

# Pregrado

**Carrera:** Electricidad

**Asignatura (UIC):** Desarrollo de proyectos eléctricos.

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

**Título en:** Tecnólogo Superior en Electricidad

**Tema:** Repotenciación y rediseño de las instalaciones eléctricas de la Unidad Educativa Fiscal Conocoto bloque 3.

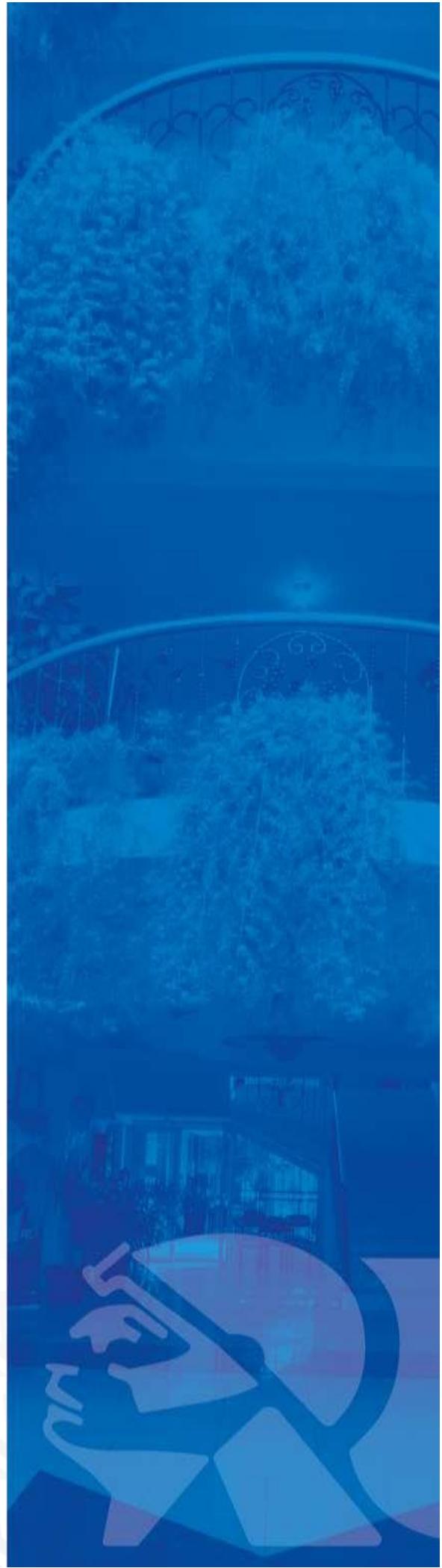
**Autor/s:** Richard Santiago Ango Iza

Freddy Andres Saritama Sanchez

Ángelo Fabricio Rodríguez Fajardo

**Tutor:** Catota Ocapana Pablo Cesar

**Sangolquí, agosto de 2024**



**Autor:**



**Ango Iza Richard Santiago**

**Título a obtener:** Tecnólogo Superior en Electricidad

**Matriz:** Sangolquí -Ecuador

**Correo electrónico:** richard.ango@ister.edu.ec

**Autor:**



**Saritama Sanchez Freddy Andres**

**Título a obtener:** Tecnólogo Superior en Electricidad

**Matriz:** Sangolquí -Ecuador

**Correo electrónico:** freddy.saritama@ister.edu.ec

**Autor:**



**Rodríguez Fajardo Ángel Fabricio**

**Título a obtener:** Tecnólogo Superior en Electricidad

**Matriz:** Sangolquí -Ecuador

**Correo electrónico:** angelo.rodriguez@ister.edu.ec

**Dirigido por:**



**Catota Ocapana Pablo Cesar**

**Matriz:** Sangolquí -Ecuador

**Correo electrónico:** pablo.catota@ister.edu.ec

**Todos los derechos reservados.**

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

©2024 Tecnológico Universitario

Rumiñahui SANGOLQUÍ – ECUADOR

(Ango Iza Richard Santiago, Saritama Sanchez Freddy Andres, Rodríguez Fajardo Ángelo Fabricio.)

**(REPOTENCIACIÓN Y REDISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS  
DE LA UNIDAD EDUCATIVA FISCAL CONOCOTO BLOQUE 3)**

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

**CT-ANX-2024-ISTER-6-6.2**

Sangolquí, 16 de octubre del 2024

**MSc. Elizabeth Ordoñez  
DIRECTORA DE DOCENCIA**

**MSc. Mónica Loachamín  
COORDINADORA DE TITULACIÓN**

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

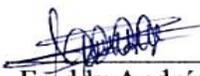
**Presente**

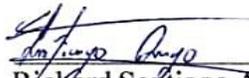
Por medio de la presente, yo, Saritama Sanchez Freddy Andrés, Ango Iza Richard Santiago, Rodríguez Fajardo Angeló Fabricio, declaro y acepto en forma expresa lo siguiente: Ser autor del trabajo de titulación denominado, Repotenciación y rediseño de las instalaciones eléctricas de la Unidad Educativa Fiscal Conocoto bloque N° 3, de la Tecnología Superior de Electricidad; y a su vez manifiesto mi voluntad de ceder al Instituto Superior Tecnológico Rumiñahui con condición de Universitario los derechos de reproducción, distribución y publicación de dicho trabajo de titulación, en cualquier formato y medio, con fines académicos y de investigación.

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

En fe de lo cual, firmo la presente.

Atentamente,

  
Freddy Andrés Saritama  
Sanchez  
C.I.: 1725194557

  
Richard Santiago Ango-Iza  
C.I.: 172526092

  
Angeló Fabricio Rodríguez  
Fajardo  
C.I.: 1726301011

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

**CT-ANX-2024-ISTER-1**

**CARRERA:**  
TECNÓLOGO SUPERIOR EN ELECTRICIDAD

**AUTOR /ES:** RICHARD SANTIAGO ANGO IZA, FREDDY ANDRES SARITAMA  
SANCHEZ, ÁNGELO FABRICIO RODRÍGUEZ FAJARDO

**TUTOR:**  
ING. PABLO CESAR CATOTA OCAPANA

**CONTACTO ESTUDIANTE:**  
0979187740  
0994818084  
0998135314

**CORREO ELECTRÓNICO:**  
Santiago.22dj@hotmail.com  
andressaritama25@hotmail.com  
arfab\_25@outlook.com

**TEMA:**  
REPOTENCIACIÓN Y REDISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LA  
UNIDAD EDUCATIVA FISCAL CONOCOTO BLOQUE 3

**OPCIÓN DE TITULACIÓN:**  
TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

**RESUMEN EN ESPAÑOL:**

El presente proyecto se centra en la repotenciación y rediseño eléctrico del bloque 3 de la UNIDAD EDUCATIVA CONOCOTO la cual enfrenta desafíos relacionados con su infraestructura eléctrica, en donde se encontraron varios problemas como los dispositivos de iluminación y tomacorrientes se encontraban en un solo circuito, calibres de conductores inadecuados a la capacidad de corriente que circulaba por ellos, lo cual provocaba cortocircuitos y recalentamiento de conductores, aulas completamente sin iluminación, por

todo aquello se determina realizar mejoras donde abarca desde la reducción de riesgos asociados con fallos eléctricos hasta la mejora en la calidad del suministro eléctrico, beneficiando directamente el entorno de aprendizaje y la operatividad diaria de la institución educativa, realizando trabajos necesarios como la separación de circuitos independientes de iluminación y fuerza, cambio de conductores bajo normativa NEC, colocación de nuevos dispositivos de iluminación guiándonos en el software Dialux con el cumplimiento de normativa UNE-EN 12464-1, rotulación de seguridad en tableros y dispositivos eléctricos, además contempla un seguimiento continuo del desempeño del nuevo sistema para garantizar su eficacia y adaptabilidad a las necesidades cambiantes de la comunidad escolar. Una vez efectuado el proyecto se obtienen resultados fundamentales como es la mejora de seguridad, eficiencia y confiabilidad del sistema eléctrico existente, con el fin de salvaguardar la integridad de la comunidad educativa y facilitar el adecuado desarrollo de las actividades académicas, tanto para maestros como estudiantes.

**PALABRAS CLAVE:**

**REDISEÑO, SOBRECARGA, SOBRETENSIÓN, REGULACIONES ELÉCTRICAS, GESTIÓN DE ILUMINACIÓN.**

**ABSTRACT:**

This project focuses on the repowering and electrical redesign of block 3 of the CONOCOTO EDUCATIONAL UNIT, which faces challenges related to its electrical infrastructure, where several problems were found such as lighting fixtures and plugs were on a single circuit, inadequate conductor sizes for the current capacity that circulated through them, which caused short circuits and overheating of conductors, classrooms completely without lighting, for all this it is determined to make improvements that range from the reduction of risks associated with electrical failures to the improvement in the quality of the supply electric.

directly benefiting the learning environment and the daily operation of the educational institution, carrying out necessary work such as the separation of independent lighting and power circuits, changing conductors under NEC regulations, placing new lighting devices guided by the Dialux software with compliance of UNE standards. -EN 12464-1 regulations, safety labeling on electrical panels and devices, and also includes continuous monitoring of the performance of the new system to guarantee its effectiveness and adaptability to the changing needs of the school community. Once the project is carried out, fundamental results are obtained, such as the improvement of the safety, efficiency and reliability of the existing electrical system, in order to safeguard the integrity of the educational community and facilitate the adequate development of academic activities, both for the teachers. and students.

**PALABRAS CLAVE:**

**REDESIGN, OVERLOAD, OVERVOLTAGE, ELECTRICAL REGULATIONS,  
LIGHTING MANAGEMENT.**

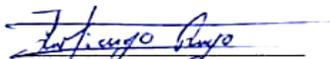
## SOLICITUD DE PUBLICACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2024-ISTER-2  
Sangolquí, (16) de (octubre) del 2024Sres.-  
INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE  
UNIVERSITARIO

Presente

A través del presente me permito aceptar la publicación del trabajo de titulación de la Unidad de Integración Curricular en el repositorio digital "DsPace" de los estudiantes: **RICHARD SANTIAGO ANGO IZA**, con C.I.: 1725260192, **ANGELO FABRICIO RODRIGUEZ FAJARDO**, con C.I.: 1726301011, **FREDDY ANDRES SARITAMA SANCHEZ**, con C.I.: 1725194557, alumnos de la Carrera ELECTRICIDAD.

Atentamente,

  
Firma del Estudiante  
C.I.: 1725260192  
Firma del Estudiante  
C.I.: 1726301011  
Firma del Estudiante  
C.I.: 1725194557**SÓLO PARA USO DEL ISTER**

Han sido revisadas las similitudes del trabajo en el software "TURNITING" y cuenta con un porcentaje de .....; motivo por el cual, el Proyecto Técnico de Titulación es publicable. (EL PORCENTAJE DE SIMILITUD DEBE SER MÁXIMO DE 15%)

---

MSc. Elizabeth Ordoñez  
DIRECTORA DE DOCENCIA  
TITULACIÓN

---

MSc. Mónica Loachamín  
COORDINADORA DE

Fecha del Informe \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

**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)

## DEDICATORIAS

**Autor:** Richard Ango

Dedico este proyecto, fruto del esfuerzo, a todas las personas que me acompañaron en mi formación académica y personal. A mis padres, por su amor incondicional y su ejemplo de trabajo, superación y perseverancia, que me inspiraron a seguir adelante. A mis profesores, quienes con su conocimiento y dedicación forjaron mi camino profesional en la carrera como tecnólogo superior en electricidad, les expreso mi más sincero agradecimiento. También a mis amigos y compañeros de estudio, por su colaboración y amistad. Finalmente, me dedico este logro a mí mismo, como prueba de que, con esfuerzo y dedicación, todo es posible.

**Autor:** Freddy Saritama

Este proyecto está dedicado a los pilares de mi vida, cuyo apoyo y aliento inquebrantables han hecho posible este viaje. A mi padre, cuya sabiduría y guía siempre han iluminado mi camino. Su fe en mí ha sido una fuente constante de fortaleza. A mis hermanos, que han sido mis compañeros y confidentes. Su camaradería y aliento me han motivado a superar mis límites. A mi tutor académico, Ingeniero Pablo Catota cuya experiencia y mentoría han sido invaluable. Sus ideas y orientación han sido fundamentales para dar forma a este proyecto. A mi esposa, cuyo amor y paciencia me han sostenido a lo largo de este viaje. Su apoyo y sacrificios inquebrantables han sido mi ancla. A mi hija, cuyas sonrisas inocentes y alegría ilimitada han sido una fuente de inspiración. Me recuerdan la importancia de la perseverancia y la dedicación. A mis compañeros, quiero dedicar este logro a cada uno de ustedes, cuyo esfuerzo, dedicación y colaboración han sido esenciales para el éxito de este proyecto. Desde el primer día, su compromiso y espíritu de equipo han transformado los retos en oportunidades y las ideas en realidades concretas.

**Autor:** Ángel Rodríguez

El presente proyecto se lo dedico principalmente a Dios, que me brindo salud y vida para lograr concluir con mi carrera profesional, a mi madre y a mis hermanos quienes me brindaron su apoyo, me guiaron y me inculcaron valores desde la niñez para ser de mí una mejor persona, a mi esposa que siempre me brindo su apoyo, su amor, su confianza, la fuerza necesaria día tras día para lograr cumplir con mi objetivo y no abandonarlo, a mis profesores, amigos y compañeros que siempre me ayudaron, me colaboraron y me brindaron de su conocimiento en la carrera de electricidad,

Les agradezco infinitamente a cada uno de ustedes por la motivación que me entregaron en salir adelante y que este objetivo se haya logrado cumplir.

## **AGRADECIMIENTOS**

Queremos expresar nuestro más profundo agradecimiento a todas las personas que, de una u otra manera, contribuyeron a la culminación de este proyecto. En primer lugar, agradecemos a Dios por darnos la fortaleza, salud y la sabiduría necesaria para enfrentar cada obstáculo durante este proceso. A nuestros profesores y mentores, quienes con su compromiso y conocimientos nos acompañaron a lo largo de estos años de formación. En especial, agradecemos a nuestro tutor de tesis Ing. Pablo Catota, por su paciencia, orientación experta y por confiar en nuestra capacidad para desarrollar este trabajo. A los compañeros de clase, con quienes compartimos este camino académico por su apoyo y amistad. Juntos enfrentamos retos, aprendimos y nos alentamos mutuamente, haciendo de este proceso una experiencia enriquecedora. Al Instituto Superior Rumiñahui, instituciones y empresas que nos brindaron su apoyo, facilitando recursos y colaboración para la realización de este trabajo, les agradecemos profundamente por la confianza depositada en nosotros.

Finalmente, extendemos nuestra gratitud a todas las personas que directa o indirectamente, aportaron al desarrollo de este trabajo. Este logro es el resultado del esfuerzo colectivo, y estamos sinceramente agradecido por todo el apoyo recibido.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

|   |           |
|---|-----------|
| RESUMEN.....                                | 13        |
| ABSTRACT .....                              | 14        |
| <b>CAPITULO I.....</b>                      | <b>17</b> |
| 1. INTRODUCCIÓN.....                        | 17        |
| 1.1. Planteamiento del problema .....       | 18        |
| 1.2. Justificación.....                     | 19        |
| 1.3. Alcance.....                           | 19        |
| 1.4. Objetivos generales y específicos..... | 20        |
| 1.4.1. Objetivo general.....                | 20        |
| 1.4.2. Objetivos específicos .....          | 20        |
| <b>CAPITULO II .....</b>                    | <b>21</b> |
| 2. MARCO TEORICO.....                       | 21        |
| 2.1. Antecedentes.....                      | 21        |
| 2.2. Sistema de Iluminación .....           | 24        |
| 2.2.2. Luz .....                            | 25        |
| 2.2.3. Frecuencia .....                     | 25        |
| 2.2.4. Deslumbramiento.....                 | 25        |
| 2.2.5. Rendimiento luminoso .....           | 26        |
| 2.2.6. Tipos de luminarias.....             | 27        |
| 2.3.7. Lámparas Incandescentes.....         | 29        |
| 2.3.8. Lámparas Halógenas.....              | 29        |

|   |           |
|---|-----------|
| 2.3.9. Lámparas LED.....  | 30        |
| 2.3.10. Características de las lámparas LED.....                                  | 31        |
| 2.3.11. Método de cálculo para la iluminación.....                                | 31        |
| 2.4. Conductores eléctricos.....  | 33        |
| 2.4.1. Propiedades de los Conductores Eléctricos .....                            | 33        |
| 2.4.2. Materiales Comunes Utilizados como Conductores Eléctricos .....            | 33        |
| 2.5. Protecciones eléctricas.....   | 35        |
| 2.5.1 Tipos de Protecciones Eléctricas.....                                       | 35        |
| 2.5.2. Consideraciones para la Instalación.....                                   | 37        |
| 2.5.3. Aplicaciones Específicas.....  | 38        |
| 2.6. Puesta a Tierra según la Normativa NEC .....                                 | 38        |
| 2.6.1. Componentes Principales.....   | 38        |
| 2.6.2. Requisitos Específicos .....   | 39        |
| 2.7. Normas utilizadas para el diseño del sistema de iluminación .....            | 40        |
| <b>CAPITULO III.....</b>  | <b>41</b> |
| 3. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN .....  | 41        |
| 3.1 Levantamiento de información de la Unidad Educativa .....                     | 41        |
| 3.1.2. Levantamiento del nivel de iluminación (mediciones con el luxómetro) ..... | 45        |
| 3.3. Diseño de Iluminación propuesto para las aulas .....                         | 46        |
| 3.3.1 Cálculo del sistema de iluminación utilizando el método de lúmenes .....    | 46        |
| 3.3.2. Determinación del nivel de iluminancia (Em).....                           | 47        |
| 3.3.3. Determinación de la altura para instalar las luminarias .....              | 47        |
| 3.3.4. Índice del local (k).....  | 49        |

|   |           |
|---|-----------|
| 3.3.5. Cálculo de los coeficientes de reflexión .....   | 49        |
| 3.3.6. Cálculo de coeficiente de utilización .....  | 50        |
| 3.3.7. Determinación del coeficiente de mantenimiento (Cm) o conservación de la<br>instalación. ....            | 51        |
| 3.3.9. Comprobación del nivel de iluminancia .....  | 53        |
| 3.4. Diseño del sistema de iluminación en DIALux .....  | 54        |
| 3.4.1. Selección del área de trabajo.....   | 56        |
| 3.4.2. Selección de luminarias: .....   | 57        |
| 3.4.3. Distribución de luminarias:.....   | 58        |
| 3.4.4. Simulación y resultados del diseño de iluminación.....   | 59        |
| 3.5. Cálculo del calibre de conductor para los circuitos de fuerza e iluminación .....                          | 61        |
| 3.6. Selección de protecciones para los circuitos .....   | 66        |
| 3.7. Selección del conductor para la acometida del tablero.....   | 70        |
| 3.8. Cálculo de caída de voltaje.....   | 71        |
| 3.9. Diseño de puesta a tierra.....   | 74        |
| <b>CAPITULO IV .....</b>  | <b>76</b> |
| 4. RESULTADOS .....   | 76        |
| 4.1. Diseño del plano en AUTOCAD actual.....  | 76        |
| 4.2. Resultados para realizar la implementación mediante el cuadro de cargas de los<br>diferentes bloques. .... | 77        |
| 4.4. Medición con el luxómetro en las aulas del bloque 3 actuales.....  | 78        |
| 4.5. Medición de voltaje de circuitos de fuerza.....  | 81        |
| 4.6. Medición de corriente Tablero A y B.....   | 82        |

|   |           |
|---|-----------|
| 4.3. Adquisición de los elementos y materiales eléctricos utilizados..... | 83        |
| <b>CAPITULO V.....</b>  | <b>85</b> |
| 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....                                    | 85        |
| 5.1. CONCLUSIONES.....  | 85        |
| 5.2. RECOMENDACIONES .....  | 86        |
| 6. BIBLIOGRAFÍA.....  | 87        |
| 7. ANEXOS.....  | 90        |

### INDICE DE TABLAS

|                     |    |
|---------------------|----|
| Tabla 1.....        | 28 |
| Tabla 2.....        | 43 |
| Tabla 3.....        | 44 |
| Tabla 4.....        | 45 |
| Tabla 5.....        | 47 |
| Tabla 6.....        | 50 |
| Tabla 7.....        | 51 |
| Tabla 8.....        | 52 |
| Tabla 9.....        | 55 |
| Tabla 10 Y 11 ..... | 59 |
| Tabla 12.....       | 63 |
| Tabla 13.....       | 64 |
| Tabla 14.....       | 65 |
| Tabla 15.....       | 66 |

|               |    |
|---------------|----|
| Tabla 16..... | 67 |
| Tabla 17..... | 69 |
| Tabla 18..... | 69 |
| Tabla 19..... | 70 |
| Tabla 20..... | 71 |
| Tabla 21..... | 72 |
| Tabla 22..... | 73 |
| Tabla 23..... | 73 |
| Tabla 24..... | 75 |
| Tabla 25..... | 77 |
| Tabla 26..... | 78 |
| Tabla 27..... | 79 |
| Tabla 28..... | 81 |
| Tabla 29..... | 82 |
| Tabla 30..... | 83 |

### ÍNDICE DE FIGURAS

|               |    |
|---------------|----|
| Figura 1..... | 26 |
| Figura 2..... | 27 |
| Figura 3..... | 29 |
| Figura 4..... | 30 |
| Figura 5..... | 30 |
| Figura 6..... | 37 |
| Figura 7..... | 39 |

|                |    |
|----------------|----|
| Figura 8.....  | 42 |
| Figura 9.....  | 46 |
| Figura 10..... | 48 |
| Figura 11..... | 56 |
| Figura 12..... | 57 |
| Figura 13..... | 58 |
| Figura 14..... | 68 |
| Figura 15..... | 68 |
| Figura 16..... | 74 |
| Figura 19..... | 76 |
| Anexo 1.....   | 90 |
| Anexo 2.....   | 90 |
| Anexo 3.....   | 91 |
| Anexo 3.....   | 91 |
| Anexo 4.....   | 92 |
| Anexo 5.....   | 93 |
| Anexo 6.....   | 93 |
| Anexo 7.....   | 94 |

## RESUMEN

El presente proyecto se centra en la repotenciación y rediseño eléctrico del bloque 3 de la UNIDAD EDUCATIVA CONOCOTO la cual enfrenta desafíos relacionados con su infraestructura eléctrica, en donde se encontraron varios problemas como los dispositivos de iluminación y tomacorrientes se encontraban en un solo circuito, calibres de conductores inadecuados a la capacidad de corriente que circulaba por ellos, lo cual provocaba cortocircuitos y recalentamiento de conductores, aulas completamente sin iluminación, por todo aquello se determina realizar mejoras donde abarca desde la reducción de riesgos asociados con fallos eléctricos hasta la mejora en la calidad del suministro eléctrico, beneficiando directamente el entorno de aprendizaje y la operatividad diaria de la institución educativa, realizando trabajos necesarios como la separación de circuitos independientes de iluminación y fuerza, cambio de conductores bajo normativa NEC, colocación de nuevos dispositivos de iluminación guiándonos en el software Dialux con el cumplimiento de normativa UNE-EN 12464-1, rotulación de seguridad en tableros y dispositivos eléctricos, además contempla un seguimiento continuo del desempeño del nuevo sistema para garantizar su eficacia y adaptabilidad a las necesidades cambiantes de la comunidad escolar. Una vez efectuado el proyecto se obtienen resultados fundamentales como es la mejora de seguridad, eficiencia y confiabilidad del sistema eléctrico existente, con el fin de salvaguardar la integridad de la comunidad educativa y facilitar el adecuado desarrollo de las actividades académicas, tanto para maestros como estudiantes.

**Palabras clave:** Rediseño, Balanceo de cargas, Sobrecarga, Sobretensión, Normativas eléctricas, Tableros de distribución, Cortocircuito, Estudios lumínicos, Gestión lumínica.

## ABSTRACT

This project focuses on the repowering and electrical redesign of block 3 of the CONOCOTO EDUCATIONAL UNIT, which faces challenges related to its electrical infrastructure, where several problems were found such as lighting fixtures and plugs were on a single circuit, inadequate conductor sizes for the current capacity that circulated through them, which caused short circuits and overheating of conductors, classrooms completely without lighting, for all this it is determined to make improvements that range from the reduction of risks associated with electrical failures to the improvement in the quality of the supply electric. directly benefiting the learning environment and the daily operation of the educational institution, carrying out necessary work such as the separation of independent lighting and power circuits, changing conductors under NEC regulations, placing new lighting devices guided by the Dialux software with compliance of UNE standards. -EN 12464-1 regulations, safety labeling on electrical panels and devices, and also includes continuous monitoring of the performance of the new system to guarantee its effectiveness and adaptability to the changing needs of the school community. Once the project is carried out, fundamental results are obtained, such as the improvement of the safety, efficiency and reliability of the existing electrical system, in order to safeguard the integrity of the educational community and facilitate the adequate development of academic activities, both for the teachers. and students.

**Keywords:** Redesign, Load balancing, Overload, Overvoltage, Electrical regulations, Distribution boards, short circuit, Lighting studies, Lighting management.

# CAPITULO I

## 1. INTRODUCCIÓN

En el contexto de LA UNIDAD EDUCATIVA CONOCOTO ubicada en la ciudad de Quito provincia de Pichincha, el sistema eléctrico del bloque 3 enfrenta desafíos significativos que afectan tanto la seguridad como la operatividad diaria de maestros y estudiantes. La importancia de una infraestructura eléctrica confiable y eficiente en entornos educativos no pueden subestimarse, ya que no solo garantiza condiciones seguras, sino que también facilita un ambiente propicio para el aprendizaje efectivo y el desarrollo integral de los estudiantes.

Este proyecto tiene como objetivo principal llevar a cabo la repotenciación y rediseño eléctrico del bloque 3 de LA UNIDAD EDUCATIVA CONOCOTO. A través de este esfuerzo, se busca mejorar sustancialmente la calidad y la seguridad del suministro eléctrico, optimizando el diseño y la funcionalidad del sistema existente. La implementación de estas mejoras no solo abordara los problemas actuales relacionados con la infraestructura eléctrica, sino que también se alineara con las normativas y estándares más recientes para asegurar un entorno escolar seguro y eficiente a largo plazo.

Durante el desarrollo del proyecto, se realizará un análisis exhaustivo de las condiciones actuales del sistema eléctrico, identificando áreas críticas que requieren atención prioritaria. A partir de esto, se implementarán soluciones innovadoras y sostenibles que incluirán la actualización de equipos obsoletos y la integración de prácticas de diseño que mejoren la confiabilidad y la seguridad del sistema.

El impacto positivo de esta iniciativa se traducirá directamente en un entorno escolar más seguro y eficiente, beneficiando tanto a los docentes que llevan a cabo sus actividades diarias

como a los estudiantes que buscan un ambiente propicio para su desarrollo académico y personal. Además, se espera que estas mejoras contribuyan significativamente a la imagen institucional de la UNIDAD EDUCATIVA CONOCOTO, reafirmando su compromiso con la excelencia educativa y el bienestar de toda su comunidad.

En conclusión, este proyecto no solo se propone resolver los desafíos actuales del sistema eléctrico del bloque 3 si no también sentar las bases para un futuro educativo más seguro, eficiente y exitoso en la UNIDAD EDUCATIVA CONOCOTO.

### **1.1. Planteamiento del problema**

El problema identificado en la Unidad Educativa Conocoto radica en la falta de un sistema eléctrico estable y seguro, lo cual genera preocupación tanto para los docentes como para los estudiantes. Se ha observado que las acometidas subterráneas están expuestas al aire libre, careciendo de protección adecuada. Del mismo modo, las acometidas aéreas no cuentan con el aislamiento necesario, dejando los conductores expuestos a la intemperie.

En cuanto a las aulas, se ha detectado que los tomacorrientes del circuito de fuerza presentan deficiencias debido a cortocircuitos anteriores, lo que impide su uso seguro y aumenta el riesgo de accidentes para los docentes y estudiantes. Además, el circuito de iluminación no cumple con los estándares de luminosidad adecuados, lo que dificulta la visibilidad, especialmente en días nublados, y afecta la vista de las personas, incumpliendo con la normativa vigente.

Por otro lado, algunos conductores en los circuitos no tienen el calibre correspondiente, lo que provoca caídas de voltaje y recalentamiento, ocasionando daños adicionales en la

instalación eléctrica. Esta situación representa un riesgo tanto para la integridad de las personas como para la infraestructura misma de la institución educativa.

## **1.2. Justificación**

El estado actual de las instalaciones eléctricas de la Unidad Educativa Conocoto es un riesgo evidente para la comunidad educativa, debido a que los conductores se encuentran cortocircuitados, empalmes mal elaborados, que provocan recalentamiento del conductor, sistema de iluminación deficiente porque sus luminarias se encuentran quemadas, y algunas son de baja potencia que no permite la iluminación correcta, que ayude a una buena visibilidad de los estudiantes y docentes. Por lo cual es necesario realizar un diseño eléctrico y de iluminación, aplicando normativa eléctrica actual vigente en el Ecuador. Con esto se garantiza que se reduzca significativamente el riesgo de accidentes eléctricos para docentes y estudiantes y que la iluminación sea adecuada para el buen desarrollo de actividades

## **1.3. Alcance**

En el presente proyecto de repotenciación y rediseño del sistema eléctrico en la institución educativa, se llevarán a cabo las siguientes actividades:

Levantamiento de la información detallada sobre todo el sistema eléctrico del bloque 2 de la Unidad Educativa Conocoto. Este proceso implicará visitas técnicas a la institución, comenzando desde la acometida principal, pasando por los tableros de protección y secundarios, para luego inspeccionar los circuitos y así identificar claramente los problemas existentes en las instalaciones eléctricas.

Realización de cálculos para dimensionar adecuadamente conductores y protecciones.

Realizar el diseño en el software DIALUX, para garantizar una iluminación óptima en cada aula.

Se espera que, con esta repotenciación y rediseño, la calidad y eficiencia energética en la Unidad Educativa Fiscal Conocoto mejoren de manera significativa. Esto beneficiará el desempeño de los alumnos en sus actividades de aprendizaje, así como garantizará que los docentes cuenten con la iluminación adecuada para impartir sus enseñanzas.

Además, se entregará un plano eléctrico elaborado en AUTOCAD,

fotografías que evidencien el estado antes, durante y después de la intervención en la institución, y un reporte del diseño realizado en DIALUX.

#### **1.4. Objetivos generales y específicos**

##### **1.4.1. Objetivo general**

Realizar la repotenciación y rediseño eléctrico en la UNIDAD EDUCATIVA CONOCOTO, mejorando la seguridad, eficiencia y confiabilidad del sistema eléctrico, para salvaguardar la integridad de la comunidad educativa Conocoto y el buen desarrollo de las actividades de maestros y estudiantes.

##### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Realizar un estudio de cargas.
- Diseñar el sistema de iluminación en el software DIALUX.
- Realizar el diseño de los planos eléctricos en el software AUTOCAD.
- Implementación del sistema eléctrico.
- Validación del funcionamiento del sistema eléctrico.

## CAPITULO II

### 2. MARCO TEORICO

#### 2.1. Antecedentes

Según (Cepeda Fernández, 2023) En el proyecto realizado, sobre el Rediseño Eléctrico en Baja Tensión del Centro Pastoral "Nuestra Señora del Quinche", se identificaron deficiencias significativas en las instalaciones eléctricas, lo que representaba un riesgo potencial de accidentes para quienes utilizaban estas instalaciones. Por esta razón, se tomó la decisión de llevar a cabo la instalación de un sistema eléctrico completamente nuevo, incluyendo la colocación de luminarias que cumplieran con la Norma Ecuatoriana de Construcción y se alinearan con estándares internacionales como la Norma Europea para la Iluminación de Interiores. Basándose en los resultados del análisis realizado, se implementaron diversas acciones, que incluyeron el reemplazo de todas las luminarias, la actualización de los conductores en mal estado, el etiquetado de los tableros principales y la reconfiguración de las luminarias en todas las áreas del centro.

Según (Almeida Carvajal, 2023) En el proyecto realizado sobre el rediseño de la red eléctrica de bajo voltaje en el Hospital del Adulto Mayor, se busca mejorar la calidad y seguridad de las instalaciones eléctricas. El proceso inició con un detallado levantamiento de información, abarcando todas las fases de las instalaciones eléctricas en baja tensión del hospital. Se realizaron mediciones de voltaje, corriente y temperatura para identificar posibles caídas de tensión y así determinar las protecciones necesarias y los calibres adecuados de los conductores. Durante el proceso de rediseño, se consideraron las caídas de voltaje, los calibres de conductores deteriorados y el dimensionamiento de las protecciones eléctricas. Esto condujo al diseño de un

nuevo tablero principal que alimentará a los tableros secundarios, los cuales no cumplían con los parámetros establecidos por la normativa vigente. Este nuevo diseño está orientado a prevenir cortocircuitos en las instalaciones eléctricas, garantizando un funcionamiento seguro y eficiente del sistema eléctrico del hospital.

Según (Lozano Guamán, 2020) en su estudio DEL BLOQUE B DE LA UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA CAMPUS EL GIRON , se realiza el levantamiento de los planos eléctricos existentes, se llevó a cabo un exhaustivo proceso de evaluación. Primero se realizaron mediciones para verificar la calidad de la energía eléctrica conforme a la Regulación CONELEC 004/01. Luego, se analizaron los sistemas de puesta a tierra en el centro de datos, generadores y tableros principales, comparando los resultados con la norma IEEE 142-2007. Posteriormente, se capturaron las diferencias de temperatura en los componentes de tableros y sub-tableros, evaluándolas según la norma NETA/ANSI ATS-2009 para determinar su importancia. También se revisó la secuencia de fases en el ATS suministrado por la Empresa Eléctrica Quito con el instrumento Pro'skit 8PK-ST850. Finalmente, se midió la potencia para determinar el porcentaje de uso en relación con los transformadores de 150 KVA instalados en el Bloque B de la Universidad.

Según (Sánchez Izurieta, 2022) el objetivo de este proyecto es proponer un rediseño del sistema eléctrico del Centro de Salud N°1 "Centro Histórico", ya que el sistema actual ha superado su vida útil y no ha recibido mantenimiento. Para este rediseño, se empleará un analizador de red para obtener datos sobre la calidad de energía y la distribución de cargas en el centro de salud. Una inspección inicial reveló el estado de las instalaciones eléctricas y el problema de magnetización que afecta a varios equipos de computación.

El rediseño propuesto tiene como objetivo solucionar los problemas mencionados anteriormente, así como renovar los circuitos de iluminación y fuerza. Además, se propone la independización de los circuitos que alimentarán exclusivamente las computadoras del centro de salud. Este enfoque busca mejorar la eficiencia y seguridad del sistema eléctrico del centro de salud, garantizando un suministro confiable y reduciendo los riesgos asociados con equipos obsoletos y problemas de magnetización.

Según (Veloz Guerra & Yáñez Ortega, 2022) En este proyecto se llevó a cabo un análisis exhaustivo y reacondicionamiento del sistema eléctrico de distribución en baja tensión del Bloque B de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Extensión La Maná. Se detectó un deterioro significativo en la infraestructura, que incluía tanto el desgaste físico de tableros y conductores, como la ausencia de mantenimiento adecuado y registros actualizados. Esta situación evidenció la necesidad urgente de realizar un análisis eléctrico detallado y tomar mediciones que permitieran evaluar el estado de las instalaciones y la fiabilidad del suministro eléctrico.

A partir de los resultados obtenidos, se procedió a identificar y actualizar los componentes eléctricos existentes, además de reorganizar su disposición y ubicación. Esto facilitó la modernización de los planos eléctricos de iluminación, fuerza y cargas especiales. Para la renovación de los alimentadores principales y los tableros de distribución, tanto principales como secundarios, se aplicaron las normativas ecuatorianas vigentes para la construcción de instalaciones eléctricas.

Se realizó el acondicionamiento exterior del transformador de potencia y se procedió a etiquetar los equipos eléctricos conforme a los diagramas unifilares y multifilares de la instalación. Por último, se llevaron a cabo mediciones de voltaje, corriente y frecuencia en puntos clave de la instalación, con el fin de detectar posibles problemas y sugerir soluciones. Los

resultados mostraron una mejora significativa en la distribución de los componentes eléctricos y en los valores de las mediciones eléctricas en los puntos estratégicos.

## **2.2. Sistema de Iluminación**

El sistema de iluminación comprende una serie de elementos diseñados para iluminar un espacio o ambiente de manera adecuada. Aunque la iluminación es un aspecto cotidiano que pasa desapercibido, su ausencia puede complicar significativamente la vida diaria. La sociedad depende del entorno y de los elementos que proporcionan luz, lo que hace que este servicio sea esencial y fundamental para diversos aspectos como la calidad de vida, la economía y el modelo energético, estando directamente relacionado con el bienestar y la seguridad de las personas

Los sistemas de iluminación pueden variar en complejidad, desde soluciones simples como una bombilla con un interruptor hasta configuraciones más avanzadas que incluyen múltiples lámparas y dispositivos de control. Estos sistemas complejos son los más utilizados actualmente, ya que pueden integrarse con la domótica y aplicaciones como Alexa y Google Home.

En las últimas décadas, la tecnología de iluminación ha avanzado considerablemente, con la introducción de nuevos dispositivos que ofrecen más luz a un menor costo. Esto ha dado lugar a la aparición de lámparas basadas en diodos emisores de luz (LED), que son más eficientes y duraderas. (Veloz Guerra & Yáñez Ortega, 2022)

### **2.2.2. Luz**

Las ondas electromagnéticas se generan mediante campos eléctricos y magnéticos producidos por corrientes eléctricas. La propagación de la luz ocurre de manera periódica, en intervalos regulares de tiempo y con un valor medio nulo. Las principales características de las ondas electromagnéticas incluyen la longitud de onda ( $\lambda$ ), la frecuencia ( $f$ ) y la velocidad ( $v$ ).

(Martínez, 2020, p. 69).

### **2.2.3. Frecuencia**

La frecuencia se define como el número de ciclos o períodos de una onda que ocurren en una unidad de tiempo, generalmente expresada en hercios (Hz). Esta magnitud está directamente vinculada con la velocidad de propagación de la onda: cuanto mayor es la velocidad, mayor es la frecuencia. Por otro lado, la frecuencia y la longitud de onda mantienen una relación inversa; es decir, a medida que la frecuencia incrementa, la longitud de onda disminuye. Esto se debe a que la velocidad de propagación de una onda es el producto de su frecuencia y su longitud de onda, manteniendo esta relación constante para un medio dado. (Schneider Electric, 2020, p. 35).

### **2.2.4. Deslumbramiento**

La dificultad para distinguir objetos en un entorno puede ser causada por variaciones en la iluminación y la disposición espacial. Este fenómeno se debe a fuentes de alta reflectancia, como ventanas, luminarias o la luz reflejada en superficies lisas y brillantes, como espejos o metales pulidos. Cuando la luz se refleja intensamente en estas superficies, puede crear deslumbramientos y sombras que dificultan una percepción clara de los objetos, afectando tanto la visibilidad como la comodidad visual. Este efecto, conocido como deslumbramiento, puede tener un impacto significativo en la capacidad de realizar tareas visuales de manera efectiva.

(Schneider Electric, 2020, p. 39).

### 2.2.5. Rendimiento luminoso

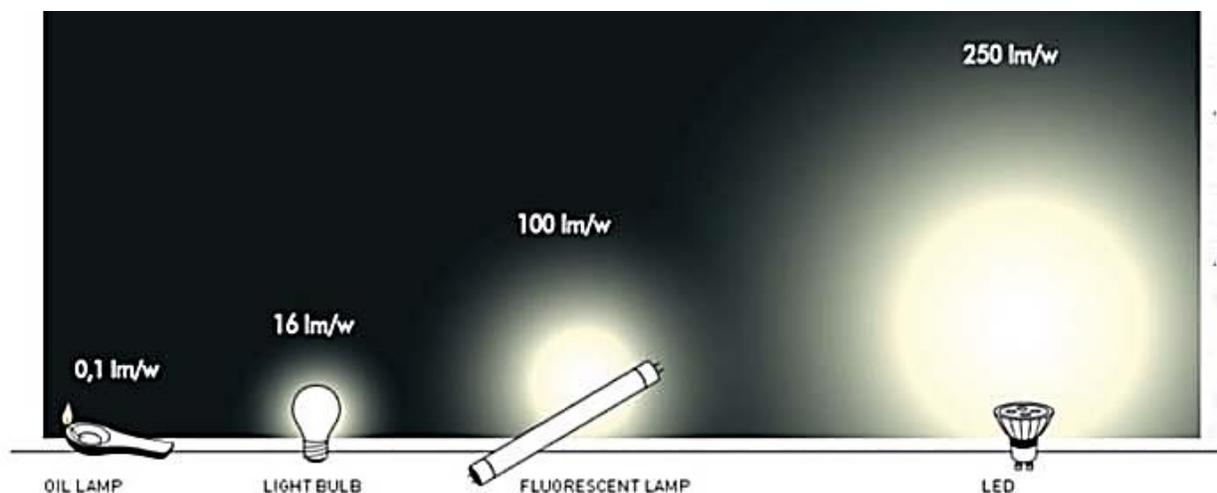
Según (Schneider Electric, 2020, p. 40). Al evaluar el rendimiento luminoso, es importante tener en cuenta que no toda la energía consumida por una lámpara se transforma en luz visible. Una porción considerable se pierde en forma de calor y radiación no visible, como la infrarroja o ultravioleta. La eficiencia luminosa se calcula utilizando la siguiente fórmula:

**Figura 1**

*Intensidad luminosa*



*Nota.* Información tomada de: [grlums.dpe.upc.edu/](http://grlums.dpe.upc.edu/)

**Figura 2***Intensidad luminosa.*

*Nota.* Información tomada de: Smart-light2019

### 2.2.6. Tipos de luminarias

Las luminarias son una parte fundamental para lograr un sistema de iluminación óptimo. Es esencial conocer el tipo de luminaria adecuada para cada aplicación. Entre las más comunes disponibles en el mercado, según sus características y usos, se encuentran:

- Lámparas incandescentes
- Lámparas halógenas
- Lámparas LED

En la siguiente tabla se presentan las características de cada tipo de luminaria, detallando su eficacia y rendimiento. (Enciclopedia de Normas Eléctricas, 2022).

**Tabla 1***Cuadro comparativo de fuentes luminosas.*

| <b>TIPO DE LUMINARIA</b>          | <b>Eficiencia (lúmenes /watts)</b> | <b>Vida de lámparas (horas)</b> | <b>Temperatura de color (kelvin)</b> | <b>Mantenimiento de flujo luminoso (%)</b> | <b>Capacidad para regular el flujo luminoso</b> | <b>Efectos de la temperatura</b>   |
|-----------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|--|---|--|
| <b>Fluorescente tipo compacta</b> | 60 - 75                            | 10000                           | 2700 - 4100                          | 83 - 87                                    | Con balastro dimeable                           | A medida que disminuye la temperatura, el tiempo de encendido se incrementa                      |
| <b>Fluorescentetipo lineal T8</b> | 80 - 95                            | 20000                           | 2700 - 4100                          | 83 - 87                                    | Con balastro dimeable                           | El tiempo de encendido se incrementa a bajas temperaturas.                                       |
| <b>Fluorescente lineal T5HO</b>   | 80-95                              | 20000                           | 2700 - 4100                          | 90 - 95                                    | Con balastro dimeable                           | Salida completa a 35 grados centígrados a menor temperatura se incrementa el tiempo de encendido |
| <b>Inducción</b>                  | 60-75                              | 100000                          | 3000 - 4000                          | 80+  | En desarrollo                                   | El flujo luminoso disminuye debido a las bajas temperaturas.                                     |
| <b>Aditivos metálicos</b>         | 80-90                              | 10000 - 20000                   | 3000 - 4200                          | 80 – 85                                    | Si, pero muy claro                              | Ninguno  |
| <b>Sodio alta presión</b>         | 90 - 105                           | 24000                           | 1900 – 2100                          | 88 – 92                                    | No  | Ninguno  |
| <b>Sodio baja presión</b>         | 100 – 160                          | 16000                           | 1800                                 | 100  | No  | Ninguno  |
| <b>Vapor de mercurio</b>          | 35 – 55                            | 24000                           | 4000 – 5900                          | 60 – 65                                    | No  | Ninguno  |
| <b>LED</b>                        | Varía de acuerdo al color          | 100000                          | Varía de acuerdo al color            | 0  | Con fuente variable                             | La depreciación del flujo luminoso aumenta debido a las altas o bajas temperaturas.              |
| <b>Halógena</b>                   | 18 – 22                            | 2000 – 4000                     | 2800 – 3100                          | 0  |   | Ninguno  |
| <b>Incandescente</b>              | 15 – 18                            | 1000                            | 2700 - 3000                          | 0  |   | Ninguno  |

*Nota.* Información tomada de: Covarrubias, 2019.

### 2.3.7. Lámparas Incandescentes

Las lámparas incandescentes calientan un filamento de tungsteno para emitir luz visible. Son ineficientes, ya que solo convierten el 15% de la energía en luz, y el resto se pierde como calor y radiación no visible. (Enciclopedia de Normas Eléctricas, 2022).

#### Figura 3

*Intensidad luminosa.*



*Nota.* Información tomada de: Citcea.upc.edu

### 2.3.8. Lámparas Halógenas

Las lámparas halógenas funcionan como las incandescentes, pero usan gases halógenos para evitar el ennegrecimiento del filamento y extender su vida útil. Son más luminosas, con una amplia temperatura de color y baja depreciación de luz. (Enciclopedia de Normas Eléctricas, 2022).

**Figura 4**

*Luz halógena.*



*Nota.* Información tomada de: [researchgate.net](https://www.researchgate.net)

**2.3.9. Lámparas LED**

Las lámparas LED convierten la corriente eléctrica en luz mediante diodos emisores de luz. Son más eficientes que las lámparas con filamento, económicas, energéticamente eficientes, duraderas y disponibles en varios colores.

**Figura 5**

*Papel led*



*Nota.* Información tomada de [researchgate.net](https://www.researchgate.net)

### 2.3.10. Características de las lámparas LED

- Eficiencia Energética: Bajo costo y ahorro energético.
- Durabilidad: Larga vida útil con materiales resistentes.
- Variedad de Colores: Disponibles en muchos colores, seguras y no contaminantes.
- Calidad y Duración: Alta durabilidad, ideales para proyectos de iluminación a largo plazo.

### 2.3.11. Método de cálculo para la iluminación

Para determinar el número de luminarias necesarias para un espacio, es crucial emplear un método de cálculo adecuado. Antes de establecer cualquier valor, se debe considerar el área del lugar donde se instalarán las luminarias, así como evaluar si ya existe alguna iluminación instalada. Esto permite realizar un rediseño preciso, asegurando que el nivel de iluminancia sea adecuado y eficiente. Con este enfoque, se obtiene un cálculo exacto del número de luminarias necesarias para lograr la iluminación deseada en el espacio. (Castilla et al., 2017).

#### Índice del local

$$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)} \text{ Ecuación 1}$$

- a = ancho
- b = largo
- h = altura

### Cálculo del flujo luminoso total necesario.

$$\Phi_T = \frac{E_m \cdot S}{C_u \cdot C_m} \text{ Ecuación 2}$$

- $E_m$  = nivel de iluminación medio (en LUX)
- $\Phi_T$  = flujo luminoso que un determinado local o zona necesita (en LÚMENES)
- $S$  = superficie a iluminar (en m<sup>2</sup>).
- $C_u$  = Coeficiente de utilización.
- $C_m$  = Coeficiente de mantenimiento.

### Cálculo del número de luminarias.

$$NL = \frac{\Phi_T}{n \cdot \Phi_L} \text{ Ecuación 3}$$

- $NL$  = número de luminarias
- $\Phi_T$  = flujo luminoso total necesario en la zona o local
- $\Phi_L$  = flujo luminoso de una lámpara (se toma del catálogo)
- $n$  = número de lámparas que tiene la luminaria

### Evaluación y comprobación del nivel de iluminancia

$$E_m = \frac{NL \cdot n \cdot \Phi_L \cdot C_u \cdot C_m}{S} \geq E_{tablas} \text{ Ecuación 4}$$

## 2.4. Conductores eléctricos

Los conductores eléctricos son materiales que facilitan el flujo de corriente eléctrica con baja resistencia, gracias a su estructura atómica y la disponibilidad de electrones libres. Son esenciales en diversas aplicaciones, desde la transmisión de energía hasta el funcionamiento de dispositivos electrónicos.

### 2.4.1. Propiedades de los Conductores Eléctricos

- **Alta Conductividad Eléctrica:** Permiten el paso de la corriente con poca resistencia. Ejemplos: cobre y aluminio.
- **Baja Resistividad:** Ofrecen poca resistencia al paso de la corriente, lo que los hace mejores conductores.
- **Maleabilidad y Ductilidad:** Pueden ser moldeados y estirados en hilos, facilitando su uso en cables y componentes.
- **Durabilidad:** Resisten la corrosión y son duraderos, ideales para aplicaciones en ambientes hostiles.

### 2.4.2. Materiales Comunes Utilizados como Conductores Eléctricos

- **Cobre (Cu):** Popular por su excelente conductividad, maleabilidad y resistencia a la corrosión. Se usa en cables eléctricos y circuitos impresos.
- **Aluminio (Al):** Menos conductivo que el cobre, pero más ligero y económico. Ideal para líneas de alta tensión.
- **Oro (Au):** Conductividad ligeramente inferior al cobre, pero muy resistente a la corrosión. Usado en contactos eléctricos.

- **Plata (Ag):** El mejor conductor eléctrico, pero costoso. Usado en aplicaciones especializadas.

Para calcular los conductores eléctricos, es esencial considerar tres factores clave: la temperatura del conductor, la intensidad de la corriente y la generación de calor. El efecto Joule, que resulta del paso de corriente a través de un conductor, causa un aumento en la temperatura de dicho conductor.

La fórmula utilizada en el cálculo de conductores eléctricos se deriva de la ley de Ohm y se expresa:

$$I = P/V \text{ Ecuación 5}$$

- I = Representa la corriente eléctrica
- P = Potencia
- V = Tensión aplicada.

También es necesario calcular la caída de voltaje del conductor utilizando la siguiente fórmula:

$$AU = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos\phi}{K \cdot S} \text{ Ecuación 6}$$

Donde:

- AU= Caída de voltaje
- L = Longitud del conductor en kilómetros esto en base a K
- Cos= Factor de potencia

- $K$ = es la resistividad del conductor en ohmios por kilómetro de acuerdo al fabricante del conductor.
- $S$ = Sección del conductor.

## **2.5. Protecciones eléctricas**

La normativa NEC establece estándares para la instalación y mantenimiento de sistemas eléctricos, asegurando seguridad, eficiencia y confiabilidad. Las protecciones eléctricas incluidas en la NEC son esenciales para proteger tanto a las personas como a los equipos de los peligros eléctricos.

### **2.5.1 Tipos de Protecciones Eléctricas**

#### **Interruptor Termomagnético (MCB)**

Este dispositivo está ubicado en la salida de cada circuito del cuadro de distribución y tiene la función de interrumpir de inmediato la corriente en caso de cortocircuito o sobrecarga. De este modo, se previene el sobrecalentamiento y el riesgo de incendio. Una vez solucionada la falla, el sistema puede restablecerse manualmente mediante un interruptor.

#### **Dispositivo de Protección Contra Sobretensiones (SPD)**

El SPD, instalado en el cuadro de distribución, protege los equipos eléctricos limitando las sobretensiones causadas por fenómenos atmosféricos. Redirige una parte significativa de la energía generada por rayos a tierra, reduciendo las sobretensiones en los terminales de los equipos. Es obligatorio en zonas con alta frecuencia de rayos y en edificios con pararrayos o alimentados por redes aéreas.

### **Interruptor Diferencial (RCCB)**

Instalado antes de los circuitos eléctricos en el cuadro de distribución, el RCCB detecta fugas de corriente causadas por fallos de aislamiento y previene el riesgo de electrocución al cortar inmediatamente la alimentación del circuito afectado. Puede ser rearmado manualmente una vez solucionada la falla.

### **Interruptor de Corriente Residual (RCBO)**

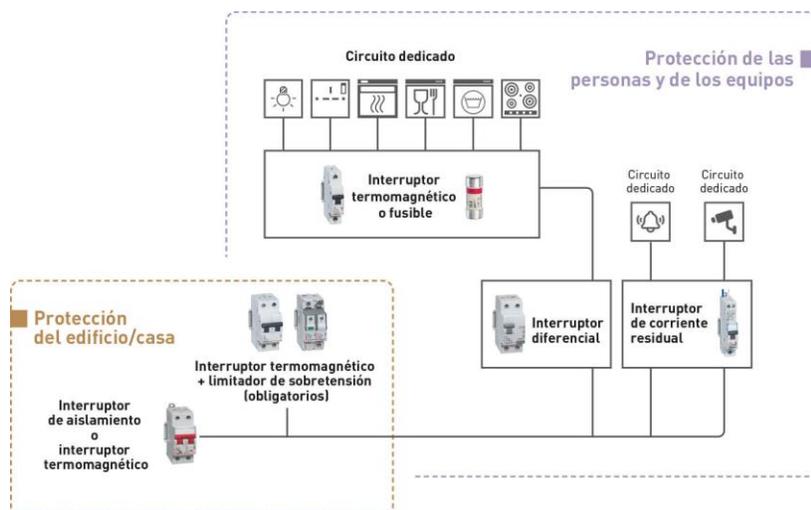
Este dispositivo, ubicado en la salida de los circuitos eléctricos del cuadro de distribución, combina las funciones del RCCB y el MCB, proporcionando protección contra fugas de corriente, cortocircuitos y sobrecargas. Su ventaja es que interrumpe solo el circuito con defecto de corriente residual, permitiendo que otros circuitos continúen funcionando sin interrupción.

### **Interruptores de Circuito por Falla a Tierra**

- Función: Detectan diferencias de corriente entre los conductores de fase y neutro, desconectando el circuito en caso de una fuga de corriente a tierra.
- Normativa NEC: Requeridos en áreas con alto riesgo de choque eléctrico, como baños, cocinas, áreas exteriores y sótanos.

### **Interruptores de Circuito por Arco Eléctrico (AFCI)**

- Función: Detectan arcos eléctricos peligrosos y desconectan el circuito para prevenir incendios.
- Normativa NEC: Obligatorios en áreas residenciales como dormitorios y salas de estar.

**Figura 6***Protecciones eléctricas*

*Nota.* Información tomada de: [bticino.com](http://bticino.com)

### 2.5.2. Consideraciones para la Instalación

- Deben elegirse según las características del circuito y la carga, considerando la capacidad de corriente y la tensión.
- Deben cumplir con las especificaciones de la NEC para garantizar acceso adecuado para inspección y mantenimiento.
- Todos los dispositivos deben estar claramente etiquetados con su capacidad nominal y tipo de protección. La documentación es crucial para el mantenimiento y resolución de problemas.
- Es obligatorio realizar pruebas periódicas y mantenimiento regular para asegurar el correcto funcionamiento de los sistemas de protección.

### 2.5.3. Aplicaciones Específicas

- Los interruptores automáticos y fusibles deben cumplir con las especificaciones de capacidad y tipo de circuito.
- Las protecciones en estos entornos son más estrictas debido a las mayores cargas y la complejidad de los sistemas. Se utilizan interruptores automáticos de alta capacidad y sistemas de protección redundantes.
- La NEC tiene requisitos adicionales para áreas con riesgos específicos, como instalaciones médicas, entornos húmedos o mojados, y áreas peligrosas por la presencia de materiales inflamables o explosivos.

## 2.6. Puesta a Tierra según la Normativa NEC

Los objetivos principales son proteger contra descargas eléctricas, minimizar daños a equipos y asegurar la estabilidad del sistema eléctrico.

### 2.6.1. Componentes Principales

- **Electrodo de Tierra:** Conductor enterrado, como una varilla de cobre, que debe tener una conexión efectiva con el suelo.
- **Conductor de Puesta a Tierra:** Para un sistema de 100 amperios, un conductor de puesta a tierra de cobre de calibre 8 AWG podría ser adecuado, mientras que, para un sistema de 200 amperios, se podría requerir un conductor de cobre de calibre 6 AWG.
- **Barra de Unión:** Barra de metal en el panel de servicio donde se conectan los conductores de puesta a tierra.

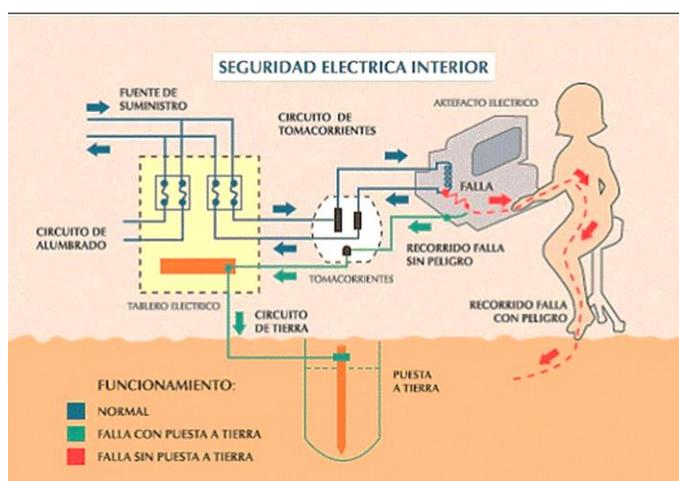
- **Conductor de Unión:** Conductor que conecta partes metálicas no conductoras para asegurar continuidad eléctrica.

### 2.6.2. Requisitos Específicos

- Debe ser 25 ohmios o menos para un solo electrodo.
- Deben ser duraderos y mantener la integridad eléctrica.
- Cumplir con la NEC es esencial para la seguridad y eficiencia de los sistemas eléctricos, asegurando la protección de personas y equipos.

**Figura 7**

*Seguridad puesta a tierra*



*Nota.* Información tomada de: [globalelectricsolar.com.pe](http://globalelectricsolar.com.pe)

## **2.7. Normas utilizadas para el diseño del sistema de iluminación**

En Ecuador, las normativas que rigen el sector residencial son emitidas por la Agencia de Regulación y Control de Electricidad (ARCONEL), el Código Eléctrico Nacional (NEC) y el Código Integral de la Construcción (CEC). Estas regulaciones son esenciales para asegurar la seguridad y el cumplimiento técnico de los sistemas de iluminación en proyectos específicos, abarcando aspectos como la potencia eléctrica, la calidad de la luz, la eficiencia energética y la caída de voltaje. Además, el NEC asegura la eficiencia energética y seguridad en construcciones, especificando requisitos como la ubicación de interruptores y la instalación segura de luminarias sin obstruir salidas de emergencia. El Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) también regula normas específicas para el sector industrial, como las relacionadas con requisitos generales, seguridad, métodos de medición y eficiencia energética de sistemas de iluminación.

El INEN de Ecuador regula las normas de calidad y normalización en el país, incluyendo especificaciones clave para sistemas de iluminación, como requisitos generales, seguridad, métodos de medición (NTE INEN 2384, 2385, 2386, 2387). Además, los niveles de iluminancia media están definidos por la Norma Europea UNE-EN 12464-1:2003 para lugares de trabajo en interiores. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2021).

## CAPITULO III

### 3. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

#### 3.1. Levantamiento de información de la Unidad Educativa

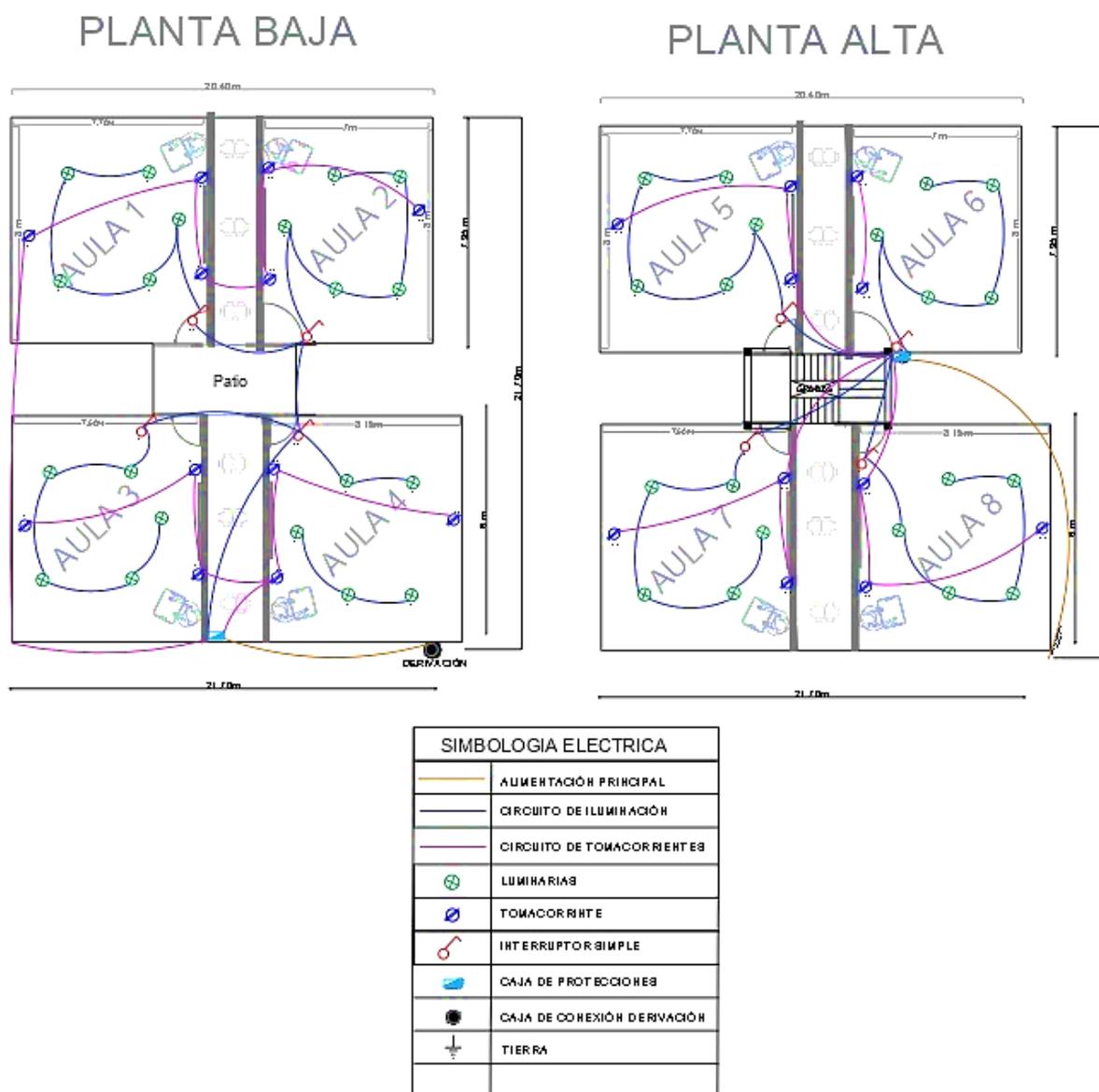
Actualmente la Unidad Educativa Fiscal Conocoto en el bloque número 3 de la institución el cual está conformado de 4 aulas en la planta baja y 4 aulas en la planta alta, dando un total de 8 aulas, las mismas cuentan con un sistema de iluminación, esto es lo que se puede encontrar en el diseño actual de la institución, el cual fue implementado desde su proceso de construcción, los datos que se logró obtener se los realizo mediante el levantamiento de información en el bloque #3 partiendo desde la planta baja.

Para obtener lo resultados fue necesario identificar todo el sistema eléctrico, iniciando desde la revisión los tableros observando los circuitos que contiene el sistema, revisamos la canalización de los conductores eléctrico, observamos el estado de las conexiones en tomacorrientes y lámparas, con la información que se obtuvo en la inspección logramos determinar los siguientes resultados. La Unidad Educativa Fiscal Conocoto bloque #3 cuenta con una estructura echa en bloque y cemento donde la canalización del sistema eléctrico de fuerza y de iluminación se encuentran realizadas con manguera PVC que está dentro de la estructura de bloque y cemento, las luminarias se encuentran sujetas a cajetines incrustados en el techo al igual que los tomacorrientes se encuentran sujetos por cajetines incrustados en las paredes

Una vez realizado el seguimiento y levantamiento de toda la información de tableros, circuitos, canalizaciones, ubicación de puntos de iluminación y tomacorrientes, se logra definir que el plano eléctrico se encuentra constituido como indica la figura 8

**Figura 8**

*Plano del sistema de iluminación del bloque #3.*



*Nota.* Fuente propia de autores

Con esta información realizamos el levantamiento de mediciones de voltajes y carga en las siguientes tablas 2, 3:

Tabla 2

## Voltaje de alimentacion tablero A

| <b>TABLERO DE DISTRIBUCIÓN A (AULA 1,2,3,4)</b><br><b>VOLTAJE DE ALIMENTACIÓN: 207.8 V – 119.5 V</b>   |   |   |                  |   |
|--|---|---|------------------|---|
|    |   |   |                  |   |
| <b>Calibre del conductor de alimentación: #8</b>   |   |   |                  |   |
| En este tablero se encuentra con carga un solo circuito con 2 luminarias en funcionamiento, el resto de circuitos y aulas se encuentran sin iluminación completamente ya que se encuentran todas quemadas, el tablero alimenta solamente la planta baja. |   |   |                  |   |
| <b>CIRCUITOS</b>   | <b>COMPONENTES</b>                          | <b>CALIBRE DEL CONDUCTOR Y PROTECCIÓN</b> | <b>DISTANCIA</b> | <b>MEDICION</b>   |
| <b>1.- Circuito de iluminación y fuerza AULA 1</b><br><b>POTENCIA 18 W</b>   | 2 focos de 9 W y 2 tomacorrientes sin carga | Calibre #12<br>Protección 20 A            | 10 m             | <br>CARGA:0. 4 A |
| <b>2.- Circuito de iluminación y fuerza AULA 2</b>   | 1 tomacorriente sin carga                   | Calibre #12<br>Protección 20 A            | 12 m             | En este caso la iluminación se encuentra dañada por lo que la medición entregada es de 0 A.           |
| <b>3.- Circuito de iluminación y fuerza AULA3</b>  | 2 tomacorrientes sin carga                  | Calibre #12<br>Protección 20 A            | 16 m             | En este caso la iluminación se encuentra dañada por lo que la medición entregada es de 0 A.           |
| <b>4.- Circuito de iluminación y fuerza AULA 4</b>   | 1 tomacorriente sin carga                   | Calibre #12<br>Protección 20 A            | 17 m             | En este caso la iluminación se encuentra dañada por lo que la medición entregada es de 0 A.           |
| <b>5.- Circuito de iluminación PASILLOS</b>  | Iluminación de pasillos                     | Calibre #12<br>Protección 20 A            | 9 m              | En este caso la iluminación se encuentra dañada por lo que la medición entregada es de 0 A.           |

Tabla 3

*Voltaje de alimentación tablero B.*

| <b>TABLERO DE DISTRIBUCIÓN B</b><br><b>VOLTAJE DE ALIMENTACIÓN: 206.1 V – 118 V</b>   |   |                                    |           |   |
|---|---|------------------------------------|-----------|---|
|   |   |                                    |           |   |
| <b>Calibre del conductor de alimentación: #8</b><br>Tablero ubicado en la planta alta donde se encuentran únicamente dos circuitos con carga. |   |                                    |           |   |
| CIRCUITOS   | COMPONENTES                                     | CALIBRE DEL CONDUCTOR Y PROTECCIÓN | DISTANCIA | MEDICION  |
| <b>1.- Circuito de iluminación y fuerza</b><br><b>POTENCIA 75 W</b><br><b>AULA 5</b>  | 5 lámparas de 15 W y 1 tomacorrientes sin carga | Calibre #12<br>Protección 20 A     | 8 m       | <br>CARGA: 0.6 A |
| <b>2.- Circuito de iluminación y fuerza</b><br><b>POTENCIA 90 W</b><br><b>AULA 6</b>  | 6 lámparas de 15 W y 1 tomacorriente sin carga  | Calibre #12<br>Protección 20 A     | 15 m      | <br>CARGA: 0.7 A |
| <b>3.- Circuito de iluminación y fuerza</b><br><b>AULA 7</b>  | 1 tomacorrientes sin carga                      | Calibre #12<br>Protección 20 A     | 11 m      | En este caso la iluminación se encuentra dañada por lo que la medición entregada es de 0 A.           |
| <b>4.- Circuito de iluminación y fuerza</b><br><b>AULA 8</b>  | 1 tomacorriente sin carga                       | Calibre #12<br>Protección 20 A     | 17 m      | En este caso la iluminación se encuentra dañada por lo que la medición entregada es de 0 A.           |

### 3.1.2. Levantamiento del nivel de iluminación (mediciones con el luxómetro)

Con la ayuda de un luxómetro logramos obtener la cantidad de luxes que emiten estas luminarias, las mediciones son tomadas desde diferentes puntos de las aulas, dándonos como resultado lo que nos indica la tabla 4:

**Tabla 4**

*Mediciones Luxómetro.*

*Nota.* Fuente propia de autores

| AREA  | MEDICIÓN   |
|---|--|
| <b>AULA 1</b><br>31 luxes<br>2 focos de 9 W marcan Sylvania         |   |
| <b>AULA 5</b><br>114 luxes<br>5 lámparas de 15W marca Sylvania tubo |  |
| <b>AULA 6</b><br>117 luxes<br>6 lámparas de 15W marca Sylvania tubo |  |
| <b>AULA 2, 3, 4, 7,8</b>  | Estas aulas no cuentan con luminarias  |

### 3.3. Diseño de Iluminación propuesto para las aulas

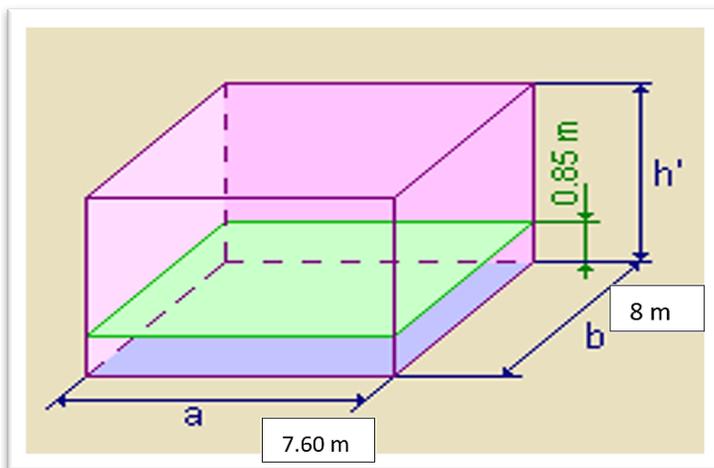
#### 3.3.1. Cálculo del sistema de iluminación utilizando el método de lúmenes

Mediante un análisis realizado en el local intervenido, utilizando el método de lúmenes para calcular el flujo luminoso, se han obtenido los datos necesarios para determinar cada uno de los parámetros que se detallan a continuación.

En general, se considera que el espacio intervenido debe contar con una altura óptima desde el piso hasta el área de trabajo, la cual debe ser de 0.85 m, para garantizar la precisión de este cálculo. (citcea 2019. P. 25)

#### Figura 9

*Dimensiones calculo Luminoso*



*Nota.* Información tomada de: [citcea.upc.edu](http://citcea.upc.edu)

a= Ancho del área

b= Largo del área

h'= Altura área de trabajo

### 3.3.2. Determinación del nivel de iluminancia ( $E_m$ )

El valor está directamente relacionado con el tipo de trabajo que se lleva a cabo en este local. El cálculo se ha realizado para el bloque #3 de la Unidad Educativa, donde se desarrollan actividades de formación académica, tomando como referencia la Norma Europea UNE 12464.1 sobre iluminación en áreas de trabajo. Según esta normativa, se requiere un nivel de 300 luxes en edificios educativos, específicamente en las áreas destinadas a las aulas de tutoría. (NEC Norma Ecuatoriana Instalaciones Electricas, 2018)

**Tabla 5**

*Iluminación en edificios educativos (UNE-EN 12464- 1:2021)*

| 6.2 Edificios educativos |  |                    |                  |                |  |
|--------------------------|--|--------------------|------------------|----------------|--|
| Nº ref.                  | Tipo de interior, tarea y actividad                | $\bar{E}_m$<br>lux | UGR <sub>l</sub> | R <sub>a</sub> | Observaciones                          |
| 6.2.1                    | Aulas, aulas de tutoría                            | 300                | 19               | 80             | La iluminación debería ser controlable |
| 6.2.2                    | Aulas para clases nocturnas y educación de adultos | 500                | 19               | 80             | La iluminación debería ser controlable |

*Nota.* Información tomada de UNE-EN 12464-1:2003 (wordpress.com)

### 3.3.3. Determinación de la altura para instalar las luminarias

Por lo general la altura de la instalación de las luminarias se la realiza en lo más alto sea posible del techo, esto siempre y cuando los locales tengan una altura normal el cual se basa en aulas, viviendas, oficinas, etc.

En donde:

$h'$  = altura del plano del trabajo

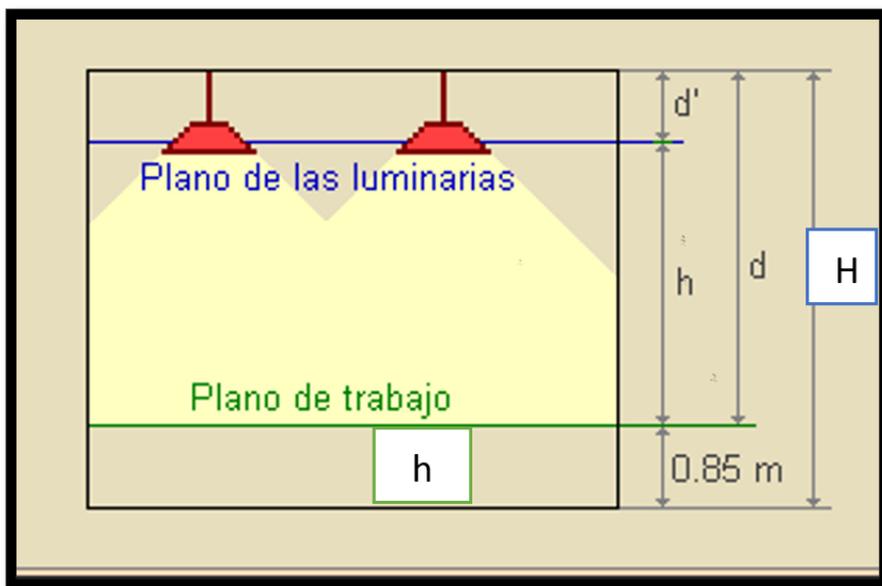
$h$  = se considera a la altura entre el plano de trabajo y las luminarias

$H$  = altura del local

$d$  = altura entre el plano de trabajo y empotrado de luminarias

### Figura 10

*Altura de la local implementación.*



*Nota.* Información tomada de Cálculos en iluminación de interiores (upc.edu)

Para obtener el valor de  $h$  se debe realizar una resta entre la altura total del local ( $H$ ) menos la altura del área de trabajo ( $0.85$ ).

$$h = 2.78 - 0.85 = 1.93$$

### 3.3.4. Índice del local (k)

Para realizar el cálculo del índice del local para indicar que el sistema de iluminación se lo realizara de manera directa en el área de trabajo, aplicaremos la siguiente fórmula donde:

a = ancho; b = largo; h = altura

$$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)} \quad (ec \ 1)$$

Los valores son sustituidos acorde las mediciones de las aulas tomadas anteriormente en el plano anterior basándonos en el aula 1 del bloque #3

$$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)} = \frac{7.60 \times 8}{1.93 \times (7.60 + 8)} = 2.01$$

### 3.3.5. Cálculo de los coeficientes de reflexión

Es necesario considerar los coeficientes de reflexión del tipo de material, color y acabados que se encuentran en las superficies es decir en techos, paredes y suelo donde se verá reflejado la luz que las iluminarias emitirán, para esto se determina los valores que nos indican la tabla 6.

**Tabla 6***Coefficientes de reflexión*

|         | Color              | Factor de reflexión ( $\rho$ ) |
|---------|--------------------|--------------------------------|
| Techo   | Blanco o muy claro | 0.7                            |
|         | claro              | 0.5                            |
|         | medio              | 0.3                            |
| Paredes | claro              | 0.5                            |
|         | medio              | 0.3                            |
|         | oscuro             | 0.1                            |
| Suelo   | claro              | 0.3                            |
|         | oscuro             | 0.1                            |

*Nota.* Información tomada de Cálculos en iluminación de interiores (upc.edu)

De esta manera se determina lo siguiente:

Techo (claro) = 0.5

Paredes (crema medio) = 0.3

Piso (marrón claro) = 0.3

### 3.3.6. Cálculo de coeficiente de utilización

El coeficiente de utilización se encarga de relacionar el nivel de lúmenes que proporciona y emite una luminaria que se encargue de que lleguen de manera efectiva al plano donde se realiza el trabajo, las empresas fabricante y las distribuidoras son las encargadas de entregar esta información que se denominan tablas del factor de utilización, para esto se debe conocer puntos importantes de cálculo para el diseño como indica la tabla 7.

Tabla 7

Resultado del coeficiente de utilización.

| Coefficients of Utilization<br>Zonal Cavity Method |  |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |
|--|--|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|---|---|
| plc  |  | 0.20 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |
| poo  |  | .8   |     |     | .7  |     |     | .5  |     |     | .3  |     |     | .0  |     |     | 0   |     |     |   |   |   |
| pw   |  | 0    | 7   | 5   | 3   | 0   | 7   | 5   | 3   | 0   | 5   | 3   | 0   | 5   | 3   | 0   | 5   | 3   | 0   | 0 | 0 | 0 |
| 0  |  | 119  | 119 | 119 | 119 | 116 | 116 | 116 | 116 | 111 | 111 | 111 | 106 | 106 | 106 | 102 | 102 | 102 | 100 |   |   |   |
| 1  |  | 111  | 108 | 104 | 101 | 109 | 105 | 102 | 100 | 101 | 99  | 97  | 97  | 95  | 94  | 94  | 92  | 91  | 89  |   |   |   |
| 2  |  | 104  | 97  | 92  | 8   | 101 | 95  | 91  | 86  | 92  | 88  | 84  | 89  | 86  | 83  | 86  | 83  | 81  | 79  |   |   |   |
| 3  |  | 97   | 88  | 82  | 77  | 94  | 87  | 81  | 76  | 84  | 79  | 75  | 81  | 77  | 73  | 79  | 75  | 72  | 70  |   |   |   |
| 4  |  | 90   | 81  | 74  | 68  | 88  | 79  | 73  | 68  | 77  | 71  | 67  | 75  | 70  | 66  | 73  | 69  | 65  | 63  |   |   |   |
| 5  |  | 85   | 74  | 67  | 61  | 83  | 73  | 66  | 61  | 71  | 65  | 60  | 69  | 64  | 60  | 68  | 63  | 59  | 57  |   |   |   |
| 6  |  | 79   | 68  | 61  | 56  | 78  | 67  | 60  | 55  | 66  | 60  | 55  | 64  | 59  | 55  | 63  | 58  | 54  | 52  |   |   |   |
| 7  |  | 75   | 63  | 56  | 51  | 73  | 63  | 56  | 51  | 61  | 55  | 50  | 60  | 54  | 50  | 59  | 54  | 50  | 48  |   |   |   |
| 8  |  | 70   | 59  | 52  | 47  | 69  | 58  | 52  | 47  | 57  | 51  | 47  | 56  | 50  | 46  | 55  | 50  | 46  | 44  |   |   |   |
| 9  |  | 67   | 55  | 48  | 43  | 65  | 55  | 48  | 43  | 54  | 47  | 43  | 53  | 47  | 43  | 52  | 47  | 43  | 41  |   |   |   |
| 10   |  | 63   | 52  | 45  | 40  | 62  | 51  | 45  | 40  | 50  | 44  | 40  | 50  | 44  | 40  | 49  | 44  | 40  | 38  |   |   |   |

Nota. Información tomada de Cuaderno Técnico R&D (sylvania.com.ec)

De acuerdo a los resultados que ofrece la tabla se puede interpretar que el coeficiente de utilización ( $C_u$ ) es de 79, determinamos el valor en porcentaje donde el valor es igual a 0.79.

### 3.3.7. Determinación del coeficiente de mantenimiento ( $C_m$ ) o conservación de la instalación.

Esto coeficiente depende de la cantidad de acumulación de suciedad que se encuentre en el ambiente y de la frecuencia que se realice limpieza en el lugar (local), en este caso al ser aulas

de una Unidad Educativa la frecuencia de la limpieza a realizar debe ser diaria, es por eso que el factor de mantenimiento limpio es del 0.8

### Coefficientes de mantenimiento

**Tabla 8**

*Coefficiente de mantenimiento.*

| Ambiente | Factor de mantenimiento ( $f_m$ ) |
|----------|-----------------------------------|
| Limpio   | 0.8                               |
| Sucio    | 0.6                               |

*Nota.* Información tomada de Cálculos en iluminación de interiores (upc.edu)

Con este valor encontrado se puede calcular la cantidad del flujo luminoso total y necesario para el local donde se realizará el diseño de iluminación.

Para esto utilizaremos la siguiente ecuación:

$$\Phi_T = \frac{E_m \cdot S}{C_u \cdot C_m} \text{ (ec 2)}$$

Se reemplaza por valor obtenidos anteriormente:

$$\Phi_T = \frac{300 \times 7.60 \times 8}{0.79 \times 0.8} = \frac{18240}{0.704} = 28860,75 \text{ lúmenes}$$

### 3.3.8 Cálculo del número de luminarias para determinar el nivel de iluminación solicitado

Con la siguiente formula se realiza el cálculo correspondiente para determinar la cantidad de luminarias que justifique el valor de lúmenes solicitados, para esto reemplazamos valores ya antes encontrados.

$$NL = \frac{\Phi_T}{n \cdot \Phi_L} \text{ (ec 3)}$$

$$NL = \frac{\Phi_T}{n \cdot \Phi_L} = \frac{28860.75}{2 \times 2000} = 7.21$$

Para este caso hay que colocar un total de  $7.21 = 8$  luminarias de este tipo con las características ya antes indicadas para el cumplimiento de lúmenes requeridos.

### 3.3.9 Comprobación del nivel de iluminancia

Para la verificación los resultados anteriores se deben tomar en cuenta la siguiente ecuación, la misma que nos permitirá comprobar el nivel de iluminancia en el local, donde se establecerá si los resultados son superiores o iguales al nivel que se necesita.

$$E_m = \frac{NL \cdot n \cdot \Phi_L \cdot C_u \cdot C_m}{S} \geq E_{tablas} \text{ (ec 4)}$$

$$E_m = \frac{7 \cdot 4000 \cdot 0.88 \cdot 0.8}{7.60 \times 8} = 324.21 \text{ Luxes}$$

Se determina que el valor cumple ya que los 300 luxes es un valor medio de luminosidad que se debe cumplir tomando en cuenta que el valor máximo es de 500 y mínimo de 200 luxes.

### **3.4. Diseño del sistema de iluminación en DIALux**

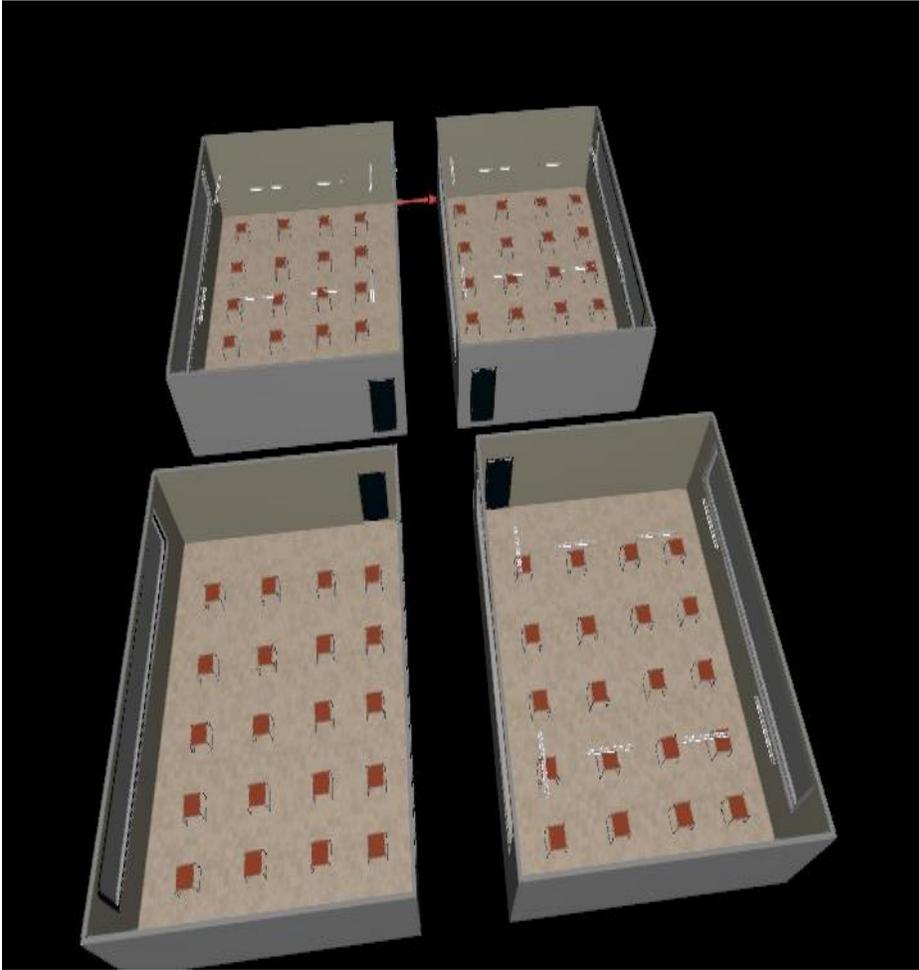
En el software DIALux es una herramienta que permite el desarrollo de un diseño de iluminación eficiente basándonos principalmente en los planos actuales de mediciones de la estructura civil de cada aula existente en el bloque #3 donde incluyen las diferentes características de paredes, techos, pisos y ventanas. (color, altura, dimensiones)

Con estas características se empieza a ensamblar el diseño de DIALux utilizando el plano creado en el software AUTO-CAD ya que contaba con las mediciones del bloque, con esto se empieza a crear por aula el diseño semejante al diseño real, que consta todas las aulas del mismo color al igual que el techo, piso y demás características de este bloque es por eso que en el software Dialux se configura según la siguiente tabla 9.

**Tabla 9**

*Diseño de edificación elaborado en Dialux.*

*Nota.* Fuente propia de autores.

| <b>DISEÑO EDIFICACIÓN DIALUX</b> |  |   |
|----------------------------------|--|---|
| <b>DISEÑO</b>                    | <b>CARACTERISTICAS</b>                                 | <b>IMAGEN DIALUX</b>  |
| <b>Paredes</b>                   | <p>Altura: 2.78 m</p> <p>Color: crema claro</p>        |  |
| <b>Techo</b>                     | <p>Altura: 2.78</p> <p>Color: blanco</p>               |   |
| <b>Puertas</b>                   | <p>Tamaño: 1m ancho x 2m largo</p> <p>Color: Negro</p> |   |
| <b>Ventanas</b>                  | <p>Tamaño: 5m ancho x 2m largo</p>                     |   |
| <b>Pisos</b>                     | <p>Material cerámico</p> <p>Color: Marrón claro</p>    |   |
| <b>Pupitres</b>                  | <p>Tamaño: 50 cm de largo</p> <p>Color: Lacre</p>      |   |

### 3.4.1. Selección del área de trabajo

Una vez realizado el diseño se selecciona el área 43 de Instituciones de formación (escuelas, preescolares, etc.) basándose en la normativa UNE 12464.1 que indica que el valor de iluminación es de 300 luxes.

**Figura 11**

*Valores de iluminación y uniformidad.*

The screenshot shows the 'Perfil de usuario activo' (Active user profile) configuration in DIALux. The 'Tipo de uso' (Use type) is set to '43 Instituciones de formación - Jardín de infancia, escuela infantil (escuelas preescolares)'. The 'Aplicación' (Application) is '43.1 Salas de juego'. The 'Intensidad lumínica' (Light intensity) section is expanded to show 'Valores de mantenimiento' (Maintenance values). The 'Área de trabajo (Em)' (Working area) is set to 300.0 lx, and the 'Uniformidad (E<sub>min</sub>/E<sub>m</sub>)' (Uniformity) is set to 0.400. Other values include 'Tarea visual modificada (Em, mod)' at 500.0 lx, 'Área circundante (Em)' at 200.0 lx, 'Área de fondo (Em)' at 66.7 lx, 'Cilíndrico (Em, z)' at 100.0 lx, 'Pared (Em, pared)' at 100.0 lx, and 'Techo (Em, techo)' at 75.0 lx. A 'Modificar' button is visible next to the working area value.

| Valores de mantenimiento                        |          |
|---|----------|
| Área de trabajo (Em)                            | 300.0 lx |
| Tarea visual modificada (Em, mod)               | 500.0 lx |
| Área circundante (Em)                           | 200.0 lx |
| Área de fondo (Em)                              | 66.7 lx  |
| Cilíndrico (Em, z)                              | 100.0 lx |
| Pared (Em, pared)                               | 100.0 lx |
| Techo (Em, techo)                               | 75.0 lx  |
| Uniformidad (E <sub>min</sub> /E <sub>m</sub> ) | 0.400    |

*Nota.* Tomada de: DIALuxdiseño de iluminación/

De igual manera se logra observar que el nivel de uniformidad en relación con iluminación artificial según la normativa NTE INEN 2969-1 Primera Edición debe ser:  $U_o > 0.40$

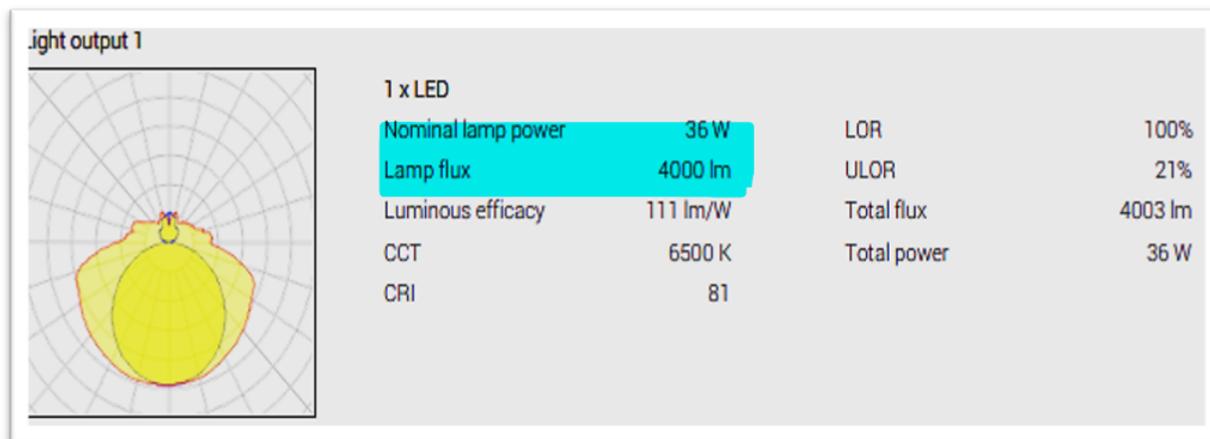
en el área circundante inmediata por lo que este es un requisito indispensable que se debe cumplir en el cálculo en Dialux.

### 3.4.2. Selección de luminarias:

Para elegir el tipo de luminaria que se va a implementar en el proyecto fue necesario analizar cada una de las fichas técnicas de diferentes marcas, modelos, luminosidad, calidad, eficiencia energética, y costo por lo que se llegó a considerar utilizar lámparas Led de la marca Sylvania de 120 cm de largo tipo tubo, ya que presentan un flujo de iluminación de 4000 lúmenes con una potencia de 36 W. En la ficha técnica que muestra la figura 12, se puede observar los datos técnicos de la luminaria seleccionada la cual se carga al software Dialux para el diseño del sistema de iluminación.

#### Figura 12

*Datos técnicos de la luminaria obtenidos.*



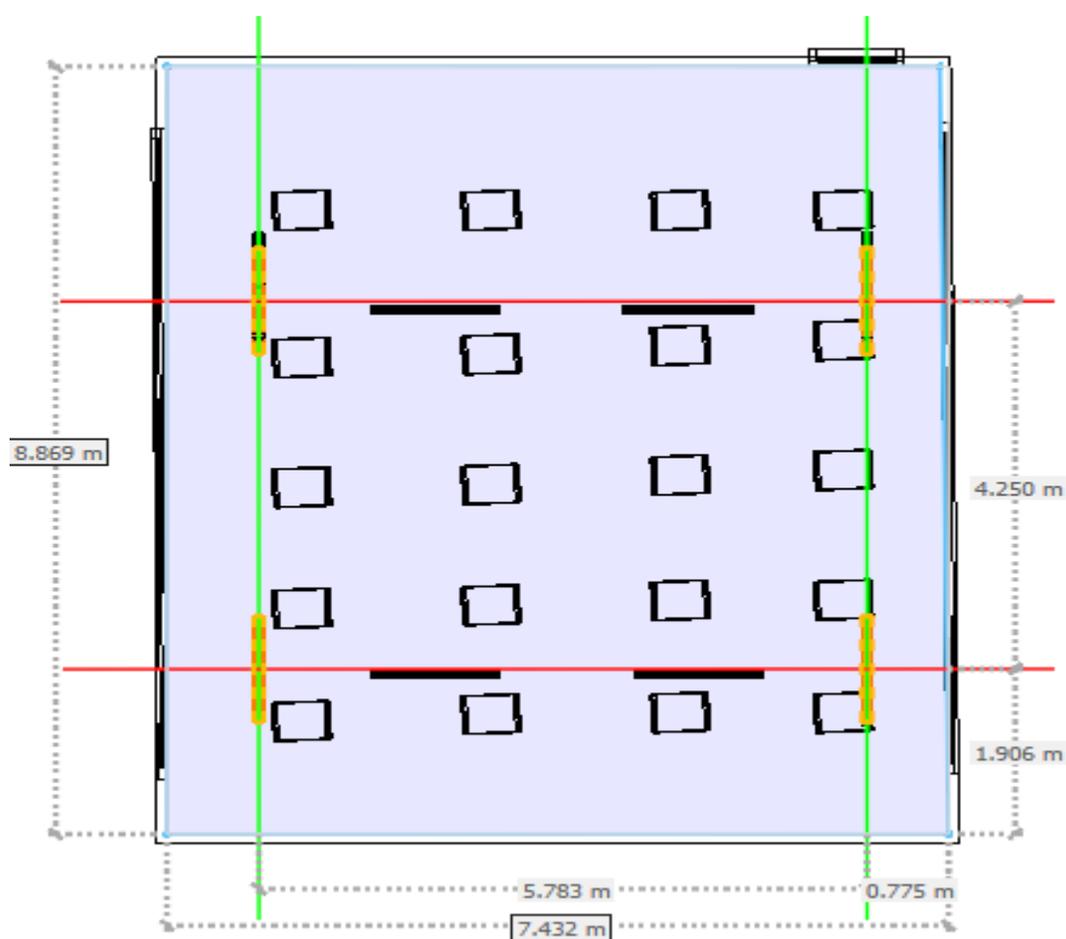
*Nota.* Fuente propia de autores. (DIALuxdiseño de iluminación/)

### 3.4.3. Distribución de luminarias:

Las luminarias se proceden a ser colocadas de forma estratégica observando que cada una de ellas enfoquen su luminosidad en toda el área, donde se realizó varios escenarios llegando así a determinar que se colocaran 8 puntos de iluminación como indica la siguiente figura 13.

**Figura 13**

*Dimensionamiento de luminarias.*



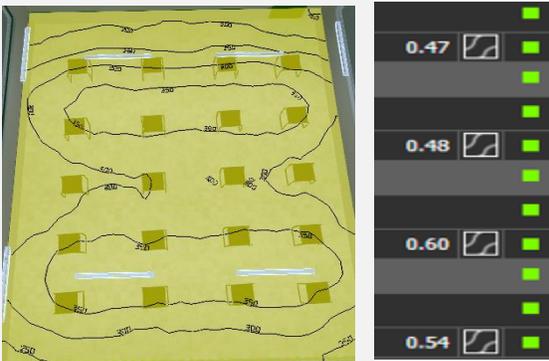
*Nota.* Fuente propia de autores. (DIALuxdiseño de iluminación/)

### 3.4.4. Simulación y resultados del diseño de iluminación

Se realiza la simulación una vez que se cumplieron los pasos anteriores, entregándonos los siguientes resultados en la Tabla 10, 11:

**Tabla 10 y 11**

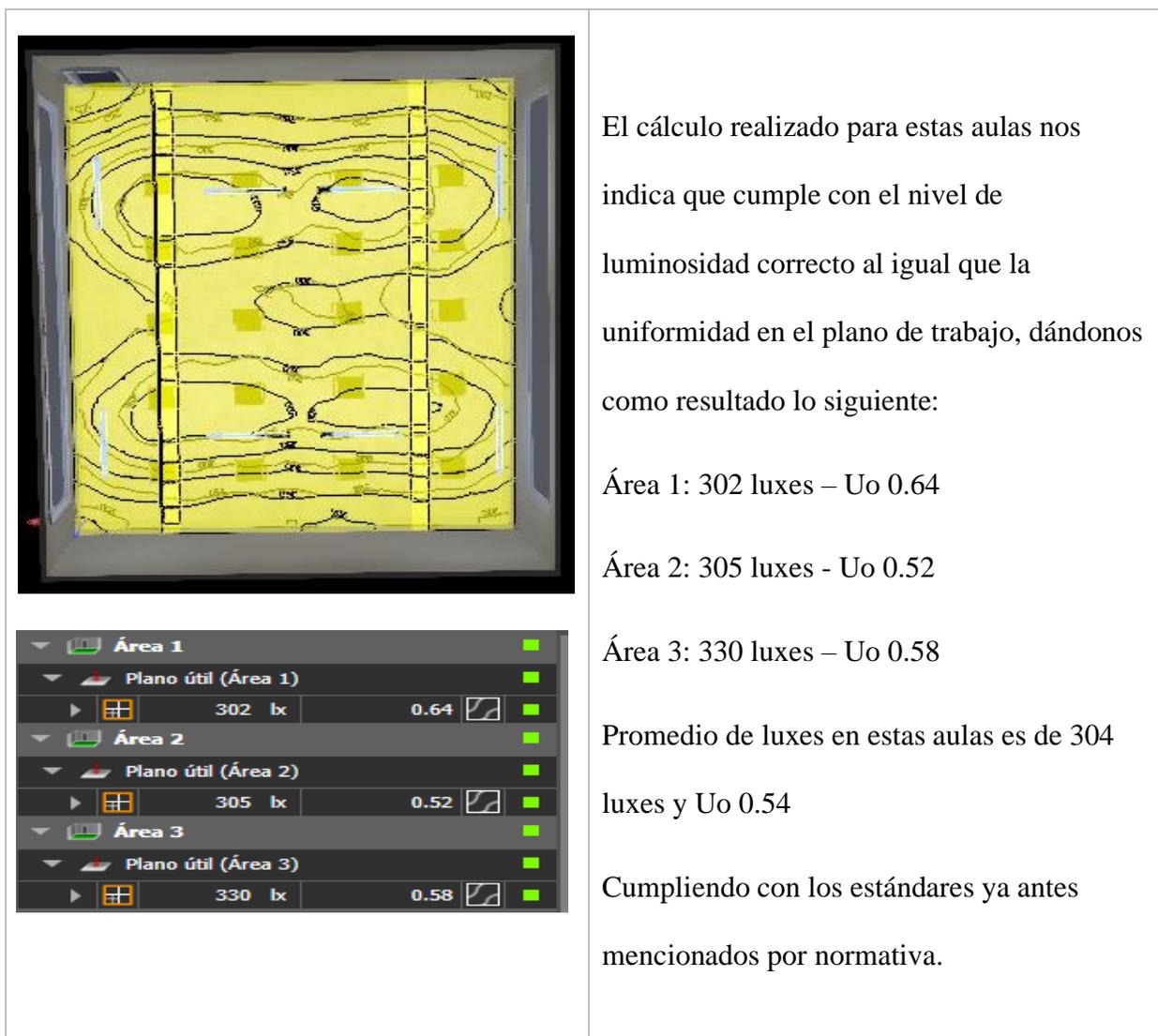
*Resultados del diseño de iluminación*

| RESULTADOS SIMULACIÓN DIALUX  |  |
|---|--|
| RESULTADOS  | DESCRIPCIÓN  |
|   | <p>Tabla de valores que indica que el nivel de iluminación es el adecuado ya que cumple con los 300 luxes que requiere según la normativa UNE 12464.1</p> <p>AULA 1: 301 LUXES<br/> AULA 2: 304 LUXES<br/> AULA 3: 308 LUXES<br/> AULA 8: 304 LUXES</p>  |
|  | <p>Valores que indican que la uniformidad es mayor al 0.4 cumpliendo según la norma NTE INEN 2969-1 Primera Edición y que el flujo luminoso es distribuido de forma equilibrada.</p> <p>AULA 1: <math>U_o</math> - 0.47<br/> AULA 2: <math>U_o</math> - 0.48<br/> AULA 3: <math>U_o</math> - 0.60<br/> AULA 8: <math>U_o</math> - 0.54</p> |

| Consumo de energía y coste   |                            |     |
|------------------------------|----------------------------|-----|
| Demanda máxima de energía:   | 383 kWh/a                  | (i) |
| Demanda de energía estimada: | 230 - 383 kWh/a            | (i) |
| Máximo ahorro de energía:    | 153 kWh/a (40%)            | (i) |
| LENI:                        | 4 - 6 kWh/a/m <sup>2</sup> | (i) |
| Coste:                       | 69 - 115 \$/a              | (i) |
| CO <sub>2</sub> :            | 92 - 154 kg/a              | (i) |

Valores que indican la demanda de energía que consumirán las luminarias al igual que el ahorro de energía que estas luminarias proveen y que sean beneficiosas tanto para el medio ambiente y como para el usuario.

Adicional en el caso de las aulas de la planta alta de la Unidad Educativa presentan 2 columnas que cruzan a lo largo del techo aproximadamente de un grosor de 20 cm. por lo que fue necesario crear isolíneas de separación de tal manera que eviten falta de luminosidad, creando sombras y perturbaciones en el sitio de trabajo, logrando el cálculo correcto y que cumpla con el nivel de iluminación en estas aulas.



El cálculo realizado para estas aulas nos indica que cumple con el nivel de luminosidad correcto al igual que la uniformidad en el plano de trabajo, dándonos como resultado lo siguiente:

Área 1: 302 luxes – Uo 0.64

Área 2: 305 luxes - Uo 0.52

Área 3: 330 luxes – Uo 0.58

Promedio de luxes en estas aulas es de 304 luxes y Uo 0.54

Cumpliendo con los estándares ya antes mencionados por normativa.

### 3.5. Cálculo del calibre de conductor para los circuitos de fuerza e iluminación

Para dimensionar la alimentación de cada circuito, tanto de iluminación como de fuerza, es fundamental determinar el tipo de conductor a utilizar. Para ello, es necesario conocer y especificar el tipo de carga que tendrán dichos circuitos. En este proceso, se aplicaron las fórmulas de cálculo de corriente y sección del conductor, siguiendo las disposiciones de la norma NEC.

Para este cálculo se toma en cuenta los circuitos que están alojados en las diferentes cajas de distribución como, por ejemplo:

|            |           |                      |                |               |
|------------|-----------|----------------------|----------------|---------------|
| CIRCUITO 2 | TABLERO 1 | 8 LUMINARIAS DE 36 W | POTENCIA 288 W | VOLTAJE 120 V |
|------------|-----------|----------------------|----------------|---------------|

En primer lugar, se calcula la corriente utilizando la ecuación 5:

$$P = V \times I$$

$$\text{Despejando la intensidad: } I = \frac{P}{V \times fp} = \frac{288w}{120v \times 0.9} = 2.67 A$$

$$\text{Factor de seguridad del 125 \%} = 3.3 A$$

Una vez que se realiza el cálculo y basándose según la normativa NEC donde indica que para la selección del conductor debemos tener en cuenta el porcentaje de seguridad que es del 125% y que el conductor en sí, debe soportar 15 A en circuitos de iluminación, por lo tanto, el conductor seleccionado es del calibre #14 de sección 2.08mm<sup>2</sup> tanto para fase, neutro del fabricante del conductor Electro cables cumpliendo con lo establecido por la normativa.

Tabla 12

Calibres de sección y amperaje que resiste el conductor Electro cables N<sup>o</sup>14

| CONDUCTOR                                      |  |           | Espesor de Aislamiento (mm) | Diámetro Externo Aprox. (mm) | Peso total Aprox. (kg / km) | *Capacidad de Corriente (A) |
|--|--|-----------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| CALIBRE (AWG o kcmil)                          | Sección Transversal (mm <sup>2</sup> ) | No. Hilos |                             |                              |                             |                             |
| <b>FORMACIÓN SÓLIDO Y CABLEADO CONCÉNTRICO</b> |  |           |                             |                              |                             |                             |
| 14   | 2,08                                   | 1         | 0,76                        | 3,15                         | 26,30                       | 20                          |
| 12   | 3,31                                   | 1         | 0,76                        | 3,57                         | 38,62                       | 25                          |
| 10   | 5,261                                  | 1         | 0,76                        | 4,11                         | 57,72                       | 35                          |
| 8  | 8,37                                   | 1         | 1,14                        | 5,54                         | 95,99                       | 50                          |
| 8  | 8,37                                   | 7         | 1,14                        | 5,98                         | 102,04                      | 50                          |
| 6  | 13,3                                   | 7         | 1,52                        | 7,70                         | 164,86                      | 65                          |
| 4  | 21,15                                  | 7         | 1,52                        | 8,92                         | 246,27                      | 85                          |

Nota. Tomado de Ficha THW (electrocable.com)

El circuito de fuerza se acogerá lo que determina la Normativa NEC acerca del estudio y factor de demanda en el cual menciona que para cada salida de tomacorrientes se debe considerar una carga de 200 W, en el cual por cada uno de los circuitos de fuerza existirá un total de 6 salidas de tomacorrientes.

Así mismo se determinó cada calibre de conductor que se utilizara para cada uno de los circuitos de fuerza, realizando el siguiente cálculo:

Tomando como ejemplo:

|            |           |                 |               |
|------------|-----------|-----------------|---------------|
| CIRCUITO 5 | TABLERO 1 | POTENCIA 1200 W | VOLTAJE 120 V |
|------------|-----------|-----------------|---------------|

$$P = V \times I \text{ (ec 5)}$$

$$\text{Despejando la intensidad: } I = \frac{P}{V \times fp} = \frac{1200w}{120v \times 0.9} = 11.11 \text{ A}$$

$$\text{Factor de seguridad del 125 \%} = 13.89 \text{ A}$$

Una vez que se realiza el cálculo y basándose según la normativa NEC donde indica que para la selección del conductor debemos tener en cuenta el porcentaje de seguridad que es del 125% y que el conductor en si debe soportar 20 A, por lo tanto, el conductor seleccionado es del calibre #12 de sección 4 mm<sup>2</sup> tanto para fase, neutro del fabricante del conductor Electro cables cumpliendo con lo establecido por la normativa.

### Tabla13

*Calibres de sección y amperaje que resiste el conductor Electro cables N°12*

| CONDUCTOR                                      |  |           | Espesor de Aislamiento (mm) | Diámetro Externo Aprox. (mm) | Peso total Aprox. (kg / km) | *Capacidad de Corriente (A) |
|--|--|-----------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| CALIBRE (AWG o kcmil)                          | Sección Transversal (mm <sup>2</sup> ) | No. Hilos |                             |                              |                             |                             |
| <b>FORMACIÓN SÓLIDO Y CABLEADO CONCÉNTRICO</b> |  |           |                             |                              |                             |                             |
| 14   | 2,08                                   | 1         | 0,76                        | 3,15                         | 26,30                       | 20                          |
| 12   | 3,31                                   | 1         | 0,76                        | 3,57                         | 38,62                       | 25                          |
| 10   | 5,261                                  | 1         | 0,76                        | 4,11                         | 57,72                       | 35                          |
| 8  | 8,37                                   | 1         | 1,14                        | 5,54                         | 95,99                       | 50                          |
| 8  | 8,37                                   | 7         | 1,14                        | 5,98                         | 102,04                      | 50                          |
| 6  | 13,3                                   | 7         | 1,52                        | 7,70                         | 164,86                      | 65                          |
| 4  | 21,15                                  | 7         | 1,52                        | 8,92                         | 246,27                      | 85                          |

*Nota.* Tomado de Ficha THW (electrocable.com)

En las siguientes tablas se puede observar el calibre del conductor que se utilizara en los circuitos, tanto el de iluminación como el circuito de fuerza cumpliendo con la normativa NEC.

**Tabla14**

*Selección de conductores circuito Tablero 1*

| CUADRO DE CARGAS                        |          |                   |                |     |         |                   |                 |                       |
|---|----------|-------------------|----------------|-----|---------|-------------------|-----------------|-----------------------|
| TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 1 - PLANTA BAJA |          |                   |                |     |         |                   |                 |                       |
| CIRCUITOS                               | CANTIDAD | POTENCIA UNITARIA | POTENCIA TOTAL | FP  | VOLTAJE | CORRIENTE NOMINAL | CORRIENTE (Amp) | CALIBRE DEL CONDUCTOR |
|   | UND      | (W)               | (W)            |     | (V)     | (Amp)             | (125% NEC)      | AWG                   |
| C1-Circuito de iluminación              | 8        | 36                | 288            | 0.9 | 120     | 2.67              | 3.33            | #14                   |
| C2-Circuito de iluminación              | 8        | 36                | 288            | 0.9 | 120     | 2.67              | 3.33            | #14                   |
| C3-Circuito de iluminación              | 11       | 36                | 396            | 0.9 | 120     | 3.67              | 4.58            | #14                   |
| C4-Circuito de iluminación              | 8        | 36                | 288            | 0.9 | 120     | 2.67              | 3.33            | #14                   |
| C5-Circuito de fuerza                   | 8        | 200               | 1600           | 0.9 | 120     | 14.81             | 18.52           | #12                   |
| C6-Circuito de fuerza                   | 6        | 200               | 1200           | 0.9 | 120     | 11.11             | 13.89           | #12                   |
| Reserva                                 |          |                   | 5000           |     |         |                   |                 |                       |
| <b>TOTAL</b>                            |          |                   | <b>9060</b>    |     |         | <b>37.59</b>      | <b>46.99</b>    |                       |

*Nota.* Fuente propia de autores.

**Tabla15**

*Selección de conductores circuito Tablero 2*

| CUADRO DE CARGAS                        |          |                   |                |     |         |                   |                 |                       |
|---|----------|-------------------|----------------|-----|---------|-------------------|-----------------|-----------------------|
| TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 2 - PLANTA ALTA |          |                   |                |     |         |                   |                 |                       |
| CIRCUITOS                               | CANTIDAD | POTENCIA UNITARIA | POTENCIA TOTAL | FP  | VOLTAJE | CORRIENTE NOMINAL | CORRIENTE (Amp) | CALIBRE DEL CONDUCTOR |
|   | UND      | (W)               | (W)            |     | (V)     | (Amp)             | (125% NEC)      | AWG                   |
| C1-Circuito de iluminación              | 8        | 36                | 288            | 0.9 | 120     | 2.67              | 3.33            | #14                   |
| C2-Circuito de iluminación              | 8        | 36                | 288            | 0.9 | 120     | 2.67              | 3.33            | #14                   |
| C3-Circuito de iluminación              | 8        | 36                | 288            | 0.9 | 120     | 2.67              | 3.33            | #14                   |
| C4-Circuito de iluminación              | 12       | 36                | 432            | 0.9 | 120     | 4.00              | 5.00            | #14                   |
| C5-Circuito de fuerza                   | 8        | 200               | 1600           | 0.9 | 120     | 14.81             | 18.52           | #12                   |
| C6-Circuito de fuerza                   | 6        | 200               | 1200           | 0.9 | 120     | 11.11             | 13.89           | #12                   |
| C7-Circuito iluminación                 | 7        | 72                | 504            | 0.9 | 120     | 4.67              | 5.83            | #14                   |
| Reserva                                 |          |                   | 5000           |     |         |                   |                 |                       |
| <b>TOTAL</b>                            |          |                   | <b>9600</b>    |     |         | <b>42.59</b>      | <b>53.24</b>    |                       |

*Nota:* Fuente propia de autores.

### 3.6. Selección de protecciones para los circuitos

Con los cálculos de corriente encontrados anteriormente podemos considerar que las protecciones para los diferentes circuitos son seleccionados según las Normativa NEC 5.1 Capacidad de corriente, la cual nos indica que estas son seleccionadas acorde al calibre de conductor que se utilizara para los circuitos, tal y como indica la siguiente tabla:

**Tabla 16**

*Selección de protecciones según la NEC*

**TABLA No. 5 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 |

Ref: Tabla 210.24 National Electrical Code

*Nota.* Tomado de: (NEC Norma Ecuatoriana Instalaciones Electricas, 2018)

Para el calibre #12 se debe utilizar una protección máxima de 20 A, y para el calibre #14 se utiliza una protección de 15 a 16 A

Las protecciones que se implementara son del fabricante de protecciones de la marca Schneider, donde se observa las fichas técnicas de los productos que existen en el mercado cumplen lo requerido según la normativa NEC como indican las figuras 14,15,16,17:

## Figura 14

### Interruptores de protección Schneider.

 Premium

Interruptor enchufable QOvs 1P  
20A 10kA Curva C 120VCA

QO120VSC6

Interruptor enchufable QOvs 1P  
16A 10kA Curva C 120VCA

QO116VSC6

**Principal**

|                               |  |
|-------------------------------|--|
| Aplicación del Dispositivo    | Distribución Eléctrica Residencial y Comercial |
| Gama                          | Square D                                       |
| Nombre del Producto           | QOvs RCBO                                      |
| Tipo de Producto o Componente | Interruptor automático en miniatura            |
| Número de Polos               | 1P   |
| número de polos protegidos    | 1  |
| corriente nominal (In)        | 20 A   |
| tipo de red                   | AC   |

**Principal**

|                               |  |
|-------------------------------|--|
| Aplicación del Dispositivo    | Distribución Eléctrica Residencial y Comercial |
| Gama                          | Square D                                       |
| Nombre del Producto           | QOvs RCBO                                      |
| Tipo de Producto o Componente | Interruptor automático en miniatura            |
| Número de Polos               | 1P   |
| número de polos protegidos    | 1  |
| corriente nominal (In)        | 16 A   |
| tipo de red                   | AC   |

*Nota.* Tomado de interruptor enchufable (se.com)

## Figura 15

### Interruptores de protección Tekno y General Electric



- Modelo: TQP1P15
- Amperios: 15 A
- Puertos: 1P
- Peso (kg): 0.09



Breaker «GE» 20 A. Sello "UL".

*Nota.* Tomado de Breaker Enchufe TQP Tekno 1P 15A (teknousa.net) y Breaker Delgado 2 Polo 20A Thqp G.E. (kywitiendaenlinea.com)

La selección de las protecciones para los diferentes circuitos está detallada en las siguientes tablas 17, 18:

**Tabla 17**

*Selección de protecciones circuito Tablero 1.*

| CUADRO DE CARGAS                        |          |                   |                |     |         |                   |                 |                       |              |
|---|----------|-------------------|----------------|-----|---------|-------------------|-----------------|-----------------------|--------------|
| TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 1 - PLANTA BAJA |          |                   |                |     |         |                   |                 |                       |              |
| CIRCUITOS                               | CANTIDAD | POTENCIA UNITARIA | POTENCIA TOTAL | FP  | VOLTAJE | CORRIENTE NOMINAL | CORRIENTE (Amp) | CALIBRE DEL CONDUCTOR | PROTECCIONES |
|   | UND      | (W)               | (W)            |     | (V)     | (Amp)             | (125% NEC)      | AWG                   | (Amp)        |
| C1-Circuito de iluminación              | 8        | 36                | 288            | 0.9 | 120     | 2.67              | 3.33            | #14                   | 1P-15A       |
| C2-Circuito de iluminación              | 8        | 36                | 288            | 0.9 | 120     | 2.67              | 3.33            | #14                   | 1P-15A       |
| C3-Circuito de iluminación              | 11       | 36                | 396            | 0.9 | 120     | 3.67              | 4.58            | #14                   | 1P-15A       |
| C4-Circuito de iluminación              | 8        | 36                | 288            | 0.9 | 120     | 2.67              | 3.33            | #14                   | 1P-15A       |
| C5-Circuito de fuerza                   | 8        | 200               | 1600           | 0.9 | 120     | 14.81             | 18.52           | #12                   | 1P-20A       |
| C6-Circuito de fuerza                   | 6        | 200               | 1200           | 0.9 | 120     | 11.11             | 13.89           | #12                   | 1P-20A       |
| Reserva                                 |          |                   | 5000           |     |         |                   |                 |                       |              |
| <b>TOTAL</b>                            |          |                   | <b>9060</b>    |     |         | <b>37.59</b>      | <b>46.99</b>    |                       |              |

*Nota. Fuente propia de autores*

**Tabla 18**

*Selección de protecciones circuito Tablero 1.*

| CUADRO DE CARGAS                        |          |                   |                |     |         |                   |                 |                       |              |
|---|----------|-------------------|----------------|-----|---------|-------------------|-----------------|-----------------------|--------------|
| TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 2 - PLANTA ALTA |          |                   |                |     |         |                   |                 |                       |              |
| CIRCUITOS                               | CANTIDAD | POTENCIA UNITARIA | POTENCIA TOTAL | FP  | VOLTAJE | CORRIENTE NOMINAL | CORRIENTE (Amp) | CALIBRE DEL CONDUCTOR | PROTECCIONES |
|   | UND      | (W)               | (W)            |     | (V)     | (Amp)             | (125% NEC)      | AWG                   | (Amp)        |
| C1-Circuito de iluminación              | 8        | 36                | 288            | 0.9 | 120     | 2.67              | 3.33            | #14                   | 1P-15A       |
| C2-Circuito de iluminación              | 8        | 36                | 288            | 0.9 | 120     | 2.67              | 3.33            | #14                   | 1P-15A       |
| C3-Circuito de iluminación              | 8        | 36                | 288            | 0.9 | 120     | 2.67              | 3.33            | #14                   | 1P-15A       |
| C4-Circuito de iluminación              | 12       | 36                | 432            | 0.9 | 120     | 4.00              | 5.00            | #14                   | 1P-15A       |
| C5-Circuito de fuerza                   | 8        | 200               | 1600           | 0.9 | 120     | 14.81             | 18.52           | #12                   | 1P-20A       |
| C6-Circuito de fuerza                   | 6        | 200               | 1200           | 0.9 | 120     | 11.11             | 13.89           | #12                   | 1P-20A       |
| C7-Circuito iluminación                 | 7        | 72                | 504            | 0.9 | 120     | 4.67              | 5.83            | #14                   | 1P-15A       |
| Reserva                                 |          |                   | 5000           |     |         |                   |                 |                       |              |
| <b>TOTAL</b>                            |          |                   | <b>9600</b>    |     |         | <b>42.59</b>      | <b>53.24</b>    |                       |              |

*Nota: Fuente propia de autores.*

### 3.7. Selección del conductor para la acometida del tablero

Para el cálculo del calibre de este conductor se debe tomar como referencia la carga que acogerá este tablero la cual nos indica que es de 37.59 tal y como indica la tabla 19.

**Tabla 19**

*Selección de conductor Alimentador Tablero 1.*

| CUADRO DE CARGAS                        |          |                   |                |     |         |                   |
|---|----------|-------------------|----------------|-----|---------|-------------------|
| TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 1 - PLANTA BAJA |          |                   |                |     |         |                   |
| CIRCUITOS                               | CANTIDAD | POTENCIA UNITARIA | POTENCIA TOTAL | FP  | VOLTAJE | CORRIENTE NOMINAL |
|   | UND      | (W)               | (W)            |     | (V)     | (Amp)             |
| C1-Circuito de iluminación              | 8        | 36                | 288            | 0.9 | 120     | 2.67              |
| C2-Circuito de iluminación              | 8        | 36                | 288            | 0.9 | 120     | 2.67              |
| C3-Circuito de iluminación              | 11       | 36                | 396            | 0.9 | 120     | 3.67              |
| C4-Circuito de iluminación              | 8        | 36                | 288            | 0.9 | 120     | 2.67              |
| C5-Circuito de fuerza                   | 8        | 200               | 1600           | 0.9 | 120     | 14.81             |
| C6-Circuito de fuerza                   | 6        | 200               | 1200           | 0.9 | 120     | 11.11             |
| Reserva                                 |          |                   | 5000           |     |         |                   |
| <b>TOTAL</b>                            |          |                   | <b>9060</b>    |     |         | <b>37.59</b>      |

*Nota:* Fuente propia de autores.

De acuerdo con la normativa NEC, los conductores alimentadores deben dimensionarse para soportar, como mínimo el 125% de la corriente de la carga máxima a suministrar. Por esta razón, utilizamos la siguiente ecuación:

$$34.56 \times 125 \% = 43.2 \text{ A}$$

El calibre seleccionado es un conductor #8 AWG de cobre ya que presenta una capacidad de soporte de corriente de 50 A manteniendo la garantía y eficacia de la instalación eléctrica como indica la siguiente tabla según el fabricante.

Tabla 20

*Calibres de sección y amperaje que resiste el conductor*

| CONDUCTOR                                      |  |           | Espesor de Aislamiento (mm) | Diámetro Externo Aprox. (mm) | Peso total Aprox. (kg / km) | *Capacidad de Corriente (A) |
|--|--|-----------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| CALIBRE (AWG o kcmil)                          | Sección Transversal (mm <sup>2</sup> ) | No. Hilos |                             |                              |                             |                             |
| <b>FORMACIÓN SÓLIDO Y CABLEADO CONCÉNTRICO</b> |  |           |                             |                              |                             |                             |
| 14   | 2,08                                   | 1         | 0,76                        | 3,15                         | 26,30                       | 20                          |
| 12   | 3,31                                   | 1         | 0,76                        | 3,57                         | 38,62                       | 25                          |
| 10   | 5,261                                  | 1         | 0,76                        | 4,11                         | 57,72                       | 35                          |
| 8  | 8,37                                   | 1         | 1,14                        | 5,54                         | 95,99                       | 50                          |
| 8  | 8,37                                   | 7         | 1,14                        | 5,98                         | 102,04                      | 50                          |
| 6  | 13,3                                   | 7         | 1,52                        | 7,70                         | 164,86                      | 65                          |
| 4  | 21,15                                  | 7         | 1,52                        | 8,92                         | 246,27                      | 85                          |

Nota: Tomado de Ficha THW (electrocable)

### 3.8. Cálculo de caída de voltaje

Para realizar el cálculo de caída de voltaje se ha tomado como referencia desde el disyuntor que abarca una distancia de 10 m hacia el tablero de distribución 1, el mismo que cuenta con una carga de 43.2 A donde se ha seleccionado el conductor de acometida de calibre#8 AWG con sección de 8.37 mm<sup>2</sup>, del fabricante Electro cables.

Para verificar que el calibre seleccionado sea el adecuado para la acometida realizamos la siguiente ecuación de caída de voltaje.

$$AU = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos\phi}{K \cdot S} \text{ (ec 6)}$$

$$AU = \frac{2 \times 0.010 \times 43.2A \times 0,9}{2.15 \times 8.37}$$

$$AU = 0.043 V = 43 mV$$

Para calcular la resistividad del conductor en ohmios por kilómetro que se selecciono fue necesario observar la ficha de valores del fabricante que nos indica que su K es igual a 2.15 como indica la tabla 20.

**Tabla 21**

*Resistividad del conductor.*

| CONDUCTOR                             |                           |           |                   |                             | Peso Total Aprox (kg/km) | SEMIDURO              | SUAVE                            | Capacidad de Corriente (A)* |                                  |
|---------------------------------------|---------------------------|-----------|-------------------|-----------------------------|--------------------------|-----------------------|----------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|
| CALIBRE (AWG o kcmil)                 | Sección Transversal (mm²) | No. Hilos | Clase de Trenzado | Diámetro del conductor (mm) |                          | Carga de Rotura (kgf) | Resistencia C.C. a 20°C (ohm/km) |                             | Resistencia C.C. a 20°C (ohm/km) |
| <b>FORMACIÓN SÓLIDO</b>               |                           |           |                   |                             |                          |                       |                                  |                             |                                  |
| 14                                    | 2.08                      | 1         | Solido            | 1.63                        | 18.49                    | 76                    | 8.49                             | 8.45                        | 35                               |
| 12                                    | 3.31                      | 1         | Solido            | 2.05                        | 29.43                    | 119                   | 5.33                             | 5.31                        | 45                               |
| 10                                    | 5.261                     | 1         | Solido            | 2.59                        | 46.77                    | 187                   | 3.36                             | 3.343                       | 68                               |
| 8                                     | 8.37                      | 1         | Solido            | 3.264                       | 74.38                    | 292                   | 2.11                             | 2.102                       | 95                               |
| 6                                     | 13.3                      | 1         | Solido            | 4.12                        | 118.24                   | 461                   | 1.34                             | 1.323                       | 129                              |
| <b>FORMACIÓN CABLEADO CONCÉNTRICO</b> |                           |           |                   |                             |                          |                       |                                  |                             |                                  |
| 14                                    | 2.08                      | 7         | B                 | 1.84                        | 18.71                    | 69                    | 8.603                            | 8.46                        | 35                               |
| 12                                    | 3.31                      | 7         | B                 | 2.32                        | 29.78                    | 110                   | 5.412                            | 5.35                        | 45                               |
| 10                                    | 5.261                     | 7         | B                 | 2.93                        | 47.33                    | 175                   | 3.401                            | 3.35                        | 68                               |
| 8                                     | 8.37                      | 7         | B                 | 3.70                        | 75.28                    | 277                   | 2.151                            | 2.10                        | 95                               |

Nota. Tomado de Ficha THW (electrocable)

Con estos valores encontrados se logra definir que el calibre del conductor seleccionado cumple de acuerdo a la normativa NEC donde se sugiere que la caída de voltaje en los circuitos derivados no sobrepase el 3% y que en el sistema total (alimentador más circuito derivado) no exceda el 5%. (NEC Norma Ecuatoriana Instalaciones Electricas, 2018)

De igual manera se calcula la caída de voltaje de cada uno de los circuitos de iluminación y de fuerza donde nos entrega los siguientes resultados que se muestran en la tabla 21-22.

**Tabla 22**

*Caída de voltaje Tablero 1*

| CUADRO DE CARGAS                        |          |                   |                |     |         |                   |                 |                       |              |          |                  |
|---|----------|-------------------|----------------|-----|---------|-------------------|-----------------|-----------------------|--------------|----------|------------------|
| TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 1 - PLANTA BAJA |          |                   |                |     |         |                   |                 |                       |              |          |                  |
| CIRCUITOS                               | CANTIDAD | POTENCIA UNITARIA | POTENCIA TOTAL | FP  | VOLTAJE | CORRIENTE NOMINAL | CORRIENTE (Amp) | CALIBRE DEL CONDUCTOR | PROTECCIONES | LONGITUD | CAIDA DE VOLTAJE |
|   | UND      | (W)               | (W)            |     | (V)     | (Amp)             | (125% NEC)      | AWG                   | (Amp)        | m        | AV               |
| C1-Circuito de iluminación              | 8        | 36                | 288            | 0.9 | 120     | 2.67              | 3.33            | #14                   | 1P-15A       | 10       | 0.05             |
| C2-Circuito de iluminación              | 8        | 36                | 288            | 0.9 | 120     | 2.67              | 3.33            | #14                   | 1P-15A       | 10       | 0.05             |
| C3-Circuito de iluminación              | 11       | 36                | 396            | 0.9 | 120     | 3.67              | 4.58            | #14                   | 1P-15A       | 15       | 0.08             |
| C4-Circuito de iluminación              | 8        | 36                | 288            | 0.9 | 120     | 2.67              | 3.33            | #14                   | 1P-15A       | 16       | 0.08             |
| C5-Circuito de fuerza                   | 8        | 200               | 1600           | 0.9 | 120     | 14.81             | 18.52           | #12                   | 1P-20A       | 8        | 0.04             |
| C6-Circuito de fuerza                   | 6        | 200               | 1200           | 0.9 | 120     | 11.11             | 13.89           | #12                   | 1P-20A       | 11       | 0.05             |
| Reserva                                 |          |                   | 5000           |     |         |                   |                 |                       |              |          |                  |
| <b>TOTAL</b>                            |          |                   | <b>9060</b>    |     |         | <b>37.59</b>      | <b>46.99</b>    |                       |              |          |                  |

*Nota:* Fuente propia de autores.

**Tabla 23**

*Caída de voltaje Tablero 2.*

| CUADRO DE CARGAS                        |          |                   |                |     |         |                   |                 |                       |              |          |                  |
|---|----------|-------------------|----------------|-----|---------|-------------------|-----------------|-----------------------|--------------|----------|------------------|
| TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 2 - PLANTA ALTA |          |                   |                |     |         |                   |                 |                       |              |          |                  |
| CIRCUITOS                               | CANTIDAD | POTENCIA UNITARIA | POTENCIA TOTAL | FP  | VOLTAJE | CORRIENTE NOMINAL | CORRIENTE (Amp) | CALIBRE DEL CONDUCTOR | PROTECCIONES | LONGITUD | CAIDA DE VOLTAJE |
|   | UND      | (W)               | (W)            |     | (V)     | (Amp)             | (125% NEC)      | AWG                   | (Amp)        | m        | AV               |
| C1-Circuito de iluminación              | 8        | 36                | 288            | 0.9 | 120     | 2.67              | 3.33            | #14                   | 1P-15A       | 10       | 0.06             |
| C2-Circuito de iluminación              | 8        | 36                | 288            | 0.9 | 120     | 2.67              | 3.33            | #14                   | 1P-15A       | 10       | 0.06             |
| C3-Circuito de iluminación              | 8        | 36                | 288            | 0.9 | 120     | 2.67              | 3.33            | #14                   | 1P-15A       | 15       | 0.09             |
| C4-Circuito de iluminación              | 12       | 36                | 432            | 0.9 | 120     | 4.00              | 5.00            | #14                   | 1P-15A       | 16       | 0.09             |
| C5-Circuito de fuerza                   | 8        | 200               | 1600           | 0.9 | 120     | 14.81             | 18.52           | #12                   | 1P-20A       | 8        | 0.04             |
| C6-Circuito de fuerza                   | 6        | 200               | 1200           | 0.9 | 120     | 11.11             | 13.89           | #12                   | 1P-20A       | 11       | 0.06             |
| C7-Circuito iluminación                 | 7        | 72                | 504            | 0.9 | 120     | 4.67              | 5.83            | #14                   | 1P-15A       | 23       | 0.12             |
| Reserva                                 |          |                   | 5000           |     |         |                   |                 |                       |              |          |                  |
| <b>TOTAL</b>                            |          |                   | <b>9600</b>    |     |         | <b>42.59</b>      | <b>53.24</b>    |                       |              |          |                  |

*Nota.* Fuente propia de autores.

### 3.9. Diseño de puesta a tierra.

De acuerdo con la normativa NEC, el tablero principal de distribución debe estar conectado a una varilla de puesta a tierra exclusiva.

Además, cada uno de los circuitos de tomacorrientes debe contar con un conductor de puesta a tierra separado del neutro.

El tipo de conductor de puesta a tierra a utilizar debe ser de cobre o cableado aislado su sección mínima debe ser acorde a la sección del conductor de acometida como indica la figura 16: (NEC Norma Ecuatoriana Instalaciones Electricas, 2018)

#### Figura 16

*Sección de conductor para puesta a tierra.*

- a) No. 8 AWG para conductor de acometida hasta No. 2 AWG
- b) No. 6 AWG para conductores de acometida desde No. 1 AWG hasta 1/0 AWG
- c) No. 4 AWG para conductores de acometida desde No. 2/0 AWG hasta 3/0 AWG

*Nota.* Tomado de: (NEC Norma Ecuatoriana Instalaciones Electricas, 2018)

La sección de conductores para canalizaciones y equipos están establecidos como indica la tabla 24.

**Tabla 24***Tamaño de conductores puesta a tierra para equipos*

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

*Nota.* Tomado de: (NEC Norma Ecuatoriana Instalaciones Electricas, 2018)

## CAPITULO IV

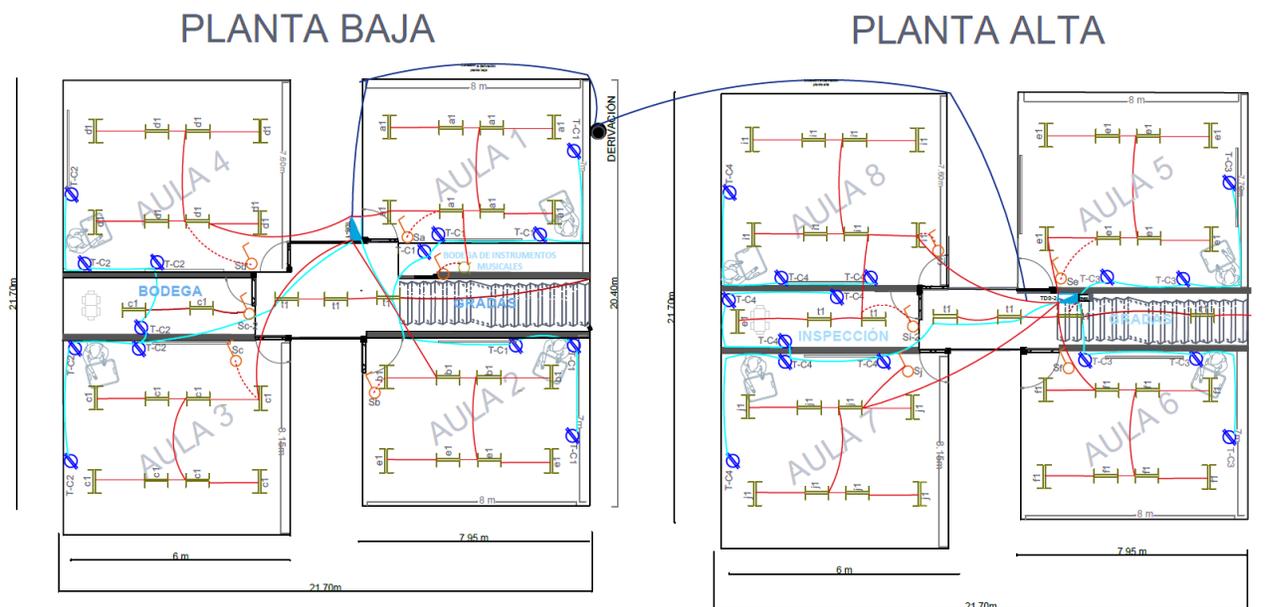
### 4. RESULTADOS

#### 4.1. Diseño del plano en AUTOCAD actual

En el software AutoCAD se diseña el plano eléctrico donde se implementará cada uno de los circuitos tanto el de iluminación, como el de fuerza, así mismo la ubicación de los elementos en el lugar exacto donde serán instalados a través de su simbología tales como son las luminarias, tomacorrientes, tableros, la canalización y cableado como indica la figura 19.

**Figura 19**

*Diseño de plano actual*



*Nota:* Fuente propia de autores.

## 4.2. Resultados para realizar la implementación mediante el cuadro de cargas de los diferentes bloques.

Se desarrolla el cálculo correspondiente de cada uno de los tableros que serán instalados en el bloque 3, los cuales cada uno de ellos corresponderá para las distintas plantas de este bloque que consta de planta baja y planta alta.

En esta ocasión se divide los diferentes circuitos de iluminación y de fuerza, así mismo se podrá observar detalladamente la cantidad de circuitos que tendrá cada tablero, la cantidad de lámparas y tomas que serán instalados con su respectiva potencia, carga, calibres de conductores a utilizar, caída de voltaje y longitud de cada uno de los circuitos tal y como indican las tablas 24, 25:

**Tabla 25**

*Cuadro de cargas Tablero 1.*

| CUADRO DE CARGAS                        |          |                   |                |     |         |                   |                 |                       |              |          |                  |
|---|----------|-------------------|----------------|-----|---------|-------------------|-----------------|-----------------------|--------------|----------|------------------|
| TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 1 - PLANTA BAJA |          |                   |                |     |         |                   |                 |                       |              |          |                  |
| CIRCUITOS                               | CANTIDAD | POTENCIA UNITARIA | POTENCIA TOTAL | FP  | VOLTAJE | CORRIENTE NOMINAL | CORRIENTE (Amp) | CALIBRE DEL CONDUCTOR | PROTECCIONES | LONGITUD | CAIDA DE VOLTAJE |
|   | UND      | (W)               | (W)            |     | (V)     | (Amp)             | (125% NEC)      | AWG                   | (Amp)        | m        | AV               |
| C1-Circuito de iluminación              | 8        | 36                | 288            | 0.9 | 120     | 2.67              | 3.33            | #14                   | 1P-15A       | 10       | 0.05             |
| C2-Circuito de iluminación              | 8        | 36                | 288            | 0.9 | 120     | 2.67              | 3.33            | #14                   | 1P-15A       | 10       | 0.05             |
| C3-Circuito de iluminación              | 11       | 36                | 396            | 0.9 | 120     | 3.67              | 4.58            | #14                   | 1P-15A       | 15       | 0.08             |
| C4-Circuito de iluminación              | 8        | 36                | 288            | 0.9 | 120     | 2.67              | 3.33            | #14                   | 1P-15A       | 16       | 0.08             |
| C5-Circuito de fuerza                   | 8        | 200               | 1600           | 0.9 | 120     | 14.81             | 18.52           | #12                   | 1P-20A       | 8        | 0.04             |
| C6-Circuito de fuerza                   | 6        | 200               | 1200           | 0.9 | 120     | 11.11             | 13.89           | #12                   | 1P-20A       | 11       | 0.05             |
| Reserva                                 |          |                   | 5000           |     |         |                   |                 |                       |              |          |                  |
| <b>TOTAL</b>                            |          |                   | <b>9060</b>    |     |         | <b>37.59</b>      | <b>46.99</b>    |                       |              |          |                  |

*Nota:* Fuente propia de autores.

**Tabla 26**

*Cuadro de cargas Tablero 2.*

| CUADRO DE CARGAS                        |          |                   |                |     |         |                   |                 |                       |              |          |                  |
|---|----------|-------------------|----------------|-----|---------|-------------------|-----------------|-----------------------|--------------|----------|------------------|
| TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 2 - PLANTA ALTA |          |                   |                |     |         |                   |                 |                       |              |          |                  |
| CIRCUITOS                               | CANTIDAD | POTENCIA UNITARIA | POTENCIA TOTAL | FP  | VOLTAJE | CORRIENTE NOMINAL | CORRIENTE (Amp) | CALIBRE DEL CONDUCTOR | PROTECCIONES | LONGITUD | CAIDA DE VOLTAJE |
|   | UND      | (W)               | (W)            |     | (V)     | (Amp)             | (125% NEC)      | AWG                   | (Amp)        | m        | AV               |
| C1-Circuito de iluminación              | 8        | 36                | 288            | 0.9 | 120     | 2.67              | 3.33            | #14                   | 1P-15A       | 10       | 0.06             |
| C2-Circuito de iluminación              | 8        | 36                | 288            | 0.9 | 120     | 2.67              | 3.33            | #14                   | 1P-15A       | 10       | 0.06             |
| C3-Circuito de iluminación              | 8        | 36                | 288            | 0.9 | 120     | 2.67              | 3.33            | #14                   | 1P-15A       | 15       | 0.09             |
| C4-Circuito de iluminación              | 12       | 36                | 432            | 0.9 | 120     | 4.00              | 5.00            | #14                   | 1P-15A       | 16       | 0.09             |
| C5-Circuito de fuerza                   | 8        | 200               | 1600           | 0.9 | 120     | 14.81             | 18.52           | #12                   | 1P-20A       | 8        | 0.04             |
| C6-Circuito de fuerza                   | 6        | 200               | 1200           | 0.9 | 120     | 11.11             | 13.89           | #12                   | 1P-20A       | 11       | 0.06             |
| C7-Circuito iluminación                 | 7        | 72                | 504            | 0.9 | 120     | 4.67              | 5.83            | #14                   | 1P-15A       | 23       | 0.12             |
| Reserva                                 |          |                   | 5000           |     |         |                   |                 |                       |              |          |                  |
| <b>TOTAL</b>                            |          |                   | <b>9600</b>    |     |         | <b>42.59</b>      | <b>53.24</b>    |                       |              |          |                  |

*Nota:* Fuente propia de autores.

En el estudio realizado se toma en consideración que si los directivos de la institución deseen incrementar otros circuitos o utilizar aparatos de mayor potencia este sistema eléctrico garantice la eficiencia y soporte las cargas que serán instaladas y se adapten a estos cambios, donde no sufra daños y pérdidas de equipos a causa de las instalaciones eléctricas.

#### **4.4. Medición con el luxómetro en las aulas del bloque 3 actuales.**

Una vez implementado los nuevos circuitos de iluminación con sus respectivas lámparas se procede a realizar las mediciones del nivel de iluminación en las aulas del bloque #3 con el Luxómetro, tomando en cuenta varios puntos de referencia para la medición de la misma, la cual nos da como resultados el cumplimiento del nivel de iluminación de acuerdo a la Normativa utilizada llegando a los 300 luxes requeridos para este tipo de aulas.

Tabla 27

*Mediciones con Luxómetro iluminación actual*

| MEDIDAS TOMADAS CON EL LUXOMETRO |            |              |  |
|----------------------------------|------------|--------------|--|
| Área                             | Antes (lx) | Después (lx) | Imagen   |
| AULA 1                           | 31         | 352          |    |
| AULA 2                           | 0          | 346          |    |
| AULA 3                           | 0          | 334          |   |
| AULA 4                           | 0          | 372          |  |
| AULA 5                           | 114        | 322          |  |

|                   |     |     |   |
|-------------------|-----|-----|---|
| <b>AULA<br/>6</b> | 117 | 381 |   |
| <b>AULA<br/>7</b> | 0   | 329 |   |
| <b>AULA<br/>8</b> | 0   | 337 |  |

*Nota.* Fuente propia de autores.

#### 4.5. Medición de voltaje de circuitos de fuerza

Una vez implementados los nuevos circuitos de fuerza con sus respectivos tomacorrientes, se procedió a realizar las mediciones de voltaje con el multímetro en las aulas del bloque #3. El voltaje en el tablero principal es de 121 V, mientras que en el tablero de la planta baja se registró un voltaje de 118.8 V, lo que representa una caída del 2%. En el tablero de la planta alta, el voltaje es de 119 V, con una caída de voltaje del 1%.

Por lo tanto, estos valores están dentro de los parámetros establecidos y son óptimos para el funcionamiento, ya que la normativa indica que la caída de voltaje no debe superar el 3%.

**Tabla 28**

*Resultados de mediciones de voltaje bloque #3*

| VOLTAJE TOMACORRIENTES PANTA BAJA Y ALTA |           |             |  |
|--|-----------|-------------|--|
| Área                                     | Antes (V) | Después (V) | Imagen   |
| Aulas 1,2,3,4 y Bodega                   | 0 V       | 118.8 V     |  |
| Aulas 5,6,7,8 y Inspección               | 118 V     | 119 V       |  |

*Nota.* Fuente propia de autores.

#### 4.6. Medición de corriente Tablero A y B

Una vez implementado los circuitos de Fuerza e iluminación con las luces encendidas en su totalidad se procede a realizar las mediciones de corriente con una pinza amperimétrica en las aulas del bloque #3, la cual nos da como resultados de carga total instalado de 4.3 A para la planta baja y 5.4 A para la planta Baja.

**Tabla 29**

*Resultados de mediciones de corrinete bloque #3*

| CORRIENTE TABLERO A Y B  |   |           |             |  |
|--|---|-----------|-------------|--|
| Área   | Componentes Actuales  | Antes (A) | Después (A) | Imagen   |
| <b>TABLERO A</b><br><br>Aulas 1,2,3,4 y Bodega                                   | 8 lámparas led T8 de 36 W por aula<br>Y<br>2 lámparas 36 W de Bodega.   | 0 A       | 4.3 A       |  |
| <b>TABLERO B</b><br><br>Aula 5,6,7,8, Inspección Y Timer Iluminación de pasillos | 8 lámparas led T8 de 36 W por aula,<br>3 lámparas de 36 W para Inspección Y<br>7 lámparas led de 72 W para pasillos automatizado con Timer. | 1.3 A     | 5.4 A       |  |

*Nota.* Fuente propia de autores.

### 4.3. Adquisición de los elementos y materiales eléctricos utilizados.

El presupuesto de este proyecto fue de 1636.51\$ dólares americanos para lograr implementarlo, los materiales se establecen acorde a la necesidad de implementación teniendo en cuenta la normativa a cumplir y de manera estética.

Los materiales se visualizan en la tabla 25, donde se detalla el material, cantidad y valores reales de cada uno de ellos.

**Tabla 30**

*Presupuesto total de materiales para la implementación del proyecto*

| <b>PRESUPUESTO FINAL PROYECTO</b>           |                 |                 |                     |
|---|-----------------|-----------------|---------------------|
| <b>Nombre</b>                               | <b>Cantidad</b> | <b>Precio U</b> | <b>Precio total</b> |
| <b>Carcasa base doble para tubo led T8</b>  | 70 U            | \$ 5.00         | \$ 350.00           |
| <b>Canaleta plástica pequeña</b>            | 50 U            | \$ 0.52         | \$ 26.00            |
| <b>Tubo led T8 18w - 6500k - 1600 LM</b>    | 173 U           | \$ 1.50         | \$ 198.95           |
| <b>Cable Flexible #8 Negro THHN</b>         | 50 m            | \$ 59.00        | \$ 59.00            |
| <b>Cable Flexible #8 Blanco THHN</b>        | 25 m            | \$ 29.50        | \$ 29.50            |
| <b>Cable Flexible #12 Negro THHN</b>        | 150 m           | \$ 88.50        | \$ 88.50            |
| <b>Cable Flexible #12 blanco THHN</b>       | 150 m           | \$ 88.50        | \$ 88.50            |
| <b>Cable Flexible #12 Verde THHN</b>        | 150 m           | \$ 88.50        | \$ 88.50            |
| <b>Cable Flexible #14 Negro THHN</b>        | 200 m           | \$ 38.70        | \$ 77.40            |
| <b>Cable Flexible #14 blanco THHN</b>       | 200 m           | \$ 38.70        | \$ 77.40            |
| <b>Panel Bifásico 8 puntos Qo</b>           | 1 U             | \$ 28.00        | \$ 28.00            |
| <b>Breaker 1 Polo 16A Qo</b>                | 4 U             | \$ 6.90         | \$ 27.60            |
| <b>Breaker 1 Polo 20A Qo</b>                | 2 U             | \$ 7.20         | \$ 14.40            |
| <b>Breaker Delgado 1 Polo 15A Thqp G.E.</b> | 3 U             | \$ 6.56         | \$ 19.68            |
| <b>Timer reloj 16A 110v</b>                 | 1 U             | \$ 19.00        | \$ 19.00            |
| <b>Tubo Conduit Emt Metal 1/2X3M</b>        | 28 U            | \$ 3.38         | \$ 94.64            |
| <b>Tubo Conduit Emt Metal 3/4"X3M</b>       | 5 U             | \$ 6.16         | \$ 30.80            |
| <b>Conector Conduit 1/2"</b>                | 35 U            | \$ 0.40         | \$ 14.00            |
| <b>Conector Conduit 3/4"</b>                | 22 U            | \$ 0.53         | \$ 11.66            |
| <b>Cople Conduit 1/2"</b>                   | 12 U            | \$ 0.55         | \$ 6.60             |
| <b>Cople Conduit 3/4"</b>                   | 5 U             | \$ 0.63         | \$ 3.15             |
| <b>Abrazadera Metálica Emt 1/2</b>          | 100 U           | \$ 0.05         | \$ 5.00             |

|  |        |              |             |
|--|--------|--------------|-------------|
| <b>Abrazadera Metálica Emt 3/4</b>         | 20 U   | \$ 0.09      | \$ 1.80     |
| <b>Caja para tomacorriente sobrepuesto</b> | 20 U   | \$ 5.20      | \$ 104.00   |
| <b>Tomacorriente Doble 2P</b>              | 27 U   | \$ 1.50      | \$ 40.50    |
| <b>Interruptor Simple</b>                  | 10 U   | \$ 1.30      | \$ 13.00    |
| <b>Taco Fisher #6</b>                      | 300 U  | \$ 0.09      | \$ 27.00    |
| <b>Tornillo 10X 1.1/4</b>                  | 100 U  | \$ 5.12      | \$ 5.12     |
| <b>Tornillo 6 x 1.1/4</b>                  | 300 U  | \$ 16.00     | \$ 16.00    |
| <b>Tapa PVC Rectangular</b>                | 6 U    | \$ 0.46      | \$ 2.76     |
| <b>Tapa Redonda Cajetín</b>                | 38 U   | \$ 0.30      | \$ 11.40    |
| <b>Caja Cuadrada PVC 5" x 5"</b>           | 3 U    | \$ 2.40      | \$ 7.20     |
| <b>Tapa Ciega Perforada 5x5"</b>           | 3 U    | \$ 1.15      | \$ 3.45     |
| <b>Cinta Aislante Abro</b>                 | 6 U    | \$ 1.00      | \$ 6.00     |
| <b>Viáticos</b>                            | 8 días | \$ 40.00     | \$ 40.00    |
|  |        |              |             |
|  |        | <b>TOTAL</b> | \$ 1,636.51 |

*Nota:* Fuente propia de autores.

## CAPITULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. CONCLUSIONES

Las mejoras implementadas en el sistema eléctrico del bloque 3, han extendido la vida útil de la infraestructura eléctrica. La sustitución de componentes obsoletos y la adecuación del sistema a los estándares actuales, han reducido el riesgo de fallos frecuentes y el desgaste prematuro de las mismas. Esta repotenciación asegura una operación más confiable y duradera, lo cual reduce la necesidad de futuras reparaciones y el costo asociado con el mantenimiento de la infraestructura eléctrica.

La intervención realizada ha reforzado significativamente la seguridad eléctrica en la “Unidad Educativa Conocoto”. Se ha realizado la corrección de deficiencias como: acometidas expuestas, conductores mal dimensionados, etc. Esto nos ayuda a eliminar riesgos potenciales de accidentes eléctricos. La instalación de un sistema de iluminación adecuado no solo mejora la visibilidad, sino que también contribuye a la creación de un entorno más seguro para la comunidad educativa, protegiendo tanto a estudiantes como a docentes de posibles peligros eléctricos.

El rediseño eléctrico y la repotenciación del sistema en el bloque 3 de la Unidad Educativa Conocoto han tenido un impacto positivo directo en la calidad del entorno de aprendizaje. La optimización del sistema de iluminación ha mejorado significativamente la visibilidad en las aulas, creando un ambiente más adecuado para el estudio y la enseñanza. Esta mejora en la iluminación no solo facilita el trabajo de los docentes al permitirles impartir clases con mayor claridad, sino que también contribuye a mantener un ambiente más cómodo y menos

hostigante para los estudiantes. La actualización del sistema eléctrico asegura que el entorno educativo este mejor adaptado a las necesidades del aprendizaje, promoviendo así un desarrollo académico más efectivo y con un mayor bienestar en general dentro de la institución.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

La formación y supervisión del personal docente y administrativo en seguridad eléctrica básica. No se les debe permitir realizar trabajos eléctricos, pero deben estar familiarizados con los procedimientos básicos de seguridad, como identificar señales de problemas eléctricos y las reglas para informar fallas o peligro. Esto previene accidentes y garantiza que cualquier problema se resuelva con prontitud y con el nivel adecuado de conveniencia.

Realizar acciones para mejorar la eficiencia energética, como la instalación de luces LED sensores de movimientos para regular la iluminación en áreas comunes eficiente. Esto puede reducir los costos operativos a largo plazo y el impacto ambiental.

La instalación eléctrica con circuitos independientes para varios tipos de cargas y áreas de la institución. Por ejemplo, las computadoras el equipo de laboratorio y los circuitos de iluminación deben estar separados. Esto facilita la identificación de problemas y permite un control más eficiente del consumo eléctrico. La segregación también mejora la confiabilidad del sistema eléctrico en general al evitar que una falla en un área afecte a otras partes de la institución.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

Almeida, W. & Varela, S. (2023). *Rediseño de la red eléctrica de bajo voltaje del Hospital del Adulto Mayor para mejorar la seguridad y calidad de las instalaciones eléctricas* [Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio institucional de la Universidad Politécnica Salesiana. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/26538>

Cepeda, C. & Varela, S. (2003). *Rediseño en baja tensión del Centro Pastoral Nuestra Señora del Quinche para el establecimiento de mejoras* [Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio institucional de la Universidad Politécnica Salesiana. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/26626>

Chicaiza, G. & Pérez, H. (2020). *Evaluación y rediseño de instalaciones eléctricas del campus de la Universidad Central del Ecuador considerando criterios de eficiencia energética y generación fotovoltaica para autoabastecimiento* [Tesis de grado, Escuela Politécnica Nacional]. Repositorio institucional de la Escuela Politécnica Nacional. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/20984>.

Cuenca, J. & Villavicencio, M. (2015). *Montaje y repotenciación del sistema eléctrico de iluminación del taller mecánico de la Universidad Nacional de Loja* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Loja]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional de Loja. <https://dspace.unl.edu.ec/handle/123456789/18156>

Hernández, S. J., & Torres, K. N. (2022). *Evaluación de la eficiencia energética en redes eléctricas según la normativa NEC de Ecuador. Boletín Técnico de Ingeniería*. <https://www.cnelep.gob.ec/>

Lozano, S. (2020). *Rediseño del sistema eléctrico en baja tensión para la universidad politécnica salesiana campus el girón bloque b basado en una campaña de medidas para la ejecución de un plan de mejoras* [Tesis de grado]. Universidad Politécnica Salesiana. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/18800>

Ministerio de Educación del Ecuador. (2021). *Normativas para la actualización de instalaciones eléctricas en instituciones educativas*. Quito: Ministerio de Educación del Ecuador. Recuperado de <https://educacion.gob.ec/normativas-actualizacion-instalaciones-electricas>

Sánchez, D. (2022). *Estudio técnico y propuesta de rediseño del sistema eléctrico del centro de salud N.º 1 “Centro histórico” del ministerio de salud pública*. [Tesis de grado]. Universidad Politécnica Salesiana. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/21879>

Veloz, K. & Yáñez, O. “*Rediseño y acondicionamiento del sistema eléctrico del bloque B en la Universidad técnica de Cotopaxi extensión La Maná*” [Tesis de grado, Universidad Técnica de Cotopaxi Salesiana]. Repositorio institucional de la Universidad Técnica del Cotopaxi. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/9170>

“*Cumplimiento de la NEC en Ecuador asegura que las instalaciones eléctricas sean seguras y eficientes*” (Schneider Electric, 2020, p. 112).

Consejo Nacional de Electricidad. (2023). *Regulación eléctrica y la NEC en Ecuador*. <https://www.conelec.gob.ec/regulacion-nec-ecuador>

Martínez, L., & Salazar, F. (2021). *Impacto de la NEC en la construcción de instalaciones eléctricas en Ecuador*. *Revista Ecuatoriana de Ingeniería Eléctrica*, 10(1), 55-63.

*NEC Norma Ecuatoriana Instalaciones Electricas. (Febrero de 2018). Ministerio de desarrollo urbano y vivienda. Obtenido de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/04/1.-NEC-SB-Instalaciones-Electricas>.*

## 7. ANEXOS

### Anexo 1

*Comprobación de tomas y medición de voltaje*



### Anexo 2

*Conexión y armado de tomacorrientes con Tubería EMT de 1/2 para tomas corrientes en aulas*

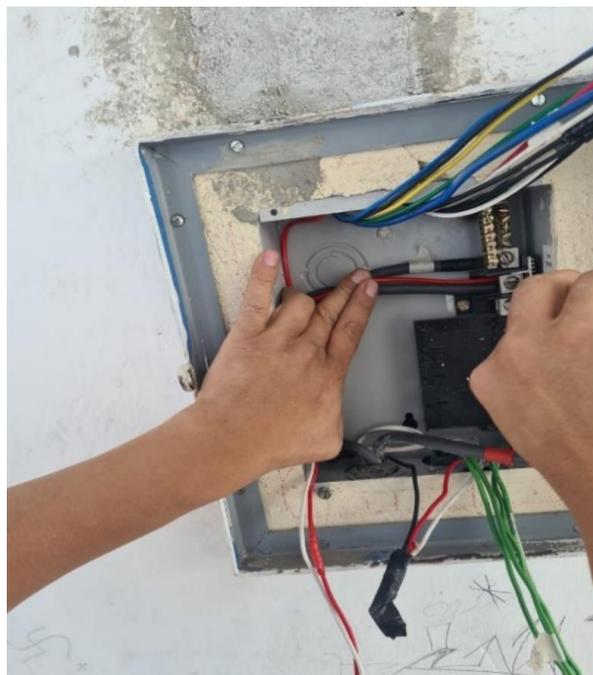


**Anexo 3**

*Colocación de cable nuevo para circuito de iluminación en el pasillo*

**Anexo 3**

*Armado de tablero principal (Planta Alta)*



## Anexo 4

### *Armado de sub-tablero (Planta Baja)*



## Anexo 5

### *Colocación de señaléticas de seguridad*



## Anexo 6

### *Conexión de luminarias y colocación de tapa ciega redonda*



**Anexo 7.**

*Iluminación del Bloque 3 vista en la noche*



