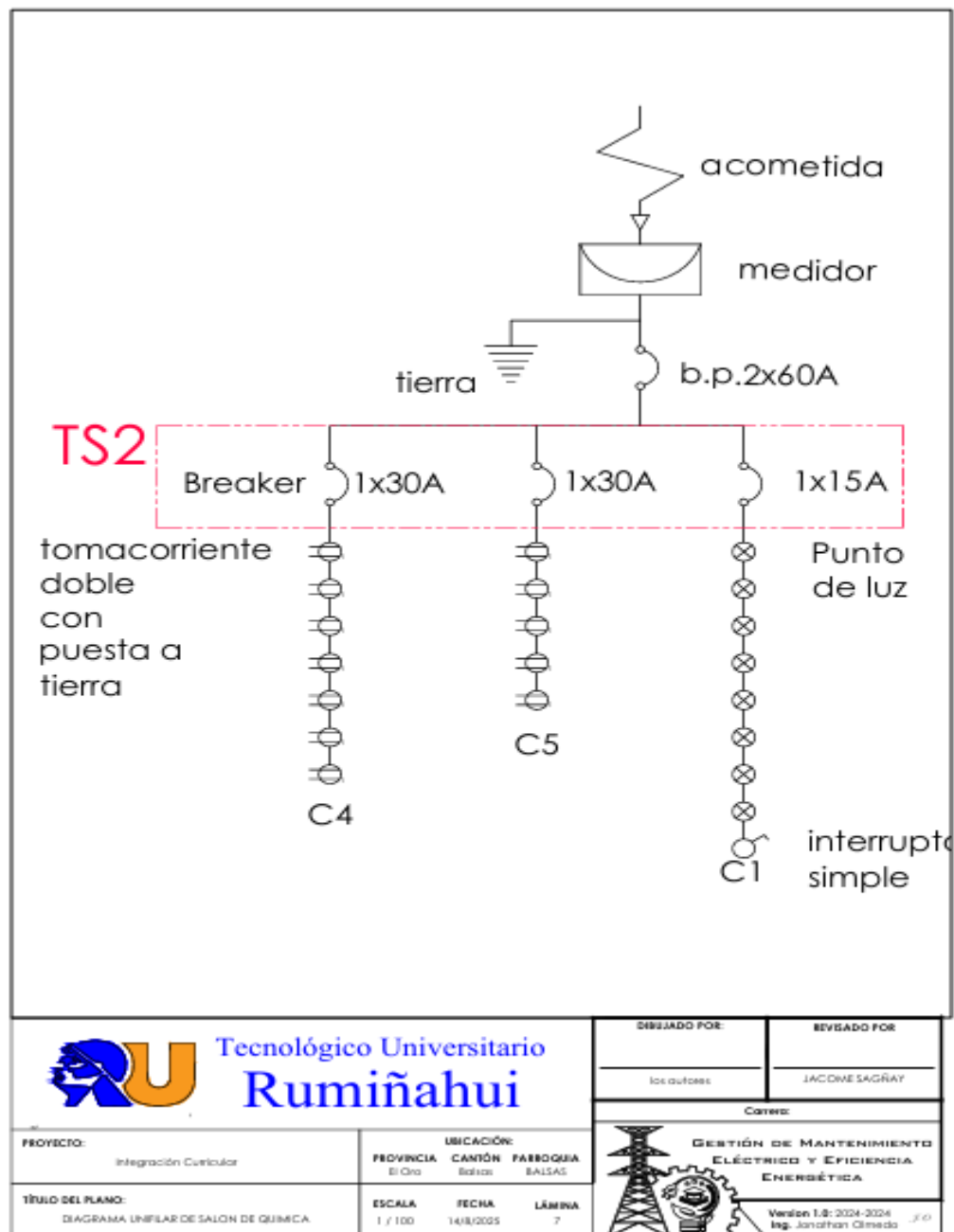


Fuente: Los autores

En la figura 59 se muestra el diagrama unifilar propuesto para el salón de química

**Figura 59**

Diagrama unifilar propuesto para el salón de química

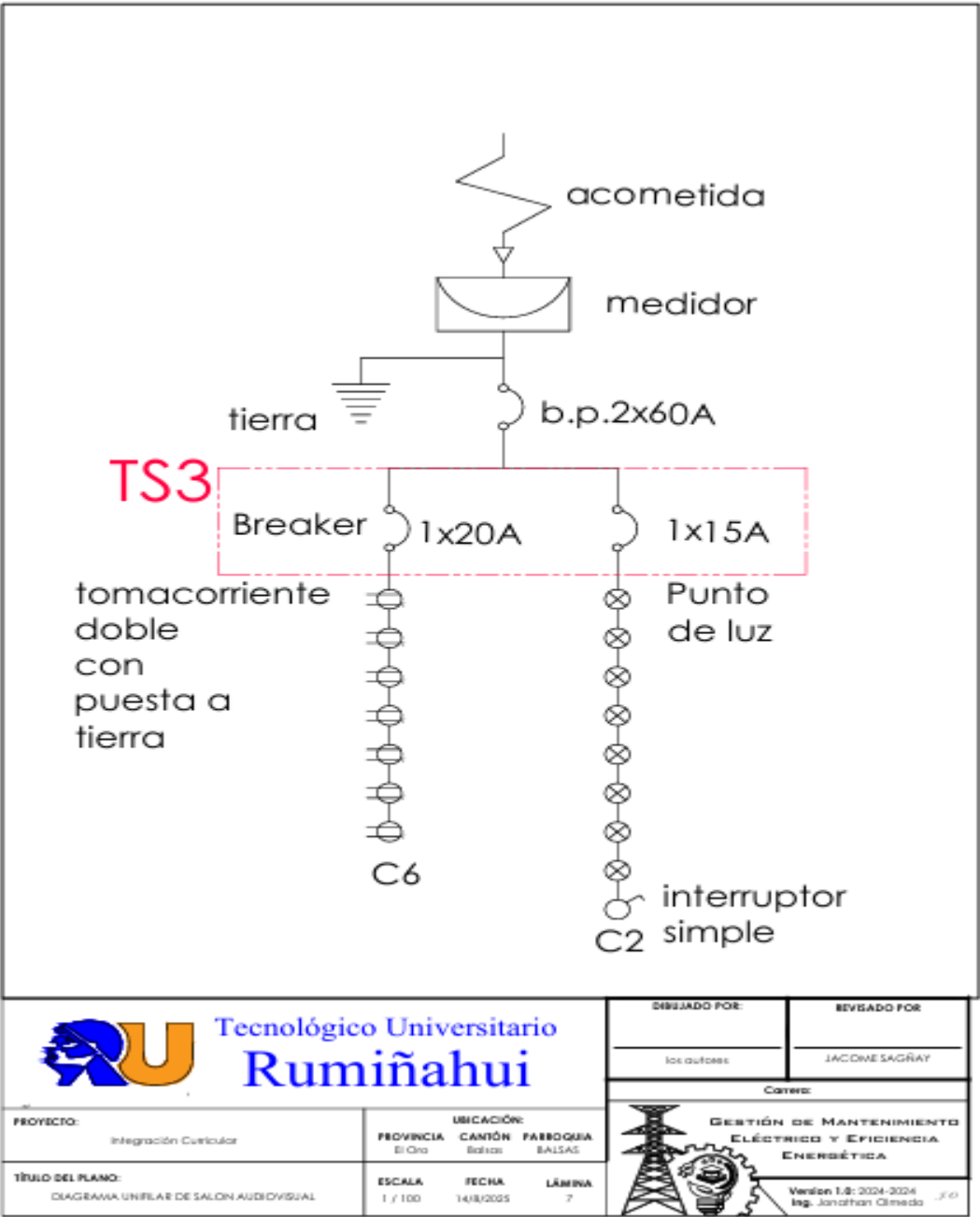


Fuente: Los autores

En la figura 60 se muestra el diagrama unifilar propuesto para la implementación que se realizara

en el salón audiovisual

**Figura 60**  
*Diagrama unifilar propuesto para el salón audiovisual*

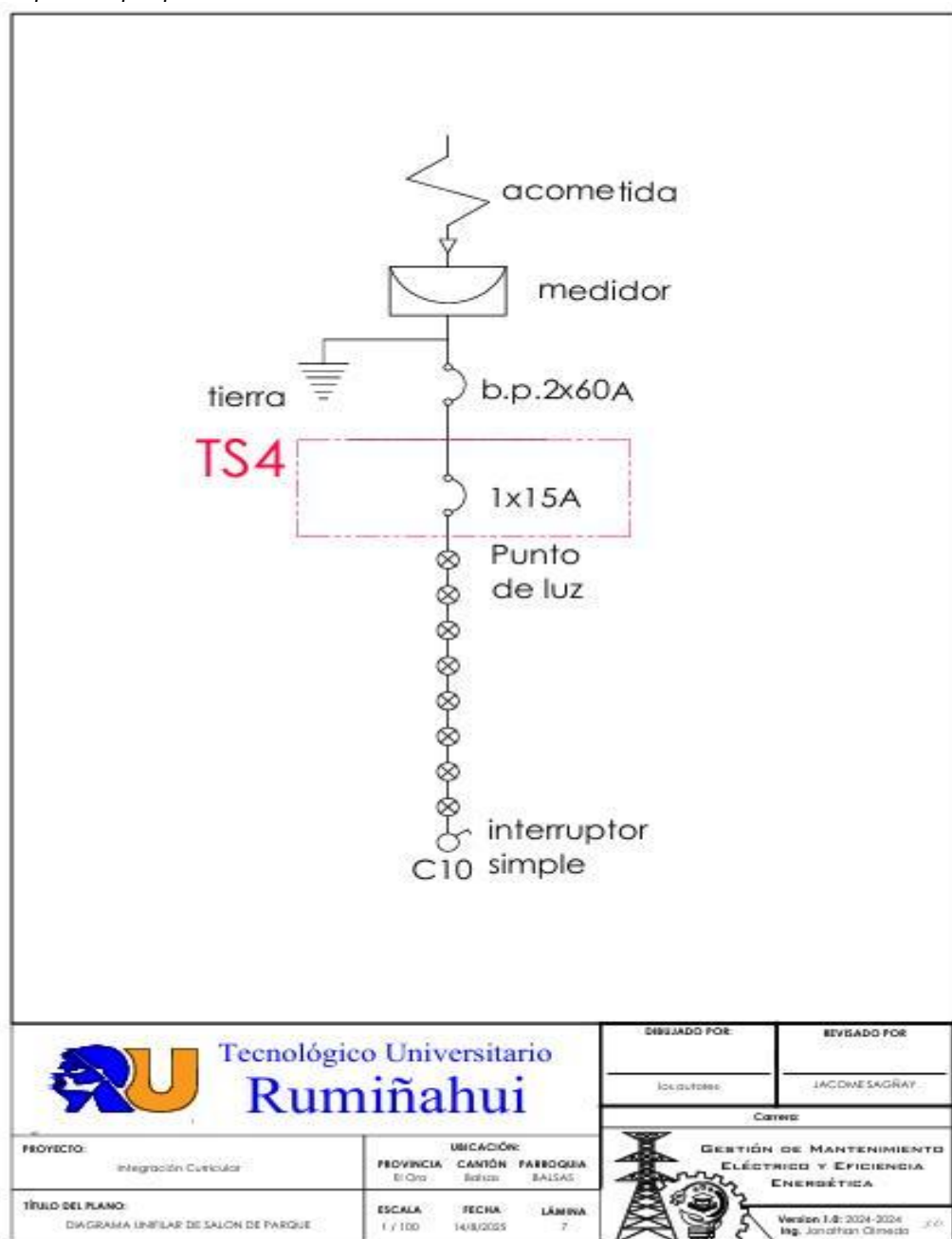


Fuente: Los autores

En la Figura 61 se muestra el diagrama unifilar propuesto para la implementación que se realizara en el parque de la institución.

**Figura 61**

*Diagrama unifilar del parque*



Fuente: Los autores

## 2.12 Cuadro de cargas por tablero.

En la tabla 19 se muestra los circuitos de iluminación y fuerza en cada tablero distribución en el orden de, tablero de salón de cómputo, tablero de laboratorio de química, tablero de salón audiovisual, y tablero de áreas verde el cual cuenta solo con circuito de iluminación.

TS: tablero secundario.

Potencia I: potencia del circuito de iluminación.

I: circuito de iluminación.

Potencia CF: potencia del circuito de fuerza.

CF: circuito de fuerza.

F1 y F2: número de fase a la que está conectado.

**Tabla 19**

*Cuadro de cargas por tablero*

|     | I ILUMINACION | POTENCIA I | CF FUERZA                        | POTENCIA CF             |
|-----|---------------|------------|----------------------------------|-------------------------|
| TS1 | C3 EN F1      | 320 W      | C7 EN F2<br>C8 EN F1<br>C9 EN F2 | 1200W<br>1200W<br>1200W |
| TS2 | C1 EN F1      | 320W       | C4 EN F1<br>C5 EN F2             | 1400W<br>1000W          |
| TS3 | C2 EN F1      | 320W       | C6 EN F1                         | 1400W                   |
| TS4 | C10 EN F2     | 270W       |                                  |                         |

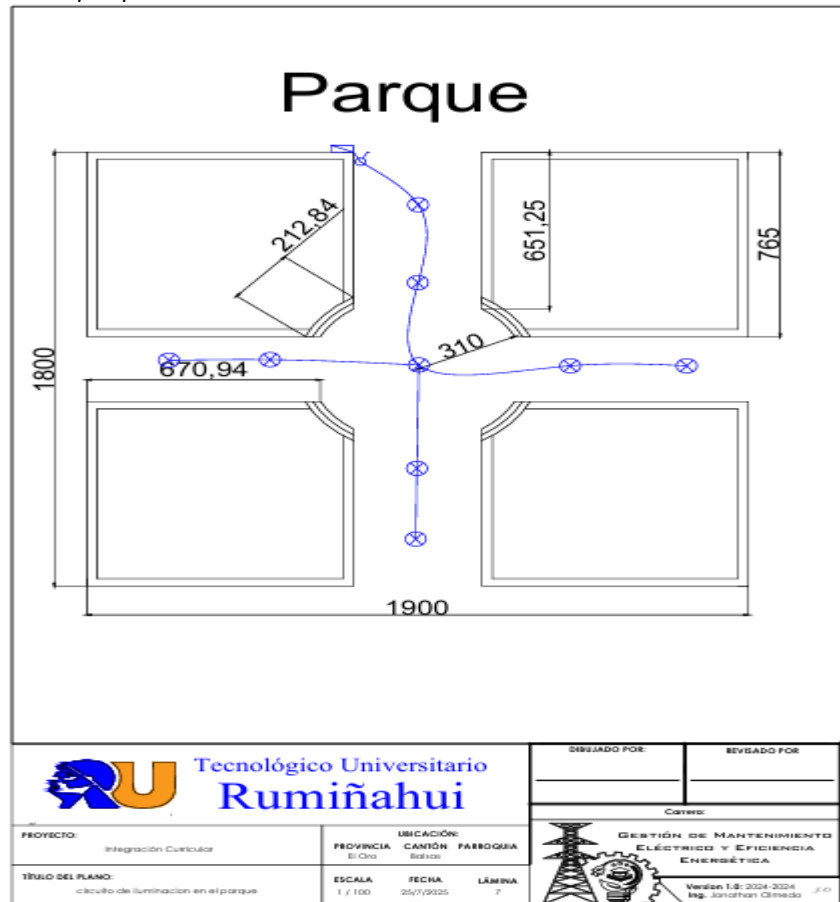
Fuente: Los autores

### 2.13 Planos eléctricos rediseñado

En la Figura 62 se muestra el plano del circuito de iluminación a implementar en el parque de la institución

**Figura 62**

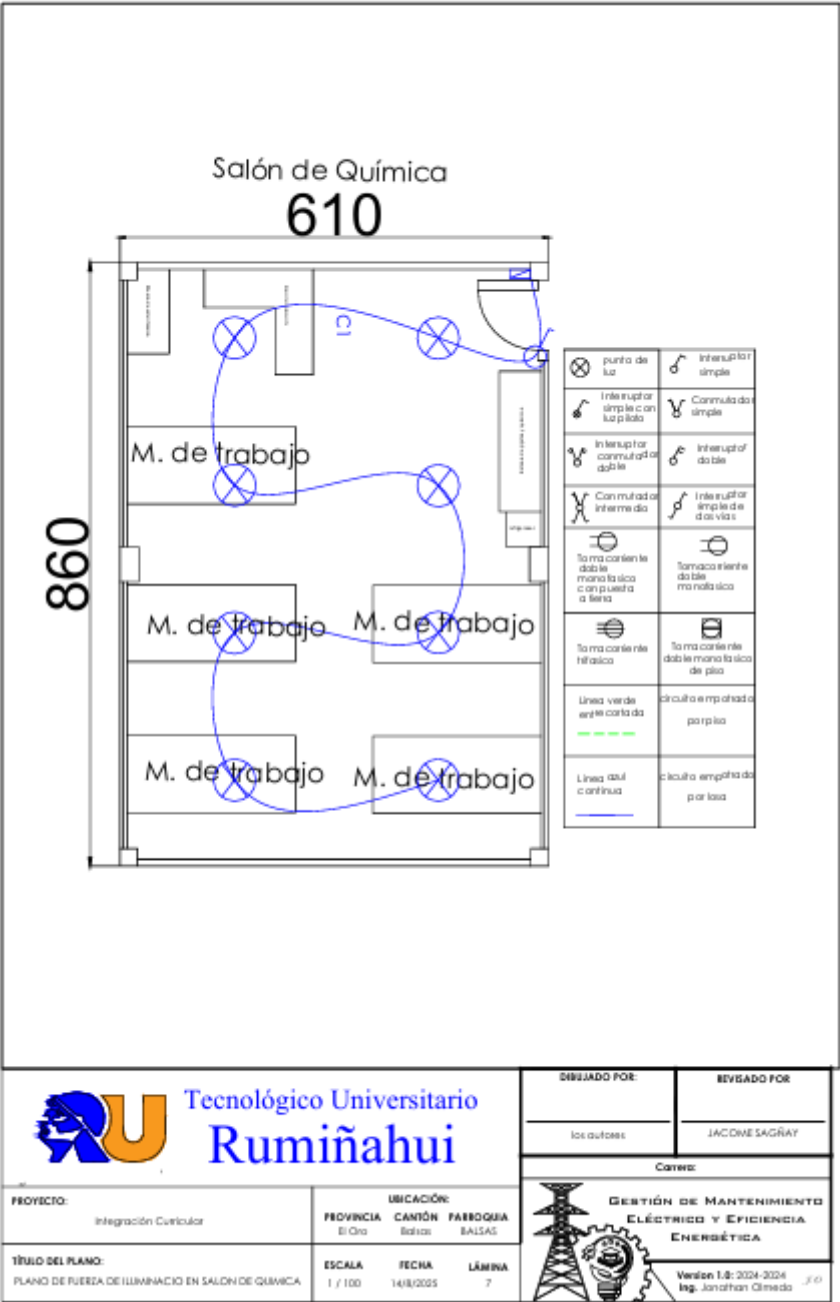
*Circuito de iluminación en el parque de la institución*



Fuente: Los autores

En la Figura 63 se muestra el plano del circuito de iluminación que se implementara en el salón de química

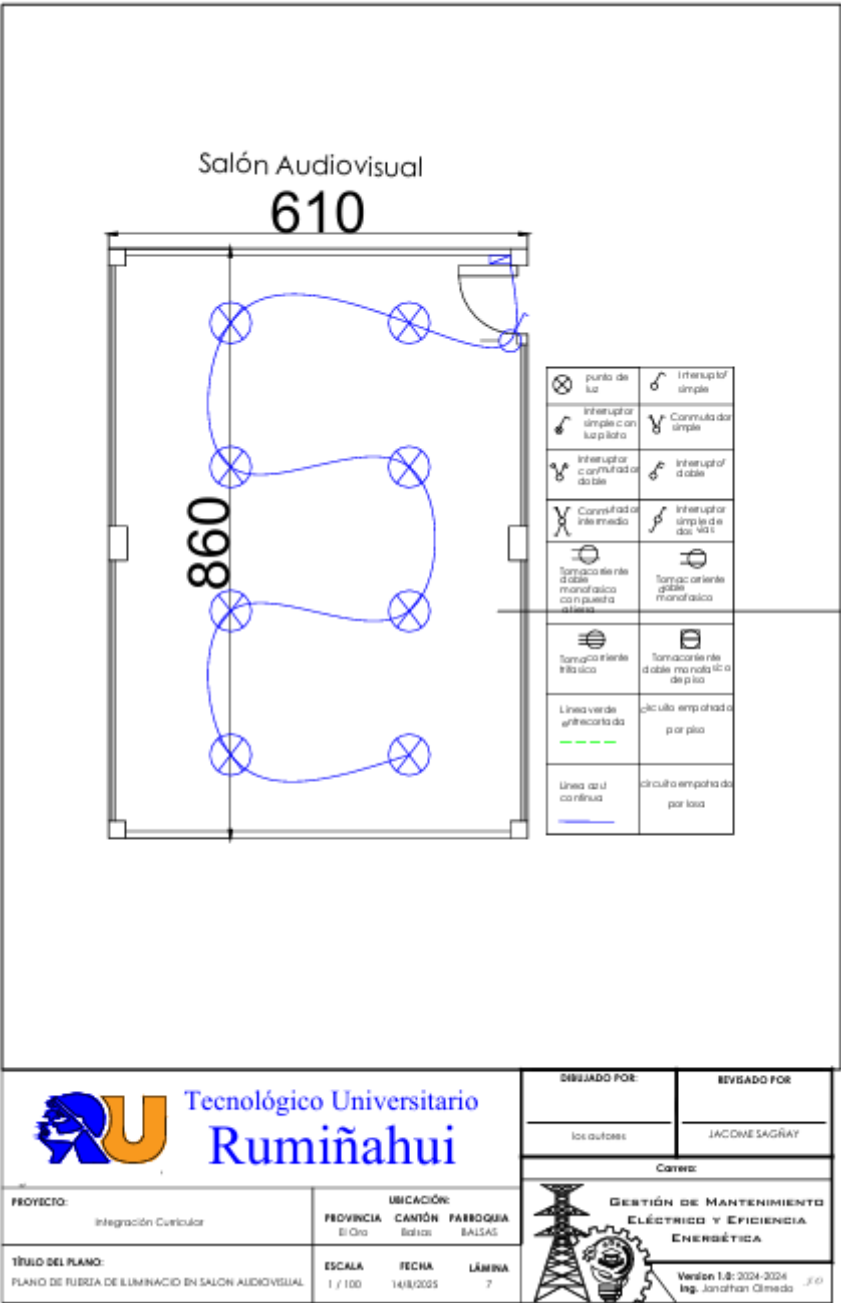
**Figura 63**  
*Plano de circuito de iluminación en el salón de química*



Fuente: Los autores

En la Figura 64 se muestra el plano del circuito de iluminación que se implementara en el salón audiovisual

**Figura 64**  
*Plano del circuito de iluminación del salón audiovisual*

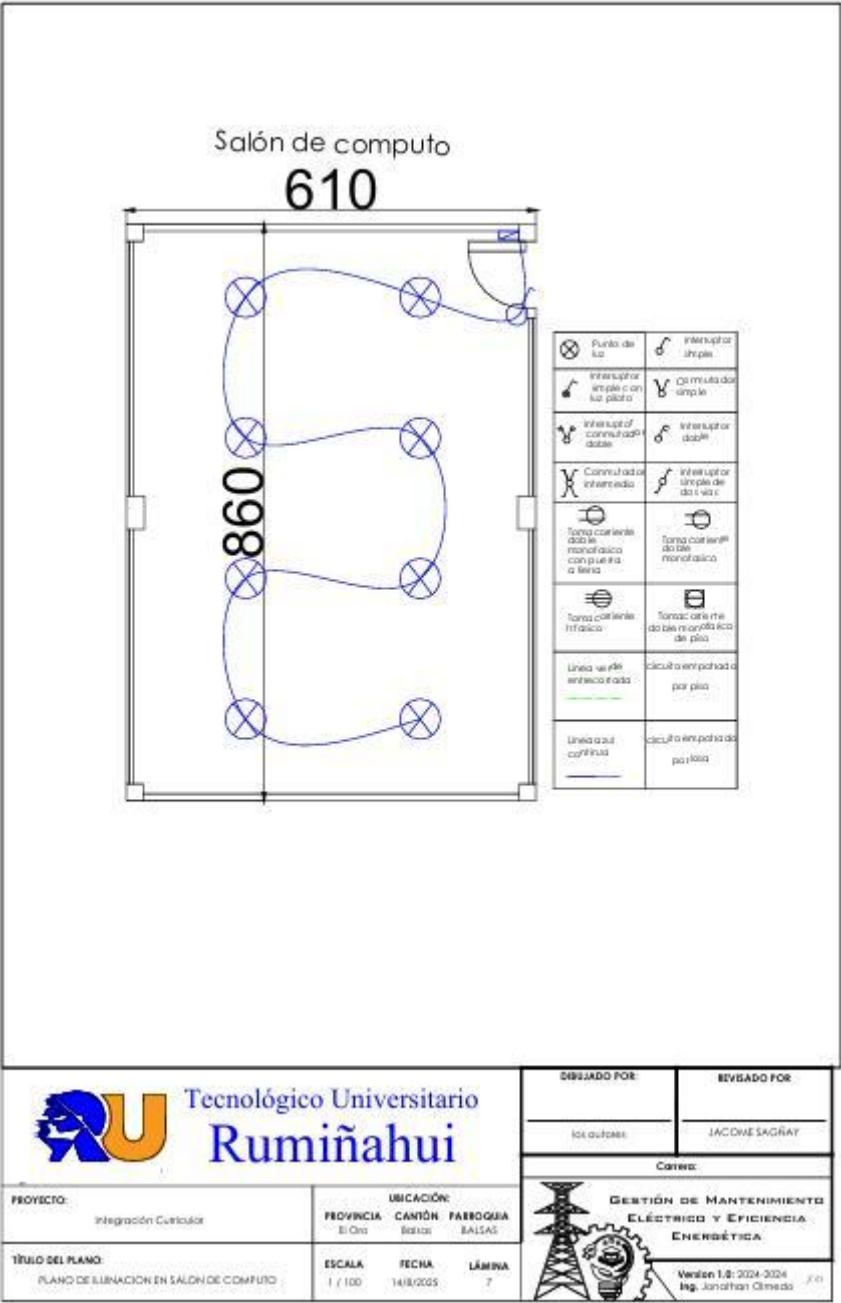


Fuente: Los autores



En la Figura 65 se muestra el plano del circuito de iluminación que se implementara en el salón audiovisual

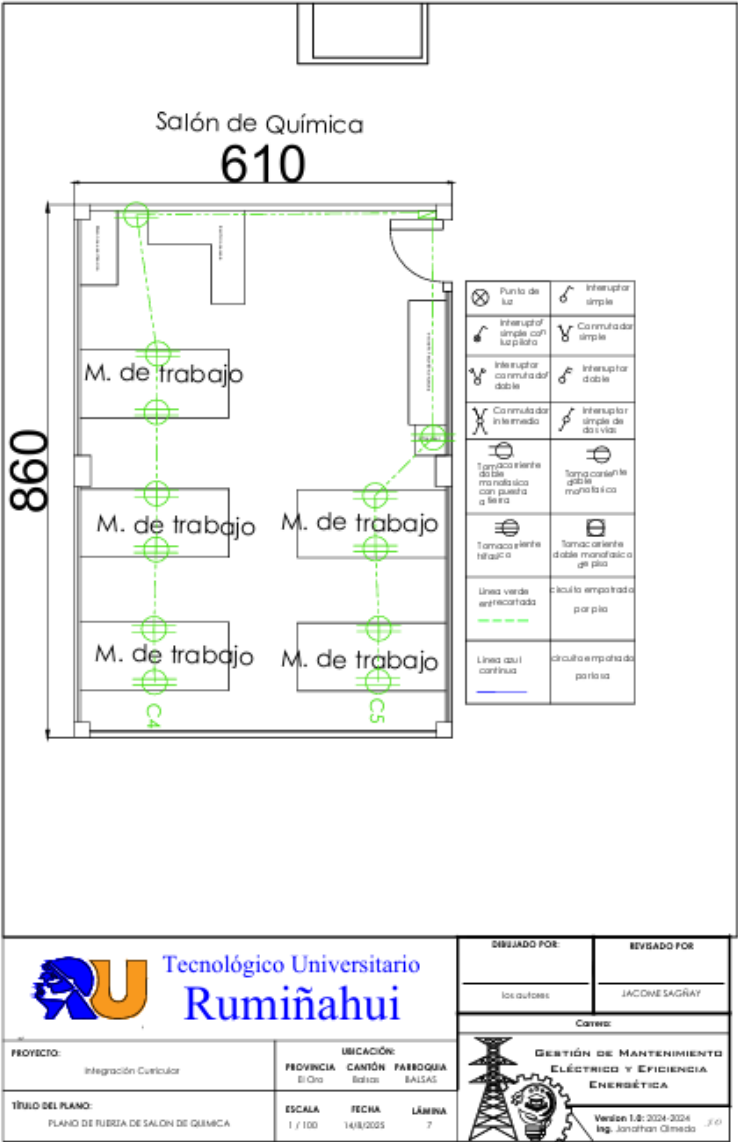
**Figura 65**  
*Plano del circuito de iluminación del salón audiovisual*



Fuente: Los autores

En la Figura 66 se muestra el plano del circuito de fuerza en el salón de química

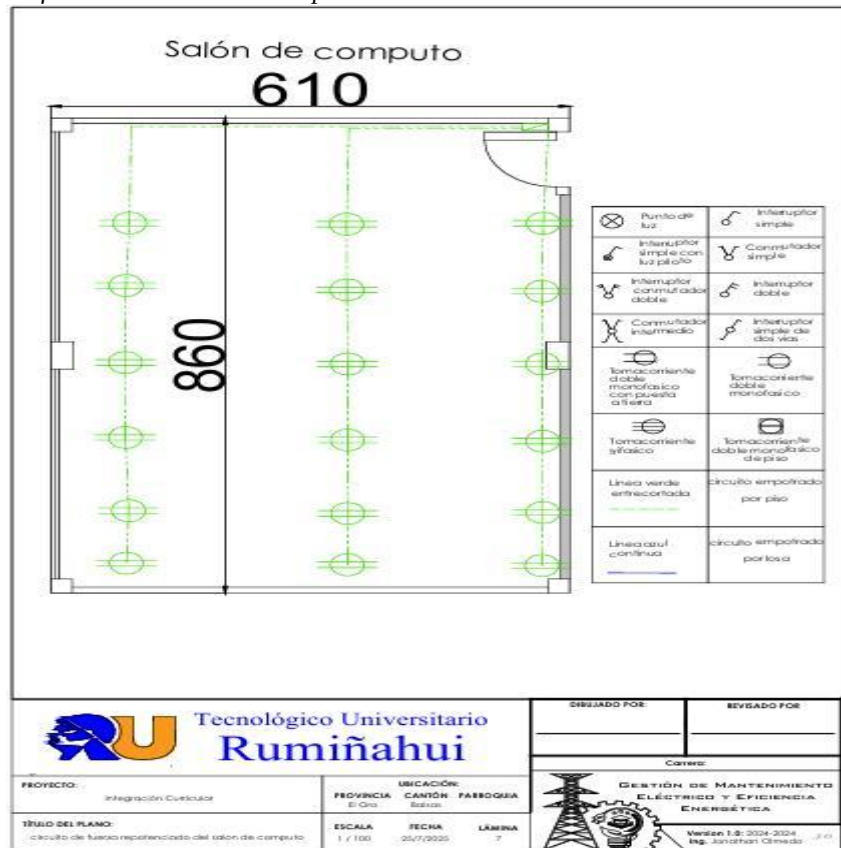
**Figura 66**  
*Plano del circuito de fuerza del salón de química*



Fuente: Los autores

En la Figura 67 se muestra el plano de cómo quedaría el circuito de fuerza en el salón de computo una vez realizada la implementación

**Figura 67**  
Plano del circuito de fuerza en el salón de computo

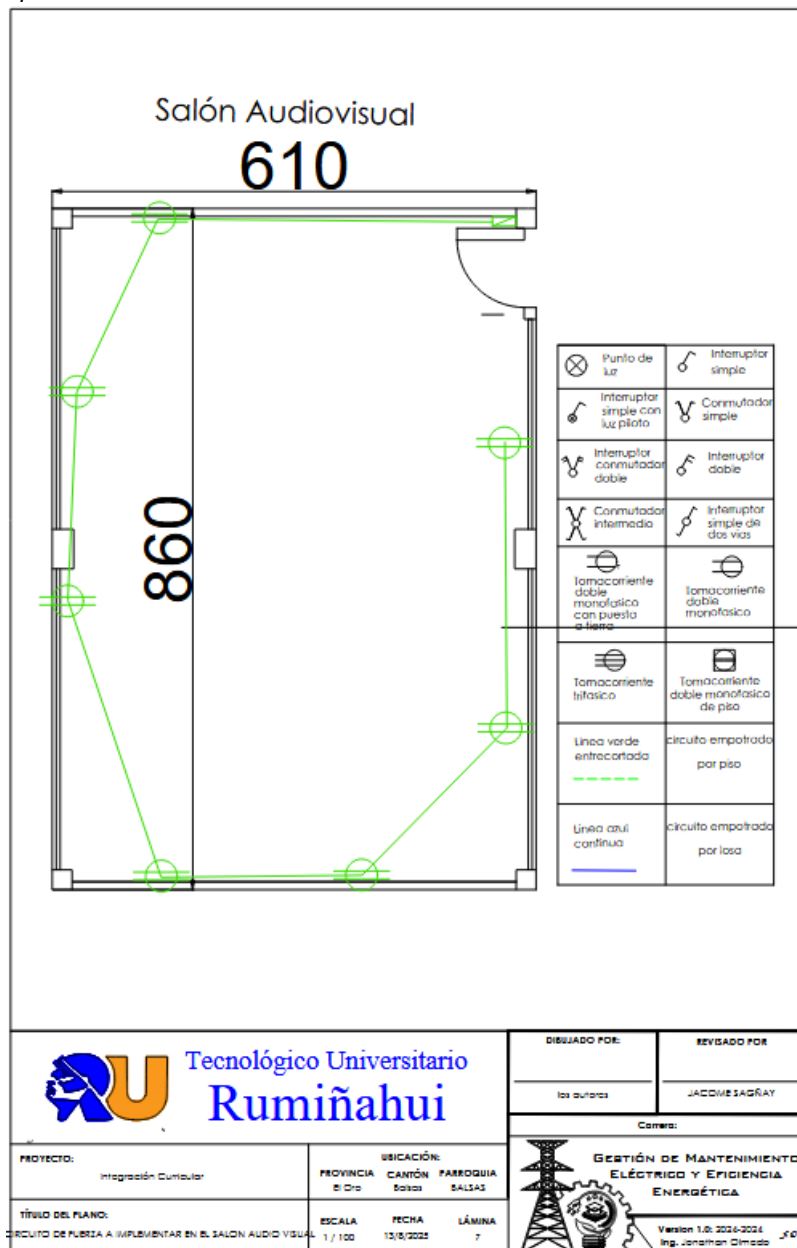


Fuente: Los autores

En la Figura 68 se muestra el plano de cómo quedaría el circuito de fuerza en el salón audiovisual una vez realizada la implantación

**Figura 68**

*Plano del circuito de fuerza en el salón audiovisual*



Fuente: Los autores

## **CAPITULO III**

### **CAPITULO DESARROLLO, IMPLEMENTACIÓN Y RESULTADOS DEL PROYECTO TÉCNICO**

#### **3.1 Implementación del circuito de iluminación en el parque**

Implementación del circuito de iluminación en el parque de la institución, esta instalación cuenta con 9 luminarias las cuales son encendidas desde un interruptor simple y cuenta con una protección de 16A que está ubicada dentro de una caja termoplástica.

Materiales:

- 140m de conductor 14 AWG
- 9 cajetines octogonales EMT de 1/2
- 19 tuberías EMT de ½
- 8m de tubería EMT flexible
- 1 tubo EMT de 3/4
- 18 conectores EMT de 1/2
- 40 grapas EMT de 1/2
- 100 tornillos autoperforantes
- 1 cinta aislante
- 1 interruptor simple
- 1 interruptor termomagnético de 16 A
- 1 caja de breaker termoplástica de 2 polos
- 8 luminarias de 20W
- 1 luminaria de 30W
- 9 rosetones

- 10m de cable #6 duples
- 16 uniones EMT de ½
- 2 conectores doble dentado para acometida preensamblada

En la Figura 69 se muestra los materiales y las herramientas que se utilizaron para la implementación

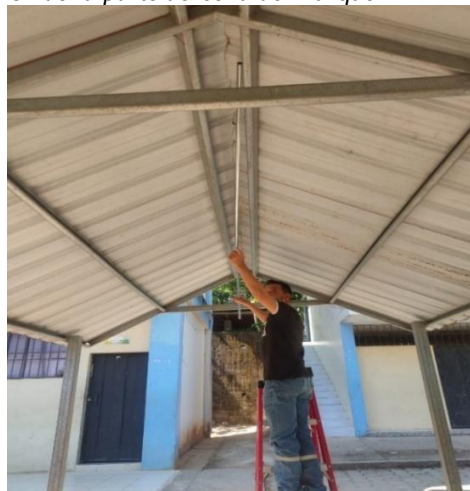
**Figura 69**  
*Materiales y herramientas*



Fuente: Los autores

En la figura 70, 71, 72, 73, 74 y 75 se muestran fotos de los integrantes del proyecto realizando la implementación del circuito de iluminación realizado en el parque de la institución

**Figura 70**  
*Implementación del circuito de iluminación de la parte derecha del Parque*



Fuente: Los autores

**Figura 71**

*Implementación del circuito de iluminación de la parte central del Parque - Tuberías*



Fuente: Los autores

**Figura 72**

*Implementación del circuito de iluminación de la parte central del Parque - Luminarias*



Fuente: Los autores



**Figura 73**

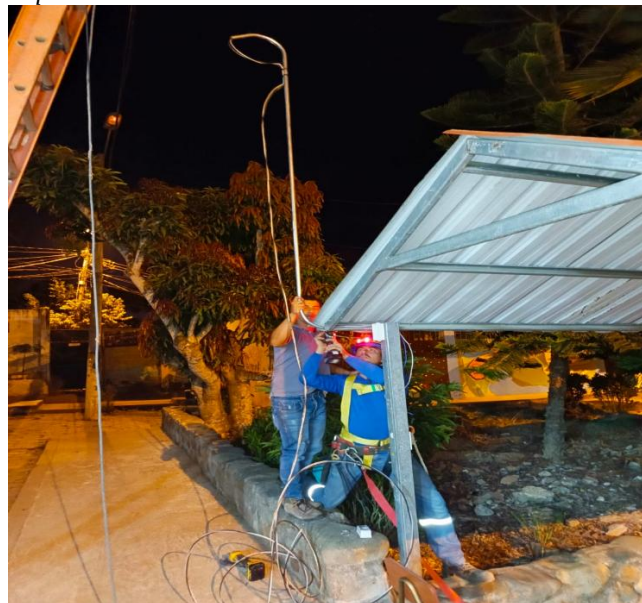
*Implementación del doblaje de tubos EMT para el circuito de iluminación del parque*



Fuente: Los autores

**Figura 74**

*Instalación de acometida en el parque*



Fuente: Los autores



**Figura 75**

*Conexión de acometida del parque a la red interna de la institución*



Fuente: los autores

En la Figura 76 nos muestra como quedo el parque de la institución una vez finalizada la implementación

**Figura 76**

*Circuito de iluminación finalizado en el parque de la institución*



Fuente: los autores

### 3.2 Implementación en el salón audiovisual

En el salón audiovisual se realizó la mejora de iluminación, ya que esta se encontraba con deficiencias de luminarias en el circuito y esto provocaba que los luxes estén por debajo de lo recomendado en la normativa. También se realizó la implementación de tomacorrientes sobrepuestos ya que en este salón existían solamente 3 tomacorrientes los cuales se encontraban en mal estado, por este motivo fueron reemplazados por tomacorrientes nuevos.

#### Materiales

- 8 luminarias de 48W
- 4 tomacorrientes sobrepuestos
- 3 tomacorrientes empotrados
- 8 canaletas de ½ pulgada
- 50m de Conductor AWG#12
- 25m de conductor AWG#14
- 30 tacos Fisher#5
- 30 tornillos de 1 pulga
- 1 rollo de cinta aislante

En la Figura 77 y 78 se muestra el sistema de iluminación en el salón audiovisual una vez realizada implementación

**Figura 77**

*Mejora de iluminación en el salón audiovisual*



Fuente: Los autores

**Figura 78**

*Vista del exterior de las luminarias implementadas en el salón audiovisual*

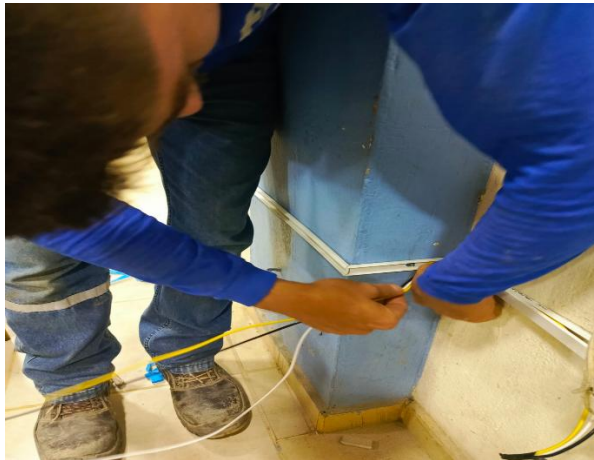


Fuente: los autores

En la Figura 79, 80, 81, 82, 83 y 84 se evidencia a los integrantes del proyecto realizando la implementación de tomacorrientes en el circuito de fuerza en área intervenida

**Figura 79**

*Cableado en canalizaciones en la pared izquierda para circuito de fuerza en el salón audiovisual*



Fuente: Los autores

**Figura 80**

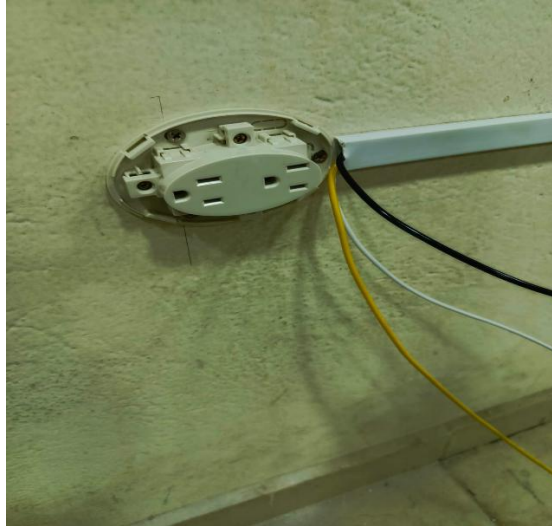
*Implementación de cableado en pared derecha del circuito de fuerza en el salón audiovisual*



Fuente: Los autores

**Figura 81**

*Instalación de tomacorriente sobrepuesto en el salón audiovisual*



Fuente: Los autores

**Figura 82**

*Conexión de conductores a toma de corriente empotrado en el salón audiovisual*



Fuente: Los autores

**Figura 83**

*Vista de circuito de fuerza sobrepuesto en pared frontal del salón audiovisual*



Fuente: Los autores

**Figura 84**

*Estado de los tomacorrientes sobrepuestos implementados en el salón audiovisual*



Fuente: Los autores



En las Figuras 85, 86, 87 y 88 se muestra las mediciones de voltaje realizadas en el área intervenida

**Figura 85**

*Mediciones de voltaje con pinza amperimétrica en pared posterior del salón audiovisual*



Fuente: los autores

**Figura 86**

*Medición de voltaje en tomacorriente ubicado en la pared frontal del salón audiovisual*



Fuente: Los autores

**Figura 87**

*Medición de voltaje en tomacorriente sobrepuesto en pared lateral del salón audiovisual*



Fuente: Los autores

**Figura 88**

*Comprobación de voltaje en tomacorriente en el salón audiovisual*



Fuente: Los autores



### 3.3 Implementación en el salón de cómputo

En el salón de cómputo se realizó la mejora de iluminación ya que se encontraba en funcionamiento 2 luminarias y esto ocasionaba que los luxes estén por debajo de los recomendados en la normativa INEN 2969 en laboratorios de informática. También se realizó el mejoramiento del circuito de fuerza ya que este se encontraba deteriorado y con deficiencia de tomacorrientes, además las instalaciones existentes se encontraban sobrepuestas sobre el piso de cerámica, con canaletas en mal estado, conductores expuestos y tomas de corriente destruidos lo que representaba un riesgo para alumnos y docentes.

Para mejorar el circuito de fuerza se retiró todas las instalaciones sobrepuestas y se reestructuro un circuito empotrado en el cual de colocaron tomas de corrientes nuevas con tapas auto sellantes para evitar el ingreso de humedad y suciedad a las tomas de corriente, ya que estas se encuentran empotradas en el piso.

#### Materiales

- 18 tomacorrientes
- 100m de conductor AWG #12
- 50m de conductor AWG#14
- 3 interruptores termomagnéticos de 20 A
- 1 interruptor termomagnético de 16 A
- 8 luminarias led de 48W
- 18 tapas para intemperie auto sellantes
- 2 cintas aislantes

En la Figura 89 y 90 se muestra el desmontaje del circuito sobre puesto en el piso del salón de cómputo

**Figura 89**

*Desmontaje de circuito sobrepuesto del salón de computo*



Fuente: Los autores

**Figura 90**

*Levantamiento de conductores sobrepuesto en el salón de computo*



Fuente: Los autores

En la Figura 91 y 92 se muestra la instalación de los tomacorrientes empotrados en piso

**Figura 91**

*Instalación de tomacorrientes empotrados en el salón de computo*



Fuente: Los autores

**Figura 92**

*Retiro de tomacorrientes deteriorados en el salón de computo*



Fuente: Los autores

En la Figura 93 y 94 se muestra como quedo la instalación del circuito de fuerza empotrado en piso y con las tapas protectoras

**Figura 93**

*Vista de tomacorrientes empotrados en piso con tapas protectoras en el salón de computo*



Fuente: Los autores

**Figura 94**

*Tomacorrientes empotrados con tapas protectoras en el salón de computo*



Fuente: Los autores

En la Figura 95, 96 y 97 se muestra la instalación de luminarias y el tipo de luminarias que se instalo

**Figura 95**

Instalación de luminarias en el salón de computo



Fuente: Los autores

**Figura 96**

Implementación de luminarias en el lado derecho el salón de computo



Fuente: Los autores

**Figura 97**

Tipo de luminaria utilizada en el salón de computo



Fuente: Los autores

En la Figura 97 se muestra el circuito de iluminación con las luminarias instaladas

**Figura 98**

*Vista desde el exterior de luminarias implementadas en salón de computo*

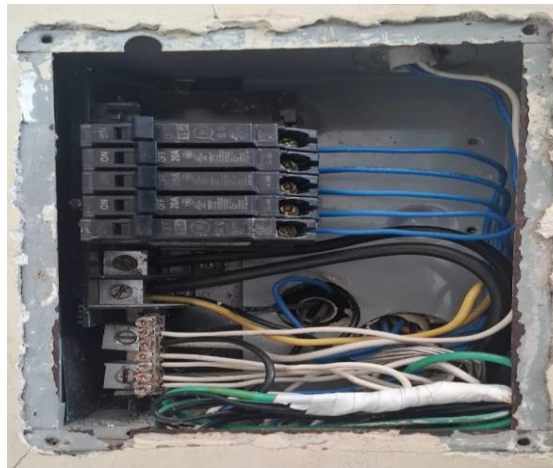


Fuente: Los autores

En la Figura 99 se muestra el tablero de distribución una vez realiza la implementación

**Figura 99**

*Tablero de distribución del salón de computo*



Fuente: Los autores



### 3.4 Medición de luxes en el parque de la institución

En la Figura 100 y 101 se muestran las mediciones realizadas con el luxómetro en el parque de la institución

**Figura 100**

*Medición con el luxómetro en pasillo izquierdo del parque de la institución*



Fuente: Los autores

**Figura 101**

*Medición con el luxómetro en la zona central del parque de la institución*



Fuente: Los autores

### Medición de luxes en el salón de computo

En la Figura 102 se muestra la medición realizada con el luxómetro en el salón de computo

**Figura 102**

*Medición con luxómetro en el salón de computo*



Fuente: Los autores

### 3.5 Medición de luxes en el salón de química

En la Figura 103 se muestra la medición realizada con luxómetro en el salón de química

**Figura 103**

*Medición con luxómetro en el salón de química*



Fuente: Los autores



### 3.6 Medición de luxes en el salón audiovisual

En la Figura 104 y 105 se muestra los resultados de las mediciones realizados con el luxómetro, las mediciones son de 332 y 349 luxes. Con estos niveles de luxes estamos cumpliendo con los luxes recomendados por la normativa INEN 2962 en salones audiovisuales

**Figura 104**

*Mediciones realizadas con el luxómetro en el salón audiovisual zona frontal*



Fuente: Los autores

**Figura 105**

*Mediciones realizadas con el luxómetro en el salón audiovisual zona posterior*



Fuente: Los autores

### 3.7 Comparativo de mediciones iniciales (sin la repotenciación) con finales (después de la repotenciación)

En la Tabla 20 se muestra las mediciones realizadas antes y después de la implementación

**Tabla 20**

*Tabla comparativa inicial y final de luxes en las áreas a intervenir*

| Áreas       | Antes de la implementación | Después de la implementación |
|-------------|----------------------------|------------------------------|
| Parque      | 2.58 lux                   | 88.5 lux                     |
| Audiovisual | 187.47 lux                 | 349 lux                      |
| Química     | 59.74 lux                  | 569 lux                      |
| Computo     | 79.25 lux                  | 465 lux                      |

Fuente: Los autores

### 3.8 Implementación de sistema de puesta a tierra.

Se realizó la implementación de un sistema puesta a tierra conectado al tablero de distribución de salón de cómputo ya que este no contaba con este sistema de protección, la tierra se encuentra ubicada en la parte exterior del salón de cómputo en un agujero de una profundidad de 1.80m en el cual se le incorporó a la tierra minerales como sal y carbón para mejorar su conductividad y llegar a la resistencia recomendada por la normativa, para el cual se conectó la línea de fase a la línea de puesta a tierra, esto para obtener la corriente que pasaba por el conductor a tierra y posteriormente realizar los cálculos mediante la ley de ohm

Materiales.

- 2 varillas para tierra recubiertas de cobre de 1.80m
- 2 conectores para varilla de tierra
- 10 metros de conductor de cobre numero 10 AWG
- 2 kilos de carbón vegetal
- 1 kilo de sal

Fórmula para calcular la resistencia de la varilla de tierra

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

$$R = \frac{115}{5.33}$$

$$R= 21.57 \, \Omega$$

**Tabla 21**

*Tabla de valores obtenidos en medición de puesta a tierra*

| <b>VOLTAJE</b> | <b>CORRIENTE</b> | <b>RESISTENCIA</b> |
|----------------|------------------|--------------------|
| <b>115</b>     | <b>5.33</b>      | <b>21.57</b>       |

Fuente: Los autores

**Figura 106**  
*Realización de hueco para colocación de varilla de puesta a tierra*



Fuente: Los autores

**Figura 107**  
*Rellenado de hueco con carbón y sal para mejorar la resistividad del suelo*



Fuente: Los autores

**Figura 108**  
*Medición de corriente de puesta tierra*



Fuente: Los autores

**Figura 109**  
*Colocación de cable #10 desde el tablero principal color verde*



Fuente: Los autores



**Figura 110**  
*Puesta a tierra implementada al tablero del salón de computo*



Fuente: Los autores

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1. Conclusiones**

- La nueva infraestructura eléctrica mejorada en el solón de computo, salón audiovisual, salón de química y parque de la institución solucionaron problemas claves de iluminación y mejoraron la seguridad eléctrica.
- Las mediciones realizadas con el luxómetro en todas las áreas intervenidas muestran que el proyecto cumple con los estándares recomendados en la normativa como INEN 2969 y NEC de instalaciones eléctricas.
- Los nuevos sistemas instalados cumplen su función de manera adecuada y previenen fallos eléctricos y riesgos para la comunidad estudiantil dentro de la institución educativa, gracias a que los materiales utilizados fueron de calidad y su diseño cumple con las normas de construcción eléctrica recomendado en la normativa.
- La instalación del sistema de puesta a tierra el cambio de tomacorrientes dañados y la reorganización de los circuitos eléctricos adecuados, mejoran la calidad y el confort de las actividades que se realizan en estas áreas, además mejoran la seguridad de estudiantes y docentes.
- La ejecución del proyecto permitió que los integrantes del grupo desarrollen habilidades de diseño, cálculo y construcción de sistemas eléctricos mejorando el desempeño en dichas actividades.

## 4.2. Recomendaciones

- En áreas como el parque se recomienda incorporar sensores de movimiento, temporizadores y fotoceldas con el fin de mejorar la eficiencia energética y generar un ahorro de energía.
- Se debe implementar un plan de mantenimiento periódico, para revisión de los sistemas implementados como, iluminación, fuerza, y sistema de puesta a tierra, esto para garantizar su continuidad, correcto funcionamiento a futuro y una larga duración.



## Bibliografía

(s.f.).

Bueno Díaz, M. V. (2021). Las TIC como mediadoras didácticas en los procesos de enseñanza aprendizaje del área de matemáticas en la básica primaria de la Institución Educativa la Laguna del Municipio de los Santos.

Cedeño Romero, E. L. (2019). Entornos virtuales de aprendizaje y su rol innovador en el proceso de enseñanza. . *Revista de Ciencias Humanísticas y Sociales* , 138-148.

Delgado, R. Z. (2019). El m-learning, las ventajas de la utilización de dispositivos móviles en el proceso autónomo de aprendizaje. *Revista de Ciencias Humanísticas y Sociales*, 29-38.

Díaz granados, F. I. (2006). . Incorporación de TICs en las actividades cotidianas del aula: una experiencia en escuela de provincia. *Zona próxima*, 62-85.

Granda Asencio, L. Y. (2019). Las TICs como herramientas didácticas del proceso de enseñanza-aprendizaje. *Conrado*, 104-110.

Guamán Gómez, V. J. (2019). El aprendizaje significativo desde el contexto de la planificación didáctica. *Conrado*, 218-223.

Guamán Gómez, V. J.-2. (Guamán Gómez, V. J., & Venet Muñoz, R. (2019). El aprendizaje significativo desde el contexto de la planificación didáctica. *Conrado*, 15(69), 218-223.).

Guamán Gómez, V. J., & Venet Muñoz, R. (2019). El aprendizaje significativo desde el contexto de la planificación didáctica. *Conrado*, 15(69), 218-223. *Guamán Gómez, V. J., & Venet Muñoz, R. (2019). El aprendizaje significativo desde el contexto de la planificación didáctica. Conrado, 15(69), 218-223., 218-223.*

Hidalgo, M. I.-m.-1. (2018). Estrategias metodológicas para el desarrollo del pensamiento lógico-matemático. En D. lia, *Didáctica y Educación*, 9(1), 125-132. Didasc@ lia.

- López, D. C. (2020). Las TIC en los procesos de enseñanza-aprendizaje desarrollados por maestros tutores de Educación Primaria en la Región de Murcia. *RIITE Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*.
- Mendoza, L. R. (2020). TIC y neuroeducación como recurso de innovación en el proceso de enseñanza y aprendizaje. . *Revista de Ciencias Humanísticas y Sociales*, 85-96.
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI) . (2018). *Norma Ecuatoriana de la Construcción. Instalaciones Electricas*. Ecuador: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI) .
- Pila Moreno, L. L. (2016). Estrategias metodológicas y desarrollo del pensamiento lógico matemático de los niños del 2do año de educación básica paralelo “a”, de la unidad educativa Isabel de Godín “escuela Simón Bolívar” de la parroquia Veloz,ciudad Riobamba,provincia Chimborazo. *Bachelor's thesis, Riobamba, UNACH 2016*.

## Anexos

### Anexo A. ACTA DE ENTREGA



#### COLEGIO DE BACHILLERATO GENERAL VICENTE ANDA AGUIRRE

Creado el 4 de junio de 1973  
DIR.: Calle Vicente Galarza / Juan Vicente Romero y 23 de febrero.  
AMIE: 07H00506 TELÉFONOS: 2517 – 999 2517 – 155  
CORREO: [covanabalsas@hotmail.com](mailto:covanabalsas@hotmail.com)

Ministerio de Educación

**CERTIFICACIÓN Nro. 040-CBVAA-R-2025**

Balsas, 29 de agosto de 2025

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

#### CERTIFICO:

Yo, Manuel Arturo Sevillano Valdez, con C.I. 0703522060, en calidad de Rector del Colegio de Bachillerato General Vicente Anda Aguirre, ubicado en el cantón Balsas, Provincia de El Oro, por medio del presente dejo constancia que los señores:

APOLO APOLO JOSÉ DIEGO CI: 0705230373

APOLO GALLARDO LEONARDO JAVIER CI: 0750614679

BLACIO SUAREZ LENIN STALIN CI: 0706581394

Estudiantes del Instituto Tecnológico Universitario “Rumiñahui”, de la Carrera Gestión de Mantenimiento Eléctrico Y Eficiencia Energética, culminaron el Proyecto de Titulación: **“Repotenciación del Sistema Eléctrico en el Colegio “Vicente Anda Aguirre” ubicado en el cantón Balsas provincia de El Oro”**, habiendo cumplido fielmente a la propuesta de características ofertadas, sin contratiempo y a cabalidad.

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

Atentamente,

Lcdo. Manuel Arturo Sevillano Valdez.

**RECTOR (E) DEL PLANTEL**

Correo: [manuel.sevillano@educacion.gob.ec](mailto:manuel.sevillano@educacion.gob.ec)

Cel. 0959224604

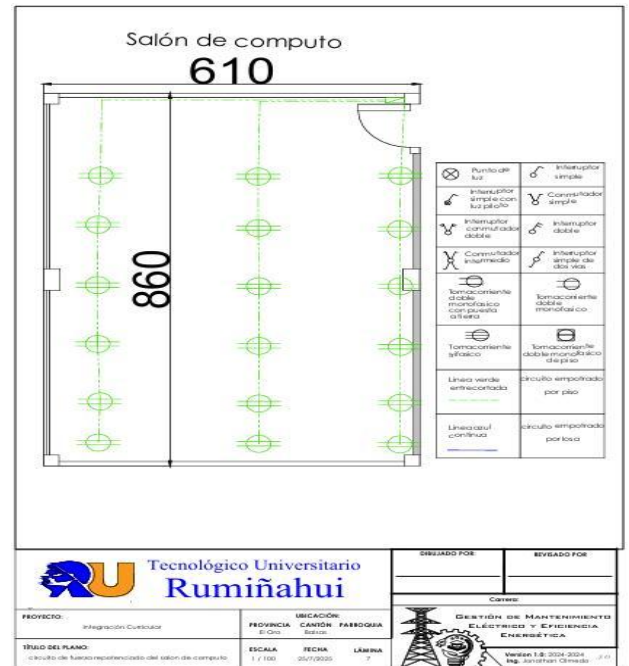
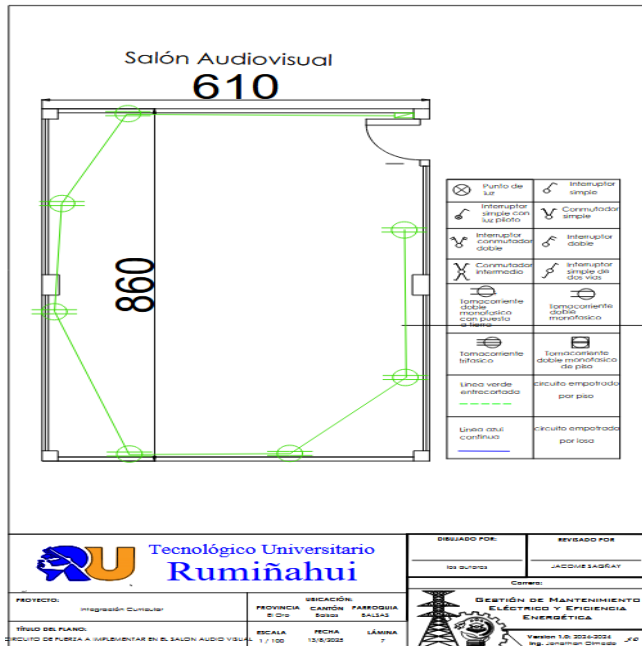


## Anexo B.: link del video de entrega del proyecto

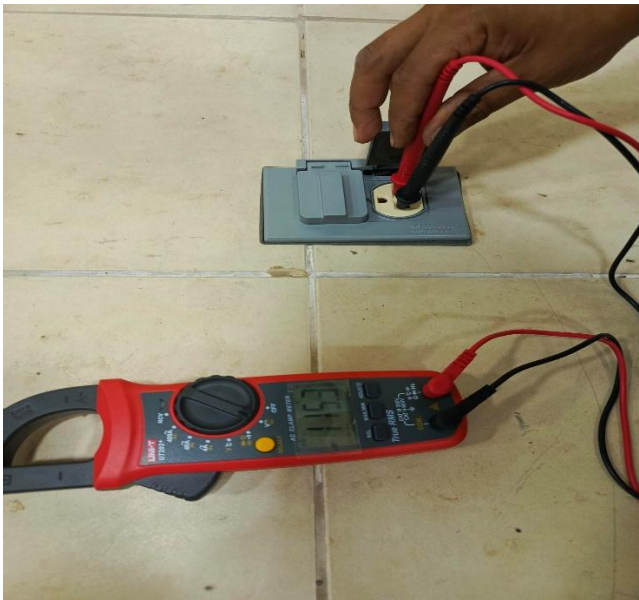
<https://youtu.be/brqicA5AcFE?si=EevxvBHRDft0z2N9>

## Anexo C.

### Planos rediseñados en el software AutoCAD



## Mediciones de voltaje





## Implementación y medición en puesta a tierra



## Realizando implementación





## Culminación de la implementación

