

# Pregrado

**Carrera: ELECTRICIDAD**

**Asignatura (UIC): DESARROLLO DE PROYECTOS  
ELÉCTRICOS**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del  
Título en: TECNÓLOGO SUPERIOR EN  
ELECTRICIDAD**

**Tema: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LOS  
CIRCUITOS ELECTRICOS DE LA U.E.  
AGUSTÍN CUEVA DÁVILA”**

**Autor/s:**

**CARLOSAMA QUISINTUÑA RAMIRO FERNANDO  
CHUMA IPIALES IVÁN RIGOBERTO  
GONZALES CARAGOLLA JORGE RODRIGO**

**Tutor metodológico:**

**MSC. JACOME SAGÑAY FERNANDO**

**Tutor Técnico:**

**MGRT.AMBROSI BUSTAMANTE PABLO ANDRES**

**Sangolquí, agosto de 2024**



**Autor:**



**Carlosama Quisintuña Ramiro Fernando**

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

**Matriz:** Sangolquí -Ecuador

**Correo electrónico:** ramiro.carlosama@ister.edu.ec

**Autor:**



**Chuma Ipiates Ivan Rigoberto**

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

**Matriz:** Sangolquí -Ecuador

**Correo electrónico:** ivan.chuma@ister.edu.ec

**Autor:**



**Gonzales Caragolla Jorge Rodrigo**

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

**Matriz:** Sangolquí -Ecuador

**Correo electrónico:** jorge.gonzales@ister.edu.ec

**Dirigido por:**



**Msc. Jacome Sagñay Fernando**

**Título:** Inteligencia artificial aplicada a la energía y a las infraestructuras

**Matriz:** Sangolquí -Ecuador

**Correo electrónico:** fernando.jacome@ister.edu.ec

**Dirigido por:**



**Mgrt. Ambrosi Bustamante Pablo Andres**

**Título:** Gestión de sistemas energéticos en edificaciones Mgrt.

**Matriz:** Sangolquí -Ecuador

**Correo electrónico:** pablo.ambrosi@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

**Autores:**

CARLOSAMA QUISINTUÑA RAMIRO FERNANDO

CHUMA IPIALES IVÁN RIGOBERTO

GONZALES CARAGOLLA JORGE RODRIGO

**TEMA:**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS DE LA U.E.  
AGUSTÍN CUEVA DAVILA”**



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

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

**CARRERA:**  
TECNOLOGÍA SUPERIOR EN ELECTRICIDAD

**AUTOR /ES:**  
CARLOSAMA QUISINTUÑA RAMIRO FERNANDO  
CHUMA IPIALES IVÁN RIGOBERTO  
GONZALES CARAGOLLA JORGE RODRIGO

**TUTOR:**  
MSC. JÁCOME SAGNAY FERNANDO

**TUTOR TECNICO:**  
MGRT. AMBROSI BUSTAMANTE PABLO ANDRES

**CONTACTOS ESTUDIANTES:**  
0986279829  
0990140208  
0994892144

**CORREOS ELECTRÓNICOS:**  
ivan\_rigoberto@hotmail.com  
ramiro02031967@gmail.com  
jorgegonzales100@hotmail.com

**TEMA:**  
“DISEÑO E IMPLEMENTACION DE LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS DE LA U.E.  
AGUSTÍN CUEVA DÁVILA”

**OPCIÓN DE TITULACIÓN:**  
UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

## RESUMEN EN ESPAÑOL:

El presente proyecto aborda el diseño e implementación de los circuitos eléctricos de la Unidad Educativa "Agustín Cueva Dávila", ubicada en la parroquia Caranqui, cantón Ibarra, provincia de Imbabura. La infraestructura eléctrica de la institución ha mostrado un considerable deterioro debido a la falta de mantenimiento adecuado y a la antigüedad de las instalaciones. Este deterioro no solo compromete la calidad del servicio eléctrico, sino que también representa un riesgo significativo de seguridad para la comunidad educativa, con posibles incidentes como cortocircuitos, quemaduras y choques eléctricos.

Tras una exhaustiva inspección técnica, se identificaron varios problemas críticos, como cableado en mal estado, distribución eléctrica deficiente, acometidas sin seguridad adecuada, cajas térmicas y circuitos que no cumplen con la normativa vigente. Se determinó la necesidad de un rediseño integral que incluya el reemplazo completo del cableado eléctrico, la adecuación de circuitos de iluminación, así como la actualización de protecciones termomagnéticas y cajas térmicas.

El proyecto se fundamenta en las normativas NEC-SB-IE-2018 y UNE-EN-12464-1, las cuales guiarán la intervención para garantizar que las nuevas instalaciones eléctricas sean seguras, confiables y conformes a los estándares nacionales. La implementación de estas mejoras no solo prolongará la vida útil de la infraestructura educativa, sino que también proporcionará un entorno seguro y eficiente para sus usuarios.

## PALABRAS CLAVE:

Diseño eléctrico, Infraestructura educativa, Seguridad eléctrica, Normativa NEC-SB-IE-2018, Protección termomagnética.

## ABSTRACT:

The present project addresses the redesign and implementation of the electrical circuits of the "Agustín Cueva Dávila" Educational Unit, located in the Caranqui parish, Ibarra canton, Imbabura province. The institution's electrical infrastructure has shown considerable deterioration due to inadequate maintenance and the age of the installations. This deterioration not only compromises the quality of the electrical service but also represents a significant safety risk for the educational community, with potential incidents such as short circuits, burns, and electric shocks.

After a thorough technical inspection, several critical problems were identified, including damaged wiring, poor electrical distribution, unsafe connections, and thermal boxes and circuits that do not comply with current regulations. It was determined that a comprehensive redesign is necessary, including the complete replacement of electrical wiring, the adaptation of lighting circuits, and the updating of thermomagnetic protections and thermal boxes.

The project is based on the NEC-SB-IE-2018 and UNE-EN-12464-1 regulations, which will guide the intervention to ensure that the new electrical installations are safe, reliable, and

compliant with national standards. Implementing these improvements will not only extend the lifespan of the educational infrastructure but also provide a safe and efficient environment for its users.

**PALABRAS CLAVE:**

Electrical design, Educational infrastructure, Electrical safety, NEC-SB-IE-2018 regulation, Thermomagnetic protection.

## SOLICITUD DE PUBLICACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2024-ISTER-2  
Sangolquí, 27 sep del 2024

Sres.-  
**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: RAMIRO FERNANDO CARLOSAMA QUISINTUÑA, con C.I.: 1001756673, IVÁN RIGOBERTO CHUMA IPIALES, con C.I.: 1003220199, JORGE RODRIGO GONZÁLES CARAGOLLA, con C.I.: 1001691516 alumnos de la Carrera. ELECTRICIDAD

Atentamente,



Firma del Estudiante  
C.I.: 1001756673



Firma del Estudiante  
C.I.: 1003220199



Firma del Estudiante  
C.I.: 1001691516

### 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

---

MSc. Mónica Loachamín  
COORDINADORA DE TITULACIÓN

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)

## **DEDICATORIA**

A nuestros queridos familiares, quienes con su amor incondicional y apoyo constante nos han brindado la fortaleza necesaria para avanzar hacia nuestras metas. Su amor y dedicación han sido la luz que nos ha guiado en este camino hacia la culminación de este proyecto.

A nuestros profesores y tutores, que con su conocimiento y su capacidad de enseñanza nos han inspirado a superar cada desafío. Gracias por compartir su sabiduría y conocimiento, por creer en nosotros e impulsarnos cada día a seguir avanzando hasta culminar la carrera.

Y, por último, a la comunidad educativa de la unidad educativa a la que hemos dedicado este trabajo. Esperamos que nuestras contribuciones en el diseño e implementación de las instalaciones eléctricas no solo mejoren su infraestructura, sino que también enciendan la chispa del conocimiento y la curiosidad en cada uno de sus estudiantes.

**Con gratitud y cariño,**

**Carlosama Quisintuña Ramiro Fernando**

**Chuma Ipiates Iván Rigoberto**

**Gonzales Caragolla Jorge Rodrigo**

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento al “Instituto Tecnológico Superior Rumiñahui”, el cual nos permitió avanzar en nuestros estudios, gracias a todas las personas que fueron partícipes de este proceso.

A nuestros profesores y tutores, quienes nos han guiado con su conocimiento y experiencia. Agradecemos sinceramente su paciencia y dedicación al enseñarnos no solo los aspectos técnicos, sino también la importancia de la ética profesional y el trabajo en equipo. Sus valiosos consejos y críticas constructivas han sido esenciales para el desarrollo de este proyecto.

Finalmente, a todos aquellos que de alguna manera han influido en nuestro camino académico y personal, gracias por ser parte de esta travesía. Este trabajo es el resultado de un esfuerzo conjunto y de la unión de nuestras ideas y habilidades. Estamos emocionados por lo que hemos logrado y esperamos que este no sea el final si no el inicio de nuevos retos tanto académicos como laborales.

**Con gratitud,**

**Carlosama Quisintuña Ramiro Fernando**

**Chuma Ipiates Iván Rigoberto**

**Gonzales Caragolla Jorge Rodrigo**

## ÍNDICE GENERAL

<b>RESUMEN</b> .....	<b>15</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>17</b>
<b>CAPITULO I</b> .....	<b>18</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>18</b>
<b>1.1. Planteamiento del problema.</b> .....	<b>19</b>
<b>1.2. Justificación.</b> .....	<b>20</b>
<b>1.3. Alcance.</b> .....	<b>20</b>
<b>1.4. Objetivos generales y específicos.</b> .....	<b>21</b>
1.4.1 Objetivo general: .....	21
1.4.2 Objetivos específicos:.....	21
<b>CAPITULO II</b> .....	<b>22</b>
<b>2. MARCO TEORICO</b> .....	<b>22</b>
<b>2.1. Necesidades de la unidad educativa “Agustín Cueva Dávila”.</b> .....	<b>22</b>
<b>2.2. Base Legal</b> .....	<b>23</b>
<b>2.3. Antecedentes.</b> .....	<b>23</b>
<b>2.4. Tipo de investigación.</b> .....	<b>24</b>

<b>2.5 Instalaciones eléctricas domiciliarias. ....</b>	<b>25</b>
2.5.1 Circuito de iluminación. ....	25
2.5.2 Circuito de tomacorrientes.....	31
2.5.3 Cajas térmicas SQUARE D. ANDINA ECUADOR.....	37
<b>2.6 Aparatos del sistema de protección de una instalación eléctrica. ....</b>	<b>38</b>
<b>2.7 Otros materiales que componen una instalación eléctrica. ....</b>	<b>41</b>
<b>2.8 Sistema de puesta a tierra según la norma IEEE80: .....</b>	<b>41</b>
2.8.1 Tipos de puesta a tierra: .....	42
<b>2.9 Software DIALux .....</b>	<b>43</b>
<b>2.10. Diagramas Eléctricos.....</b>	<b>44</b>
<b>CAPITULO III .....</b>	<b>46</b>
<b>3. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN .....</b>	<b>46</b>
<b>3.1 Normativa NEC .....</b>	<b>46</b>
3.1.1 Diagrama unifilar de las instalaciones. ....	46
3.1.2 Centro de carga N.º 1 Aulas 1 y 2 de la unidad educativa. ....	47
3.1.3 Centro de carga N.º 2 aulas 3,4 y 5 más (SS-HH1).....	47
3.1.4 Centro de carga Nº3 cocina, bodega y (SS-HH2).....	48
3.1.5 Centro de carga Nº4 de la unidad educativa. ....	48

3.1.6 Centro de carga TD- 1 Aulas 1 y 2 de la unidad educativa Agustín Cueva bloque 1.....	52
3.1.7 Centro de carga TD-2 aula 8, bodega y SS-HH1 SS-HH2 bloque 1.....	52
3.1.8 Centro de carga TD-3 aula 3, 4 y 5 bloque 1.....	53
3.1.9 Centro de carga TD-4 aula 5, 6 y 7 bloque 1.....	53
3.1.10 Centro de carga TD-1 Aulas 1 y 2 de la unidad educativa Agustín Cueva bloque 2.....	54
3.1.11 Centro de carga TD-2 AULA 4, SS-HH1 SS-HH2 bloque 2.....	54
3.1.12 Centro de carga TD-3 aula 5 bloque 2.....	55
3.1.13 Centro de carga TD-4 aula 6 bloque 2.....	55
3.1.14 Cálculos de caída de tensión para selección del conductor.....	56
3.1.15 Cálculo de voltaje acometida TD-4 más lejana. Bloque 1.....	58
3.1.16 Cálculo de voltaje en circuito de tomacorrientes bloque 1.....	59
3.1.17 Caída de voltaje de todos los circuitos de tomacorrientes del proyecto Unidad.	60
3.1.18 Cálculo de voltaje acometida TD-4 más lejana. Bloque 2.....	61
3.1.19 Cálculo de voltaje en circuito de tomacorrientes bloque 2.....	61
3.1.20 Caída de voltaje de todos los circuitos de tomacorrientes del proyecto Unidad.	62
3.1.21 Dimensionamiento de las protecciones TD-1.....	63

3.1.22 Breaker de 20 A para la protección del circuito de tomacorrientes. ....	65
3.1.23 Circuito de luminarias.....	65
3.1.24 Diseño de un ambiente educativo. ....	66
<b>3.2 Propuesta de mejoría en la luminosidad en el bloque 1.....</b>	<b>70</b>
3.2.1 Tabla de nivel de iluminación por sección bloque 1.....	72
3.2.2 Calibre de conductor para el circuito de iluminación. ....	73
3.2.3 Cálculo de caída tensión en el circuito de iluminación. ....	74
3.2.4 Termomagnético de 15A para protección del circuito de luminarias. ....	76
3.2.5 Propuesta de mejoría en la luminosidad en el bloque 2.....	78
3.2.6 Calibre de conductor para el circuito de iluminación en el bloque 2. ....	80
3.2.7 Cálculo de caída tensión en el circuito de iluminación. ....	80
3.2.8 Termomagnético de 15A para protección del circuito de luminarias en el bloque 2. .....	83
<b>3.3 Implementación y parte práctica del proyecto.....</b>	<b>84</b>
3.3.1 Verificación de instalaciones eléctricas existentes en la unidad educativa.....	84
3.3.2 Cambio y parte práctica del proyecto. ....	88
3.2.6 Implementación del circuito de puesta a tierra. ....	93
3.2.7 Dibujar los planos eléctricos unifilares de iluminación, fuerza y sus protecciones.	

.....	95
<b>CAPITULO IV.....</b>	<b>96</b>
<b>4. PRUEBAS, RESULTADOS Y DISCUSION .....</b>	<b>96</b>
<b>4.1 Pruebas.....</b>	<b>96</b>
<b>4.2 Tipos de pruebas realizadas.....</b>	<b>96</b>
4.2.1 Estudio de carga instalada.....	96
4.2.2 Realizar la iluminación de acuerdo software DIALUX.....	98
4.2.3 Comprobar el nivel de iluminación con el LUXOMETRO.....	99
4.2.4 Mediciones de voltajes.....	105
4.2.5 Realizar las mediciones de la puesta a tierra.....	107
<b>CAPITULO V .....</b>	<b>109</b>
<b>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>109</b>
<b>5.1 Conclusiones .....</b>	<b>109</b>
<b>5.2 Recomendaciones. ....</b>	<b>110</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>113</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>116</b>

## INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1 Especificaciones técnicas "Lámpara LED 18W".....</i>	<i>26</i>
<i>Tabla 2 Especificaciones técnicas conductor THHN Calibre 14 AWG.....</i>	<i>28</i>
<i>Tabla 3 Especificaciones técnicas Interruptores Veto.....</i>	<i>30</i>
<i>Tabla 4 Especificaciones Técnicas tomacorriente Veto.....</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 5Especificaciones técnicas conductor calibre 12 y 16 AWG.....</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 6 Especificaciones técnicas tomacorriente regulado 15A. ....</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 7Especificaciones técnicas termo-magnético de 20A. ....</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 8 Especificaciones técnicas tablero de 2 circuitos Schneider Electric.....</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 9 Especificaciones técnicas conductor #6 .....</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 10 Especificaciones técnicas conductor #12 .....</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 11 Especificaciones técnicas conductor #14 .....</i>	<i>58</i>
<i>Tabla 12 tabla de caídas de voltaje por cada tablero de distribución de los circuitos más lejanos .....</i>	<i>60</i>
<i>Tabla 13 tabla de caídas de voltaje por cada tablero de distribución de los circuitos más lejanos bloque 2 .....</i>	<i>63</i>
<i>Tabla 14 Tabla comparativa de luminarias .....</i>	<i>70</i>
<i>Tabla 15 Caída de tensión en el circuito de iluminación.....</i>	<i>74</i>
<i>Tabla 16 Caída de tensión de circuito luminarias .....</i>	<i>76</i>
<i>Tabla 17 Caída de tensión en el circuito de iluminación del bloque 2 aula 2.....</i>	<i>81</i>
<i>Tabla 18 Caída de tensión de circuito luminarias .....</i>	<i>82</i>
<i>Tabla 19 Estudio de carga .....</i>	<i>97</i>
<i>Tabla 20 Mediciones de luminosidad en las aulas.....</i>	<i>99</i>

## INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1., Esquema de conexión de una instalación eléctrica.</i> .....	25
<i>Figura 2., Lámpara LED redondo 18W sobrepuesto.</i> .....	27
<i>Figura 3., Cable Flexible #14 AWG.</i> .....	29
<i>Figura 4., Interruptor (a) simple y (b) doble.</i> .....	31
<i>Figura 5., Tomacorrientes dobles y su esquema de conexión.</i> .....	33
<i>Figura 6., Cable flexible #12.</i> .....	35
<i>Figura 7., Tomacorriente regulado naranja de 15A.</i> .....	36
<i>Figura 8., Caja térmica de distribución.</i> .....	38
<i>Figura 9., Termo-magnético de 20A de 1 polo.</i> .....	39
<i>Figura 10., Tablero QOL bifásico de 2 circuitos.</i> .....	41
<i>Figura 11., Esquema general de una malla de puesta de tierra.</i> .....	43
<i>Figura 12., Diagrama Multifilar.</i> .....	45
<i>Figura 13., Diagrama unifilar bloque 1</i> .....	50
<i>Figura 14., Diagrama unifilar bloque 2</i> .....	51
<i>Figura 15., Plano eléctrico tomacorrientes bloque 1.</i> .....	63
<i>Figura 16., Breaker termomagnético Schneider de 20A.</i> .....	65
<i>Figura 17., Plano eléctrico de iluminación actual bloque 1.</i> .....	66
<i>Figura 18., Plano eléctrico iluminación rediseño</i> .....	68
<i>Figura 19., Plano eléctrico iluminación rediseño.</i> .....	69
<i>Figura 20., Simulación Unidad Educativa Agustín Cueva bloque 1</i> .....	71
<i>Figura 21., Simulación de un aula en 3D</i> .....	71
<i>Figura 22., Simulación del aula 1 con sus valores</i> .....	72
<i>Figura 23., Niveles de iluminación por aula.</i> .....	73

<i>Figura 24., Termomagnético de 15A. ....</i>	<i>77</i>
<i>Figura 25., Simulación Unidad Educativa Agustín Cueva bloque 2 aula 3. ....</i>	<i>79</i>
<i>Figura 26., Simulación del aula 3 con sus valores ....</i>	<i>79</i>
<i>Figura 27., Niveles de iluminación por aula ....</i>	<i>80</i>
<i>Figura 28., Termomagnético de 15A. ....</i>	<i>84</i>
<i>Figura 29., Interruptor dañado y aula sin luminarias ....</i>	<i>85</i>
<i>Figura 30., Caja de distribución.....</i>	<i>85</i>
<i>Figura 31., Cableado fuera de ductos de protección.....</i>	<i>86</i>
<i>Figura 32., Circuito de tomacorrientes sin empotrar. ....</i>	<i>87</i>
<i>Figura 33., Luminarias mal instaladas y peligrosas. ....</i>	<i>87</i>
<i>Figura 34., Rozas para la tubería. ....</i>	<i>88</i>
<i>Figura 35., Tablero de distribución. ....</i>	<i>89</i>
<i>Figura 36., Cableado para la caja térmica. ....</i>	<i>89</i>
<i>Figura 37., Instalación de la caja térmica.....</i>	<i>90</i>
<i>Figura 38., Instalación de luminaria. ....</i>	<i>91</i>
<i>Figura 39., Iluminación tipo ojo de buey instalada y funcionando. ....</i>	<i>91</i>
<i>Figura 40., Conexión de tomacorriente. ....</i>	<i>92</i>
<i>Figura 41., Cambio de toma corriente en el aula 1.....</i>	<i>92</i>
<i>Figura 42., Cambio de toma corriente en el aula 3.....</i>	<i>93</i>
<i>Figura 43., Cambio de toma corriente en el aula 3.....</i>	<i>93</i>
<i>Figura 44., Conexión de circuito de puesta a tierra. ....</i>	<i>94</i>
<i>Figura 45., Instalación de barra a tierra en los tableros de distribución. ....</i>	<i>94</i>
<i>Figura 46., Simulación de la iluminación de un aula usando el programa Dialux.....</i>	<i>99</i>
<i>Figura 47., Pruebas de luminosidad.....</i>	<i>101</i>

<i>Figura 48., Medición de luminosidad con luxómetro en el aula 1. Bloque1 .....</i>	<i>102</i>
<i>Figura 49., Medición de luminosidad con luxómetro en el aula 3. Bloque1 .....</i>	<i>102</i>
<i>Figura 50., Medición de luminosidad con luxómetro en el aula 5. Bloque1 .....</i>	<i>103</i>
<i>Figura 51., Medición de luminosidad con luxómetro en el aula 7. Bloque1 .....</i>	<i>103</i>
<i>Figura 52., Medición de luminosidad con luxómetro en el aula 1. Bloque2. ....</i>	<i>104</i>
<i>Figura 53., Medición de luminosidad con luxómetro en el aula 2. Bloque2 .....</i>	<i>104</i>
<i>Figura 54., Medición de luminosidad con luxómetro en el aula 3. Bloque2 .....</i>	<i>105</i>
<i>Figura 55., Medición de luminosidad con luxómetro en el aula 4. Bloque 2 .....</i>	<i>105</i>
<i>Figura 56., Medición de voltaje en los tomacorrientes aulas 1 y 3 bloque1. ....</i>	<i>106</i>
<i>Figura 57., Medición de voltaje en los tomacorrientes aulas 5 bloque1. ....</i>	<i>106</i>
<i>Figura 58., Medición de voltaje en los tomacorrientes aulas 4 y 5 bloque. ....</i>	<i>107</i>
<i>Figura 59., Medición de resistencia en la puesta a tierra. ....</i>	<i>108</i>

# RESUMEN

## “DISEÑO E IMPLEMENTACION DE LOS CIRCUITOS ELECTRICOS DE LA U.E. AGUSTIN CUEVA DAVILA”

El presente proyecto aborda el diseño e implementación de los circuitos eléctricos de la Unidad Educativa "Agustín Cueva Dávila", ubicada en la parroquia Caranqui, cantón Ibarra, provincia de Imbabura. La infraestructura eléctrica de la institución ha mostrado un considerable deterioro debido a la falta de mantenimiento adecuado y a la antigüedad de las instalaciones. Este deterioro no solo compromete la calidad del servicio eléctrico, sino que también representa un riesgo significativo de seguridad para la comunidad educativa, con posibles incidentes como cortocircuitos, quemaduras y choques eléctricos.

Tras una exhaustiva inspección técnica, se identificaron varios problemas críticos, como cableado en mal estado, distribución eléctrica deficiente, acometidas sin seguridad adecuada, cajas térmicas y circuitos que no cumplen con la normativa vigente. Se determinó la necesidad de un rediseño integral que incluya el reemplazo completo del cableado eléctrico, la adecuación de circuitos de iluminación, así como la actualización de protecciones termomagnéticas y cajas térmicas.

El proyecto se fundamenta en las normativas NEC-SB-IE-2018 y UNE-EN-12464-1, las cuales guiarán la intervención para garantizar que las nuevas instalaciones eléctricas sean seguras, confiables y conformes a los estándares nacionales. La implementación de estas mejoras no solo prolongará la vida útil de la infraestructura educativa, sino que también proporcionará un entorno seguro y eficiente para sus usuarios.

**Palabras claves:** Diseño eléctrico, Infraestructura educativa, Seguridad eléctrica,

Normativa NEC-SB-IE-2018, Protección termomagnética, Deterioro de instalaciones, Actualización de circuitos, Cableado eléctrico, Mantenimiento preventivo, Cumplimiento normativo.

# ABSTRACT

The present project addresses the redesign and implementation of the electrical circuits of the "Agustín Cueva Dávila" Educational Unit, located in the Caranqui parish, Ibarra canton, Imbabura province. The institution's electrical infrastructure has shown considerable deterioration due to inadequate maintenance and the age of the installations. This deterioration not only compromises the quality of the electrical service but also represents a significant safety risk for the educational community, with potential incidents such as short circuits, burns, and electric shocks.

After a thorough technical inspection, several critical problems were identified, including damaged wiring, poor electrical distribution, unsafe connections, and thermal boxes and circuits that do not comply with current regulations. It was determined that a comprehensive redesign is necessary, including the complete replacement of electrical wiring, the adaptation of lighting circuits, and the updating of thermomagnetic protections and thermal boxes.

The project is based on the NEC-SB-IE-2018 and UNE-EN-12464-1 regulations, which will guide the intervention to ensure that the new electrical installations are safe, reliable, and compliant with national standards. Implementing these improvements will not only extend the lifespan of the educational infrastructure but also provide a safe and efficient environment for its users.

**Keywords:** Electrical design, Educational infrastructure, Electrical safety, NEC-SB-IE-2018 regulation, Thermomagnetic protection, Infrastructure deterioration, Circuit update, Electrical wiring, Preventive maintenance, Regulatory compliance.

# CAPITULO I

## 1. INTRODUCCIÓN

La importancia de este proyecto tiene como fin colaborar con la comunidad educativa en la Unidad Educativa “Agustín Dávila Cueva” la cual se encuentra ubicada en la parroquia Caranqui, cantón Ibarra, en la provincia de Imbabura. En este proyecto se mejora los circuitos eléctricos de iluminación y de fuerza en la unidad educativa, estas instalaciones cuentan con un deterioro de casi la totalidad considerando que la infraestructura de sus aulas tiene un porcentaje de desgaste, lo cual al no realizar un mantenimiento a las instalaciones puede causar muchos problemas como corto circuitos, quemaduras, choques eléctricos entre otros.

Considerando estos problemas se ha realizado la visita e inspección técnica a las instalaciones eléctricas de la unidad educativa en la cual se pudo verificar la existencia de problemas en el cableado eléctrico, mala distribución, acometidas sin ninguna seguridad, cajas térmicas en mal estado, circuitos especiales conectados sin ninguna normativa o que no cumple con los parámetros mínimos para su funcionamiento ocasionando problemas en la comunidad educativa.

De esta manera se ha podido determinar que las adecuaciones deben de desarrollarse en todas las instalaciones empezando por reemplazar en casi la totalidad del cableado eléctrico, sus apliques tanto en circuitos de iluminación, circuitos de fuerza o tomacorrientes y circuitos especiales, así como también se debe de realizar las mejoras en las protecciones termomagnéticas, cajas térmicas cumpliendo la normativa vigente en el Ecuador.

Para realizar una intervención de esta magnitud debemos trabajar conjuntamente con las normas NEC-SB-IE-2018 y UNE-EN-12464-1 las mismas que nos servirán de soporte y

guía para cumplir con unas instalaciones adecuadas y que brinden toda la seguridad para quienes hagan uso de las mismas en la institución.

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

La infraestructura de la Unidad Educativa “Agustín Cueva Dávila” es de años atrás, nunca se ha realizado un mantenimiento a sus instalaciones eléctricas ya que no cuentan con el personal calificado para realizar dichas actividades y adicional a esto no ha existido el aporte por parte del gobierno de turno en cuanto a los recursos económicos para poder contratar un profesional del área que lo realice. Los problemas que se verifican una vez que se ha realizado la respectiva inspección técnica dentro de sus instalaciones eléctricas los siguientes:

- 1) ***No poseen instalaciones eléctricas, ni calibre de conductor adecuados.*** Con la visita técnica realizada a las instalaciones de la unidad educativa se puede verificar que su cableado principal de alimentación está en muy malas condiciones (deterioro total) lo cual conlleva a la afectación en el consumo ya que hace falsos contactos, el calibre de conductor de las instalaciones internas está mal dimensionado para cada circuito, provocando una mala calidad de energía y llegando a dañar ciertos aparatos electrónicos, luminarias y ocasionando dificultad para poder realizar las actividades que se necesitan en la unidad educativa.
- 2) ***Circuitos mal dimensionados, tomacorrientes provisionales sin ninguna protección.*** Los circuitos de iluminación, tomacorrientes y circuitos especiales instalados provisionalmente por personas que desconocen del tema, los mismos que no cuentan con sus respectivas protecciones en las cajas térmicas, al no contar con mencionadas protecciones los equipos electrónicos que se usan llegan a dañarse de inmediato por motivos de sobrecarga, así también los circuitos de iluminación se encuentran en mal

estado y muchos de ellos dejaron de funcionar.

Los circuitos especiales fueron implantados de manera alternativa naciendo desde una derivación de otro tomacorriente y que en el funcionaba un equipo que pasa el límite de corriente permitido.

Al momento de revisar aula por aula se observó que en las 3 aulas de la básica superior no cuenta con suministro eléctrico por motivo de mala distribución desde el tablero principal.

## **1.2. Justificación.**

Actualmente la unidad educativa Agustín Cueva Dávila consta de 2 bloques, los cuales se encuentran con sus instalaciones eléctricas muy antiguas y deficientes. Para realizar un mantenimiento eléctrico en estas aulas el costo es demasiado alto por lo cual se hace imposible realizarlo porque no existe presupuesto para este trabajo.

Con el rediseño e implementación le daremos una solución a estos inconvenientes sin costo alguno para la institución, por lo cual se promueve la ayuda a la sociedad.

## **1.3. Alcance.**

La Unidad Educativa “Agustín Cueva Dávila cuenta con un área de construcción total de 736 metros cuadrados distribuidos en 14 aulas de estudios comprendidas entre inicial 2, preparatoria y Básica Elemental, cada aula cuenta con un área de 50 metros cuadrados con 6 puntos de iluminación y de 4 puntos de tomacorrientes.

Además, cuentan con desperfectos en la iluminación y distribución de tomacorrientes en las baterías sanitarias, corredores, y bodega de alimentación.

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

### **1.4.1 Objetivo general:**

Diseñar e Implementar los circuitos eléctricos de iluminación y fuerza de la unidad educativa Agustín Cueva Dávila de la ciudad de Ibarra de la provincia de Imbabura.

### **1.4.2 Objetivos específicos:**

- Realizar un estudio de carga instalada.
- Cambiar las instalaciones eléctricas en mal estado.
- Independizar circuitos de acuerdo a su funcionalidad.
- Realizar la simulación de iluminación en las aulas con el software DIALUX.
- Instalar las luminarias de acuerdo a lo establecido en la norma UNE-EN-12464-1.
- Cambiar luminarias actuales a la iluminación propuesto en el diseño.
- Comprobar el nivel de iluminación con el LUXOMETRO.
- Cambiar las protecciones termomagnéticas de acuerdo a su carga instalada.
- Dibujar los planos eléctricos unifilares de iluminación, fuerza y sus protecciones.
- Implementar el circuito de puesta a tierra.
- Realizar las mediciones de la puesta a tierra.

## **CAPITULO II**

### **2. MARCO TEORICO**

#### **2.1. Necesidades de la unidad educativa “Agustín Cueva Dávila”.**

En el Ecuador las empresas eléctricas de cada sector tratan de abastecer de la mejor manera de energía, tanto como a grandes ciudades como al pueblo más alejado como en jardines, escuelas, colegios y universidades, de tal manera que se miran edificaciones residenciales, atendidas con un buen servicio eléctrico, al igual que gozan de buena iluminación.

Pero no obstante se registran sectores como en este caso la Unidad Educativa “Agustín Cueva Dávila”. Que con el paso del tiempo ha sufrido un deterioro constante en su infraestructura y de manera especial en lo que se refiere a sus circuitos eléctricos y de iluminación, debido a que el color de las luminarias no es el correcto, están mal posicionadas, lo mismo que genera problemas como: fatiga visual, disminución de la concentración entre otras cosas más para los estudiantes docentes y padres de familia.

La repotenciación es un cambio total de todos los circuitos de iluminación, circuitos de tomacorrientes, circuitos de cargas especiales.

El mismo que para su funcionamiento óptimo, se cambia el cableado eléctrico, lámparas, tomacorrientes, protecciones termomagnéticas, interruptores, que actualmente están instalados ya que cumplieron con su tiempo de vida útil generándose en un riesgo para la integridad de los estudiantes. Se obtiene un progresivo resultado técnico, ya que va a mantener la mayor cantidad de energía eléctrica.

## **2.2. Base Legal**

Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), 2018. Y Sistemas de Puesta a tierra según norma IEEE80.

## **2.3. Antecedentes.**

Este proyecto se fundamenta en la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) 2018, la cual establece los estándares mínimos para garantizar la seguridad, calidad y eficiencia energética en las edificaciones ecuatorianas, incluyendo el diseño sismorresistente. Un análisis exhaustivo de las instalaciones eléctricas de la Unidad Educativa "Agustín Cueva Dávila", ubicada en la calle Teresa de Jesús Cepeda, barrio Ejido de Caranqui, parroquia Caranqui, cantón Ibarra, reveló la necesidad de realizar mejoras sustanciales, tales como: reemplazo, mantenimiento correctivo e implementación de nuevo cableado. En adelante, se referirá a este proyecto como "Proyecto Agustín Cueva Dávila".

A continuación, se detallan las especificaciones técnicas de las mejoras a implementarse, las cuales cumplen cabalmente con los requisitos establecidos en la NEC.

- Dimensionamiento correcto del cableado eléctrico a nivel de calibre del conductor.
- Realizar las pruebas del correcto funcionamiento.
- Realizar un estudio carga instalada.
- Cambiar las instalaciones eléctricas en mal estado.
- Independizar circuitos de acuerdo a sus necesidades.
- Realizar la iluminación de acuerdo software DIALUX.
- Cambiar las protecciones termo-magnéticas de acuerdo al estudio realizado.

- Cambiar luminarias actuales a la iluminación propuesto en el diseño.
- Comprobar el nivel de iluminación con el LUXOMETRO.
- Dibujar los planos eléctricos unifilares de iluminación, fuerza y sus protecciones.
- Implementar el circuito de puesta a tierra.
- Realizar las mediciones de la puesta a tierra.

#### **2.4. Tipo de investigación.**

En la línea de investigación que se lleva a cabo en este proyecto es la realización de un análisis de capacidad en el sistema actual, diseño de un sistema eléctrico plano y simulaciones para determinar los niveles de iluminación, una evaluación de carga actual, evaluación de seguridad y un análisis de eficiencia energética. Se aplica en la investigación tecnológica e investigación en la infraestructura de las conexiones de circuitos eléctricos de iluminación, tomacorrientes.

La investigación técnica aplicada se basa en lograr la eficiencia eléctrica mediante el buen dimensionamiento de los circuitos eléctricos, cambios de dispositivos eléctricos que forman parte en mencionado proceso.

Por otra parte la investigación de campo se desarrolla mediante un proyecto practico, se basó en la inspección visual del estado de todas la instalaciones eléctricas de la unidad educativa, para esta investigación se realizaron los respectivos cálculos de dimensionamiento de conductor, cálculos para obtener el dimensionamiento de la protección adecuada para cada circuito, planos eléctricos, toma de mediciones de nivel de iluminación para establecer la cantidad de luminarias a aumentar, cambiar o arreglas en el Proyecto Agustín Cueva Dávila.

## 2.5 Instalaciones eléctricas domiciliarias.

Las instalaciones eléctricas son sistemas diseñados y construidos para proporcionar energía eléctrica residencial o como es este caso en particular a un establecimiento educativo. Dichas instalaciones eléctricas se combinan entre componentes y dispositivos que al tiempo de engranarse al trabajo suministran energía eléctrica de manera segura y eficiente a cada uno de los puntos instalados o arreglados en este proyecto.

Según Sandoya et al. (2018) se sugiere que “La instalación eléctrica debe garantizar la salvaguardia de las personas y de los bienes contra los riesgos que puedan surgir por el uso de la electricidad, así como el cumplimiento de estándares de calidad y continuidad del servicio” (p. 5), las instalaciones eléctricas en centros educativos empiezan desde el medidor de luz atravesando por el tablero de distribución principal y dividiéndose en circuitos de luminarias, circuitos de tomacorrientes y circuitos especiales.

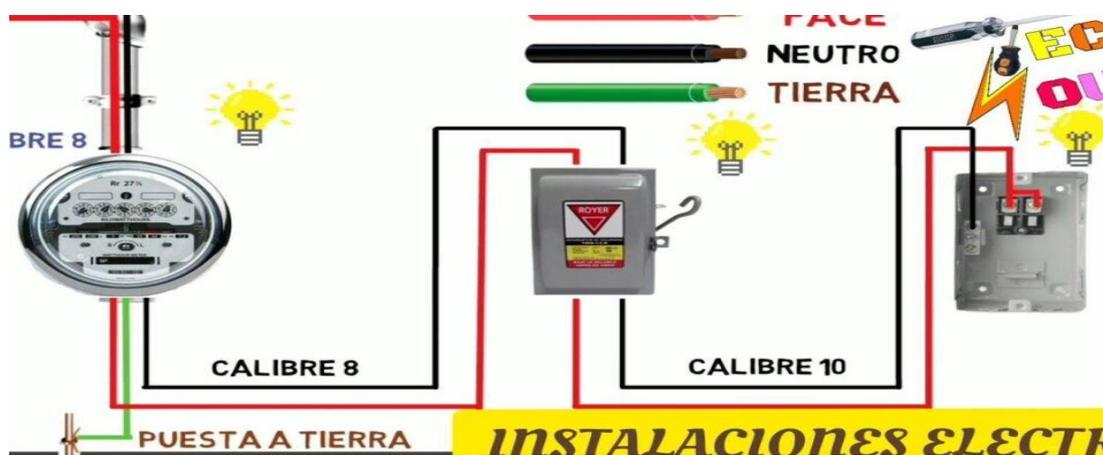


Figura 1., Esquema de conexión de una instalación eléctrica.

*Nota: En la imagen se muestra un esquema reducido de la correcta distribución de una instalación eléctrica. Tomado de [www.ekocasas.es.com](http://www.ekocasas.es.com)*

### 2.5.1 Circuito de iluminación.

Los circuitos de iluminación son diseñados específicamente para suministrar energía a lámparas o luminarias en espacios o áreas específicas. Estos circuitos pueden alimentar una sola

luminaria o del mismo modo puede aumentar su complejidad alimentando hasta 15 luminarias desde diferentes puntos, estos circuitos pueden llegar a ser aún más complejos en los cuales se controlan también la intensidad del nivel de iluminación inclusive ser programadas para encenderse automáticamente. Los circuitos de iluminación se componen de los siguientes materiales y equipos. *Nota: Todos los materiales a detallar son instalados en el “Agustín Cueva Dávila”*

1) *Lámpara LED*. Dentro de una de las mejoras que se instalan en el proyecto son las lámparas LED los cuales ayudan a mejorar la eficiencia energética, esto debido a su consumo que es muy bajo.

El tipo de lámparas instaladas están diseñadas para su fácil instalación y nos beneficia en generar un ambiente muy acogedor para un ambiente residencial o como es este caso en particular a un establecimiento educativo.

*Tabla 1 Especificaciones técnicas "Lámpara LED 18W".*

<b>Lámpara LED</b>	
<b>CARACTERISTICAS</b>	<b>DETALLES</b>
<b>Marca</b>	PHILIPS
<b>Potencia</b>	18W
<b>Voltaje</b>	100 - 240V
<b>Vida Útil</b>	25000 horas
<b>Tipo de Luz</b>	Blanca 6500K
<b>Tipo</b>	Redondo sobrepuesto
<b>Tecnología</b>	LED

*Nota: En la tabla se aprecia los datos técnicos de la luminaria a utilizar. Tomado*



Figura 2., Lámpara LED redondo 18W sobrepuesto.

*Nota: Lámpara LED de 18w, 6500k. Tomado de [www.centralamerica.lighting.philips.com](http://www.centralamerica.lighting.philips.com)*

- 2) *Conductor para circuito de iluminación.* El conductor que es utilizado mayormente para los circuitos de iluminación con lámparas de bajo consumo como es el caso del Proyecto Agustín Cueva Dávila, en el cual se renueva los circuitos de iluminación que se encuentran en mal estado de toda la unidad educativa es un conductor de calibre 14 THHN AWG. Tiene un aislamiento de PVC, el cual resiste ambientes húmedos y secos. Ideal para el tipo de aplicación en el proyecto.

El material del conductor es de cobre ya que este material es uno de los mejores para transportar energía eléctrica. Ya que no muestra mucha resistencia.

Los conductores a instalarse en los diferentes circuitos contarán un área de conducción que asegure una caída de tensión de 3% o menor con respecto al voltaje nominal, entre cada una de las salidas y el tablero de distribución.

El número de conductores que pueden instalarse dentro de una tubería no debe exceder el indicado en el National Electrical Code.

Todos los cables o conductores que se pasen a través de una tubería deberán ser cuidadosamente identificados de manera que se realice una instalación confiable del sistema, y ante todo tratando de evitar confusión en el cableado, el conductor de tierra deberá ser preferiblemente de color verde, sino deberá ser identificado claramente como tal, el conductor de neutro deberá ser en lo posible de color blanco, los Conductores de Fases se utilizará colores vivos como Azul, Rojo o Negro.

*Tabla 2 Especificaciones técnicas conductor THHN Calibre 14 AWG*

<b>Conductor THHN Calibre 14 AWG</b>	
<b>CARACTERISTICAS</b>	<b>DETALLES</b>
<b>Marca</b>	ANDES CABLES
<b>Calibre</b>	# 14
<b>Tensión Nominal</b>	600V
<b>Numero de hilos</b>	19 hilos
<b>Material del conductor</b>	Cobre
<b>Material de aislamiento</b>	PVC
<b>Capacidad de potencia</b>	1800W/120V y 3600W/240V
<b>Amperaje</b>	30°C: 25A y 90°C 13A

*Nota: La tabla 2 nos ayuda a verificar que cumple con los requerimientos que establece la norma para el circuito de iluminación. Tomado de [www.andescables.com](http://www.andescables.com)*



Figura 3., Cable Flexible #14 AWG.

*Nota: Conductor #14 que se utiliza en el circuito de luminarias de bajo consumo como es este caso. Tomado de [www.andescables.com](http://www.andescables.com)*

3) *Interruptor*. Es un dispositivo que nos permite controlar el flujo de corriente eléctrica en todo tipo de instalaciones eléctricas de cargas resistivas, inductivas, esto se logra gracias a su mando manual de “encendido” y “apagado”.

Es utilizado para circuitos de iluminación ya que es compatible con todo tipo de lámparas incandescentes, ahorradores, LED entre muchos más.

Este dispositivo supera las 40000 operaciones (conexión y desconexión).

Contiene una luz piloto que no ayuda a identificar la posición del interruptor en lugares oscuros. Conectores de bornera compatibles cables hasta el calibre #12.

Dentro de esta gama de interruptores existen simple, dobles, conmutados de 3 vías y 4 vías.

Los interruptores en su mayoría son del tipo balancín para empotrar en pared, con el mecanismo encerrado por una cubierta de composición estable, con terminales de tornillo

para conexión lateral, tienen accesibilidad de manera inmediata al ingreso de los ambientes, están a una altura promedio de 1.50m sobre el nivel del piso terminado a 15 cm de la puerta, en forma vertical

*Tabla 3 Especificaciones técnicas Interruptores Veto*

<b>Interruptor Veto</b>	
<b>CARACTERISTICAS</b>	<b>DETALLES</b>
<b>Marca</b>	VETO
<b>Tensión Nominal</b>	125/250V
<b>Corriente Nominal</b>	10A
<b>Material de contactos</b>	Plata
<b>Material de balancín</b>	Aleación de cobre 62%
<b>Material de terminales</b>	Aleación de cobre 62%

*Nota: Especificaciones que nos ayuda a elegir el interruptor correcto a utilizar en el proyecto.  
Realizado por el autor. Tomado de [www.vetoelectric.com](http://www.vetoelectric.com) **www.vetoelectric.com***



Figura 4., Interruptor (a) simple y (b) doble.

*Nota: En la figura 4 se muestra el tipo de interruptor simple y doble estos se utilizarán en el Proyecto Agustín Cueva Dávila ya que el diseño así lo establece. Tomado de [www.vetoelectric.com](http://www.vetoelectric.com)*

## **2.5.2 Circuito de tomacorrientes.**

Los circuitos de tomacorrientes están diseñados para proporcionar energía eléctrica en puntos específicos y siempre tenerlos a la mano que siempre estén disponibles, dichos circuitos están compuesto de una serie de componentes y dispositivos que al engranarse para trabajar hacen que el diario vivir sea más fácil en relación a las instalaciones eléctricas. Según la normativa usada en este proyecto, los circuitos no deben exceder las 10 salidas.

Los circuitos diseñados en este proyecto cuentan con salidas polarizadas de 3 conductores siendo: la fase, el neutro y la puesta a tierra. Este último no se implementa por desconocimiento de la población, pero es muy significativa para la seguridad de las personas que utilizan estas instalaciones.

La puesta a tierra está planteada para salvaguardar a las personas y equipos eléctricos que hacen uso de las mismas, en caso de falla en el sistema eléctrico existente, la puesta a tierra provee un camino seguro para que la corriente eléctrica fluya hacia la tierra en lugar de la personas o equipos eléctricos lo que puede prevenir descargas eléctricas peligrosas en este caso para los estudiantes del Proyecto Agustín Cueva Dávila.

4) *Tomacorriente*. Este dispositivo eléctrico se utiliza para establecer la conexión eléctrica tipo americana más tierra mediante una clavija que permite el paso de la corriente con un sistema de cableado fácil de instalación se puede decir que aumenta el rendimiento de la mano de obra y ayuda a bajar el costo de producción. Posee una construcción de alta resistencia al impacto.

*Tabla 4 Especificaciones Técnicas tomacorriente Veto*

<b>TOMACORRIENTE VETO</b>	
<b>CARACTERISTICAS</b>	<b>DETALLES</b>
<b>Marca</b>	VETO
<b>Tensión Nominal</b>	125/250V
<b>Corriente Nominal</b>	15A
<b>Material de Construcción</b>	Nylon resistente a la flama en 850°
<b>Material de terminales</b>	Aleación de cobre 62%
<b>Contactos</b>	Fase, Neutro y Tierra

*Nota: En la tabla podemos observar las especificaciones técnicas que nos ayudan a elegir el tomacorriente ideal para el proyecto ya que cuenta con un contacto para tierra muy importante para este circuito que nos ayuda a proteger la integridad de los estudiantes en este caso. Tomado de [www.vetoelectric.com](http://www.vetoelectric.com)*



Figura 5., Tomacorrientes dobles y su esquema de conexión.

*Nota: En la figura 5 se observa el respectivo diagrama de conexión y la placa de tomacorriente a utilizar en el Proyecto Agustín Cueva Dávila. Tomado de [www.vetoelectric.com](http://www.vetoelectric.com)*

- 5) *Conductor para circuito de tomacorrientes.* Para seleccionar el conductor correcto en este circuito se necesita conocer las cargas que van a soportar, pero si desconocemos estas cargas o no tenemos muy claro la norma con la que se trabaja en el Proyecto Agustín Cueva Dávila nos establece que se debe tomar una carga específica de aproximadamente 200W por punto.

Dicho esto, se considera un conductor del calibre #12 para su fase, neutro y la puesta a tierra.

El material empleado en estos conductores es el cobre ya que es un material poco resistente al paso de corriente y es muy fácil de manipular.

El conductor se encuentra generalmente con los siguientes 2 problemas en el circuito eléctrico:

Sobrecarga - Cuando hacemos que pase más corriente de que puede soportar el conductor. Existen diferentes secciones de conductores, que se pueden encontrar en el mercado.

Cortocircuito - Es cuando una corriente de muy alto valor pasa por el circuito. El

cortocircuito se genera cuando se cruzan 2 fases por falla de aislamiento de los conductores o contacto accidental, la corriente multiplica muchas veces su valor.

*Tabla 5 Especificaciones técnicas conductor calibre 12 y 16 AWG.*

<b>Conductor THHN Calibre 12</b>		
<b>CARACTERISTICAS</b>	<b>DETALLES</b>	
<b>Marca</b>	<b>ELECTROCABLES</b>	
<b>Calibre</b>	# 12	#12
<b>Tensión Nominal</b>	600V	600V
<b>Numero de hilos</b>	19 hilos	19 hilos
<b>Material del conductor</b>	Cobre	Cobre
<b>Material de aislamiento</b>	PVC	PVC
<b>Capacidad de potencia</b>	2400W/120V	2400W/ 120V
<b>Corriente Nominal</b>	20A	20A
<b>Color</b>	(Fase/Blanco) (Neutro/Negro)	(Tierra/Verde)

*Nota: En esta tabla 5 se observa las especificaciones técnicas de los conductores de calibre #12 y #16 que se utilizan en el Proyecto Agustín Cueva Dávila. Tomado de [www.electrocables.com](http://www.electrocables.com)*



Figura 6., Cable flexible #12.

*Nota: En la figura 6 se observa el cable #12 estos conductores se implementan en los nuevos circuitos del Agustín Cueva Dávila. Tomado de [www.electrocables.com](http://www.electrocables.com)*

6) *Tomacorriente regulado naranja veto.* Los tomacorrientes de colores, en especial los de color naranja, no son solo una decisión por estética, sino al contrario esto es de acuerdo a las normativas y necesidades específicas de seguridad en las instalaciones eléctricas.

A diferencia de los tomacorrientes convencionales, los de color naranja tienen características y funciones particulares diseñadas para ofrecer protección adicional y asegurar el correcto funcionamiento de dispositivos sensibles.

Los tomacorrientes de color naranja generalmente indican que cuentan con una capacidad de aislamiento y seguridad especial, conocidos como “aislados a tierra”.

Este dispositivo se usa para establecer la conexión eléctrica mediante la inserción de la clavija que es para permitir el paso de la corriente eléctrica. Es apropiado para la conexión de extensiones eléctricas, electrodomésticos, etc. La conexión a tierra brinda una mayor protección para los aparatos eléctricos y seguridad para los usuarios ya que estos dispositivos son mayormente utilizados en centros de cómputo, conexión de los equipos de telecomunicaciones en las redes de los centros de datos.

Estos dispositivos se instalan en cada una de las aulas del Proyecto Agustín Cueva Dávila para un Router de internet y en su laboratorio de Computación.

Tabla 6 Especificaciones técnicas tomacorriente regulado 15A.

<b>Tomacorriente regulado naranja Veto</b>	
<b>CARACTERISTICAS</b>	<b>DETALLES</b>
<b>Marca</b>	VETO
<b>Tensión Nominal</b>	125/250V
<b>Corriente Nominal</b>	15A
<b>Material de Construcción</b>	Nylon resistente a la flama en 850°
<b>Material de terminales</b>	Aleación de cobre 62%
<b>Contactos</b>	Fase, Neutro y Tierra aislada
<b>Vida Útil</b>	10000 operaciones

*Nota: En la tabla se observa especificaciones técnicas para el correcto funcionamiento de este tomacorriente. Realizado por el autor. Tomado de [www.vetoelectric.com](http://www.vetoelectric.com)*

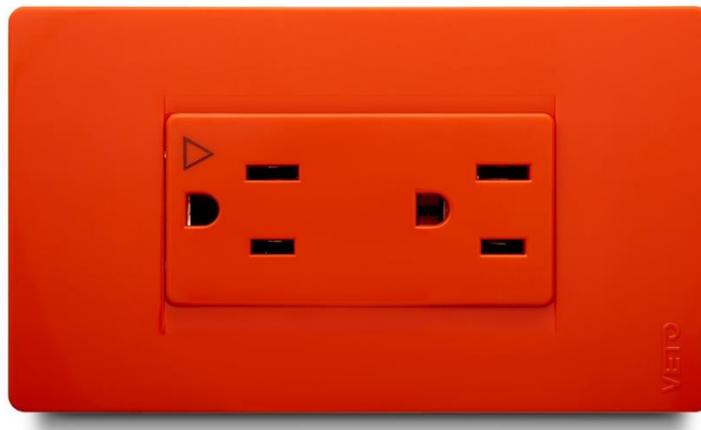


Figura 7., Tomacorriente regulado naranja de 15A.

*Nota: En la figura 7 se observa el modelo de tomacorriente que se instalan el en laboratorio de Computación del Proyecto Agustín Cueva Dávila. Tomado de [www.vetoelectric.com](http://www.vetoelectric.com)*

### **2.5.3 Cajas térmicas SQUARE D. ANDINA ECUADOR**

Según la norma IEEE80 las cajas de derivación térmicas se dimensionan principalmente teniendo en cuenta la corriente de cortocircuito esperada en la instalación eléctrica según la carga instalada.

Esto implica calcular la capacidad térmica por cada circuito eléctrico instalado.

El dimensionamiento de los termomagnéticos o disyuntores en instalaciones residenciales se basa en la corriente máxima que puede soportar de manera segura el cableado y los dispositivos conectados.

Generalmente se elige un disyuntor con una corriente nominal ligeramente superior a la corriente máxima que se espera que consuma la carga instalada en un circuito particular.

Por ejemplo, para un circuito que alimenta enchufes de uso general en una casa podrían utilizarse un disyuntor de 15 a 20 amperios dependiendo de la capacidad del cableado y los dispositivos conectados.

Es importante que el disyuntor sea capaz de proteger de manera efectiva el cableado y los aparatos contra corrientes excesivas que podrían causar sobrecalentamiento o daños.

Además, deben cumplir con las normativas locales en este caso la norma IEEE80 para protecciones domiciliarias.

Los Interruptores termomagnéticos estándar. - son los más comunes y ofrecen protección contra sobrecargas y cortocircuitos, combinando un mecanismo térmico para sobrecargas, y uno magnético para cortocircuitos.



*Figura 8., Caja térmica de distribución.*

*Nota: Tablero de 2 circuitos vista frontal. [www.squiaredandina.com](http://www.squiaredandina.com)*

## **2.6 Aparatos del sistema de protección de una instalación eléctrica.**

Dispositivos diseñados para resguardar la vida humana de alguna descarga eléctrica y para proteger los aparatos eléctricos de fallas como sobrecargas, cortocircuitos y otros problemas eléctricos.

Su funcionamiento principal es desconectarse al momento que exista una sobrecarga, un cortocircuito de esta manera no permite que los componentes que están aguas abajo se quemen o se dañe por esta sobre carga o cortocircuito.

Estos dispositivos se encuentran en los tableros de distribución principales ahí se encuentran los circuitos de iluminación, tomacorrientes y los especiales. Estos se eligen mediante la necesidad de cada circuito y equipos según su corriente nominal, en los circuitos de instalaciones residenciales se utilizan de 20A para el circuito de iluminación y de 30A para el circuito de tomacorrientes, esto nos establece la norma NEC que se aplica en el Proyecto Agustín Cueva Dávila.

7) *Breaker termo-magnético de 20A de un polo.* Dispositivo que nos permite la protección de nuestro circuito de iluminación al instante que existe una sobre carga o un cortocircuito.

*Tabla 7 Especificaciones técnicas termo-magnético de 20A.*

<b>Termo-magnético de 20A</b>	
<b>CARACTERISTICAS</b>	<b>DETALLES</b>
<b>Marca</b>	Schneider Electric
<b>Tensión Nominal</b>	120V
<b>Corriente Nominal</b>	20A
<b>Capacidad de interrupción</b>	10kA a 120V
<b>Frecuencia</b>	50/60Hz
<b>Numero de polos</b>	1 polo
<b>Rango</b>	QOD

*Nota: En la tabla 7 se observa las especificaciones técnicas del termo-magnético de 20A que nos ayudara a proteger nuestro circuito de iluminación. Realizado por el autor. Tomado de Schneider Electric.*



*Figura 9., Termo-magnético de 20A de 1 polo.*

*Nota: Se observa el termo-magnético de 20A con una franja de disparo de 10kA. Tomado de [www.schneiderelectric.com](http://www.schneiderelectric.com)*

8) *Tablero de distribución.* Panel que contiene todos los interruptores automáticos, interruptores de circuito y otros dispositivos. Esta principalmente compuesto por una caja con pintura electro estática y en su interior contiene su borneras de conexión fase, neutro y tierra y que ahí consigue la alimentación principal y deriva a los circuitos correspondientes.

*Tabla 8 Especificaciones técnicas tablero de 2 circuitos Schneider Electric.*

<b>Tablero de Distribución de 2 circuitos Schneider Electric</b>	
<b>CARACTERISTICAS</b>	<b>DETALLES</b>
<b>Marca</b>	Schneider Electric
<b>Tensión Nominal Asignada</b>	120/240V
<b>Corriente Nominal</b>	100A
<b>Intensidad de cortocircuito</b>	10kA
<b>Frecuencia</b>	50/60Hz
<b>Numero de fases</b>	2 fases
<b>Circuitos</b>	2 circuitos

*Nota: Especificaciones técnicas del tablero de 2 circuitos instaladas en el Proyecto Agustín Cueva Dávila. Tomado de [www.schneiderelectric.com](http://www.schneiderelectric.com)*



Figura 10., Tablero QOL bifásico de 2 circuitos.

*Nota: Tablero de 2 circuitos vista frontal. Tomado de [www.schneiderelectric.com](http://www.schneiderelectric.com)*

## **2.7 Otros materiales que componen una instalación eléctrica.**

En este punto podemos citar otros materiales para realizar una extensión en una instalación eléctrica, materiales que nos ayudan a dar una vista más estética y técnica ya que estos materiales dejan un punto de luz protegido y aislado.

## **2.8 Sistema de puesta a tierra según la norma IEEE80:**

De igual manera se ejecutó una investigación sobre las puestas a tierra para aplicarse en este proyecto de esta Unidad Educativa utilizando las normas de seguridad en lo que se refiere a puestas a tierra por la seguridad que necesita una instalación eléctrica como la que se va a realizar.

La norma IEEE80, En lo que se refiere a puestas a tierra establece como requisito para el diseño, instalación y mantenimiento de sistemas de puesta a tierra en instalaciones eléctricas.

Estos sistemas son fundamentales para garantizar la seguridad de las personas y la protección de los equipos eléctricos contra descargas atmosféricas y sobretensiones.

El diseño de un sistema de puesta a tierra se debe demostrar mediante el uso de un procedimiento de cálculo, que los valores máximos de las tensiones de paso y de contacto a las que puedan estar sometidos los seres humanos, no superen los umbrales de soportabilidad, este cálculo debe tomar como base la resistencia del cuerpo de 1000 Ohm y cada pie como una placa de 200m<sup>2</sup> aplicando una fuerza de 250 N.

### **2.8.1 Tipos de puesta a tierra:**

- 1) *Puesta a tierra física:* Consiste en conectar directamente los equipos y estructuras metálicas a una toma de tierra física mediante conductores de cobre o cables de tierra.
- 2) *Puesta a tierra de protección:* Se utiliza para proteger a las personas y equipos contra descargas eléctricas. Consiste en conectar los elementos conductores de la instalación a una toma de tierra para desviar las corrientes de falla.
- 3) *Puesta a tierra de señalización.* – Se utiliza en sistemas de comunicaciones y electrónica para evitar interferencias y garantizar un buen funcionamiento de los equipos.
- 4) *Puesta a tierra de protección contra rayos.* - Se utiliza para proteger las estructuras y equipos contra los efectos de las descargas atmosféricas. Consiste en conectar los elementos conductores a una toma de tierra especial para disipar la energía de los rayos en forma segura.

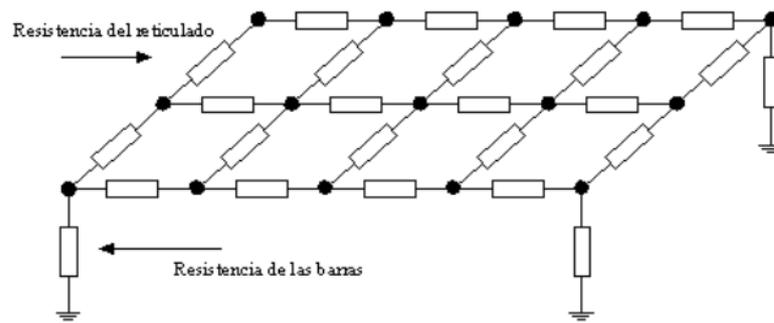


Figura 11., Esquema general de una malla de puesta de tierra.

*Nota: Adaptado de (Hernández, s.f.)*

## 2.9 Software DIALux

Este software es una herramienta esencial para el diseño de iluminación. Permite planificar, visualizar y calcular soluciones de iluminación de manera intuitiva. Destaca por las siguientes características:

- Representaciones en 3D para tener una visual muy extensa de cómo está quedando el diseño.
- Iluminaciones de varios ámbitos y escenarios.
- Estándares y normas esto permite al diseñador ajustar todos los parámetros según las regulaciones establecidas
- Informes al instante de la simulación con todas las características ya indicadas
- Una amplia gama de muebles para cumplir en el plano de trabajo con la cantidad de lúmenes establecidos por cada norma que se utiliza.
- Los cálculos de la iluminación uniformidad en la distribución de las luminarias, garantizar estándares y calidad luminosa.

- Gran cantidad de luminarias disponibles en el mercado nacional con marcas muy reconocidas.

## **2.10. Diagramas Eléctricos.**

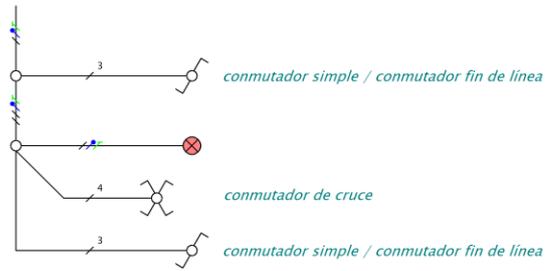
Un diagrama eléctrico es una representación gráfica simplificada de un circuito eléctrico. Su propósito principal es comunicar de manera clara y concisa la interconexión de los componentes eléctricos, facilitando así su análisis, diseño, instalación y mantenimiento.

Estos diagramas se rigen por normas y estándares internacionales para garantizar su universalidad y precisión.

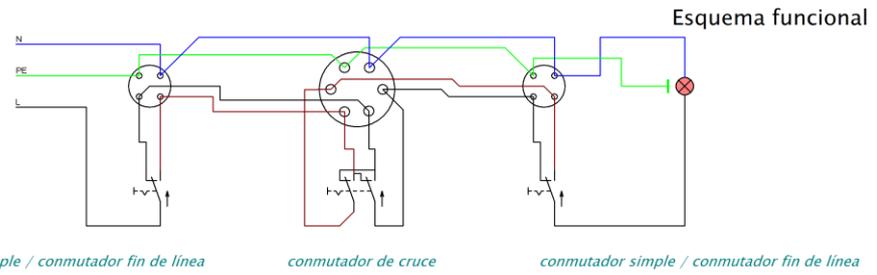
Se considera como una herramienta para la explicación metódica de la instalación de equipos a un circuito, como lo describe García López (2021) un diagrama unifilar efectivo es una representación gráfica muy clara y detallada de cómo se conectan los principales componentes del sistema eléctrico. Este tipo de diagrama muestra no solo los equipos y circuitos primarios, sino también los elementos redundantes y de repuesto disponibles.

El diagrama unifilar traza de manera precisa la ruta de distribución de energía, desde la fuente de alimentación de entrada hasta cada carga o circuito aguas abajo. Para cada elemento del sistema, el diagrama incluye información importante como las clasificaciones eléctricas, los tamaños de los equipos, los conductores de los circuitos y los dispositivos de protección instalados.

De igual manera también existen los diagramas multifilares que son esquemas donde se representa todos los elementos y conductores, este esquema la representación multifilar es más exacta a la vez puede dificultar la interpretación del comportamiento del circuito multifilar, incluso en ejemplos extremadamente simples.



Esquema unifilar



Esquema funcional

Figura 12., Diagrama Multifilar.

*Nota: Representación de Diagrama Multifilar. Tomado de [www.es.proficad.com](http://www.es.proficad.com)*

## CAPITULO III

### 3. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

#### 3.1 Normativa NEC

El presente proyecto busca actualizar y mejorar el sistema eléctrico de la Unidad Educativa Agustín Cueva Dávila, alineándolo con las mejores prácticas de la industria. Para ello, se ha realizado un rediseño integral de los circuitos, priorizando la seguridad y la eficiencia energética.

De acuerdo con la Norma NEC, se han seleccionado dispositivos de protección termomagnética adecuados para los circuitos de iluminación y tomacorrientes. Asimismo, se ha elaborado un diagrama unifilar que representa de manera precisa la configuración actual y futura de las instalaciones eléctricas de la institución.

##### 3.1.1 Diagrama unifilar de las instalaciones.

Una manera práctica y simple de mostrar un circuito eléctrico con sus diagramas desde el transformador, su contador de energía, su centro de carga y sus circuitos independientes de las aulas, los cuales puede ser de iluminación o tomacorrientes es el diagrama Unifilar.

El siguiente diagrama se muestra desde la red de media tensión monofásica de 7.6 KV que alimenta a un transformador de 25 KVA el mismo que da servicio al Barrio y a la Unidad Educativa Agustín Cueva Dávila con sus diferentes circuitos, de iluminación, de tomacorrientes, etc.

El voltaje de entrada al contador de energía es de 120/240 mediante un conductor de acometida N°4 de aluminio de 7 hilos, el mismo que llegará al centro de carga mediante un conductor THHN N°6 para posterior alimentar los circuitos individuales de las aulas los cuales

constan de 3 conductores N°12 AWG para fase, neutro y el circuito de puesta a tierra, respectivamente.

### **3.1.2 Centro de carga N.º 1 Aulas 1 y 2 de la unidad educativa.**

De este se alimentarán las aulas de 1 y 2 ubicadas a 5m del ingreso principal de la unidad educativa, el mismo que cuenta con 2 circuitos, uno de iluminación y el otro de tomacorrientes.

En el circuito de iluminación tenemos 12 luminarias de 18W que están distribuidas por las aulas 1 y 2, el conductor empleado en este circuito es de calibre N°14 porque sus lámparas son bajo consumo.

Todo este circuito estará protegido por un breaker de 15A ya que no existe mucha carga.

El circuito de tomacorrientes que alimenta a las aulas 1 y 2 cuenta con 6 tomacorrientes. Este circuito está compuesto por 3 conductores de calibre N°12 AWG para la fase, neutro y puesta a tierra y una protección termomagnética de 20 A, manteniendo la protección a todos los equipos conectados en este circuito.

### **3.1.3 Centro de carga N.º 2 aulas 3,4 y 5 más (SS-HH1).**

De este circuito se alimentarán las aulas 3, 4 y 5 más los baños (SS-HH1), los cuales se encuentran a 30m de la entrada principal de la unidad educativa, el mismo que está compuesto por 2 circuitos eléctricos, uno de iluminación y otro de tomacorrientes.

El circuito de iluminación consta de 12 luminarias de 18W, el horario es vespertino, por ende, la iluminación no requiere más de un 50% del total de luminarias instaladas. Dado el caso se encendieran todas las luminarias el consumo sería 300w con un amperaje de 3.3A

con lo cual no excede a la protección que será instalada, tampoco se sobrepasa la capacidad del conductor el cual es de calibre N.º 14 AWG y con una protección termomagnética de 15 amperios.

El circuito de tomacorrientes está compuesto por 14 tomacorrientes con un conductor N.º 12 AWG que se distribuyen en las aulas 3, 4 y 5 más los baños (SS-HH1).

Este circuito tiene una protección termomagnética de 20 amperios cumpliendo con la normativa que se ha venido trabajando en este proyecto.

Además, el circuito de tomacorrientes está compuesto por 3 conductores N.º12 AWG compuestos por una fase y un neutro y el circuito de tierra.

#### **3.1.4 Centro de carga N.º3 cocina, bodega y (SS-HH2).**

De este circuito se alimentan la cocina, la bodega y los baños (SS-HH2) los cuales están a unos 25 metros de la entrada principal de la unidad educativa los mismos se encuentran compuestos de 2 circuitos, uno de tomacorrientes y el otro de iluminación.

El circuito de luminarias consta de 12 luminarias de 18W los cuales están distribuidos en la cocina, bodega y baños (SS-HH2), el conductor para este circuito es N.º14 AWG con una protección termomagnética independiente de 15 amperios.

Por otro lado, el circuito de tomacorrientes está compuesto por 2 conductores N.º12 AWG y tiene un total de 3 tomacorrientes en la cocina y bodega, además cuenta con una protección termomagnética de 20 amperios.

#### **3.1.5 Centro de carga N.º4 de la unidad educativa.**

Este circuito alimenta al aula número 7, se encuentra a 30m de la entrada principal la misma que está compuesta de 2 circuitos, uno de iluminación y otro de tomacorrientes.

El circuito de iluminación consta de 12 lámparas de 18W con un conductor N°14 AWG, y una protección termomagnética independiente de 15 amperios.

A su vez, el circuito de tomacorrientes consta de 5 tomacorrientes con un conductor N°12 AWG en la fase, neutro y la puesta a tierra.

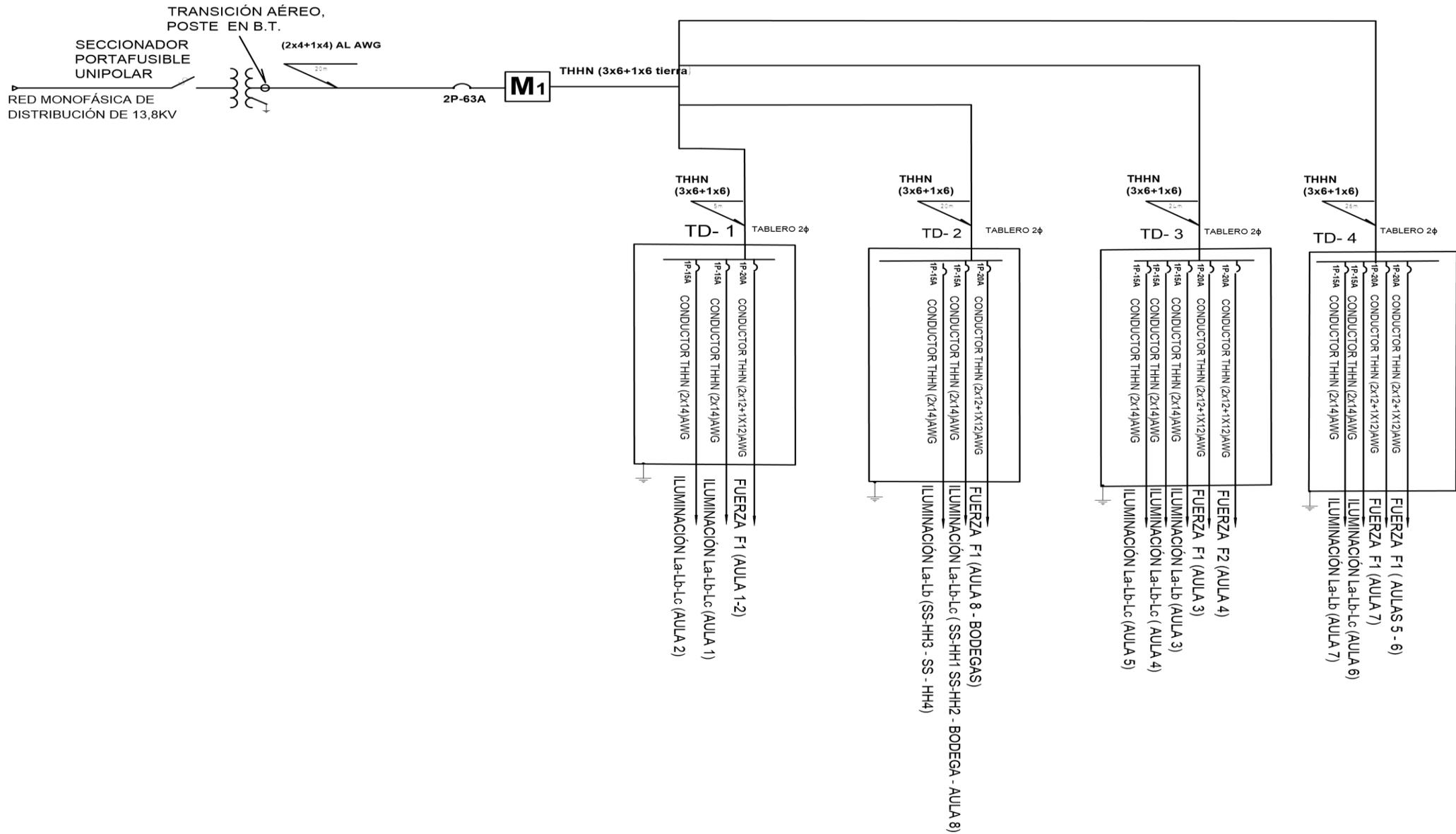


Figura 13., Diagrama unifilar bloque 1

Nota: diseñado por el autor

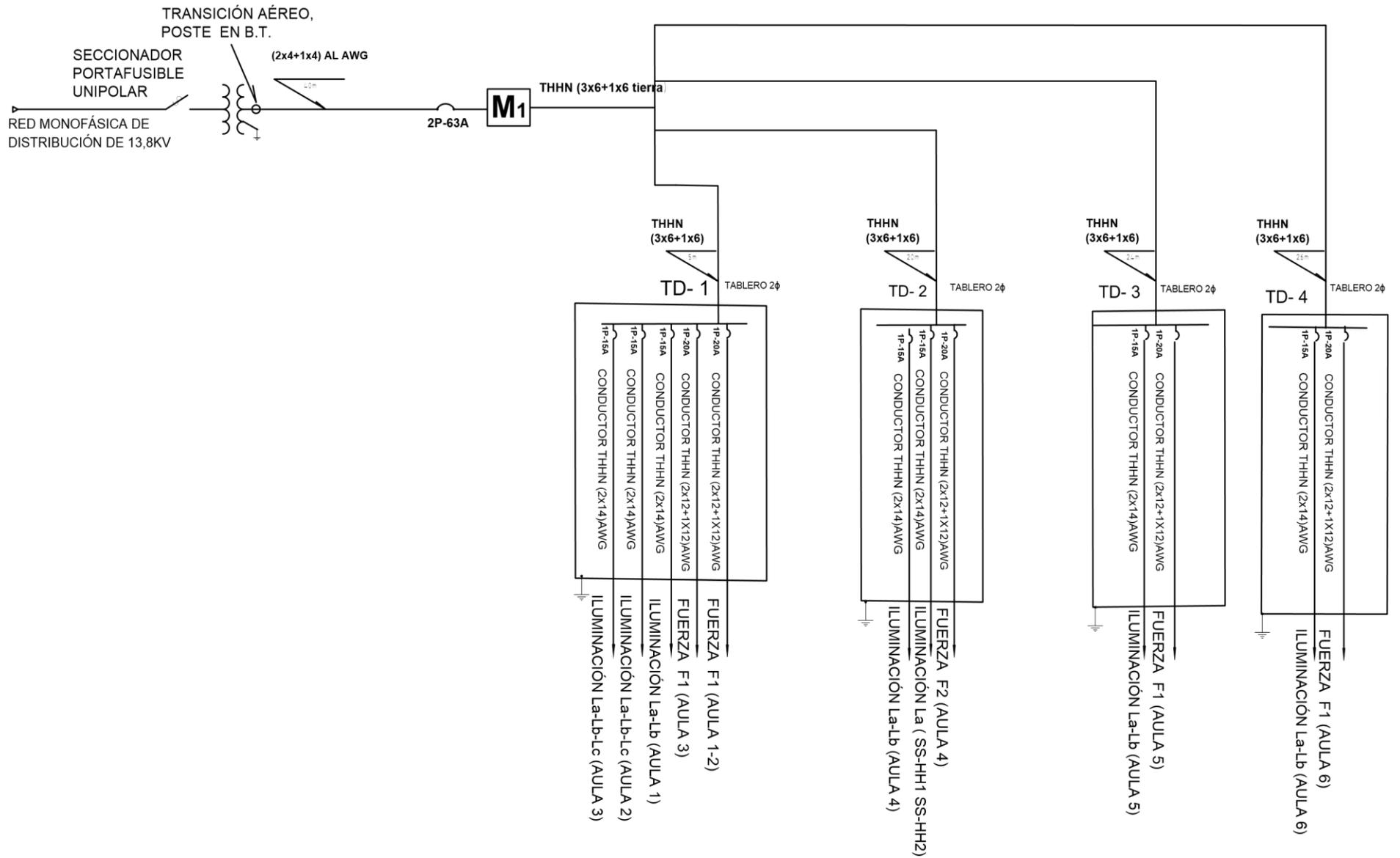


Figura 14., Diagrama unifilar bloque 2

Nota: diseñado por el autor

### **3.1.6 Centro de carga TD- 1 Aulas 1 y 2 de la unidad educativa Agustín Cueva bloque 1.**

Este centro de carga alimentará las aulas de 1 y 2 ubicadas a 5m del ingreso principal de la unidad educativa, el mismo que cuenta con 2 circuitos, uno de iluminación y el otro de tomacorrientes.

Los circuitos de iluminación alimentan a las aulas 1 y 2, cuentan con 12 luminarias led de 18W cada una. Cabe recalcar que cada aula tendrá un circuito independiente. Además, el conductor para este circuito es N°14 AWG con protección termomagnética de 15 amperios.

El circuito de tomacorrientes cuenta con 6 tomacorrientes para las aulas 1 y 2. También se utilizan 3 conductores de calibre N°12 AWG para la fase, neutro y su puesta a tierra. Todo este circuito está protegido por un termomagnético de 20A.

### **3.1.7 Centro de carga TD-2 aula 8, bodega y SS-HH1 SS-HH2 bloque 1.**

Este centro de carga alimentará al aula 8, bodega y baños SS-HH1 SS-HH2 los cuales se encuentran a 20m de la entrada principal, el mismo que está compuesto por 2 circuitos eléctricos, uno de iluminación y tomacorrientes.

En el circuito de iluminación de los baños SS-HH1, SS-HH2 y bodega se tiene 7 luminarias, de mismo modo el circuito de iluminación del aula 8 y baños SS-HH3, SS-HH4 consta de 12 luminarias todas estas de 18W, cada aula tendrá un circuito independiente. El conductor para este circuito es N°14 AWG con una protección termomagnética de 15A.

Los circuitos de tomacorriente están compuestos por un circuito F1 que consta de 3 tomacorrientes que se distribuyen para el aula 8 y bodega con 3 conductores N°12 AWG para

la fase, neutro y puesta a tierra respectivamente. También cuenta con y una protección termomagnética de 20A.

### **3.1.8 Centro de carga TD-3 aula 3, 4 y 5 bloque 1.**

Este centro de carga alimentara las aulas 3, 4 y 5 que se encuentran a 22 metros de la entrada principal de la unidad educativa, estas aulas se encuentran compuestos de 2 circuitos, uno de tomacorrientes y el otro de iluminación.

El circuito de iluminación para las aulas 3, 4 y 5 constan de 12 luminarias led de 18W para cada aula, así mismo, cada aula tendrá un circuito independiente. El conductor para este circuito es N°14 AWG con una protección termomagnética de 15A.

Por otro lado, los circuitos de tomacorrientes están compuestos por 2 circuitos F1 que alimentan a las aulas 3 y 4, distribuidas por 3 tomacorrientes. El circuito F2 alimenta a las aulas 4 y 5 estando compuesto por 7 tomacorrientes, compuesto por 3 conductores N°12 AWG para la fase, el neutro y el circuito de tierra. Además, este circuito tiene una protección termomagnética de 20A.

### **3.1.9 Centro de carga TD-4 aula 5, 6 y 7 bloque 1.**

Este centro de carga que alimentará a las aulas 5, 6 y 7, se encuentra a 26m de la entrada principal la misma que está compuesta de 2 circuitos, uno de iluminación y otro de tomacorrientes.

El circuito de iluminación para las aulas 5, 6 y 7 consta de 12 luminarias led todas de 18W, cada aula constara con un circuito independiente. El conductor para este circuito es

N°14AWG, y cuenta con una protección termomagnética de 15A.

Los circuitos de tomacorrientes están compuestos por 2 circuitos F1 que alimentan a las aulas 5 y 6 y tienen 5 tomacorrientes, el circuito F2 alimenta al aula 7 y está compuesto por 4 tomacorrientes, con 3 conductores N°12 AWG para la fase, el neutro y la puesta a tierra.

### **3.1.10 Centro de carga TD-1 Aulas 1 y 2 de la unidad educativa Agustín Cueva bloque 2.**

Este centro de carga alimentará a las aulas 1, 2 y 3 que se encuentran ubicadas a 8m del ingreso principal de la unidad educativa, el mismo cuenta con 2 circuitos, uno de iluminación y el otro de tomacorrientes.

Las aulas 1, 2 y 3 cuentan con 12 luminarias led de 18W, cada aula constara con un circuito independiente y una protección termomagnética independiente de 15A. El conductor es N°14 AWG.

El circuito de tomacorrientes está compuesto por dos circuitos F1 y F2, el circuito F1 alimenta 6 tomacorrientes de las aulas 1 y 2, y el circuito F2 alimenta 3 tomacorrientes en el aula 3, cabe mencionar que en este circuito se utilizan 3 conductores de calibre N°12 AWG para la fase, neutro y puesta a tierra. Todo este circuito está protegido por un termomagnético de 20 amperios.

### **3.1.11 Centro de carga TD-2 AULA 4, SS-HH1 SS-HH2 bloque 2.**

Este centro de carga el aula 4 y baños SS-HH1 y SS-HH2 los cuales se encuentran a 1m de la entrada principal de la unidad educativa, está compuesto por 2 circuitos eléctricos, uno de iluminación y tomacorrientes.

El circuito para los baños SS-HH1 y SS-HH2 alimenta a 6 luminarias led, en el aula 4 se alimenta a 12 luminarias led, todas estas de 18W, cada aula constara con un circuito independiente y una protección termomagnética independiente de 15A. El conductor usado para este circuito es N°14 AWG,

El circuito F1 consta de 4 tomacorrientes que se distribuyen para el aula 4, con 3 conductores N°12 AWG para la fase, neutro y la puesta a tierra. Además, cuenta con una protección termomagnética de 20A.

### **3.1.12 Centro de carga TD-3 aula 5 bloque 2.**

Este centro de carga alimentara al aula 5 que se encuentra a 24 metros de la entrada principal de la unidad educativa y se encuentra compuesto por 2 circuitos, uno de tomacorrientes y el otro de iluminación.

El circuito de iluminación en el aula 5 esta consta de 12 luminarias led de 18W, el conductor usado es N°14 AWG. También cuenta con una protección termomagnética independiente de 15A.

El circuito F1 para tomacorrientes en el aula 5 está compuesto por 3 tomacorrientes, y tres conductores N°12 AWG para la fase, el neutro y la puesta a tierra. Además, tiene una protección termomagnética de 20A.

### **3.1.13 Centro de carga TD-4 aula 6 bloque 2.**

Este centro de carga alimentará al aula 6, se encuentra a 32m de la entrada principal y la misma está compuesta de 2 circuitos, para iluminación y tomacorrientes respectivamente.

El circuito de iluminación en el aula 6 consta de 12 luminarias led de 18W, con un conductor N°14 AWG, cada aula constara con un circuito independiente. Y cuenta con una protección termomagnética de 15A.

El circuito F1 de tomacorrientes está compuesto por 2 circuitos que alimenta al aula 6 y tiene 4 tomacorrientes, con tres conductores N°12 AWG en la fase, neutro y puesta a tierra.

### 3.1.14 Cálculos de caída de tensión para selección del conductor.

Se consideró un conductor THHN AWG · 6 para los alimentadores de cada centro de carga (TD), un conductor AWG N°12 para los circuitos de tomacorrientes, para los circuitos de iluminación se consideró un conductor calibre de AWG N°14 y por último el calibre considerado para la respectiva tierra será un AWG N°12.

La elección de estos calibres este sostenido bajo la Norma Ecuatoriana de Construcción en donde explica claramente que el conductor debe soportar en un 125% más que la protección del circuito.

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

Especificaciones técnicas para la selección del calibre del conductor. NEC 2018

Tabla 9 Especificaciones técnicas conductor #6

<b>CABLE THHN ·6</b>	
<b>Capacidad de corriente nominal</b>	<b>75A</b>
<b>Temperatura máxima de operación:</b>	<b>Nominal 90° y Cortocircuito250°</b>
<b>Resistencia Eléctrica DC a 20</b>	<b>1.34 Ohm/km</b>
<b>Voltaje</b>	<b>600 V</b>
<b>Norma</b>	<b>RETIE, NTC 1332, UL 83</b>

*Nota: Datos técnicos del conductor #12. [www.electrocables.com](http://www.electrocables.com)*

Tabla 10 Especificaciones técnicas conductor #12

<b>CABLE THHN ·12</b>	
<b>Capacidad de corriente nominal</b>	<b>30A</b>
<b>Temperatura máxima de operación:</b>	<b>Nominal 90° y Cortocircuito250°</b>
<b>Resistencia Eléctrica DC a 20</b>	<b>5.31 Ohm/km</b>
<b>Voltaje</b>	<b>600 V</b>
<b>Norma</b>	<b>RETIE, NTC 1332, UL 83</b>

*Nota: Datos técnicos del conductor #12. [www.electrocables.com](http://www.electrocables.com)*

Tabla 11 Especificaciones técnicas conductor #14

<b>CABLE THHN · 14</b>	
<b>Capacidad de corriente nominal</b>	<b>25A</b>
<b>Temperatura máxima de operación:</b>	<b>Nominal 90° y Cortocircuito 250°</b>
<b>Resistencia Eléctrica DC a 20</b>	<b>8.62 Ohm/km</b>
<b>Voltaje</b>	<b>600 V</b>
<b>Norma</b>	<b>RETIE, NTC 1332, UL 83</b>

*Nota: Datos técnicos del conductor #16. [www.electrocables.com](http://www.electrocables.com)*

### 3.1.15 Cálculo de voltaje acometida TD-4 más lejana. Bloque 1.

Para el cálculo de caída de tensión se eligió un toma corriente que se encuentra a una distancia de 26 metros desde el centro de carga y es una de las secciones más lejanas.

$$R_c = \rho * \frac{2 * L}{S} \quad (1)$$

$$U_c = R_c * I \quad (2)$$

$$R_c = 0.0175 * \frac{2 * 26}{16mm}$$

$$R_c = 0.057\Omega$$

$$U_c = 0.057\Omega * 18.45A$$

$$U_c = 1.050V$$

Una vez realizado el cálculo con la respectiva formula se obtiene la caída de voltaje de 1.05V que no supera el 3% que estable la norma.

### **3.1.16 Cálculo de voltaje en circuito de tomacorrientes bloque 1.**

Para el cálculo de caída de tensión se eligió un toma corriente que se encuentra a una distancia de 20 metros desde el centro de carga y es una de las secciones más lejanas, además se toma como dato la potencia de 200W que es lo que manda la norma.

De esta forma se una la formula:

$$Rc = \varphi * \frac{2 * L}{S} \quad (1)$$

$$Uc = Rc * I \quad (2)$$

Siendo esto:

Rc= Resistencia del conductor

$\varphi$  = Coeficiente del material

I= Corriente.

L= Longitud.

S= Sección del conductor.

Reemplazando las variables la caída de voltaje en el TD-1 es:

$$R_c = 0.0175 * \frac{2*20}{4mm} R_c = 0.175\Omega$$

$$U_c = 0.175\Omega * 10A$$

$$U_c = 1.75V$$

Una vez realizado el cálculo se obtiene la caída de voltaje de 1.75V que no supera el 3% valor que se encuentra dentro de la norma.

### 3.1.17 Caída de voltaje de todos los circuitos de tomacorrientes del proyecto Unidad.

La siguiente tabla muestra la caída de tensión considerando que en los tableros de distribución se tiene un voltaje de 120V, además cumple con la normativa que no exceda un 3% de caída de tensión en todas las aulas intervenidas.

*Tabla 12 tabla de caídas de voltaje por cada tablero de distribución de los circuitos más lejanos*

<b>TABLA DE CAIDA DE VOLTAJE BLOQUE 1</b>			
<b>TD 1</b>	CAIDA DE VOLTAJE	% DE CAIDA	V. FINAL EN LINEA
	1.75 V	2.1%	118.25V
<b>TD 2</b>	CAIDA DE VOLTAJE	% DE CAIDA	V. FINAL EN LINEA
	0.52 V	0.62%	119.48 V
<b>TD 3</b>	CAIDA DE VOLTAJE	% DE CAIDA	V. FINAL EN LINEA
	0.78 V	0,94%	119.22V
<b>TD 4</b>	CAIDA DE VOLTAJE	% DE CAIDA	V. FINAL EN LINEA
	1.60 V	1.92%	118.4v

*Nota: diseñado por el autor*

### 3.1.18 Cálculo de voltaje acometida TD-4 más lejana. Bloque 2.

Para el cálculo de caída de tensión se eligió un toma corriente que se encuentra a una distancia de 26 metros desde el centro de carga y es una de las secciones más lejanas.

$$R_c = \rho * \frac{2 * L}{S} \quad (1) \quad U_c = R_c * I \quad (2)$$

$$R_c = 0.0175 * \frac{2 * 32}{16mm} \quad R_c = 0.07\Omega$$

$$U_c = 0.07\Omega * 8.47A$$

$$U_c = 0.6V$$

Una vez realizado el cálculo con la respectiva formula se obtiene una caída de voltaje de 0.6V este valor no supera el 3%.

### 3.1.19 Cálculo de voltaje en circuito de tomacorrientes bloque 2.

Para el cálculo de caída de tensión se eligió un toma corriente que se encuentra a una distancia de 25 metros desde el centro de carga y es una de las secciones más lejanas. Del mismo modo se toma como dato la potencia de 200W que es lo que manda la norma.

Para calcular necesitamos la siguiente formula:

$$R_c = \rho * \frac{2 * L}{S} \quad (1)$$

$$U_c = R_c * I \quad (2)$$

Siendo esto

$R_c$  = Resistencia del conductor

$\varphi$  = Coeficiente del material

$I$  = Corriente.

$L$  = Longitud.

$S$  = Sección del conductor.

Reemplazando las variables la caída de voltaje en el TD-1 es:

$$R_c = 0.0175 * \frac{2 * 25}{4mm}$$

$$R_c = 0.22\Omega$$

$$U_c = 0.22\Omega * 10A$$

$$U_c = 2.2V$$

Una vez realizado el cálculo con la respectiva formula se obtiene una caída de voltaje de 2.2V que no supera el 3%.

### **3.1.20 Caída de voltaje de todos los circuitos de tomacorrientes del proyecto Unidad.**

La tabla a continuación muestra la caída de tensión considerando que en los tableros de distribución tenemos un voltaje de 120V y que cumple con la normativa que no exceda un 3% de caída de tensión en todas las aulas intervenidas.

Tabla 13 tabla de caídas de voltaje por cada tablero de distribución de los circuitos más lejanos bloque 2

<b>TABLA DE CAIDA DE VOLTAJE BLOQUE 2</b>			
<b>TD 1</b>	CAIDA DE VOLTAJE	% DE CAIDA	V. FINAL EN LINEA
	2.2 V	2.6%	117.8V
<b>TD 2</b>	CAIDA DE VOLTAJE	% DE CAIDA	V. FINAL EN LINEA
	0.95 V	1.14%	119.05 V
<b>TD 3</b>	CAIDA DE VOLTAJE	% DE CAIDA	V. FINAL EN LINEA
	0.55 V	0,66%	119.45V
<b>TD 4</b>	CAIDA DE VOLTAJE	% DE CAIDA	V. FINAL EN LINEA
	0.5 V	0.66%	119.45V

*Nota: diseñado por el autor*

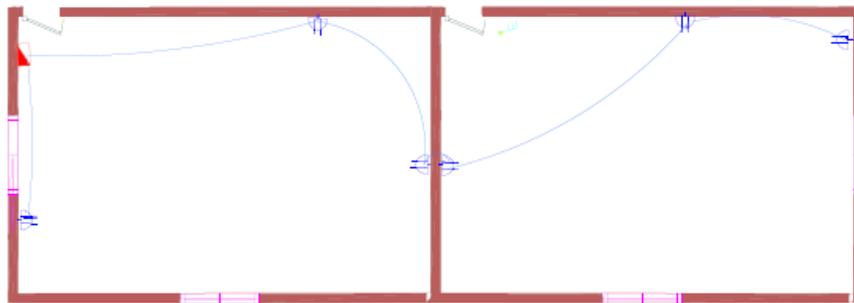


Figura 15., Plano eléctrico tomacorrientes bloque 1.

*Nota: diseñado por el autor*

### 3.1.21 Dimensionamiento de las protecciones TD-1.

Se eligieron las protecciones para los circuitos de tomacorrientes de los diferentes ambientes

dentro de la unidad educativa.

Para tener una propuesta solida al momento de elegir una protección termomagnética se debe considerar muchos aspectos como la carga del circuito que se realiza con la suma total de los dispositivos conectados en los tomacorrientes de los circuitos, para efectos prácticos se tomara como referencia lo establecido en la norma ecuatoriana de construcción que indica una carga mínima de 200 watts por cada tomacorriente del circuito

El circuito tomado como referencia cuenta con 6 tomacorrientes con una potencia de 200w por cada uno. Multiplicando estos datos nos da un total de 1200w.

Para calcular nuestra protección necesitamos la siguiente formula.

$$I(A) = \frac{PT(W)}{V} \quad (3)$$

Donde

I= Corriente Amperios

P= Potencia en Watts

V= Voltios

Remplazamos:

$$I(A) = \frac{1200W}{120V}$$

$$I(A) = 10A$$

### 3.1.22 Breaker de 20 A para la protección del circuito de tomacorrientes.

Es el encargado de dar la protección al circuito con la finalidad de proteger a los usuarios ante sobrecargas y cortocircuitos.

Se obtiene un total de 10 amperios que es la corriente que circulara por el circuito de este modo se puede elegir una protección de 15A, pudiendo aumentar la capacidad del breaker hasta 20A.



*Figura 16., Breaker termomagnético Schneider de 20A*

*FUENTE: breaker termomagnético con tipo de curva C. Tomado de [www.schneiderelectric.com](http://www.schneiderelectric.com)*

### 3.1.23 Circuito de luminarias.

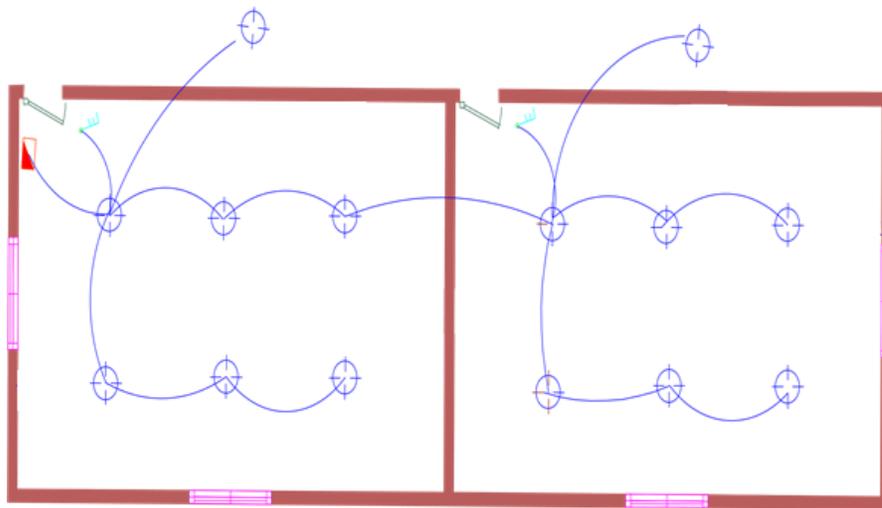
Dentro de los circuitos de luminarias se consideró algunos aspectos importantes como la cantidad de lúmenes que se necesita en cada espacio, el color de la intensidad de la luz, el calibre del conductor, curva de distribución luminosa, la protección para el circuito.

Para implementar estos circuitos se debe considerar dos normas importantes como es la Norma Ecuatoriana para la Construcción y la norma europea UNE-EN-12464-1 esta última se usa especialmente para diseñar espacios en colegios e institutos garantizando condiciones

de iluminación adecuadas que favorecen el bienestar y la eficiencia en el entorno educativo.

Además, esta norma indica los niveles de iluminación, distribución uniforme de la luz, contraste e iluminación, temperatura, entre otros factores.

También esta norma establece que la cantidad de lúmenes necesarios para un espacio educativo es de 300lx, de este modo para cumplir con este requerimiento se utiliza un software para simular un espacio similar al lugar del espacio educativo. Esta cantidad del nivel de iluminación puede variar en un 20% más o menos. Con un color de luz que se mide en kelvin (K) lo más apropiado es una calidez de luz de 3000K a 4000K para obtener un ambiente acogedor y confortable.



*Figura 17., Plano eléctrico de iluminación actual bloque 1*

*Nota: aula 1 y 2. Circuito de iluminación diseñado por el autor*

### **3.1.24 Diseño de un ambiente educativo.**

En este diseño se toma en cuenta ya que es una de las secciones más grandes a iluminar que son las aulas de 1 y 2 ya que estas aulas cuentan con una extensión de 9x6 (54m<sup>2</sup>) cada una.

Para realizar la simulación del ambiente actual y la propuesta de mejora, se ha implementado un diseño de iluminación que cumpla con los estándares para un buen ambiente de aprendizaje.

# BLOQUE 1

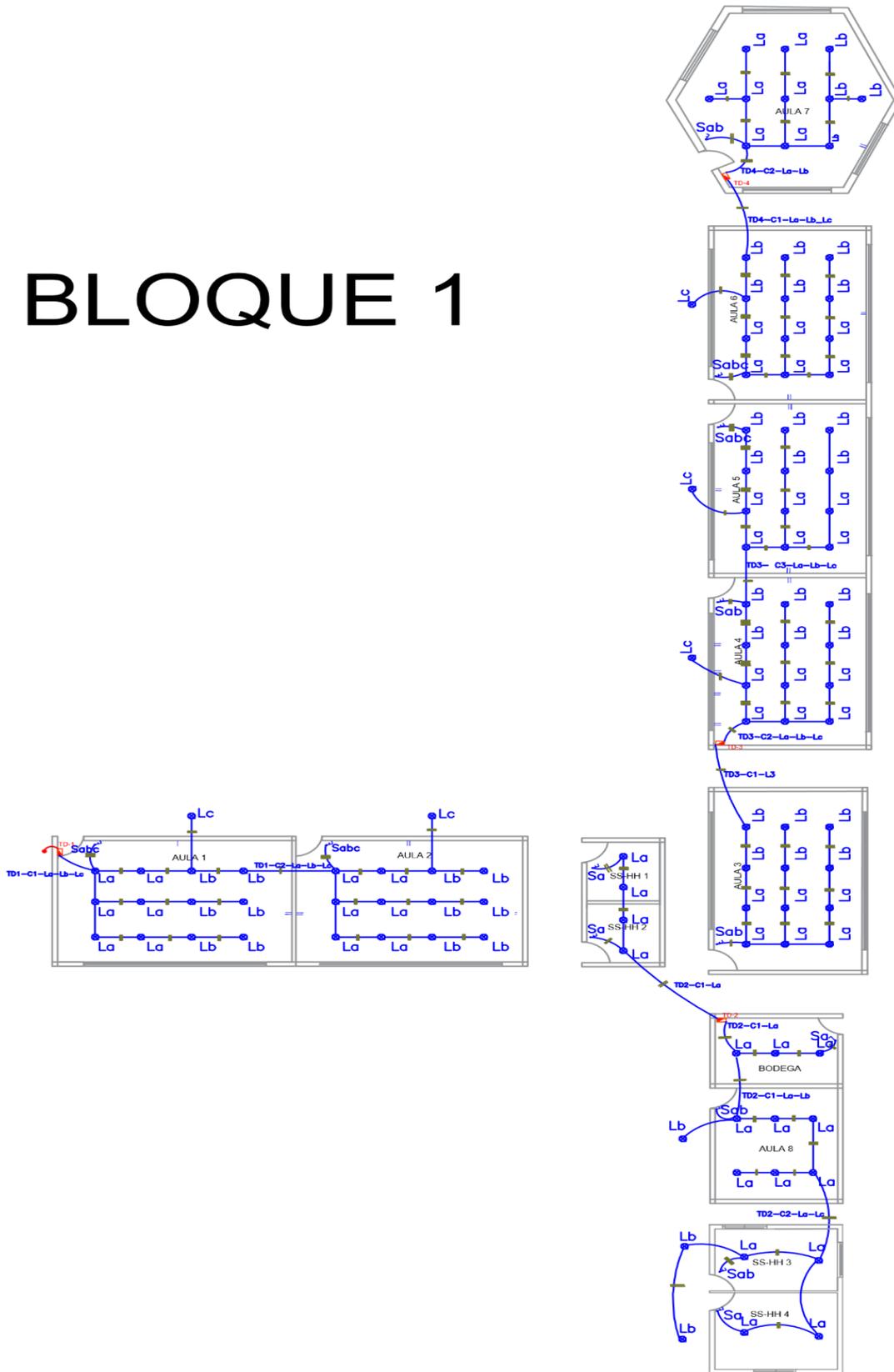


Figura 18., Plano eléctrico iluminación rediseño  
Nota: plano electrico de iluminación. Diseñado por el autor

# BLOQUE 2

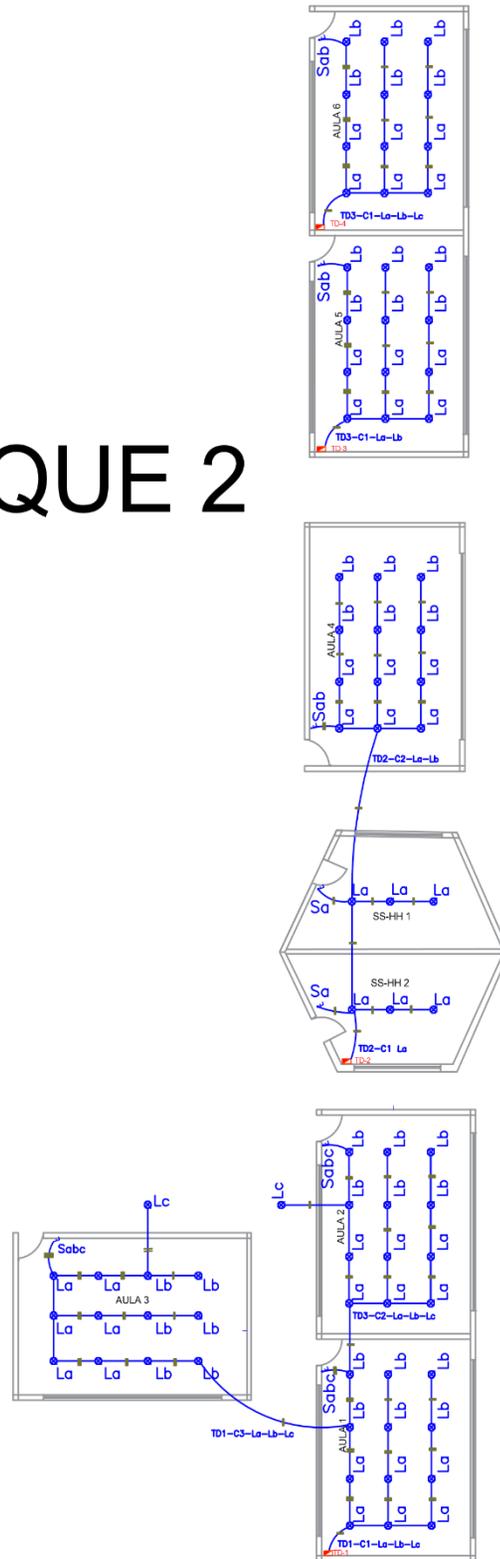


Figura 19., Plano eléctrico iluminación rediseño.

Nota: plano electrico de iluminación. Diseñado por el autor

Tabla 14 Tabla comparativa de luminarias

<b>TABLA COMPARATIVA DE LUMINARIAS</b>			
<b>LUMINARIA ACTUAL INCADESCENTE</b>		<b>PROPUESTA PANELES LED</b>	
<b>Consumo</b>	100w	Consumo	18W
<b>Voltaje</b>	110v	voltaje	110V
<b>Tecnología</b>	Incandescente	Tecnología	LED
<b>Temperatura</b>	1500k	Temperatura	4000k

*Nota: realizado por el autor*

Se observa una comparación en los puntos claves para mejorar el diseño de iluminación, de esta manera se observa que la tecnología led brinda una amplia gama de beneficios como son la reducción de consumo, la calidez de la luz es mayor y adicional a eso las horas de uso son más amplias.

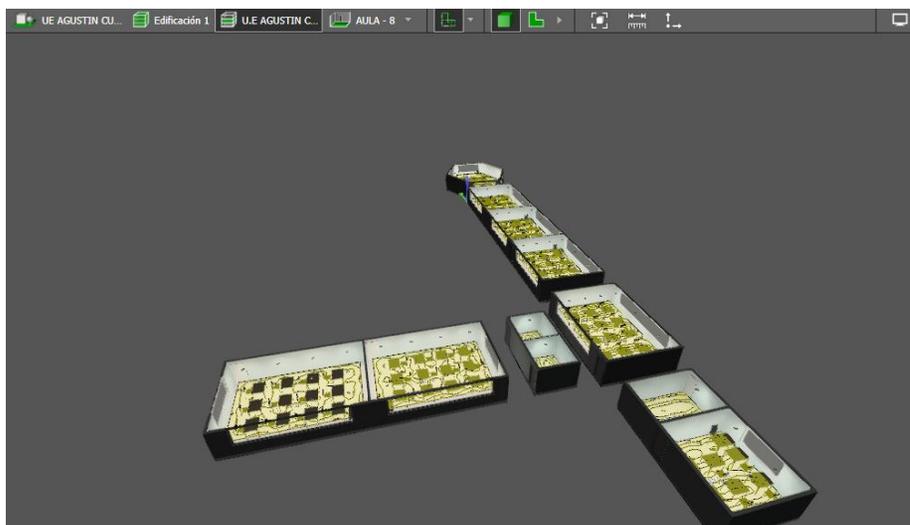
Se simulo un ambiente real y de esta forma presentar una propuesta solida de mejora en la parte de iluminación del aula, para ello se realizó un modelo en 3D.

### **3.2 Propuesta de mejoría en la luminosidad en el bloque 1.**

Se propone mejorar el ambiente de estudio, para evitar el forzamiento visual al momento de realizar tareas en el plano útil de los estudiantes.

La simulación se hizo tomando una lámpara referencial a la que se utilizó ya que el software no contaba con dicha lámpara, se tomaron las mismas especificaciones técnicas de la luminaria utilizada

La simulación se realizó en el mismo escenario del aula 1 y 2 con su respectiva mejoría cumpliendo el nivel de iluminación que nos establece la norma con una cantidad de 300luxes.



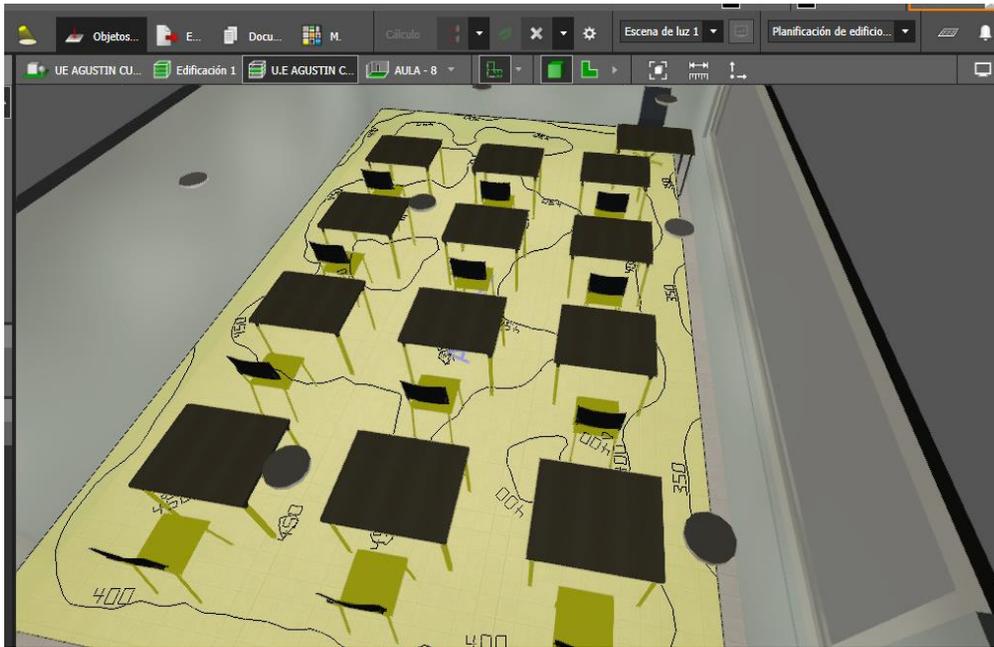
*Figura 20., Simulación Unidad Educativa Agustín Cueva bloque 1*

*Nota: realizado por el autor*



*Figura 21., Simulación de un aula en 3D*

*Nota: realizado por el autor*



*Figura 22., Simulación del aula 1 con sus valores  
Nota: realizado por el autor*

De la misma manera se ha establecido un escenario como referencia ya que las demás aulas con la misma distribución en las luminarias.

En este caso la simulación ya nos da la cantidad de luminarias para poder cumplir con la cantidad de luxes (lx) necesarios que son 300lx para estas aulas educativas, con un plano útil que son los pupitres con una altura de 65cm desde el suelo al plano útil.

### **3.2.1 Tabla de nivel de iluminación por sección bloque 1**

En la siguiente tabla se puede observar la cantidad de niveles de iluminación que estará presente por cada sección del Proyecto 4 de octubre. Todos los cálculos fueron hechos por los autores y diseñados en DIALux.

<ul style="list-style-type: none"> <li>AULA - 1           <ul style="list-style-type: none"> <li>Plano útil (AULA - 1)               <ul style="list-style-type: none"> <li>433 lx      0.75</li> </ul> </li> <li>Superficie de cálculo AULA 1               <ul style="list-style-type: none"> <li>19.0      &lt; 10</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>AULA - 2           <ul style="list-style-type: none"> <li>Plano útil (AULA - 2)               <ul style="list-style-type: none"> <li>453 lx      0.74</li> </ul> </li> <li>Superficie de cálculo AULA 2               <ul style="list-style-type: none"> <li>18.9      &lt; 10</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>AULA - 3           <ul style="list-style-type: none"> <li>Plano útil (AULA - 3)               <ul style="list-style-type: none"> <li>457 lx      0.61</li> </ul> </li> <li>Superficie de cálculo AULA 3               <ul style="list-style-type: none"> <li>18.7      &lt; 10</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>AULA - 4           <ul style="list-style-type: none"> <li>Plano útil (AULA - 4)               <ul style="list-style-type: none"> <li>449 lx      0.63</li> </ul> </li> <li>Superficie de cálculo AULA 4               <ul style="list-style-type: none"> <li>19.0      &lt; 10</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>AULA - 5           <ul style="list-style-type: none"> <li>Plano útil (AULA - 5)               <ul style="list-style-type: none"> <li>448 lx      0.63</li> </ul> </li> <li>Superficie de cálculo AULA 5               <ul style="list-style-type: none"> <li>19.0      &lt; 10</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>AULA - 6           <ul style="list-style-type: none"> <li>Plano útil (AULA - 6)               <ul style="list-style-type: none"> <li>447 lx      0.64</li> </ul> </li> <li>Superficie de cálculo AULA 6               <ul style="list-style-type: none"> <li>19.0      &lt; 10</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Superficie de cálculo AULA 7           <ul style="list-style-type: none"> <li>18.9      &lt; 10</li> </ul> </li> <li>AULA - 8           <ul style="list-style-type: none"> <li>Plano útil (AULA - 8)               <ul style="list-style-type: none"> <li>421 lx      0.68</li> </ul> </li> <li>Superficie de cálculo AULA 8               <ul style="list-style-type: none"> <li>18.3      &lt; 10</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>BODEGA           <ul style="list-style-type: none"> <li>Plano útil (BODEGA)               <ul style="list-style-type: none"> <li>390 lx      0.61</li> </ul> </li> <li>Superficie de cálculo BODEGA               <ul style="list-style-type: none"> <li>18.9      &lt; 10</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>SS-HH 1           <ul style="list-style-type: none"> <li>Plano útil (SS-HH 1)               <ul style="list-style-type: none"> <li>405 lx      0.75</li> </ul> </li> <li>Superficie de cálculo SS- HH 1               <ul style="list-style-type: none"> <li>18.6      &lt; 10</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>SS-HH 2           <ul style="list-style-type: none"> <li>Plano útil (SS-HH 2)               <ul style="list-style-type: none"> <li>432 lx      0.75</li> </ul> </li> <li>Superficie de cálculo SS- HH 2               <ul style="list-style-type: none"> <li>18.7      &lt; 10</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>BODEGA           <ul style="list-style-type: none"> <li>Plano útil (BODEGA)               <ul style="list-style-type: none"> <li>390 lx      0.61</li> </ul> </li> <li>Superficie de cálculo BODEGA               <ul style="list-style-type: none"> <li>18.9      &lt; 10</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>SS-HH 1           <ul style="list-style-type: none"> <li>Plano útil (SS-HH 1)               <ul style="list-style-type: none"> <li>405 lx      0.75</li> </ul> </li> <li>Superficie de cálculo SS- HH 1               <ul style="list-style-type: none"> <li>18.6      &lt; 10</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>SS-HH 2           <ul style="list-style-type: none"> <li>Plano útil (SS-HH 2)               <ul style="list-style-type: none"> <li>432 lx      0.75</li> </ul> </li> <li>Superficie de cálculo SS- HH 2               <ul style="list-style-type: none"> <li>18.7      &lt; 10</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>

Figura 23., Niveles de iluminación por aula.  
 Nota: Realizado por el Autor.

### 3.2.2 Calibre de conductor para el circuito de iluminación.

La Norma Ecuatoriana de Construcción establece que los circuitos de iluminación no pueden exceder de los 15 puntos de salida. También no puede sobre pasar el 80% de la capacidad del circuito, en este sentido el conductor AWG #14 es suficiente para el circuito de

iluminación con luminarias de bajo consumo. Se realiza el respectivo cálculo de caída de tensión para establecer el porcentaje de caída de voltaje. De la misma manera los circuitos no sobrepasan los 200W de potencia ya que se están implementando lámparas led de 18W que cumple la eficiencia energética y esto nos ayuda a mejorar la implementación y diseño del circuito.

### 3.2.3 Cálculo de caída tensión en el circuito de iluminación.

En este apartado se explica cómo se realiza el cálculo de caída de tensión en el circuito de iluminación en el área que se realizó la simulación ya que son los casos más extremos y contiene las luminarias lo más alejado del centro de carga.

*Tabla 15 Caída de tensión en el circuito de iluminación.*

<b>CAIDA DE VOLTAJE EN EL CIRCUITO DE ILUMINACION AULA 2</b>	
<b>DATOS</b>	<b>VALOR</b>
<b>Potencia (W)</b>	<b>234 W</b>
<b>Tensión(V)</b>	<b>120 V</b>
<b>Corriente(A)</b>	<b>1.95 A</b>
<b>Longitud (m)</b>	<b>26 m</b>
<b>Área sección transversal (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>2.5 mm<sup>2</sup></b>
<b>CAIDA DE VOLTAJE (V)</b>	<b>0.71 V</b>

*Nota: diseñado por el autor*

$$Rc = \varphi * \frac{2 * L}{S} \quad (1)$$

$$Uc = Rc * I \quad (2)$$

Siendo esto

Rc= Resistencia del conductor

$\varphi$  = Coeficiente del material

I= Corriente.

L= Longitud.

S= Sección del conductor.

Reemplazando las variables la caída de voltaje en el TD-1 es:

$$Rc = 0.0175 * \frac{2 * 26}{2.5mm}$$

$$Rc = 0.364\Omega$$

$$Uc = 0.364\Omega * 1.95A$$

$$Uc = 0.71V$$

Una vez realizado el respectivo cálculo de caída de voltaje en el circuito de luminarias podemos observar que tenemos una caída de tensión de 0.71V que prácticamente es muy baja la caída de voltaje en el circuito más grande.

Tabla 16 Caída de tensión de circuito luminarias

<b>TABLA DE CAIDA DE VOLTAJE ILUMINACION UNIDAD EDUCATIVA</b>			
<b>TD 1</b>	CAIDA DE VOLTAJE	% DE CAIDA	V. FINAL EN LINEA
	0.71 V	0.85%	119.29 V
<b>TD 2</b>	CAIDA DE VOLTAJE	% DE CAIDA	V. FINAL EN LINEA
	0.68 V	0.82%	119.32 V
<b>TD 3</b>	CAIDA DE VOLTAJE	% DE CAIDA	V. FINAL EN LINEA
	0.60 V	0.72%	119.04V
<b>TD 4</b>	CAIDA DE VOLTAJE	% DE CAIDA	V. FINAL EN LINEA
	0.54 V	0.65%	119.46 V

*Fuente: Caída de voltaje en todos los circuitos. Realizado por el Autor*

### **3.2.4 Termomagnético de 15A para protección del circuito de luminarias.**

Para elegir el breaker termomagnético que protegerá el circuito se considera lo indicado en la norma que establece que estos circuitos deben ser diseñado para una corriente nominal que no sobre pase los 15 A de esta manera se realiza el respectivo calculo que ayudara a sostener la decisión de la protección.

En la simulación realizada en el software DIALux se establece cantidad de 13 luminarias que funcionan a una potencia de 18 watts, esto nos da un total de potencia de 234watts en el circuito, con estos datos procedemos a realizar el respectivo calculo. Esta corriente es al que circula dentro del circuito de luminarias y que es considerable establecer un breaker para la protección de 15 A.

$$I(A) = \frac{PT(W)}{V} \quad (4)$$

Donde:

I= Corriente Amperios

P= Potencia en Watts

V= Voltios

Reemplazamos:

$$I(A) = \frac{234W}{120V}$$

$$I(A) = 1.95A$$



*Figura 24., Termomagnético de 15A.*

*Nota: Se observa el magnetotérmico de 15A con una curva de disparo tipo C. Tomado de*

***[www.schneiderelectric.com](http://www.schneiderelectric.com)***

### **3.2.5 Propuesta de mejoría en la luminosidad en el bloque 2.**

Se propone mejorar el ambiente de estudio, para evitar el forzamiento visual al momento de realizar tareas en el plano útil de los estudiantes.

La simulación se hizo tomando una lámpara referencial a la que se utilizó ya que el software no contaba con dicha lámpara, se tomaron las mismas especificaciones técnicas de la luminaria utilizada

La simulación se realizó en el mismo escenario del aula 3 con su respectiva mejoría cumpliendo el nivel de iluminación que nos establece la norma con una cantidad de 300luxes.

Dado que las seis aulas del bloque 2 en la Unidad Educativa Agustín Cueva Dávila tienen las mismas dimensiones, se realizó una simulación solo del aula 3, asumiendo que los valores serían los mismos para todas. La simulación evaluó eficiencia energética, confort visual, permitiendo identificar mejoras aplicables uniformemente a todas las aulas. Con estos resultados, se optimizarán condiciones de aprendizaje y uso de recursos en todo el bloque 2.



Figura 25., Simulación Unidad Educativa Agustín Cueva bloque 2 aula 3.

*Nota: realizado por el autor*

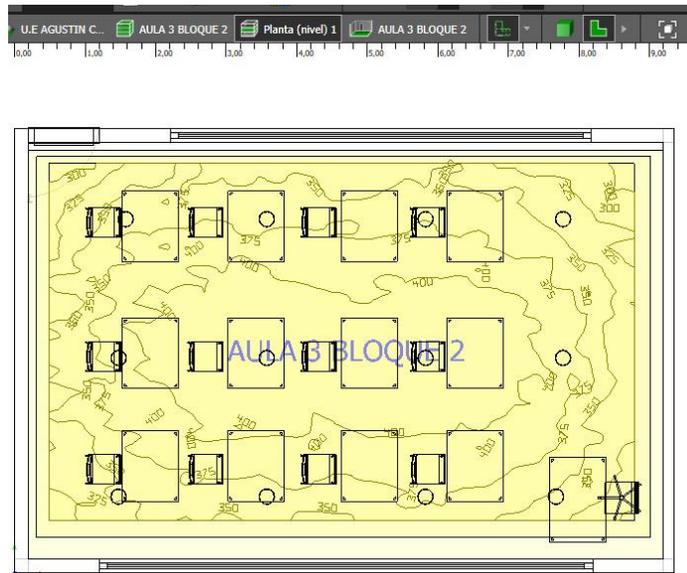


Figura 26., Simulación del aula 3 con sus valores

*Nota: realizado por el autor*

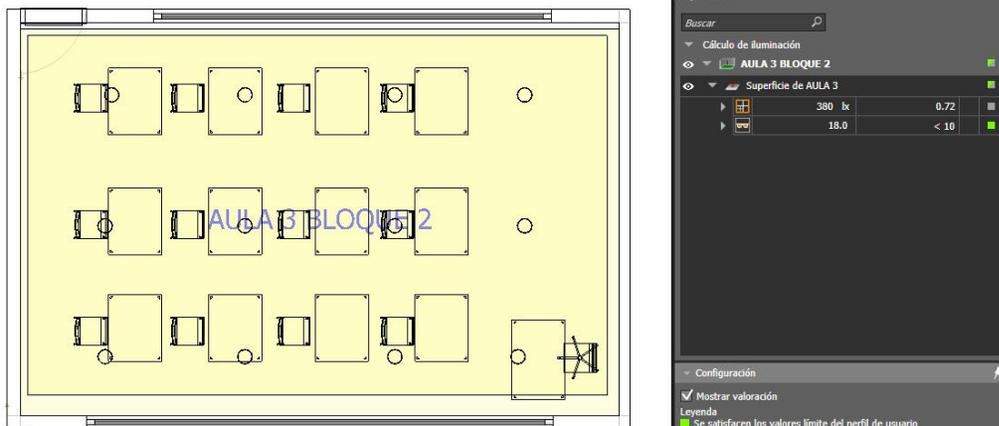


Figura 27., Niveles de iluminación por aula

*Nota: realizado por el autor*

### 3.2.6 Calibre de conductor para el circuito de iluminación en el bloque 2.

Según la normativa, los circuitos de iluminación no pueden exceder de los 15 puntos de salida. También no puede sobre pasar el 80% de la capacidad del circuito, de esta manera se estable un conductor AWG N°14 que es lo suficiente para el circuito de iluminación con luminarias de bajo consumo. Se realiza el respectivo cálculo de caída de tención para establecer el porcentaje de caída de voltaje. De la misma manera los circuitos no sobre pasan los 200W de potencia ya que se están implementado lámparas led de 18w que cumple la eficiencia energética y esto nos ayuda a mejorar la implementación y diseño del circuito.

### 3.2.7 Cálculo de caída tensión en el circuito de iluminación.

En este apartado se explica cómo se realiza el cálculo de caída de tensión en el circuito de iluminación en el área que se realizó la simulación ya que son los casos más extremos y contiene las luminarias lo más alejado del centro de carga.

Tabla 17 Caída de tensión en el circuito de iluminación del bloque 2 aula 2.

<b>CAIDA DE VOLTAJE EN EL CIRCUITO DE ILUMINACION AULA 2</b>	
<b>DATOS</b>	<b>VALOR</b>
<b>Potencia (W)</b>	<b>234 W</b>
<b>Tensión(V)</b>	<b>120 V</b>
<b>Corriente(A)</b>	<b>1.95 A</b>
<b>Longitud (m)</b>	<b>24 m</b>
<b>Área sección transversal (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>2.5 mm<sup>2</sup></b>
<b>CAIDA DE VOLTAJE (V)</b>	<b>0.71 V</b>

*Nota: diseñado por el autor*

$$R_c = \varphi * \frac{2 * L}{S} \quad (1)$$

$$U_c = R_c * I \quad (2)$$

Siendo esto

R<sub>c</sub>= Resistencia del conductor

φ = Coeficiente del material

I= Corriente.

L= Longitud.

S= Sección del conductor.

Reemplazando las variables la caída de voltaje en el TD-1 es:

$$R_c = 0.0175 * \frac{2 * 24}{2.5mm}$$

$$R_c = 0.34\Omega$$

$$U_c = 0.34\Omega * 1.95A$$

$$U_c = 0.66V$$

Una vez realizado el respectivo cálculo de caída de voltaje en el circuito de luminarias podemos observar que tenemos una caída de tensión de 0.66V que prácticamente es muy baja la caída de voltaje en el circuito más grande

*Tabla 18 Caída de tensión de circuito luminarias*

<b>TABLA DE CAIDA DE VOLTAJE ILUMINACION UNIDAD</b>			
<b>EDUCATIVA BLOQUE 2</b>			
<b>TD 1</b>	CAIDA DE VOLTAJE	% DE CAIDA	V. FINAL EN LINEA
	0.66 V	0.79%	119.34 V
<b>TD 2</b>	CAIDA DE VOLTAJE	% DE CAIDA	V. FINAL EN LINEA
	0.55 V	0.66%	119.45V
<b>TD 3</b>	CAIDA DE VOLTAJE	% DE CAIDA	V. FINAL EN LINEA
	0.3 V	0.36%	119.7V
<b>TD 4</b>	CAIDA DE VOLTAJE	% DE CAIDA	V. FINAL EN LINEA
	0.3 V	0.36%	119.7 V

*Fuente: Caída de voltaje en todos los circuitos. Realizado por el Autor*

### 3.2.8 Termomagnético de 15A para protección del circuito de luminarias en el bloque 2.

Para elegir el breaker termomagnético que protegerá al circuito se considera lo que nos indicado en la normativa la cual establece que los circuitos deben ser diseñado para una corriente nominal que no sobre pase los 15 A de esta manera se realiza el respectivo calculo que ayudara a sostener la decisión de la protección.

En la simulación realizada en el software DIALux se establece cantidad de 13 luminarias que funcionan a una potencia de 18W, dando un total de potencia de 234W en el circuito, con estos datos se procede a realizar el respectivo calculo. Esta corriente es al que circula dentro del circuito de luminarias y que es considerable establecer un breaker para la protección de 15 A.

$$I(A) = \frac{PT(W)}{V} \quad (5)$$

Donde

I= Corriente Amperios

P= Potencia en Watts

V= Voltios

Remplazamos:

$$I(A) = \frac{234W}{120V}$$

$$I(A) = 1.95A$$



*Figura 28., Termomagnético de 15A.*

*Nota: Se observa el magnetotérmico de 15A con una curva de disparo tipo C. Tomado de [www.schneiderelectric.com](http://www.schneiderelectric.com)*

### **3.3 Implementación y parte práctica del proyecto.**

Previo a la implementación del proyecto, se llevó a cabo una inspección exhaustiva en la Unidad Educativa Agustín Cueva. Durante la evaluación, se detectó un considerable deterioro de las instalaciones eléctricas, evidenciado por conductores en mal estado y circuitos dimensionados de manera inadecuada para la carga que soportaban. Esta situación representaba un riesgo inminente de incidentes eléctricos, los cuales podrían ocasionar daños estructurales y, lo que es más grave, poner en peligro la integridad física de los ocupantes del establecimiento, quienes permanecen en las instalaciones durante aproximadamente ocho horas diarias.

#### **3.3.1 Verificación de instalaciones eléctricas existentes en la unidad educativa.**

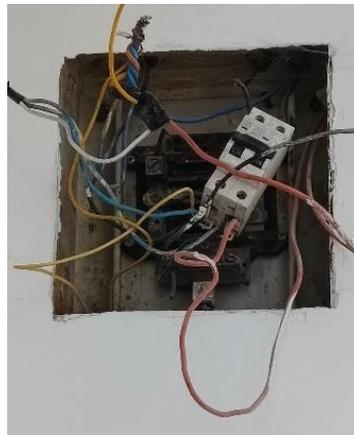
Durante la inspección técnica se identificaron diversas deficiencias que comprometen la seguridad de las personas. A continuación, se detallan los hallazgos más relevantes:



*Figura 29., Interruptor dañado y aula sin luminarias*

*Nota: Se observa que las instalaciones eléctricas están deterioradas e incompletas.*  
Las instalaciones dentro de las aulas se encuentran dañadas, o les faltan componentes como por ejemplo las luminarias.

De la misma forma los circuitos se encuentran mal distribuidos es decir que el mismo circuito se usa para luminarias y para tomacorrientes.



*Figura 30., Caja de distribución*

*Nota: Se observa los termomagnético fuera del tablero de distribución en una de las aulas. Imagen del Autor.*

Las observaciones realizadas en los circuitos evidencian una configuración inadecuada, donde múltiples circuitos compartían una única protección termomagnética. En algunos casos, se detectaron puentes directos sin la inclusión del dispositivo de protección, lo que expone a la instalación a un riesgo elevado de cortocircuitos y posibles accidentes. La segregación de los circuitos en ramas independientes optimiza la seguridad y facilita la identificación y aislamiento de fallas. Asimismo, se identificaron conductores expuestos y sin la protección adecuada de tubería o canalización

- Cableado en mal estado no contiene un ducto de protección



*Figura 31., Cableado fuera de ductos de protección.*

*Nota: Se observa que los cables están expuestos y enrollados en una correa, se puede ocasionar un corto circuito ya que el material del cual esta echo conduce electricidad. Imagen del autor.*

El cable se encuentra mal ubicado y con alto riesgo de corto circuito por el material de construcción del techo.

- **Tomacorrientes en mal estado en todos los circuitos.**



*Figura 32., Circuito de tomacorrientes sin empotrar.*

*Nota: Se observa el circuito de tomacorrientes estaba fuera de su lugar. Imagen del Autor.*

La gran mayoría de tomas corrientes estaban salido sin faceplate.

- **Luminarias mal instaladas.**



*Figura 33., Luminarias mal instaladas y peligrosas.*

*Nota: Luminarias con cable expuesto y colgadas con cable excedente.*

En la figura se observa una mala práctica en la instalación de las luminarias, esto se repite en muchas aulas de igual manera unas lámparas están funcionando otras no, generando

problemas cuando se dictan las clases.

### 3.3.2 Cambio y parte práctica del proyecto.

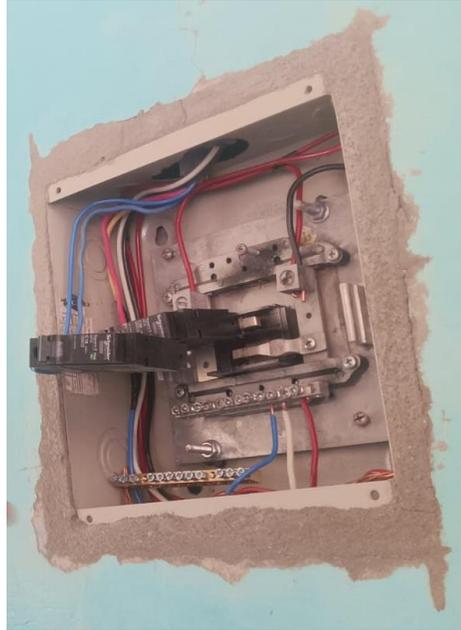
Se empezó colocando protección en el cable que sale de la caja de distribución, se picó la pared para poder ocultar el cable.



*Figura 34., Rozas para la tubería.*

*Nota: Trabajos de albañilería creando rozas para la tubería. Realizado por el autor.*

La imagen muestra una intervención constructiva en una pared, donde se están realizando labores de albañilería para la instalación de un sistema eléctrico, se está creando una canalización o roza en la superficie, retirando el material de la pared para alojar la tubería que conducirá los cables eléctricos.



*Figura 35., Tablero de distribución.*

*Nota: Se observa una correcta instalación de los cables y caja térmica cumpliendo la norma. Realizado por el autor.*

La gráfica muestra la implementación de un tablero de distribución con la codificación de cables.



*Figura 36., Cableado para la caja térmica.*

*Nota: Se observa la instalación de los conductores que llegan a la caja térmica. Realizado por el autor.*

La imagen evidencia una fase avanzada de la instalación eléctrica, centrándose en la conexión de los conductores a la caja térmica. Se observa la utilización de conductores de calibre adecuado, acorde a la carga a soportar, y con una correcta identificación mediante código de colores.



NOTE 40 Pro

24mm f/1.75 1/50s ISO1061

*Figura 37., Instalación de la caja térmica.*

*Nota: Se observa la instalación de la caja térmica ajustada con cemento. Realizado por el autor.*

La imagen muestra una caja térmica instalada en un aula. En su interior se observan una serie de conductores eléctricos con clara identificación mediante un código de colores fase, neutro y tierra. La instalación cumple con las normas eléctricas vigentes y garantiza una conexión eléctrica eficiente y segura



*Figura 38., Instalación de luminaria.  
Nota: Realizado por el autor.*



*Figura 39., Iluminación tipo ojo de buey instalada y funcionando.  
Nota: Realizado por el autor.*

Los resultados de la simulación lumínica, llevados a cabo tras identificar un déficit significativo en los niveles de iluminación debido a la obsolescencia por uso y la falta de mantenimiento preventivo de las luminarias existentes, indicaron la necesidad de una intervención. Como solución, se optó por la instalación de nuevas luminarias tipo ojo de buey, las cuales han permitido superar las deficiencias detectadas y asegurar el cumplimiento de los estándares

normativos en materia de iluminación.



*Figura 40., Conexión de tomacorriente.*

*Nota: Se observa la instalación de un tomacorriente a la fase, neutro y tierra.  
Realizado por el autor.*

Se realizó el reemplazo de tomacorrientes obsoletos y que no contaban con el circuito de tierra. Con esta nueva configuración los circuitos de tomacorriente cuentan con sus respectivas protecciones.



*Figura 41., Cambio de toma corriente en el aula 1.*

*Nota: Realizado por el autor.*



*Figura 42., Cambio de toma corriente en el aula 3.*

*Nota: Realizado por el autor.*



*Figura 43., Cambio de toma corriente en el aula 3.*

*Nota: Realizado por el autor.*

### **3.2.6 Implementación del circuito de puesta a tierra.**

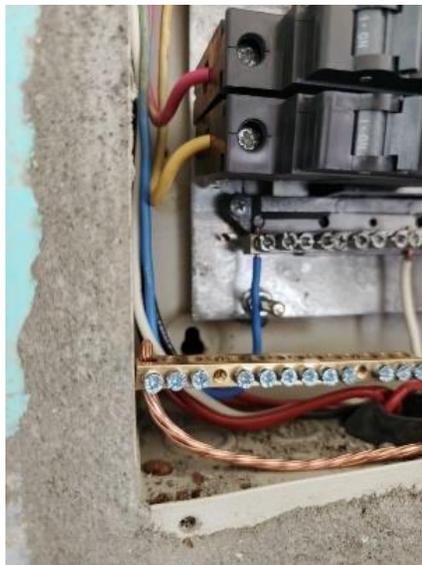
La Unidad Educativa Agustín Cueva no contaba con puesta a tierra en sus tableros de distribución, Se llevo a cabo la instalación de dicho circuito garantizando la protección en el circuito.



*Figura 44., Conexión de circuito de puesta a tierra.*

*Nota: En la imagen se muestra la conexión del circuito de. Realizado por el autor.*

De la misma manera se conectaron todos tableros a sus respectivas puestas a tierra para tener un circuito protegido.



*Figura 45., Instalación de barra a tierra en los tableros de distribución.*

*Nota: Se observa a la caja de distribución con la puesta a tierra. Realizado por el autor.*

La imagen muestra una caja térmica equipada con una barra de puesta a tierra de cobre, conectada de forma segura a un conductor de puesta a tierra. La barra se encuentra fijada a la caja mediante tornillos de conexión a tierra, asegurando una continuidad eléctrica adecuada. Se observa que la conexión se ha realizado siguiendo las normativas eléctricas vigentes, con el fin de garantizar la protección de personas y equipos ante posibles descargas eléctricas.

### **3.2.7 Dibujar los planos eléctricos unifilares de iluminación, fuerza y sus protecciones.**

Para la presente investigación, se procedió a la elaboración detallada de los planos eléctricos de las instalaciones mediante el software AutoCAD. Estos diagramas, indispensables para la correcta ejecución del proyecto, se encuentran adjuntos en el Anexo. En ellos se visualiza de manera clara y precisa la distribución de circuitos, la ubicación de elementos como tableros, conductores y dispositivos de protección, así como las conexiones entre los mismos. La utilización de AutoCAD permitió garantizar la precisión y estandarización de los planos, facilitando así las etapas posteriores de diseño, instalación y mantenimiento.

## **CAPITULO IV**

### **4. PRUEBAS, RESULTADOS Y DISCUSION**

#### **4.1 Pruebas**

Las pruebas realizadas en este proyecto permiten garantizar el funcionamiento óptimo de las instalaciones eléctricas y a su vez obtener eficiencia energética en la institución. Estos ensayos se han ejecutado durante la instalación y además deben realizarse cuando se tenga programado un mantenimiento o se quiera hacer alguna modificación. Se debe tomar en cuenta las normativas vigentes y detectar tempranamente las fallas que puedan ocurrir.

#### **4.2 Tipos de pruebas realizadas.**

##### **4.2.1 Estudio de carga instalada.**

Planilla para la Determinación de Demandas Unitarias de Diseño  
Nombre del Proyecto: U. E. AGUSTIN CUEVA bloque 1 y 2  
No: del Proyecto:  
Localización: Ibarra  
Usuario Tipo

Tabla 19 Estudio de carga

Item	Aparatos Eléctricos y de Alumbrado				FFUn	CIR	FSn	DMU
	Descripción	Cant.	P (W)	Pn(W)	(%)	(W)	(%)	(W)
1	panel led 18 W	194	18	3492	100	3492	80	2793,6
2	tomacorrientes normales	44	200	8800	100	8800	60	5280
	computadora impresora	+ 3	600	1800	100	1800	60	1080
						<b>14092</b>		<b>9153,6</b>

<b>Factor de potencia FP =</b>	<b>0,85</b>
<b>Factor de Demanda FDM = DMU/CIR =</b>	<b>0,65</b>
<b>DMU (KVA) =</b>	<b>10,77 KVA</b>
<b>Número de usuarios</b>	<b>1</b>
<b>Factor de Diversidad</b>	<b>0,90</b>
<b>DD (KVA) =</b>	<b>11,97 KVA</b>

*Nota: Se muestra el estudio de carga de la unidad educativa, donde se detalla las cantidades de equipos a instalarse y la demanda de consumo que se utilizara en el bloque 1 y 2.*

Al momento de realizar el estudio se han considerado tres tipos principales de carga: paneles LED, tomacorrientes normales y equipos de cómputo (computadoras e impresoras).

Para cada tipo de carga se ha determinado la potencia total instalada (Pn), el factor de uso (FFUn), la corriente inicial requerida (CIR), el factor de simultaneidad (FSn) y la demanda unitaria

máxima (DMU).

De igual manera se ha usado los factores de corrección, es decir los factores de potencia (FP) y de demanda (FDM) para ajustar los cálculos a condiciones reales de operación.

De esta manera se obtiene la demanda total del proyecto (DD) se ha calculado considerando la suma de las demandas unitarias máximas de cada tipo de carga, aplicando los factores de corrección correspondientes.

La demanda eléctrica total del proyecto es de 11.97 kVA. La mayor parte de la demanda corresponde a los paneles LED y los tomacorrientes normales. Los factores de potencia y demanda indican que la instalación no opera con una eficiencia del 100%, por lo que es importante considerar estos aspectos en el diseño de la instalación. El análisis realizado ha proporcionado una estimación precisa de la demanda eléctrica del edificio. Esta información es fundamental para garantizar un suministro eléctrico seguro, confiable y eficiente.

#### **4.2.2 Realizar la iluminación de acuerdo software DIALUX.**

Se simuló la iluminación utilizando el software DIALux, considerando diferentes tipos de luminarias y distribuciones. Así mismo, se calcularon los niveles de iluminación en diferentes puntos del espacio para verificar el cumplimiento de la norma técnica.

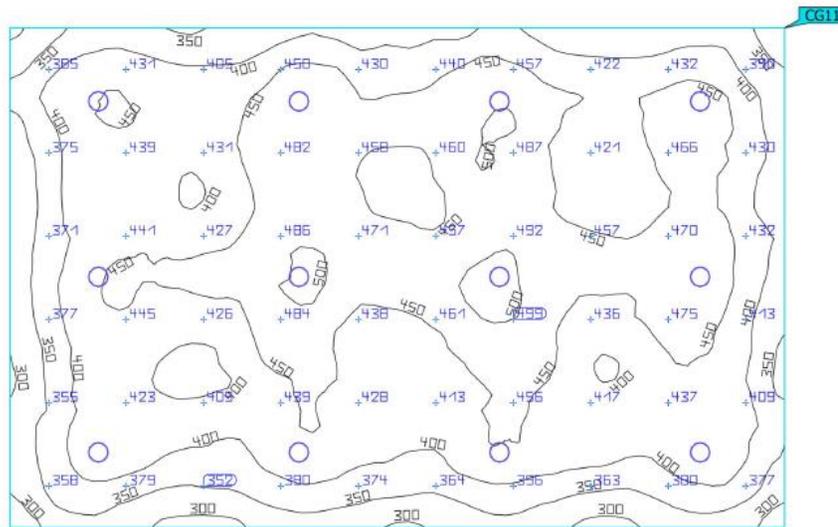


Figura 46., Simulación de la iluminación de un aula usando el programa Dialux.

*Nota: realizado por el autor*

### 4.2.3 Comprobar el nivel de iluminación con el LUXOMETRO.

Se realizaron mediciones de iluminación en diferentes puntos del espacio utilizando un luxómetro. Con los valores calculados, se compararon los valores medidos con los valores calculados en la etapa de diseño.

Tabla 20 Mediciones de luminosidad en las aulas.

Aula	$\bar{E}$ (lx)	Emín (lx)	Emáx (lx)	Uo	UGR Máx	Perfil de Uso
Aula 1	424	273	514	0.64	19.0	Oficinas (Salas de conferencias y reuniones)
Aula 2	433	258	526	0.60	18.9	Oficinas (Salas de conferencias y reuniones)
Aula 3	438	260	579	0.59	18.7	Oficinas (Salas de conferencias y reuniones)

<b>Aula 4</b>	432	258	569	0.60	19.0	Oficinas (Salas de conferencias y reuniones)
<b>Aula 5</b>	426	250	564	0.59	19.0	Oficinas (Salas de conferencias y reuniones)
<b>Aula 6</b>	422	238	563	0.56	19.0	Oficinas (Salas de conferencias y reuniones)
<b>Aula 7</b>	481	298	568	0.62	18.9	Oficinas (Salas de conferencias y reuniones)
<b>Aula 8</b>	410	269	505	0.66	18.3	Configuración DIALux predeterminada (Estándar de oficina)

- 1) *Iluminancia Promedio ( $\bar{E}$ ):* Es la cantidad media de luz (en lux, lx) que llega a una superficie específica. Se mide en un punto de trabajo estándar, a 0.650 metros de altura. Indica si el nivel de iluminación es adecuado para las actividades que se realizan en el aula, como leer, escribir y trabajar en el ordenador.
- 2) *Iluminancia Mínima ( $E_{mín}$ ) y Máxima ( $E_{máx}$ )* Representan los valores extremos de la iluminancia dentro del aula. Ayudan a entender la distribución de la luz. Una gran diferencia entre la iluminancia mínima y máxima puede indicar zonas con sombras o áreas sobre iluminadas.
- 3) *Uniformidad ( $U_o$ ):* Es el cociente entre la iluminancia mínima ( $E_{mín}$ ) y la iluminancia promedio ( $\bar{E}$ ). Una alta uniformidad (valor cercano a 1) significa que la luz está distribuida de manera uniforme en todo el espacio, lo cual es crucial para evitar la fatiga visual y asegurar un ambiente de aprendizaje confortable.

4) *Índice de Glare (UGR, Unified Glare Rating)*: Mide el deslumbramiento percibido por los usuarios en el aula. Un valor UGR bajo (menos de 19) es deseable en ambientes de trabajo y estudio para minimizar el deslumbramiento y mejorar la comodidad visual.

5) *Perfil de Uso*: Indica el tipo de actividades que se realizan en el aula, según la configuración de DIALux. Asegura que los niveles de iluminación sean adecuados para el uso previsto del espacio, como conferencias, reuniones o actividades estándar de oficina.

Las mediciones se realizaron en puntos estratégicos de cada aula, como el centro del aula, junto a las ventanas y en las zonas de trabajo de los estudiantes. Dada la similitud dimensional de las aulas, se pudo establecer un protocolo de medición estandarizado. Los resultados obtenidos muestran una distribución homogénea de la iluminancia en la mayoría de las aulas, lo que indica un diseño de iluminación adecuado



*Figura 47., Pruebas de luminosidad.*

*Nota: realizado por el autor*



*Figura 48., Medición de luminosidad con luxómetro en el aula 1. Bloque I  
Nota: realizado por el autor*



*Figura 49., Medición de luminosidad con luxómetro en el aula 3. Bloque I  
Nota: realizado por el autor*



*Figura 50., Medición de luminosidad con luxómetro en el aula 5. Bloque I  
Nota: realizado por el autor*



*Figura 51., Medición de luminosidad con luxómetro en el aula 7. Bloque I  
Nota: realizado por el autor*



*Figura 52., Medición de luminosidad con luxómetro en el aula 1. Bloque2.  
Nota: realizado por el autor*



*Figura 53., Medición de luminosidad con luxómetro en el aula 2. Bloque2  
Nota: realizado por el autor*



*Figura 54., Medición de luminosidad con luxómetro en el aula 3. Bloque2*

*Nota: realizado por el autor*



*Figura 55., Medición de luminosidad con luxómetro en el aula 4. Bloque 2*

*Nota: realizado por el autor*

#### **4.2.4 Mediciones de voltajes.**

Los resultados obtenidos de la medición del voltaje en los tomacorrientes de las diferentes aulas de la Unidad Educativa Agustín Cueva mostraron una notable consistencia, con un promedio de 120V. Las imágenes adjuntas, tomadas durante el proceso de medición, evidencian la estabilidad del suministro eléctrico en cada uno de los puntos evaluados. Esta uniformidad en los valores obtenidos es un indicador de la calidad de la instalación eléctrica y garantiza un funcionamiento óptimo de los equipos electrónicos conectados a estos circuitos.



*Figura 56., Medición de voltaje en los tomacorrientes aulas 1 y 3 bloque1.*

*Nota: realizado por el autor*



*Figura 57., Medición de voltaje en los tomacorrientes aulas 5 bloque1.*

*Nota: realizado por el autor*



*Figura 58., Medición de voltaje en los tomacorrientes aulas 4 y 5 bloque.*

*Nota: realizado por el autor*

#### **4.2.5 Realizar las mediciones de la puesta a tierra.**

Se realizaron mediciones periódicas de la resistencia de tierra para verificar su estabilidad. Así mismo se midió el potencial de contacto en diferentes puntos de la instalación para evaluar el riesgo de electrocución.



*Figura 59., Medición de resistencia en la puesta a tierra.*

*Nota: realizado por el autor*

De acuerdo con la norma técnica de Quito, el valor límite para la resistencia de puesta a tierra se establece en 25 ohmios. Los resultados obtenidos en este proyecto arrojaron un valor de 12 ohmios, lo cual cumple satisfactoriamente con el requisito normativo. Este cumplimiento garantiza una adecuada disipación de las corrientes de falla, minimizando los riesgos de electrocución y daños a los equipos eléctricos, asegurando así la seguridad de las personas y la continuidad del servicio.

# CAPITULO V

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

- Se determinó que las cargas instaladas superan las capacidades de los circuitos existentes, lo que ha causado sobrecargas y fallos en algunos equipos eléctricos.
- Las instalaciones eléctricas actuales presentan un alto grado de deterioro, con cables y componentes que no cumplen con las normativas vigentes.
- Los circuitos eléctricos actuales están interconectados de manera inapropiada, lo que puede llevar a sobrecargas y riesgos de seguridad.
- La iluminación en las aulas es insuficiente y mal distribuida, lo que afecta negativamente el ambiente de estudio.
- La falta de un sistema de puesta a tierra adecuado representa un riesgo significativo de electrocución y daños a los equipos.
- Las protecciones actuales no están adecuadamente dimensionadas para las cargas presentes, lo que representa un riesgo de sobrecarga y daños a los equipos.
- Las luminarias actuales son ineficientes y no proporcionan la calidad de luz necesaria para un ambiente de estudio adecuado.
- Las mediciones actuales muestran que los niveles de iluminación en las aulas son

inadecuados para las actividades educativas.

- La documentación de los sistemas eléctricos actuales es incompleta y desactualizada, lo que dificulta el mantenimiento y la actualización.
- La falta de un sistema de puesta a tierra adecuado es un riesgo crítico para la seguridad eléctrica de la institución.

## **5.2 Recomendaciones.**

- Rediseñar los circuitos para distribuir las cargas de manera adecuada, asegurando que ningún circuito esté sobrecargado.
- Implementar una gestión de carga que considere el crecimiento futuro de la demanda energética de la institución.
- Reemplazar todos los cables y componentes eléctricos obsoletos con materiales que cumplan con las normativas de seguridad y eficiencia energética.
- Realizar inspecciones periódicas para asegurar el mantenimiento adecuado de las nuevas instalaciones.
- Establecer circuitos separados para los diferentes tipos de carga como iluminación, tomacorrientes, equipos especiales para evitar sobrecargas y mejorar la seguridad.
- Implementar sistemas de protección adecuados para cada circuito.
- Utilizar software especializado como DIALUX para diseñar un sistema de iluminación que cumpla con los estándares de luminosidad y uniformidad.

- Instalar luminarias LED que ofrezcan una mejor eficiencia energética y calidad de luz.
- Instalar protecciones termomagnéticas adecuadas para cada circuito, asegurando que sean capaces de manejar la carga máxima esperada sin dispararse innecesariamente.
- Implementar un sistema de puesta a tierra conforme a las normativas vigentes, realizando mediciones periódicas para verificar su efectividad.
- Asegurar que todos los equipos y circuitos estén correctamente conectados al sistema de puesta a tierra.
- Sustituir todas las luminarias por lámparas LED, que ofrecen una mayor eficiencia energética y una mejor calidad de luz.
- Diseñar la distribución de las luminarias para garantizar una iluminación uniforme y suficiente en todas las áreas de estudio.
- Realizar mediciones periódicas de la iluminación con un luxómetro para asegurar que se mantengan los niveles de luz adecuados.
- Ajustar el sistema de iluminación según sea necesario para cumplir con los estándares establecidos.
- Crear planos eléctricos unifilares detallados que incluyan todas las instalaciones de iluminación, fuerza y protecciones.
- Actualizar los planos de manera regular para reflejar cualquier cambio o actualización en el sistema eléctrico.
- Instalar un sistema de puesta a tierra completo y conforme a las normativas vigentes.

- Realizar pruebas periódicas de la resistencia de tierra para asegurar su efectividad y estabilidad.

## BIBLIOGRAFIA

- ALCOMAX SAS. (2018). *Equipos de medicion*. Obtenido de <https://alcomax.com.co/que-es-un-luxometro/>
- CASA LIMA. (27 de Mayo de 2021). *CASA LIMA*. Obtenido de <https://www.grupocasalima.com/blog/epp-para-trabajos-electricos/>
- EEASA. (2021). *GUÍAS DE DISEÑO PARTE II*. Obtenido de *INSTALACIONES ELÉCTRICAS INTERIORES*: <https://www.eeasa.com.ec/content/uploads/2021/06/GUIA-2021-PARTE-2-.pdf>
- Eléctrica, F. T. (Noviembre de 14 de 2021). *Faradayos Tecnología Eléctrica*. Obtenido de <https://www.faradayos.info/2014/01/colores-cables-electricos-normas.html>
- ELECTROCABLES C. A. (2018). *ELECTROCABLES*. Obtenido de <https://www.electrocable.com/uploads/catficha/cata-logo-electrocables-2018.pdf>
- García López, S. (27 de Junio de 2024). *Diagrama Unifilar - Química. Studocu*. Obtenido de <https://www.studocu.com/es-mx/document/centro-de-estudios-cientificos-y-tecnologicos-n0-11-wilfrido-massieu/quimica/diagrama-unifilar-quimica/92067719>
- GFCI. (2 de Febrero de 2024). *Probador de tomacorrientes*. Obtenido de <https://www.kleintools.com.mx/catalog/probadores-el-ctricos/probador-de-tomacorrientes-gfci>
- Medina, J. (1 de Octubre de 2020). *Planos de instalación eléctrica*. Obtenido de <https://aprende.com/blog/oficios/instalaciones-electricas/plano-de-instalacion-electrica->

paso-a-paso/

NEC. (6 de Abril de 2013). *Norma Ecuatoriana de Construcción*. Obtenido de NEC.CAPÍTULO 15: INSTALACIONES ELECTROMECHANICAS.: <https://www.ecp.ec/wp-content/uploads/2017/09/NECINSTALACIONESELECTROMECHANICAS2013.pdf>

NEC-SB-IE. (5 de Febrero de 2018). *NEC - Normativa Ecuatoriana de la Construcción. Ministerio de desarrollo urbano y vivienda*. Obtenido de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/03/NEC-SB-TE-Final.pdf>

NEC-SB-IE. (5 de Febrero de 2018). *NEC - Normativa Ecuatoriana de la Construcción. Ministerio de desarrollo urbano y vivienda*. Obtenido de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/03/NEC-SB-IE-Final.pdf>

Sandoya, A. (16 de Junio de 2024). *NEC-SB-ie: Instalaciones Eléctricas, Hábitat y vivienda*. Obtenido de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/1.-NEC-SB-Instalaciones-Electricas.pdf>

Santos, A. (2015). *INSTALACIONES ELECTRICAS EN BAJA TENSION DISEÑO, CALCULO, DIRECCION, SEGURIDAD Y MONTAJE*. España: Ra-Ma.

Schneider-electric. (1 de Febrero de 2024). *Schneider-electric.com*. Obtenido de [https://download.schneider-electric.com/files?p\\_enDocType=Catalog&p\\_File\\_Name=4120CT2201.pdf&p\\_Doc\\_Ref](https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=Catalog&p_File_Name=4120CT2201.pdf&p_Doc_Ref)

=4120CT2201

TECNOLOGÍA LED. (4 de Septiembre de 2017). *TECNOLOGÍA LED*. Obtenido de <http://3alas.com/blog/led/iluminacion-led-aulas-escolares/>

TELEFONÍA Y REDES ECUADOR. (21 de Febrero de 2024). Obtenido de <https://medidorr.blogspot.com/2013/08/tester-de-resistencia-tierra-8pk-st1520.html>

# ANEXOS



## UNIDAD EDUCATIVA "AGUSTÍN CUEVA DÁVILA"

CÓDIGO AMIE – 10H00004

IBARRA

ECUADOR

### CERTIFICADO

El que suscribe, **MSc. Ernesto Moreno**, certifica que, en la **Unidad Educativa Agustín Cueva Dávila**, los estudiantes:

NOMBRES	CEDULA DE IDENTIDAD
✓ Jorge Rodrigo Gonzales Caragolla	1001691516
✓ Ramiro Fernando Carlosama Quisintuña	1001756673
✓ Iván Rigoberto Chuma Ipiales	1003220199

Han realizado exitosamente la intervención de las **instalaciones eléctricas** en las aulas de la Sede de nuestra institución ubicada en Calle Rosa Zárate 2- 77 y Teresa de Jesús Cepeda. Estos trabajos fueron llevados a cabo durante el período comprendido entre el **31 de mayo** hasta el día viernes 2 de agosto del presente, cumpliendo con los estándares de calidad y seguridad requeridos.

Agradecemos a los estudiantes por su dedicación y profesionalismo en la ejecución de este proyecto, el cual ha contribuido significativamente al mejoramiento de nuestras instalaciones.

**Atentamente,**

MSc. Ernesto Moreno

**RECTOR (E)**

**C.I. :1002174009**

**Cell: 0984621958**



**Fecha de Emisión: 5 de agosto de 2024**

Sede y Ambiente 1: Barrio 10 de agosto – Ambiente 2: Ejido de Caranqui  
Teléfono.:0984621958  
Correo: ernesto.moreno@educacion.gob.ec



UNIDAD EDUCATIVA  
“AGUSTÍN CUEVA DÁVILA”

CÓDIGO AMIE – 10H00004

IBARRA

ECUADOR

## CERTIFICADO

La que suscribe, MSc. Alexandra Suárez, certifico que en la U.E. Agustín Cueva Dávila se ha aceptado a los estudiantes:

- Jorge Gonzales,
- Ivan Chuma, y
- Ramiro Carlosama

para realizar el rediseño e implementación de los circuitos eléctricos en las aulas de la institución con toda la responsabilidad del caso.

Debo manifestar que en la Institución nunca se ha realizado una intervención con estas instalaciones

Ibarra, 31 de mayo de 2024

Atentamente,

MSc. Alexandra Suárez  
Rectora (e) U.E. Agustín Cueva Dávila  
C.I. 1000942514  
TEL. 0998375350



**Link de las pruebas de la medición del circuito de puesta a tierra.**

<https://drive.google.com/file/d/1GjrZkwWHIZ4b-Lqo3xLwLRcjgygX1954/view>

**Link del video de la entrega formal del proyecto.**

<https://drive.google.com/file/d/1Obf8dC3VvmxgRmTxt9Z6FyX52rXSfjnV/view>

**Link del video de la pre defensa del proyecto.**

<https://youtu.be/hWVQvu2aa6Y>

### **Registro fotográfico.**



*Anexo 1: Instalaciones eléctricas*

Se realizó la inspección de las instalaciones eléctricas existentes, y se encontró que estas instalaciones requerían ser cambiadas de suma urgencia.



*Anexo 2: Interruptor en mal estado.*

Se pudo verificar que la mayoría de interruptores estaban en malas condiciones y era necesario cambiarlos para precautelar la seguridad de los estudiantes.



*Anexo 3: Luminarias*

Dentro de las aulas las luminarias se encontraban dañadas, necesitaban ser reemplazadas por luminarias tipo ojo de buey de acuerdo al diseño.



*Anexo 4: Focos*

Focos con conductores vistos los cuales se encontraban en su mayoría quemados o recalentados, por esta razón fueron cambiados en su mayoría.



*Anexo 5: Focos*

Los focos estaban mal instalados por esta razón se quemaban frecuentemente y procedimos a realizar las nuevas instalaciones para evitar este inconveniente.



*Anexo 6: Caja térmica.*

Se llevo a cabo la instalación de la caja térmica con sus respectivos cables peinados y ordenados de acuerdo a cada circuito.



*Anexo 7: Preparación de la caja térmica.*

Se monto la de caja térmica en su respectivo lugar utilizando materiales como son el cemento, arena y se deja colocando de una manera adecuada.



*Anexo 8 Puesta a tierra*

Se llevo a cabo la instalación de puesta a tierra con la suelda exotérmica y también con el molde para una correcta unión entre la varilla y el conductor desnudo.



*Anexo 9: Medición de voltaje*

Se comprobó el correcto funcionamiento de las tomas corrientes, midiendo el voltaje en cada aula y comprobando que el nivel de voltaje sea el adecuado.



*Anexo 10: Barra de puesta a tierra*

Para cumplir con la norma se instaló una barra de tierra en caja la térmica la cual no había anteriormente por esta razón se implementa el circuito de puesta a tierra.



*Anexo 11 Interruptores*

Se cambio los interruptores dañados por unos nuevos, ya que los interruptores que estaban puestos antes no cumplían con el requerimiento de la norma.



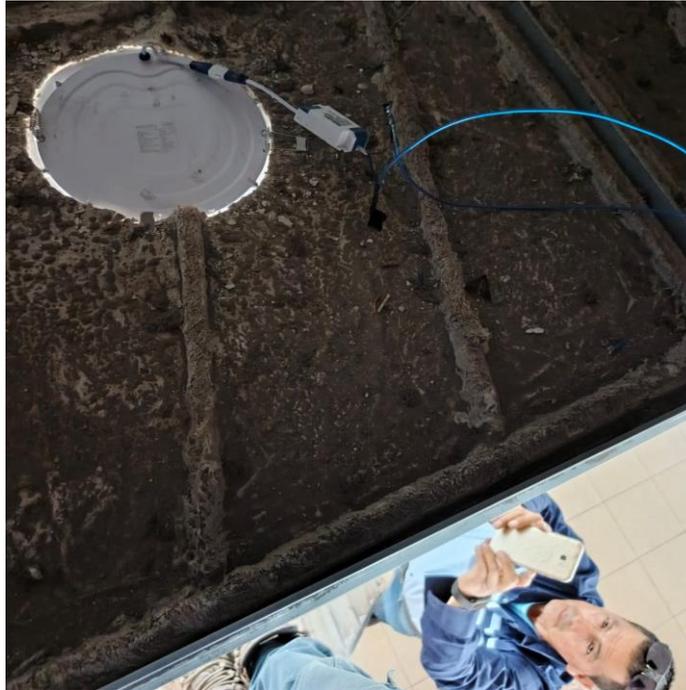
*Anexo 12: Instalación de luminarias.*

Se realizó la instalación de luminaria tipo ojo de buey led con la cual se realizó la simulación en el software DIALux.



*Anexo 13 Breaker*

Se instaló el breaker para realizar el circuito independiente ya se de luminarias o de tomacorrientes, con esto cumplimos con lo planteado en el diseño.



*Anexo 14: Luminarias*

Se realiza la instalación de luminaria tipo ojo de buey con sus conexiones en el cielo raso lo cual se lo realizo con el conductor adecuado.



*Anexo 15 Toma corriente*

Se instalo nuevos tomas corrientes, en casi todas sus aulas de la institución porque estaban estas conexiones deficientes.



#### *Anexo 16 Luminarias*

Instalación de luminarias tipo ojo de buey del aula principal de eventos y reuniones de la institución, en esta aula se realizó la instalación de las primeras luminarias para posterior avanzar con las demás en base a esta aula como modelo para todas.