

Pregrado

Carrera: ELECTRICIDAD

Asignatura (UIC): DESARROLLO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS

Trabajo de titulación previo a la obtención del

Título en: TECNÓLOGO SUPERIOR EN ELECTRICIDAD

Tema: REDISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LOS CIRCUITOS DE FUERZA, ILUMINACION Y PROTECCIONES DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LA “ESCUELA 2 DE OCTUBRE” DE LA COMUNIDAD KACHIWAÑUSHKA DE LA PARROQUIA PUERTO MISAHUALLI DEL CANTÓN TENA

Autor/s: JHONY ROLANDO AGUINDA ALVARADO

Tutor metodológico: ING. FERNANDO JACOME, MSC.

Tutor Técnico: ING. EDISON PAREDES, MSC.

Sangolquí, agosto de 2024

Autor:



AGUINDA ALVARADO JHONY ROLANDO

**Título a obtener: TECNÓLOGO SUPERIOR EN
ELECTRICIDAD**

Matriz: Sangolquí -Ecuador

Correo electrónico: jhony.aguinda@ister.edu.ec

Dirigido por:



JACOME SAGÑAY FERNANDO JAVIER

**Título: MASTER EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL
APLICADA A LA ENERGIA Y LAS INFRAESTRUCTURAS**

Matriz: Sangolquí -Ecuador

Correo electrónico: Fernando.jacome@ister.edu.ec

Tutor técnico:



PAREDES PUCACHAQUI EDISON PATRICIO

Título: MASTER EN ENERGIAS RENOVABLES

Matriz: Sangolquí -Ecuador

Correo electrónico: edison.paredes@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

AGUINDA ALVARADO JHONY ROLANDO

**REDISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LOS CIRCUITOS DE FUERZA, ILUMINACIÓN
Y PROTECCIONES DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LA ESCUELA “2 DE
OCTUBRE” DE LA COMUNIDAD KACHIWAÑUSHKA DE LA PARROQUIA PUERTO
MISAHUALLI DEL CANTÓN TENA**



CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2024-ISTER-6-6.2

Sangolquí, 27 de septiembre del 2024

MSc. Elizabeth Ordoñez
DIRECTORA DE DOCENCIA

MSc. Mónica Loachamín
COORDINADORA DE TITULACIÓN

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

Presente

Por medio de la presente, yo, JHONY ROLANDO AGUINDA ALVARADO, declaro y acepto en forma expresa lo siguiente: Ser autor del trabajo de titulación denominado, REDISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LOS CIRCUITOS DE FUERZA, ILUMINACIÓN Y PROTECCIONES DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LA ESCUELA "2 DE OCTUBRE" DE LA COMUNIDAD KACHIWAÑUSHKA DE LA PARROQUIA PUERTO MISAHUALLI DEL CANTÓN TENA, de la Tecnología Superior ELECTRICIDAD; y a su vez manifiesto mi voluntad de ceder al Instituto Superior Tecnológico Rumiñahui con condición de Universitario los derechos de reproducción, distribución y publicación de dicho trabajo de titulación, en cualquier formato y medio, con fines académicos y de investigación.

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

En fe de lo cual, firmo la presente.

Atentamente,

JHONY ROLANDO AGUINDA ALVARADO
C.I.: 1500857709

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:

JHONY ROLANDO AGUINDA ALVARADO

TUTOR:

ING. FERNANDO JACOME, MSC.

CONTACTO ESTUDIANTE:

0989774950

CORREO ELECTRÓNICO:

jhony.aguinda@ister.edu.ec

TEMA:

REDISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LOS CIRCUITOS DE FUERZA, ILUMINACIÓN Y PROTECCIONES DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LA “ESCUELA 2 DE OCTUBRE” DE LA COMUNIDAD KACHIWAÑUSHKA DE LA PARROQUIA PUERTO MISAHUALLI DEL CANTÓN TENA

OPCIÓN DE TITULACIÓN:

Trabajo de integración curricular

RESUMEN EN ESPAÑOL:

El proyecto en cuestión se llevó a cabo en la Escuela 2 de Octubre perteneciente al Cantón Tena, parroquia Puerto Misahualli, de la comunidad Kachiwañushka. El objetivo del proyecto es renovar el sistema eléctrico, diseño de iluminación, crear planos eléctricos, asegurarse de que los circuitos de tomacorrientes e iluminación estén dimensionados correctamente, con el fin de precautelar a las personas que habitan en el sector.

Se realizan cambio de tomacorrientes, instalación de nuevos cableados eléctricos, para cada circuito de fuerza e iluminación, además interruptores termomagnéticos dimensionados para

cada circuito, con el fin de brindar seguridad a los estudiantes, profesores y demás personas que hacen uso de la institución educativa.

El objetivo principal de este proyecto es apoyar a la comunidad estudiantil para mejorar la iluminación de las aulas, las actividades académicas y la seguridad eléctrica de la institución. Se agradece a todos los miembros de la escuela 2 de octubre por su disposición a participar en este proyecto. En el aplicaremos nuestros conocimientos técnicos adquiridos durante esta carrera para beneficio de la escuela y sus estudiantes.

PALABRAS CLAVE:

Diseño eléctrico, iluminación, termomagnéticos.

ABSTRACT:

The project in question was carried out at the 2 de Octubre School in the Tena Canton, Puerto Misahualli parish, in the Kachiwañushka community. The purpose of the project is to renovate the electrical system, design the lighting, create electrical plans, ensure that the outlet and lighting circuits are correctly sized, in order to protect the people living in the area. Outlets are changed, new electrical wiring is installed for each power and lighting circuit, as well as thermomagnetic switches sized for each circuit, in order to provide safety to students, teachers and other people who use the educational institution.

The main objective of this project is to support the student community to improve classroom lighting, academic activities and the electrical safety of the institution.

We thank all the members of the 2 de Octubre school for their willingness to participate in this project. In it we will apply our technical knowledge acquired during this career for the benefit of the school and its students.

PALABRAS CLAVE:

Electrical design, lighting, thermomagnets.

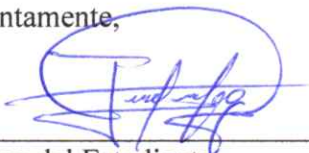
SOLICITUD DE PUBLICACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**CT-ANX-2024-ISTER-2**

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” del estudiante: JHONY ROLANDO AGUINDA ALVARADO, con C.I.: 1500857709 alumno de la Carrera. ELECTRICIDAD

Atentamente,



Firma del Estudiante

C.I.: 1500857709

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 / info@ister.edu.ec**

DEDICATORIA

Como una forma sencilla de expresar, quiero dedicar mi trabajo de grado, plasmado en el siguiente informe, a mi esposa Jessyca, por su amor, cariño y comprensión constante. A mis hijos Yerik y Levi, quienes han sido el motor que me impulso durante mi educación, a mis padres Cesar y Lourdes, quienes siempre me han brindado apoyo con espíritu alentador, contribuyendo incondicionalmente a lograr las metas y objetivos que se han propuesto.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la sabiduría y por brindarnos realizar este proyecto en bien de la comunidad educativa y haberme ayudado a llegar hasta este punto dando salud para seguir adelante día a día. Agradezco al TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO “RUMIÑAHUI” por su invaluable apoyo en mi formación académica. De igual manera, aprecio la profesionalidad y la experiencia de mis tutores por haberme transmitido los conocimientos obtenidos y ayudado paso a paso con el aprendizaje durante toda la carrera.

INDICE GENERAL

RESUMEN.....	1
ABSTRACT	2
CAPÍTULO I	3
1 INTRODUCCIÓN	3
1.1 Planteamiento del Problema	3
1.2 Justificación.....	4
1.3 Alcance	4
1.4 Objetivos General y Específicos	5
1.4.1 Objetivo General.....	5
1.4.2 Objetivos Específicos.....	5
CAPÍTULO II	6
2 MARCO TEÓRICO	6
2.1 Diseño eléctrico	6
2.1.1 Instalación eléctrica de bajo voltaje	6
2.1.2 Acometida	6
2.2 Estudio de carga.....	7
2.2.1 Circuito de Fuerza	7
2.2.2 Circuito de iluminación.....	7

2.2.3	Focos y Luminarias	7
2.2.4	Flujo luminoso	8
2.2.5	Iluminación.....	8
2.3	Sistema de protección	9
2.4	Tableros de distribución	9
2.4.1	Conductores eléctricos	10
2.4.2	Conductores de bajo voltaje	11
2.4.3	Tabla de calibre de conductores	11
2.5	Cálculo de los alimentadores	12
2.5.1	Cálculo de la corriente del conductor	12
2.5.2	Instalación de puesta a tierra.....	13
2.6	Normativa nacional	13
2.6.1	Normativa de iluminación	14
2.7	Software utilizado	15
2.7.1	DIALux Evo.....	15
2.7.2	AutoCAD	16
CAPÍTULO III		17
3	DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO.....	17
3.1	Situación inicial de la infraestructura.....	17

3.1.1	Levantamiento eléctrico del sitio	20
3.1.2	Circuito eléctrico de la escuela.....	20
3.2	Rediseño del sistema eléctrico	21
3.2.1	Diseño del sistema de iluminación por el método de lúmenes	21
3.2.2	Identificar el tipo de luminaria a emplear en el diseño	21
3.2.3	Cálculo de los coeficientes de reflexión.....	24
3.2.4	Determinar el coeficiente de mantenimiento.....	26
3.2.5	Determinar el número de luminarias que se debe usar para proporcionar un nivel adecuado de iluminación.	26
3.2.6	Emplazamiento de las luminarias	27
3.2.7	Comprobación de resultados.....	28
3.3	Diseño de iluminación utilizando el software DIALux.....	28
3.3.1	Comprobación en DIALux	29
3.4	Cálculo de corriente para circuitos de iluminación	31
3.5	Capacidad de corriente	32
3.5.1	Conductores y protecciones para el sistema de iluminación	32
3.6	Plano eléctrico de circuito de iluminaciónCircuitos de fuerza	34
3.7	Cálculo de corriente de circuito de fuerza.....	35
3.8	Plano eléctrico de circuito de fuerza	37
3.9	Diagrama unifilar	38

3.10	Caída de voltaje.....	39
3.10.1	Cálculo de caída de voltaje en los conductores	39
3.11	Acometida principal.....	39
3.12	Puesta a tierra.....	40
CAPÍTULO IV.....		42
4	PRUEBAS, RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	42
4.1	Pruebas.....	42
4.2	Tipos de pruebas realizadas	42
4.2.1	Prueba de nivel de iluminación	42
4.2.2	Medición del nivel de iluminación	43
4.3	Resultados del flujo luminoso.....	47
4.4	Resultados y discusión.....	48
4.4.1	Tablero principal	48
4.4.2	Circuitos de fuerza.....	48
4.4.3	Medición de voltaje en cada una de las aulas	50
4.5	Distribución de circuitos eléctricos	51
4.6	Instalación de puesta a tierra	52
4.7	Lista de materiales	53
CAPÍTULO VI.....		54

5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	54
5.1	Conclusiones.....	54
5.2	Recomendaciones	55
	BIBLIOGRAFÍA.....	56
	ANEXOS.....	58
	Anexo 1. Carta de aceptación del proyecto de la “Escuela 2 de octubre”	58
	Anexo 2. Acta de entrega y recepción del proyecto de la “Escuela 2 de octubre”	59
	Anexos 3. Registro fotográfico de la situación inicial del proyecto	61
	Anexo 4. Foco led de 40 W	63
	Anexo 5. Informe de simulación en DIALux.....	63
	Anexo 6. Fotografías de materiales eléctricos	66
	Anexos 7. Fotografías de la implementación del proyecto	67
	Anexo 8. Plano eléctrico de la “Escuela 2 de Octubre”	76

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Diferentes tipos de Calibre de conductores comerciales.	12
Tabla 2. Medición de áreas a intervenir	20
Tabla 3. Norma para iluminación de interiores.	23
Tabla 4. Tabla para calcular el coeficiente de utilización	25
Tabla 5 Cálculo del coeficiente de mantenimiento	26
Tabla 6. Potencia por circuito de iluminación	30
Tabla 7. Incremento del 1.25%	31
Tabla 8. Capacidad de protección en función del calibre del conductor	32
Tabla 9. Protección por circuito	33
Tabla 10. Potencia proyectada en circuito de fuerza	35
Tabla 11 Protecciones de circuito de fuerza.....	36
Tabla 12 Medición del nivel de iluminación en la “Escuela 2 de Octubre”	47
Tabla 13 Medición de voltaje situación inicial y actual.....	51
Tabla 14 Lista de materiales para la implementación.....	53

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diferentes tipos de luminarias	8
Figura 2. Tablero de distribución	10
Figura 3. Conductores eléctricos	11
Figura 4. Software DIALux evo	15
Figura 5. Diseño en el software AutoCAD	16
Figura 6. Plano Arquitectónico de Distribución de la escuela 2 de octubre	18
Figura 7. Exteriores de la Escuela kachiwañuska	18
Figura 8. Interruptores y tomas en mal estado.....	19
Figura 9. Conexiones eléctricas obsoletas.	19
Figura 10. Cálculo de método de Lúmenes	21
Figura 11. Luminaria tipo Led 40W	22
Figura 12. Flujo luminoso total	24
Figura 13. Emplazamiento del área de estudio.....	29
Figura 14. Software DIALux	30
Figura 15. Varilla de puesta a tierra	41
Figura 16. Equipo de medición del nivel de iluminación.....	42
Figura 17. Cantidad de iluminación-aula 1	43
Figura 18. Cantidad de iluminación-aula 2	44
Figura 19. Cantidad de iluminación-aula 3	44
Figura 20. Cantidad de iluminación-aula 4	45
Figura 21. Cantidad de iluminación-aula 5	45

Figura 22. Cantidad de iluminación-Dirección 6	46
Figura 23. Cantidad de iluminación-aula 7	46
Figura 24. Cantidad del nivel de iluminación aula 1	47
Figura 25 Tablero principal 1 centro de carga.....	48
Figura 26. Instalación de tomacorrientes empotrados y sobrepuestos.....	49
Figura 27 Medición de voltaje en los tomacorrientes inicial 111V y actual 120 V	50
Figura 28 Distribución de circuitos a través de cajas de paso.....	51
Figura 29. Instalación de puesta a tierra	52

RESUMEN

El proyecto en cuestión se llevó a cabo en la Escuela 2 de Octubre perteneciente al Cantón Tena, parroquia Puerto Misahualli, de la comunidad Kachiwañushka. El objetivo del proyecto es renovar el sistema eléctrico, diseño de iluminación, crear planos eléctricos, asegurarse de que los circuitos de tomacorrientes e iluminación estén dimensionados correctamente, con el fin de precautelar a las personas que habitan en el sector.

Se realizan cambio de tomacorrientes, instalación de nuevos cableados eléctricos, para cada circuito de fuerza e iluminación, además interruptores termomagnéticos dimensionados para cada circuito, con el fin de brindar seguridad a los estudiantes, profesores y demás personas que hacen uso de la institución educativa.

El objetivo principal de este proyecto es apoyar a la comunidad estudiantil para mejorar la iluminación de las aulas, las actividades académicas y la seguridad eléctrica de la institución.

Se agradece a todos los miembros de la escuela 2 de octubre por su disposición a participar en este proyecto. En el aplicaremos nuestros conocimientos técnicos adquiridos durante esta carrera para beneficio de la escuela y sus estudiantes.

Palabras claves: Diseño eléctrico, iluminación, termomagnéticos.

ABSTRACT

The project in question was carried out at the 2 de Octubre School in the Tena Canton, Puerto Misahualli parish, in the Kachiwañushka community. The purpose of the project is to renovate the electrical system, design the lighting, create electrical plans, ensure that the outlet and lighting circuits are correctly sized, in order to protect the people living in the area.

Outlets are changed, new electrical wiring is installed for each power and lighting circuit, as well as thermomagnetic switches sized for each circuit, in order to provide safety to students, teachers and other people who use the educational institution.

The main objective of this project is to support the student community to improve classroom lighting, academic activities and the electrical safety of the institution.

We thank all the members of the 2 de Octubre school for their willingness to participate in this project. In it we will apply our technical knowledge acquired during this career for the benefit of the school and its students.

Keywords: Electrical design, lighting, thermomagnets.

CAPÍTULO I

1 INTRODUCCIÓN

El presente proyecto tiene como propósito de colaborar a la comunidad estudiantil de la escuela “2 DE OCTUBRE” de la comunidad Kachiwañushka de la parroquia Puerto Misahualli, cantón Tena en la provincia de Napo. Este proyecto mejorara la infraestructura eléctrica de la unidad educativa, estas instalaciones son muy antiguas y se encuentran en pésimas condiciones por ende debemos entender que, si las instalaciones no se mantienen, pueden causar muchos problemas como quemaduras, descargas eléctricas.

Considerando esta problemática se realizó una visita técnica a las instalaciones del plantel educativo, donde se encontró problemas de cableado, estructurado, mala distribución eléctrica, conexiones sin cajas de seguridad y demás instalaciones en mal estado que no cumplen con normas y parámetros mínimos para su funcionamiento, generando problemas a estudiantes y docentes.

Así, se llegó a la conclusión de mejorar todas las instalaciones, comenzando por la sustitución completa del cableado eléctrico, sus aplicaciones en circuitos de iluminación y fuerza, de igual manera mejorar las protecciones termomagnéticas y cajas térmicas que cumplan con la normativa vigente del Ecuador.

1.1 Planteamiento del Problema

La construcción de la escuela “2 de octubre” fue creado el 5 de octubre del 2001, ya cuenta con varios años de funcionamiento institucional, sus instalaciones eléctricas nunca fueron mantenidas por falta de recursos y personal técnico.

Surgen muchos problemas de instalación eléctrica, se ha visto la necesidad de realizar inspecciones en las diferentes aulas, dirección del plantel donde se encontraron instalaciones inadecuadas de fuerza e iluminación. Luego de una inspección técnica, en el sitio se encontró el cableado de la

acometida e instalación interna en muy mal estado, así afectando el consumo eléctrico, con contactos defectuosos y conductores instalados internamente de calibre incorrecto para cada circuito, lo que resulta energía insuficiente.

Los circuitos de fuerza e iluminación están mal dimensionados y no tiene centro de carga para protecciones de los equipos electrónicos, ocasionando dificultad para realizar diferentes actividades que se necesitan en el plantel educativo.

La escuela no cuenta con cableado adecuado que supla las necesidades del plantel y expone a las comunidades locales a riesgos eléctricos innecesarios. Además, la falta de iluminación afecta a las personas que asisten a la escuela a cumplir con sus obligaciones.

1.2 Justificación

El motivo principal de este proyecto es eliminar este problema y mejorar el cableado que tienen actualmente los circuitos de fuerza e iluminación, de acuerdo a los cálculos que necesita cada uno, sabiendo que tipo de calibre utilizar para cada necesidad, siguiendo los códigos de colores y de igual manera realizando cálculos pertinentes, independizando los diferentes circuitos desde el centro de carga.

1.3 Alcance

La escuela consta de 2 bloques de las cuales el primer bloque consta de 3 aulas de 40 metros cuadrados cada uno y el segundo bloque consta de 2 aulas de 28.47 metros cuadrados, 1 aula de 33.95 metros cuadrados y la Dirección de 21.83 metros cuadrados, donde se va a intervenir es en las instalaciones internas de las aulas creando un proyecto eléctrico completo que debe cumplir con las normas estándares para su implementación.

En este proyecto se presentan los siguientes ítems:

- ❖ Informe de la situación actual de las instalaciones eléctricas de la escuela.
- ❖ Cálculo de iluminación mediante el método del lumen.
- ❖ Resultados de simulación de iluminación en DIALux.
- ❖ Planos diseñados en AutoCAD.
- ❖ Listado de materiales y presupuesto.
- ❖ Pruebas de funcionamiento.
- ❖ Elaborar acata de entrega/recepción del proyecto ejecutado.

1.4 Objetivos General y Específicos

1.4.1 *Objetivo General*

Realizar el rediseño e implementación de las instalaciones eléctricas en las instalaciones eléctricas internas de la escuela “2 de octubre” cumpliendo con las normas y requerimientos eléctricos para proteger a las personas y equipos electrónicos de la institución educativa.

1.4.2 *Objetivos Específicos*

- ❖ Rediseñar el sistema eléctrico para la escuela “2 de octubre” de acuerdo a la normativa vigente en el país.
- ❖ Realizar un estudio de iluminación con el software DIALux.
- ❖ Aplicar las normativas fundamentales NEC, IEEE, para el análisis y los diseños de los circuitos eléctricos para el proyecto.
- ❖ Implementar los circuitos de fuerza e iluminación.
- ❖ Realizar pruebas del nivel de iluminación cumpliendo las normas.

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Diseño eléctrico

Todo diseño de red eléctrica, desde un cable hasta una gran red, debe basarse en normas locales e internacionales, particularidades de la red eléctrica y en algunos casos, preferencias de los clientes. Muchas veces es difícil controlar las normas locales porque varían de un lugar a otro. Sin embargo, el conocimiento de las normas internacionales siempre mejora la productividad de un ingeniero eléctrico porque le da la seguridad de respaldar su diseño. Se puede decir que las normas emitidas por IEC, ANSI, NFPA, NEMA y NEC son fundamentales para cualquier diseño eléctrico. (Torres, 2024)

2.1.1 *Instalación eléctrica de bajo voltaje*

Las instalaciones eléctricas son un conjunto de sistemas y circuitos que permiten que la corriente eléctrica circule adecuadamente en edificios, casas, oficinas y otras infraestructuras. Su principal objetivo es proporcionar energía eléctrica de manera segura y eficiente, asegurando el funcionamiento adecuado de los dispositivos y la protección de las personas.

Estas instalaciones tienen una variedad de componentes que ayudan a producir, transmitir y distribuir energía eléctrica. Antes de comenzar cualquier instalación, es esencial realizar un proyecto detallado para evitar problemas y garantizar la seguridad. Es esencial considerar las diversas categorías de instalaciones eléctricas y cumplir con las regulaciones vigentes.

2.1.2 *Acometida*

La acometida es una parte crucial de la instalación eléctrica, ya que es el punto de conexión entre la red de distribución eléctrica de la compañía suministradora y la instalación interna de un edificio o estructura, estas pueden ser aéreas o subterráneas. (Podo, 2024)

2.2 Estudio de carga

Los calibres de conductores de las cargas eléctricas, incluidas las corrientes máximas y mínimas, las tensiones y la demanda de energía, se elaboran y dimensionan durante la inspección en sitio utilizando los datos obtenidos de los estudios y diseños. Esta información se presenta en KVA como resultado del cociente entre el producto de DMU en KVA.

Los beneficios de llevar a cabo un estudio son que garantizan y aseguran que la instalación eléctrica sea lo suficientemente segura para satisfacer las necesidades actuales y futuras.

2.2.1 Circuito de Fuerza

Un circuito de fuerza es un tipo de circuito eléctrico diseñado para alimentar dispositivos y equipos que requieren una mayor cantidad de potencia eléctrica como electrodomésticos, motores, sistemas de calefacción o aire acondicionado y herramientas industriales. Las tensiones de baja tensión (BT), que suelen ser monofásicas a 220 V o trifásicas a 400 V, se utilizan con frecuencia para alimentar estos circuitos. (Ribas, 2024)

2.2.2 Circuito de iluminación

Los circuitos de iluminación son un conjunto de componentes eléctricos que me permiten controlar equipos de iluminación individuales o múltiples para diferentes aéreas de manera manual o automatizada.

2.2.3 Focos y Luminarias

La iluminación es un conjunto de componentes eléctricos que permiten el flujo de corriente eléctrica desde un punto de alimentación a uno o más puntos de luz. Según el Código Eléctrico Ecuatoriano (INEN), los componentes de iluminación deben cumplir con las normas establecidas por el INEN.



Figura 1. Diferentes tipos de luminarias

Nota. Hay una gran variedad de luminarias, tienen una gran variedad de tamaños, formas y potencias, la iluminación LED a comparación de otros es la más apta ya que no consume mucha energía y emite poco calor. Fuente: Barcelona LED

2.2.4 Flujo luminoso

La cantidad de luz emitida por una fuente luminosa y percibida por el ojo humano se conoce como flujo luminoso. El lumen (lm), que es la cantidad de luz que emite una fuente en todas direcciones, se utiliza como unidad de medida. Los vatios (W) son la unidad de medida de la potencia de una fuente.

La "eficacia o eficiencia de una fuente de luz" es la relación existente entre la cantidad de lúmenes emitidas por una fuente y el consumo de la misma. (Buyled, 2023)

2.2.5 Iluminación

La iluminación, también conocida como arte, disciplina o acción, se refiere al efecto de iluminar algo, como un objeto, una habitación o un ambiente en general, a través de la presencia de luz. La luz puede ser natural o artificial, implementada por los humanos o por la misma naturaleza, por algún motivo u objetivo específico o simplemente por el curso rotatorio de nuestro planeta. (Zeraus, 2021)

$$lux = \frac{lumen}{m^2} \quad (1)$$

$$E = \frac{\Phi}{S} [\frac{flujo luminoso}{superficie en m^2}] \quad (2)$$

2.3 Sistema de protección

En el sector eléctrico, se utiliza un sistema de protección para proteger y prevenir posibles errores o destrucciones de instalaciones o equipos. Con el fin de evitar la propagación del error y la aparición de consecuencias más graves, los sistemas de protección aíslan la zona donde se ha originado la falla.

De esta manera, la función de un sistema de protección es fundamental para identificar y eliminar fallas en el sistema eléctrico. (Pepenergy, 2024)

2.4 Tableros de distribución

Los tableros de distribución distribuyen la electricidad de manera segura en todas las instalaciones comerciales e industriales. Los tableros de distribución, también conocidos como cuadros eléctricos o paneles de distribución son elementos clave en una instalación eléctrica, ya que organizan, protegen y distribuyen la energía eléctrica diferentes circuitos dentro de un edificio o estructura. La instalación de un tablero de distribución debe ser realizada por profesionales calificados para asegurar que cumple con todos los requisitos de seguridad y que esta dimensionado correctamente para la carga que va a manejar. (Eaton, 2024)

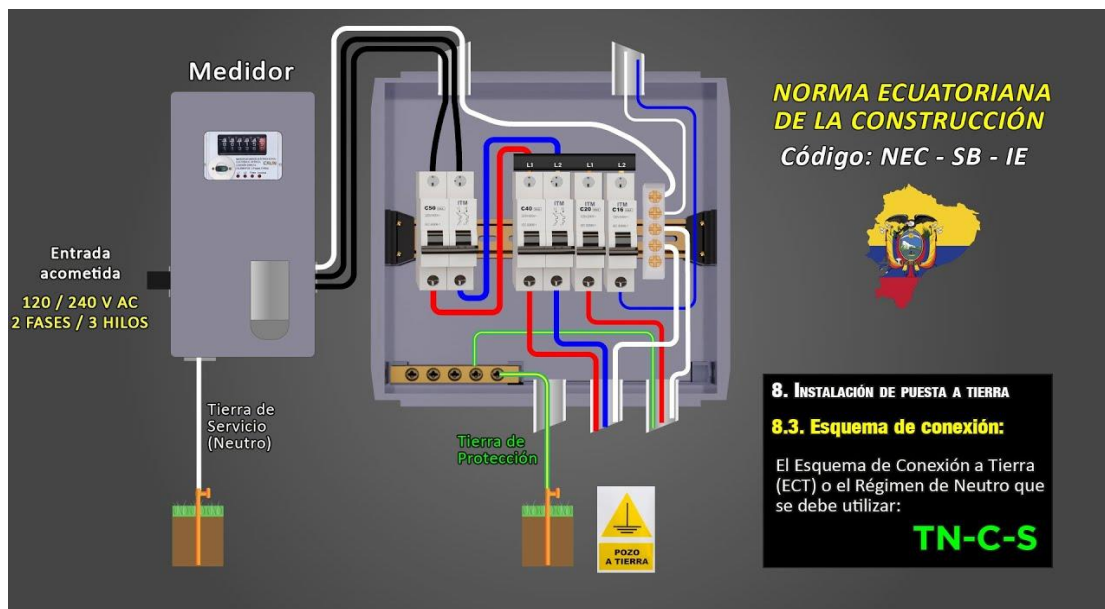


Figura 2. Tablero de distribución

Nota. Componentes principales de una instalación eléctrica, ya que controla, distribuye y protege la energía eléctrica. Fuente: NEC-SB-IE

2.4.1 Conductores eléctricos

El material en cuestión permite que los electrones fluyan, es decir, que la corriente eléctrica circule. Cuando se recubre con una capa aislante, este material se utiliza con frecuencia para transmitir energía eléctrica de un lugar a otro y se conoce como cables o cables eléctricos. Los conductores eléctricos son componentes esenciales en cualquier instalación eléctrica, ya que son los medios a través de los cuales fluye la corriente eléctrica desde la fuente de energía hasta los dispositivos o equipos que la utilizan. Por lo tanto, al elegir el material conductor, se debe tener en cuenta la conductividad y el costo. El cobre, un metal económico con buena conductividad, es el material utilizado en la mayoría de los conductores. Anteriormente, se fabricaba con aluminio. (Altamirano, 2019)

2.4.2 Conductores de bajo voltaje

El cable de bajo voltaje, también conocido como cableado estructurado o cableado de red, es principalmente un cable diseñado para transmitir 50 voltios o menos. Es importante tener en cuenta que, aunque la mayoría de los tomacorrientes funcionan con 120 V o 240 V, el cableado de bajo voltaje no transporta la misma corriente que los tomacorrientes, accesorios e interruptores que se instalan con frecuencia en los hogares.

Los electrodomésticos y dispositivos LoT modernos utilizan con frecuencia cableado de bajo voltaje. Además, los sistemas de seguridad físicos, como los sistemas de intercomunicación, las redes de Internet y los sensores del sistema de alarma, dependen del cableado de bajo voltaje. (Santiago, 2023)

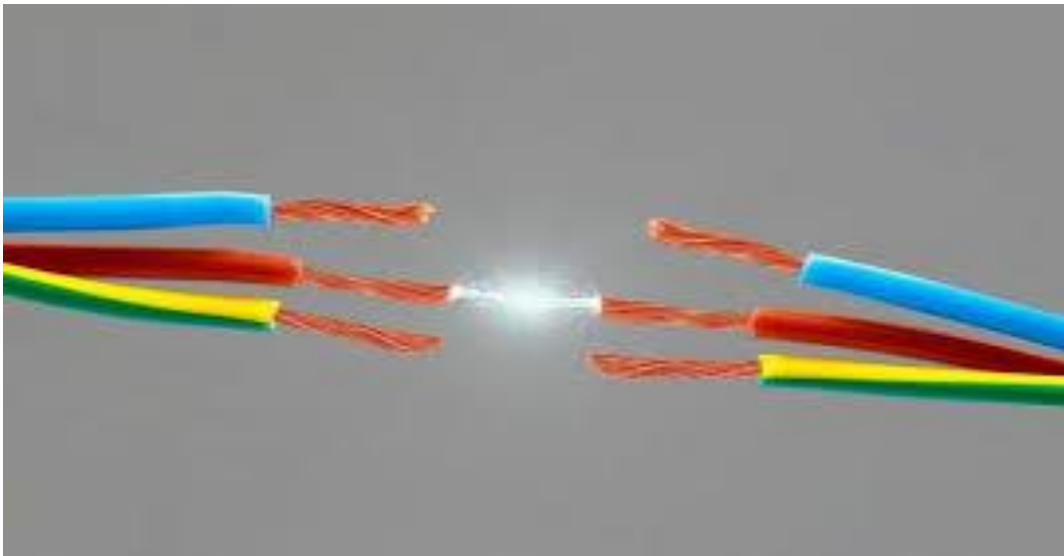


Figura 3. Conductores eléctricos

Nota. Conducen electricidad en mayor o menor cantidad hasta otro punto que tenga tensión. Fuente: Lifeder

2.4.3 Tabla de calibre de conductores

El diámetro de la sección de los cables se determina mediante el sistema norteamericano A.W.G (american wire gauge), el cual asigna un número que indica el diámetro del conductor eléctrico.

Los cables más gruesos tienen una enumeración más baja, lo que indica una resistencia interna menor y pueden soportar corrientes más grandes a distancias más largas.

Tabla 1. Diferentes tipos de Calibre de conductores comerciales.

AMPERAJE - CABLE DE COBRE			
Tipo de aislante	TW	RHW, THW, THWN	THHN, XHHW- 2 THWN-2
Nivel de temperatura	60°C	75°C	90°C
Calibre de cable	Amperaje soportado		
14 AWG	15 A	15 A	15 A
12 AWG	20 A	20 A	20 A
10 AWG	30 A	30 A	30 A
8 AWG	40 A	50 A	55 A
6 AWG	55 A	65 A	75 A
4 AWG	70 A	85 A	95 A
3 AWG	85 A	100 A	115 A
2 AWG	95 A	115 A	130 A
1 AWG	110 A	130 A	145 A
1/0 AWG	125 A	150 A	170 A
2/0 AWG	145 A	175 A	195 A
3/0 AWG	165 A	200 A	225 A
4/0 AWG	195 A	230 A	260 A

Nota. Se refieren a la cantidad máxima de corriente que un cable puede transportar de forma segura. Fuente: Construyendo.co

2.5 Cálculo de los alimentadores

2.5.1 Cálculo de la corriente del conductor

Es un proceso crucial para la planificación de instalaciones eléctricas residenciales e industriales.

Se utiliza para calcular la longitud y la sección transversal de los conductores de los alimentadores.

La fórmula 2 se utiliza para encontrar la corriente o intensidad que circula por un conductor a una potencia (P) y voltaje (V) específicos.

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

La sección transversal del conductor debe ser adecuada para soportar esta corriente sin sobrecalentarse ni dañar la chaqueta del conductor. Según la norma NEC, los conductores deben calcularse con un 125% porque suministran energía y deben soportar la corriente a plena carga.

2.5.2 Instalación de puesta a tierra

Se utiliza para estabilizar el potencial eléctrico, especialmente en sistemas de distribución donde una parte del neutro está conectada a tierra para establecer un punto de referencia. Consiste en conectar ciertas partes del sistema eléctrico, como carcasas metálicas de equipos y conductores, a un electrodo enterrado en el suelo. Esto permite que cualquier corriente eléctrica no deseada o potencialmente peligrosa se descargue de manera segura en la tierra.

La puesta a tierra de protección, también conocida como puesta a tierra de masas, se refiere a las partes metálicas de una instalación que pueden estar en tensión debido a averías, accidentes, descargas atmosférica o sobretensiones. (Earthing, 2024)

2.6 Normativa nacional

El Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, conocido como MIDUVI, encargada de la protección del hábitat y los asentamientos humanos en la nación, ha liderado una transformación estructural en la política de construcción del país. Introducido normas a través de documentos que regulan el acceso a servicios básicos y los asentamientos humanos.

En el marco del Decreto Ejecutivo No. 705 emitido el 24 de marzo de 2011, el organismo regulador trabaja en conjunto con instituciones estatales, municipales, universidades y escuelas politécnicas para elaborar la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC). La Norma Ecuatoriana de la Construcción que estaba en vigor hasta ese año se ha actualizado con esta nueva norma. El documento presenta especificaciones mínimas en capítulos y es de cumplimiento nacional. Todos los procesos de diseño de edificios lo tienen en cuenta.

La estructura de la norma NEC se basa en normas nacionales e internacionales, así como estándares como el Código Eléctrico Nacional del NFPA, el Código Eléctrico Ecuatoriano CPE INEN 019, el Diagrama de Símbolos Gráficos IEC 60617, los Conductores Termoplásticos NTE INEN 2345 y la Norma de voltajes normalizados NTE INEN 3098.

2.6.1 Normativa de iluminación

De conformidad con las funciones establecidas en el Artículo 15, literal b) de la Ley No. 2007-76 del Sistema Ecuatoriano de la Calidad, la Novena Disposición Reformatoria del Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones, publicada en el Registro Oficial Suplemento No. 351 del 29 de diciembre de 2010, ha sido reformada por el Servicio Ecuatoriano de Normalización - INEN, siguiendo el procedimiento reglamentario establecido en el Artículo 29 inciso primero de la misma Ley.

El Proyecto de Reglamento Técnico Ecuatoriano PRTE INEN 278 "MODULOS LED, LUMINARIAS Y LAMPARAS LED" fue creado por el gobierno ecuatoriano y establece las regulaciones técnicas necesarias para precautelar los objetivos relacionados con la seguridad, la salud de la vida humana, animal y vegetal, la preservación del medio ambiente y la protección de los consumidores contra practicas engañosa. (Inen, 2015)

2.7 Software utilizado

2.7.1 DIALux Evo

Planee, calcule y visualice la luz para interiores y exteriores. DIALux Evo permite la creación de habitaciones individuales, edificios de varias plantas, carreteras, estacionamientos y calles. Reciba una documentación completa de su diseño de iluminación y luces reales de nuestros miembros DIALux para crear un ambiente único.

En la actualidad, hay una gran cantidad de software utilizado para el diseño de iluminación residencial e industrial; la selección es complicada y depende de varios factores para obtener resultados 19 confiables y realistas; las características de cada software deben adaptarse a las necesidades del diseñador y el usuario final; el programa computacional DIALux es una valiosa herramienta de diseño de iluminación. (DIALux, 2024)

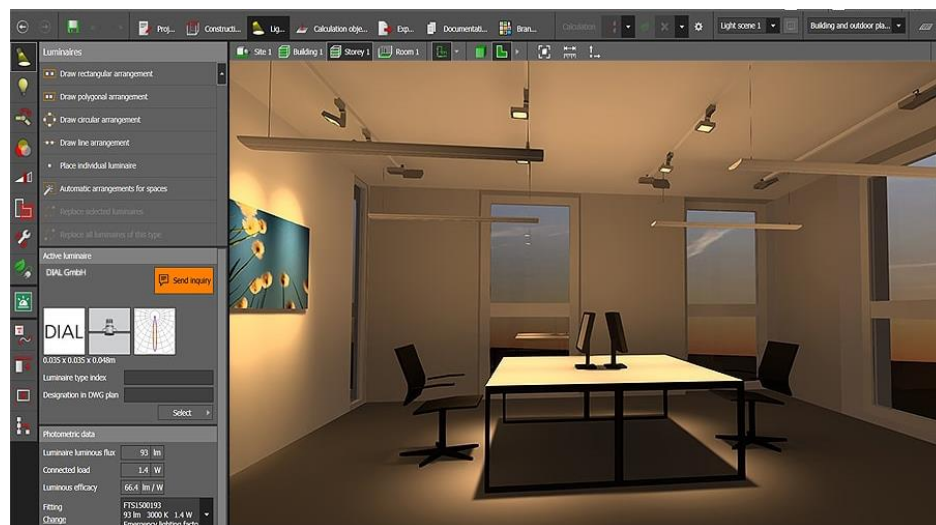


Figura 4. Software DIALux evo

Nota. Se visualiza la iluminación simulada por el método de DIALux

Fuente: DIALux evo 2024

2.7.2 AutoCAD

No hay otro programa de diseño asistido por computadora mejor que AutoCAD. Este software se convirtió en el líder de los programas de diseño digital desde su lanzamiento en 1982.

Muchos arquitectos utilizan AutoCAD como programa por defecto para crear bocetos, dibujos, planos, estructuras y piezas que deben cumplir con requisitos específicos de los clientes.

Además, AutoCAD es un programa con múltiples aplicaciones permitiendo la creación de proyectos arquitectónicos, industriales, mecánicos, de diseño gráfico y de ingeniería. AutoCAD es uno de los mejores programas de diseño digital en el mercado gracias a la capacidad de visualizar diseños en dos dimensiones y tres dimensiones. (Q, 2024)

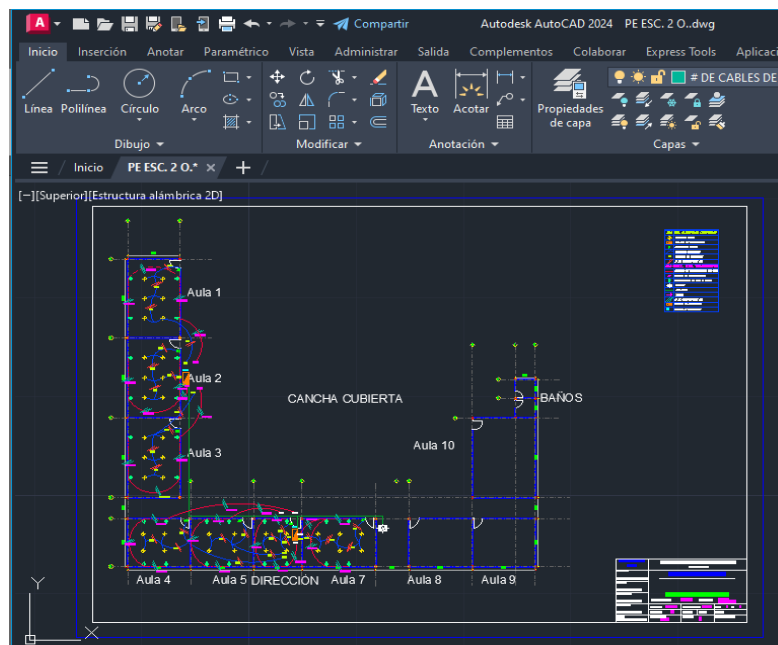


Figura 5. Diseño en el software AutoCAD

Nota. Plano eléctrico realizado en el software asistido por computadora, utilizado para dibujos técnico, urbanistas entre otros.

Fuente: Autor

CAPÍTULO III

3 DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO

El diseño de un sistema eléctrico, especialmente de una escuela, se refiere al proceso de planificación, análisis y creación del sistema eléctrico de una infraestructura escolar. El diseño estratégico de todos los componentes eléctricos del sistema implica la disposición estratégica de todos los componentes eléctricos de la infraestructura escolar de manera adecuada.

Calidad y sistemas para garantizar un suministro de energía eléctrica seguro y eficiente en la escuela. La iluminación, la distribución adecuada de tomacorrientes en las aulas, la incorporación de sistemas de protección y la eficiencia energética son elementos importantes del diseño eléctrico de una escuela.

3.1 Situación inicial de la infraestructura

La escuela 2 de octubre es una escuela de Educación Regular ubicada en la provincia de Napo, situada en la parroquia Puerto Misahuallí, comunidad Kachiwañushka, funciona en modalidad presencial jornada matutina, (sostenimiento) de manera fiscal.

El establecimiento cuenta con un total de 10 profesores y 131 estudiantes, el código de institución educativa es 15H00011, código de parroquia 150155.

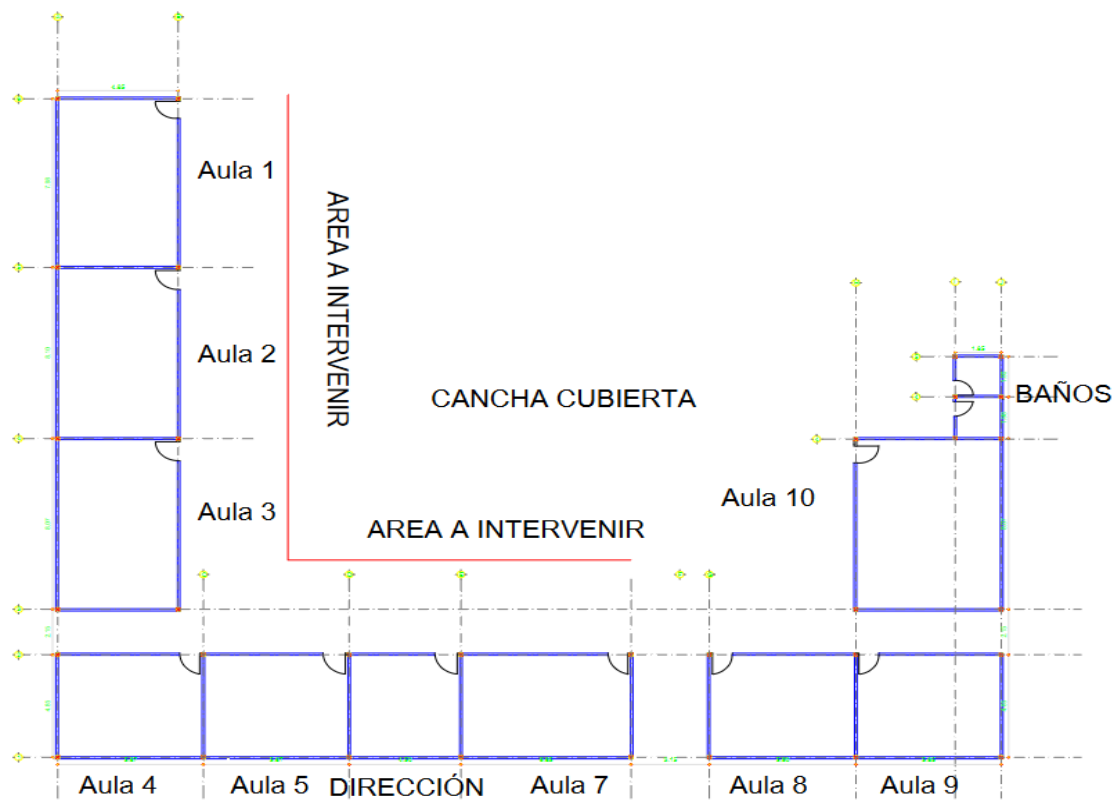


Figura 6. Plano Arquitectónico de Distribución de la escuela 2 de octubre

Nota. Diseño del plano arquitectónico por bloque de la escuela 2 de octubre. Fuente: Autor



Figura 7. Exteriores de la Escuela kachiwañuska

Nota. Se puede apreciar los exteriores de la escuela donde se va a realizar la implementación del proyecto. Fuente: Autor

Cuando se llevó a cabo la primera intervención en la unidad educativa, se tomaron fotografías para evaluar el estado de la instalación, se encontraron varios elementos y conductores en mal estado, como se muestra en la siguiente figura.



Figura 8. Interruptores y tomas en mal estado.

Nota. Como se puede apreciar es necesario realizar el cambio de los conductores en mal estado para evitar algún daño en la escuela. Fuente: Autor

Los conductores aéreos se encuentran colgados, desprendidos sin tuberías, además no cuentan con focos, las conexiones se encuentran totalmente obsoletas ya que puede generar un riesgo latente de descarga eléctrica.



Figura 9. Conexiones eléctricas obsoletas.

Nota. El tipo de cableado están obsoletas, se aprecia reconexiones más realizadas. Fuente: Autor

3.1.1 Levantamiento eléctrico del sitio

La escuela 2 de octubre cuenta con 9 aulas, 1 dirección, cancha cubierta, patio de juegos y baterías sanitarias de las cuales se va a intervenir en 6 aulas y la dirección. La medida del terreno consta de 60x40 metros un total de 2400 metros cuadrados, adicional se toma la división interna de la infraestructura.

En las aulas a intervenir no cuentan con focos, cuentan con 1 tomacorriente en cada aula con conductores tipo gemelo # 14 y de la misma forma se encuentra la dirección.

Tabla 2. Medición de áreas a intervenir

Nombre de las aulas	Unidad de medida	Cantidad/ancho	Cantidad/largo	Cantidad/total
Aula 1	m2	5	8	40
Aula 2	m2	5	8	40
Aula 3	m2	5	8	40
Aula 4	m2	4.85	5.87	28.47
Aula 5	m2	4.85	5.87	28.47
Aula 6	m2	4.85	7	33.95
Dirección	m2	4.85	4.5	21.83
Total				232.72 m2

Nota. Medidas de cada una de las aulas a para su respectiva intervención. Fuente: Autor

3.1.2 Circuito eléctrico de la escuela

Al verificar la caja de distribución y realizar las pruebas de funcionamiento se efectuó que consta de un solo circuito que distribuye del mismo tomacorriente e iluminación, en cada aula está instalada 1 tomacorriente que casualmente ocupan para cargar celulares, adicional en la Dirección que existe 2 tomacorrientes para uso de una computadora de escritorio que por lo general consume 400 W, en todas las aulas no se tiene iluminación.

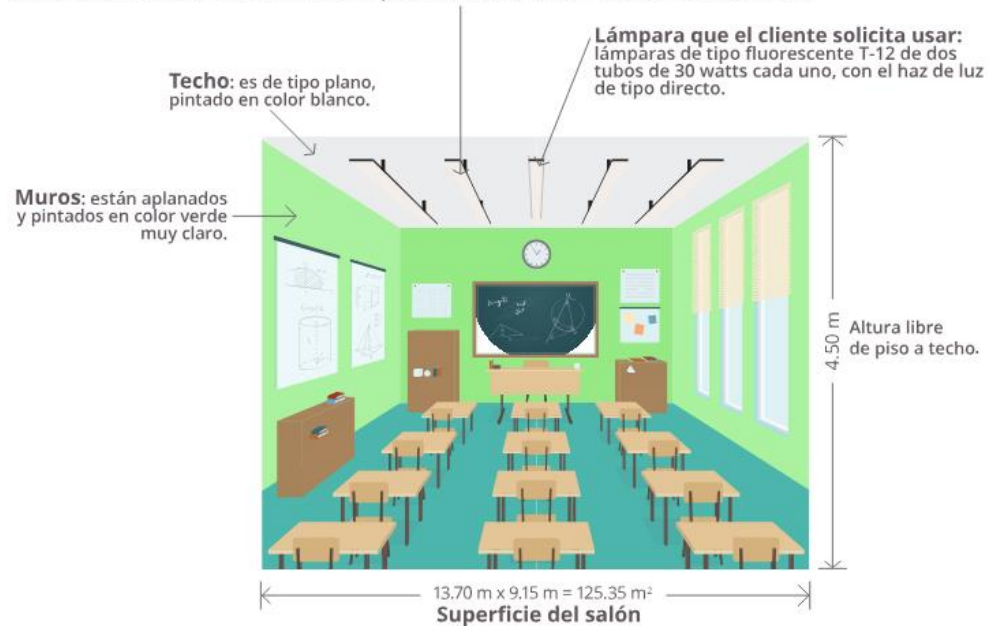
3.2 Rediseño del sistema eléctrico

3.2.1 Diseño del sistema de iluminación por el método de lúmenes

El estado del arte ofrece una variedad de métodos para calcular la cantidad de luminarias para cada una de las aulas, el método de lúmenes es uno de los más utilizados. Es ampliamente utilizado en la iluminación de interiores debido a su practicidad y facilidad de uso.

Datos del área arquitectónica

Se necesita calcular el número de lámparas que debe contener un salón de clases de preparatoria, en donde los estudiantes, al escuchar al profesor, deben tomar notas en sus cuadernos.



El cliente requiere: economizar en el costo de la instalación eléctrica y no usar una gran cantidad de lámparas.

Figura 10. Cálculo de método de Lúmenes

Nota. Se utiliza principalmente en vestíbulos, salones de clases, áreas de trabajo secretariales, bibliotecas en general, cualquier proyecto donde se requiere fijar la vista del usuario para realizar una actividad específica.

Fuente: UNAM

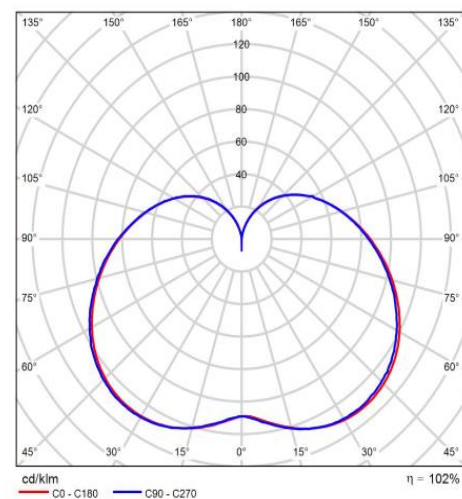
3.2.2 Identificar el tipo de luminaria a emplear en el diseño

La luminaria a seleccionar será la que se observa en la figura 10, que ofrece las características necesarias para iluminar las aulas pertenecientes a la escuela 2 de octubre. Será semiredonda tipo

U de la marca MPE de 40W con tecnología LED, con un flujo luminoso de 3600 lm, se selecciona este tipo de luminaria debido a que se puede conseguir en diferentes almacenes eléctricos, además ayuda al bajo consumo de energía eléctrica en beneficio de la escuela.



N° de artículo	LB-40T
P	40.0 W
$\Phi_{\text{Lámpara}}$	3600 lm
$\Phi_{\text{Luminaria}}$	3682 lm
η	102.27 %
Rendimiento lumínico	92.0 lm/W
CCT	6500 K
CRI	79



CDL polar

Figura 11. Luminaria tipo Led 40W

Nota. Características de la iluminación para el diseño. Fuente: DIALux evo

El primer paso es determinar el propósito del área. Según la norma UNE12464.1 para establecimientos educativos, se requiere un número mínimo de lux (UNE-EN 12464.1:2022), en este caso para una sala de estudios se requiere un número mínimo de iluminancia de 300 LUX.

Significados de UGR: (límite de índice de deslumbramiento unificado), Em: (iluminancia mantenida), Ra: (índice de rendimiento de colores).

Tabla 3. Norma para iluminación de interiores.

1. JARDINES DE INFANCIA Y GUARDERIAS						
Nº REF	TIPO DE INTERIOR	Emlux	UGRL	Ra	OBSERVACIONES	
11	SALA DE JUEGOS	300	19	80		
12	GUARDERIA	300	19	80		
13	SALA DE MANUALIDADES	300	19	80		
2. EDIFICIOS EDUCATIVOS						
Nº REF	TIPO DE INTERIOR,	Emlux	UGRL	Ra	OBSERVACIONES	
	TAREA ACTIVIDADES				La iluminación debería	
21	AULAS, AULAS DE TUTORIAS	300	19	80	ser controlable	

Nota. Una buena iluminación crea un ambiente agradable y estimulante para los estudiantes y docentes, es decir un confort visual que les permite seguir sus actividades con normalidad. Fuente: UNE 12464.1

En el siguiente paso es descubrir el índice K, que es un código numérico que representa la geometría del salón de clases tomando en cuenta el plano de trabajo y el plano de luminarias. Como nuestra iluminación es directa debido a que es un lugar que se debe tener una correcta iluminación, hacia los estudiantes y hacia los docentes, se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$k = \frac{(a \cdot b)}{h(a + b)} \quad (4)$$

k = índice del local

a = ancho

b = largo

h = altura de trabajo

$$k = \frac{(5 \cdot 8)}{1.70(5 + 8)} = \frac{40}{22.1} = 1.81$$

3.2.3 Cálculo de los coeficientes de reflexión

La reflexión de la luz depende del tipo de material o superficie afectada por los acabados del inmueble, por lo que se deben seleccionar los coeficientes de reflexión de techos, paredes y suelo, los cuales están normalizados.

Color	Factor de reflexión	Material	Factor de reflexión
Blanco	0,70-0,85	Mortero claro	0,35-0,55
Techo acústico blanco, según orificios	0,50-0,65	Mortero oscuro	0,20-0,30
Gris claro	0,40-0,50	Hormigón claro	0,30-0,50
Gris oscuro	0,10-0,20	Hormigón oscuro	0,15-0,25
Negro	0,03-0,07	Arenisca clara	0,30-0,40
Crema, amarillo claro	0,50-0,75	Arenisca oscura	0,15-0,25
Marrón claro	0,30-0,40	Ladrillo claro	0,30-0,40
Marrón oscuro	0,10-0,20	Ladrillo oscuro	0,15-0,25
Rosa	0,45-0,55	Mármol blanco	0,60-0,70
Rojo claro	0,30-0,50	Granito	0,15-0,25
Rojo oscuro	0,10-0,20	Madera clara	0,30-0,50
Verde claro	0,45-0,65	Madera oscura	0,10-0,25
Verde oscuro	0,10-0,20	Espejo de vidrio plateado	0,80-0,90
Azul claro	0,40-0,55	Aluminio mate	0,55-0,60
Azul oscuro	0,05-0,15	Aluminio anodizado y abrillantado	0,80-0,85
		Acero pulido	0,55-0,65

Figura 12. Flujo luminoso total

Nota. Define la potencia luminosa total que emite una fuente de luz en todas las direcciones. Fuente: Certificados energético.com

Una vez que se han seleccionado los coeficientes de reflexión, se deben adjuntar los valores correspondientes:

- ❖ Techo (gris claro) = 0.40-0.50
- ❖ Paredes (crema, amarillo claro) = 0.50-0.75
- ❖ Suelo (gris oscuro) = 0.10-0.20

Una vez realizado este procedimiento se procede a calcular el coeficiente de utilización. El fabricante proporciona este valor en función del valor K del local. Además, depende de los

coeficientes de reflexión del suelo, paredes y techos, que se pueden obtener como se muestra en la figura 12.

Tabla 4. Tabla para calcular el coeficiente de utilización

Factor de utilización												
Índice	Factor de reflexión del techo											
del local	0.8			0.7			0.5			0.3		0
Factor de reflexión de las paredes												
	0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.3	0.1	0
0.6	.37	.32	.29	.37	.32	.29	.37	.32	.29	.32	.29	.26
0.8	.47	.42	.38	.46	.42	.38	.46	.41	.38	.41	.38	.37
1.0	.54	.48	.45	.54	.48	.45	.53	.48	.45	.48	.45	.43
1.25	.60	.56	.52	.60	.55	.52	.60	.56	.52	.54	.52	.50
1.5	.66	.61	.57	.65	.60	.57	.64	.60	.57	.59	.56	.55
2.0	.72	.67	.64	.71	.67	.64	.70	.66	.63	.66	.63	.62
2.5	.76	.71	.68	.75	.71	.68	.73	.71	.68	.70	.67	.65
3.0	.79	.75	.72	.78	.75	.71	.77	.73	.71	.72	.71	.69
4.0	.82	.79	.77	.81	.79	.76	.80	.77	.75	.76	.75	.73
5.0	.84	.82	.79	.83	.81	.78	.82	.79	.77	.78	.77	.75

Nota: Se obtiene el valor de factor de utilización mediante los valores del flujo luminoso. Fuente: C. Linares 2019

El valor obtenido es 0.70, pero este valor es un porcentaje es decir que el coeficiente de utilización es **$Cu = 0.70$**

3.2.4 Determinar el coeficiente de mantenimiento

Tabla 5 Cálculo del coeficiente de mantenimiento

Ambiente	Coeficiente de mantenimiento (Cm)
Limpio	0.8
Sucio	0.6

Nota: Tabla de coeficiente depende del grado de suciedad ambiental y frecuencia de limpieza del local. Fuente: Calc.elec

Se ha seleccionado un valor **Cm**= 0.8 porque se supone que cada aula debe tener un ambiente limpio. Se puede calcular el flujo luminoso total necesario utilizando todos los valores anteriores.

$$\varphi T = \frac{Em * S}{Cu * Cm} \quad (5)$$

φT = Flujo luminoso total

Em = Flujo luminoso medio

S = Área de la construcción

Cu = Coeficiente de utilización

Cm = Coeficiente de mantenimiento

$$\varphi T = \frac{300 * 8 * 5}{0.70 * 0.8}$$

$$\varphi T = 21428.571 \text{ lúmenes}$$

3.2.5 Determinar el número de luminarias que se debe usar para proporcionar un nivel adecuado de iluminación.

Para lo cual se emplea la siguiente fórmula para el numero de luminarias:

$$NL = \frac{\varphi T}{n * \varphi L} \quad (6)$$

NL = Numero de luminarias

φT = Flujo luminoso total

n = Numero de luminarias dentro de un punto de luz (sistema de iluminación led se considera 1).

φL = Flujo de iluminación del fabricante

$$NL = \frac{21428.571}{1 * 3600}$$

$$NL = 5.952 \approx 6 \text{ luminarias}$$

3.2.6 Emplazamiento de las luminarias

Una vez determinado el número de luminarias, se procede a realizar la distribución sobre el local o espacio. Las luminarias se reparten de forma uniforme con una simetría paralela a las paredes del local.

Como el inmueble es rectangular, se deben aplicar las siguientes formulas:

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{N_{total}}{b} * a} \quad (7)$$

N_{ancho} = Numero de puntos de iluminacion a lo ancho del local

N_{total} = Numero de luminarias

a = Ancho

b = Largo

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{5.952}{8} * 5}$$

$$N_{ancho} = 1.93 \approx 2$$

$$N_{largo} = N_{ancho} \frac{b}{a}$$

N_{largo} = Número de puntos de iluminación a lo largo del local.

a = Ancho

b = Largo

$$N_{largo} = 1.93 \frac{8}{5}$$

$$N_{largo} = 3.088 \approx 3$$

3.2.7 Comprobación de resultados

Se considera que, si cumple con los lúmenes de acuerdo a la norma, para establecimientos educativos.

$$Em = \frac{n * \Phi L * \eta * fm}{S} \geq E_{tablas} \quad (8)$$

$$Em = \frac{6 * 1 * 3600 * 0.70 * 0.8}{40} = 302.4 \approx 300 \text{ lumenes}$$

3.3 Diseño de iluminación utilizando el software DIALux

Se calcula todo lo mencionado anteriormente en este apartado; sin embargo, en esta ocasión se simula en el programa computacional DIALux.

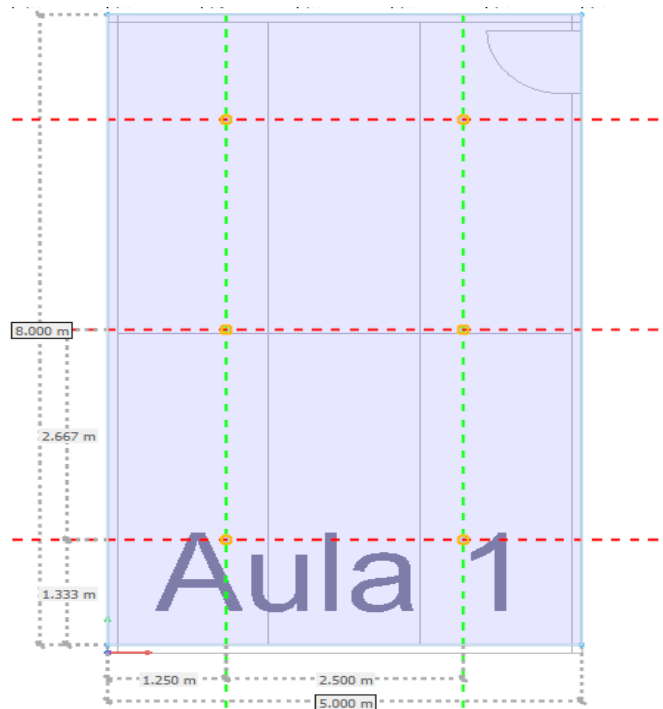


Figura 13. Emplazamiento del área de estudio

Nota: Determinación del número de luminarias en cada una de las aulas. Fuente: DIALux

La distribución de los puntos de iluminación se muestra en la figura 14, se utilizaron el programa computacional AutoCAD y posteriormente el diseño tridimensional del programa DIALux. Es importante destacar que las dimensiones de las aulas, tanto en su área de estudio como en sus cálculos del sistema de iluminación, son idénticos.

Una vez calculado los datos necesarios para realizar una buena iluminación de la escuela 2 de octubre, se procede a dimensionar la estructura de cada uno de los circuitos correspondientes.

3.3.1 Comprobación en DIALux

Para simular en el software DIALux se utilizó luminarias de características técnicas similares a las que se encuentran en los mercados locales.

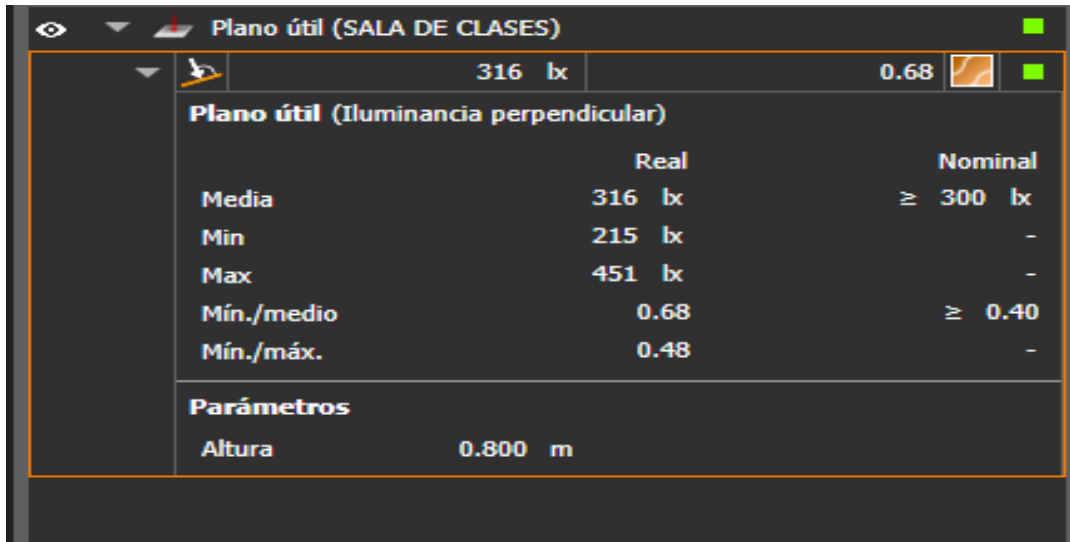


Figura 14. Software DIALux

Nota: Simulación aula 1. Fuente: DIALux

En la figura 14, se observa la simulación con las características técnicas mencionadas con la misma potencia, flujo luminoso de 3600 lúmenes y en la simulación nos da 3682 lúmenes. Por tal razón en el cálculo da un valor de 302 luxes mientras que en la simulación 316 luxes. Los resultados determinan que si cumple con la norma.

Tabla 6. Potencia por circuito de iluminación

CIRCUITO	AREA	NUMERO DE LUMINARIAS	POTENCIA POR UNIDAD (W)	POTENCIA TOTAL (W)
1	Aula 1	6	40	240
2	Aula 2	6	40	240
3	Aula 3	6	40	240
4	Aula 4	4	40	160
5	Aula 5	4	40	160
6	Dirección 6	4	40	160
7	Aula 7	6	40	240

Nota: Determinación de la potencia y el número de circuitos de iluminación. Fuente: Autor

3.4 Cálculo de corriente para circuitos de iluminación

Para determinar los valores de corriente por circuito, se utiliza la fórmula de la ley de Ohm.

❖ Aula 1-circuito 1

$$I = \frac{P}{V} = \frac{240}{120} = 2 \text{ Amp}$$

❖ Dirección-circuito 6

$$I = \frac{P}{V} = \frac{160}{120} = 1.33 \text{ Amp}$$

Según la norma NEC-2018, artículo 4 literal “a” menciona que los circuitos deben dimensionarse para soportar una corriente al 125% de cada carga máxima a servir. Además, cada circuito debe tener su propio sistema de protección.

Tabla 7. Incremento del 1.25%

CIRCUITO	AREA	NUMERO DE LUMINARIAS	INTENSIDAD POR CIRCUITO (A)	INCREMENTO DEL 1.25%	INTENSIDAD TOTAL (A)
1	Aula 1	6	2	1.25	2.5
2	Aula 2	6	2	1.25	2.5
3	Aula 3	6	2	1.25	2.5
4	Aula 4	4	1.33	1.25	1.66
5	Aula 5	4	1.33	1.25	1.66
6	Dirección 6	4	1.33	1.25	1.66
7	Aula 7	6	2	1.25	2.5

Nota: Se considera una un incremento de carga máxima a utilizar del 1.25%. Fuente: Autor

3.5 Capacidad de corriente

Tabla 8. Capacidad de protección en función del calibre del conductor

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

Nota: Tabla establecida por la normativa NEC, para la selección de conductor en circuitos de luminarias y tomacorrientes.
Fuente: NEC 2018

3.5.1 Conductores y protecciones para el sistema de iluminación

“El calibre del conductor del neutro debe ser igual al del conductor de la fase”, se indica en el numeral 5 de la Norma Ecuatoriana de la Construcción con actualización 2018. Se utiliza conductor de cobre aislado tipo THHN con una sección mínima de 2,5mm² (14 AWG) para la fase, el neutro y el conductor de tierra en los circuitos de iluminación. Por lo tanto, el conductor utilizado en los circuitos de iluminación es el número 14 THHN, para distinguir entre la fase y el neutro, se utiliza un color diferente.

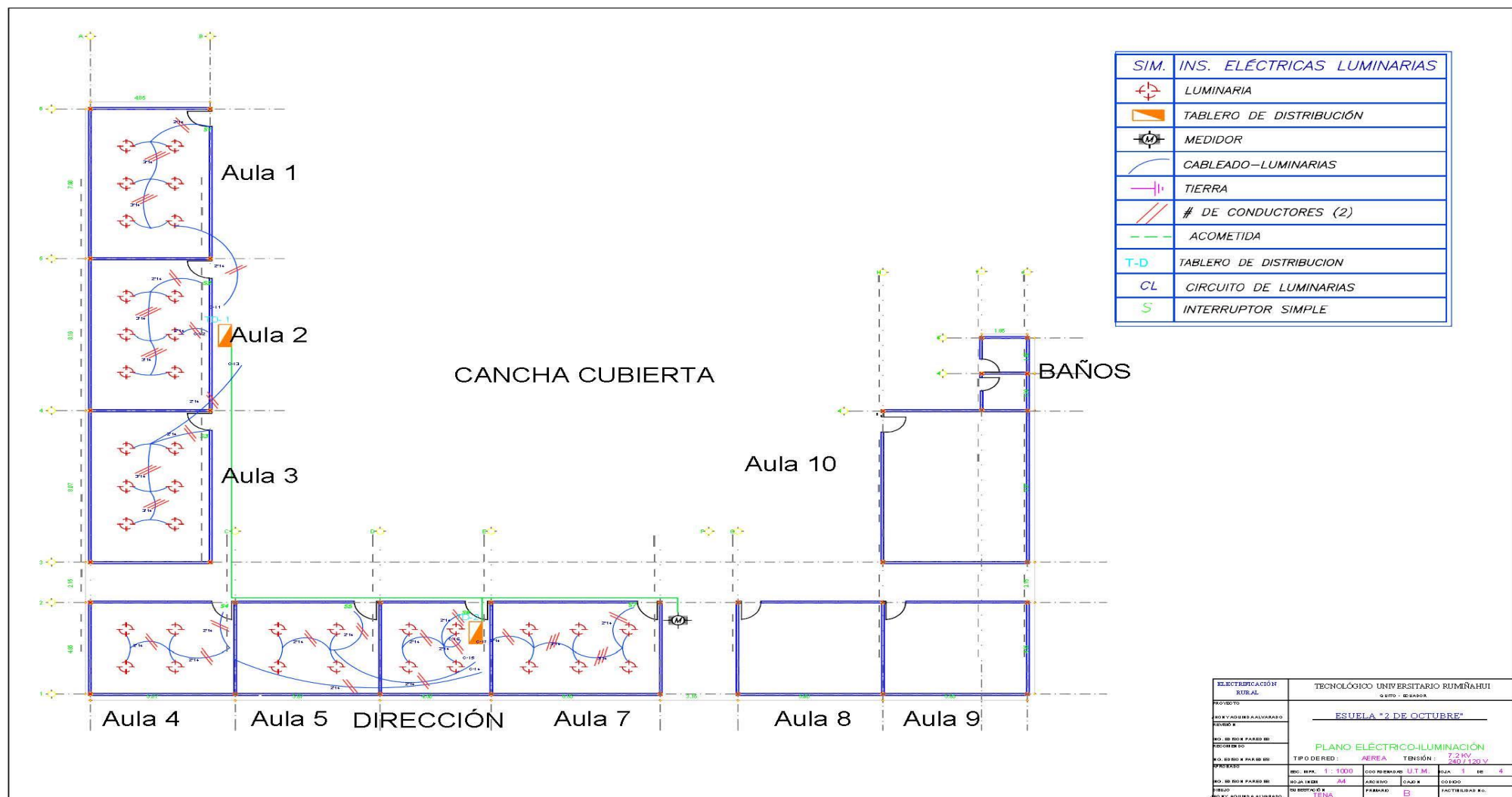
Los dispositivos de protección contra sobre corriente deben ser interruptores termomagnéticos automáticos según el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 091 y deben fabricarse según la norma IEC 60898 1. El numeral 7 de la Norma NEC - Instalaciones Eléctricas establece que: Es necesario que sean dimensionados en función del circuito a proteger, así como del funcionamiento de las curvas de disparo intensidad-tiempo.

Tabla 9. Protección por circuito

CIRCUITO	AREA	NUMERO DE LUMINARIAS	INTENSIDAD POR CIRCUITO (A)	INCREMENTO DEL 1.25%	INTENSIDAD TOTAL (W)	PROTECCIONES
1	Aula 1	6	2	1.25	2.5	16 A
2	Aula 2	6	2	1.25	2.5	16 A
3	Aula 3	6	2	1.25	2.5	16 A
4	Aula 4	4	1.33	1.25	1.66	16 A
5	Aula 5	4	1.33	1.25	1.66	16 A
6	Dirección	4	1.33	1.25	1.66	16 A
7	Aula 7	6	2	1.25	2.5	16 A

Nota: Se determina las protecciones para cada circuito de iluminación. Fuente: Autor

3.6 Circuito eléctrico de iluminaciónCircuitos de fuerza



Los circuitos de tomacorrientes deben tener salidas polarizadas y no tener más de 10 salidas por circuito, según lo establecido por la norma NEC de 2018, en el inciso 4.2. En el inciso 5.3 se indica que el conductor del neutro debe ser igual al conductor de la fase; además, el neutro y el conductor de tierra, según la tabla de conductores de tierra para canalizaciones y equipos, deben tener una característica de tipo THHN número 12.

Tabla 10. Potencia proyectada en circuito de fuerza

CIRCUITO	AREA	EQUIPOS	CANTIDAD	POTENCIA POR UNIDAD (W)	POTENCIA TOTAL (W)
1	Aula 1	Cargador, parlante	4	50	200
2	Aula 2	Cargador, parlante	4	50	200
3	Aula 3	Cargador, parlante	4	50	200
4	Aula 4	Cargador, parlante	4	50	200
5	Aula 5	Cargador, parlante	4	50	200
6	Dirección 6	PC, impresora, otros	4	150	600
7	Aula 7	Cargador, parlante	4	50	200

Nota: Se determina la potencia total de cada circuito de fuerza. Fuente: Autor

3.7 Cálculo de corriente de circuito de fuerza

En las áreas internas de la escuela, solo se instalará 7 circuitos de tomacorrientes como son las aulas del 1-6 y la Dirección.

Aula 1-circuito 1

$$I = \frac{P}{V} = \frac{200}{120} = 1.66 \text{ Amp.}$$

Dirección-circuito 6

$$I = \frac{P}{V} = \frac{600}{120} = 5 \text{ Amp.}$$

Como indica la norma NEC-2018, en el artículo 4 literal “a” que cada circuito de fuerza debe dimensionarse para soportar una corriente no menor a 125% de carga máxima a usar.

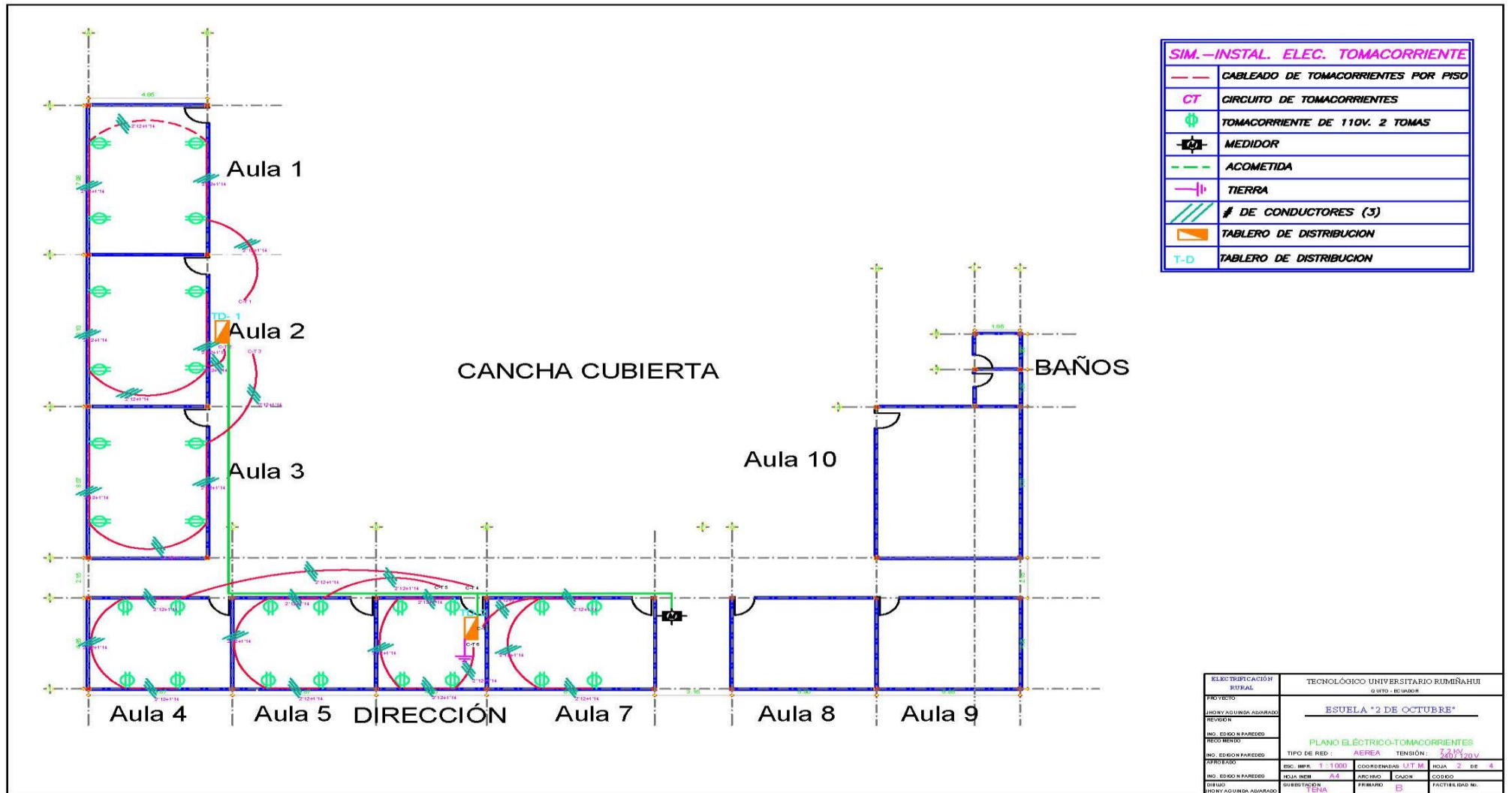
Tabla 11 Protecciones de circuito de fuerza

CIRCUITO	AREA	EQUIPOS	POTENCIA TOTAL POR CIRCUITO (W)	CORRIENTE POR CIRCUITO (A)	INCREMENTO DEL 1.25%	CORRIENTE TOTAL POR CIRCUITO (A)	PROTEC CIONES
1	Aula 1	Cargador, parlante	200	1.66	1.25	2.075	20 A
2	Aula 2	Cargador, parlante	200	1.66	1.25	2.075	20 A
3	Aula 3	Cargador, parlante	200	1.66	1.25	2.075	20 A
4	Aula 4	Cargador, parlante	200	1.66	1.25	2.075	20 A
5	Aula 5	Cargador, parlante	200	1.66	1.25	2.075	20 A
6	Dirección 6	PC, impresora, otros	600	5	1.25	6.25	20 A
7	Aula 7	Cargador, parlante	200	1.66	1.25	2.075	20 A

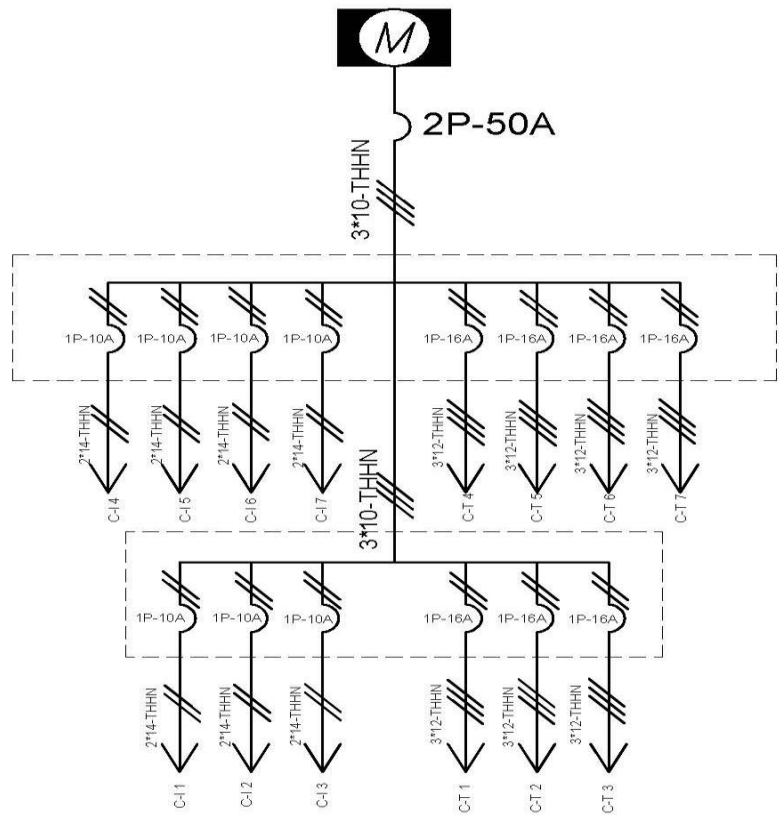
Nota: Una vez realizado los cálculos se obtiene las protecciones para los circuitos de fuerza. Fuente: Autor

La norma NEC, 2018, en su literal 5.1, menciona que de acuerdo al calibre del conductor se selecciona la capacidad del interruptor. En nuestro caso los circuitos de fuerza no superan los 10 Amp., por circuito. Para una protección eficiente se selecciona interruptores magneto-térmicos de 20 Amp., para cada circuito.

3.8 Plano eléctrico de circuito de fuerza



3.9 Diagrama unifilar



SIMBOLOGÍA	
	MEDIDOR DE LUZ
	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO
	CIRCUITO MONOFÁSICO
	CIRCUITO MONOFÁSICO MAS LÍNEA A TIERRA
	CARGA
C-I	CIRCUITO DE ILUMINACIÓN
C-T	CIRCUITO DE TOMACORRIENTES

ELECTRICIDAD RURAL	TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO RUMAHUI			
PROYECTO	ESCUELA "2 DE OCTUBRE"			
REVISIÓN	DIAGRAMA UNIFILAR-BAJO VOLTAJE			
ING. EDISON PAREDES	TIPO DE RED:	AEREA	TENSION:	220V
RECIBIDO	ESC. IMPR.	1:1000	COORDENADAS U.T.M.	HOJA 1 DE 1
ING. EDISON PAREDES	HOJA IMPR.	A4	ARCHIVO	CAJON
PROYECTO	PROYECTO	ENNA	FECHA	B
PROYECTO	PROYECTO	ENNA	FECHA	B

3.10 Caída de voltaje

En un circuito que alimenta cualquier tipo de carga (alumbrado, fuerza o calefacción), la caída de voltaje hasta la salida más lejana del circuito no debe exceder del 3%. Por otra parte, la caída de voltaje total en el conjunto del circuito del alimentador y el circuito derivado no debe exceder del 5%.

3.10.1 Cálculo de caída de voltaje en los conductores

$$\Delta U = \frac{2 * \rho * L * I * \cos\theta}{S}$$

Donde:

2= constante

$\rho = 0.0175$ (resistividad del cobre)

L= longitud (m)

I= intensidad (A)

$\cos\theta$ = factor de potencia ΔU = caída de voltaje (V)

S= sección del conductor (mm^2)

3.11 Acometida principal

Datos:

Caída de voltaje permitida de acuerdo a la norma 5% = $(120 * 0.05) = 6V$

$$\rho = 0.0175$$

L = 30 m

PT= 600 W

S = $5.26 mm^2$

$$I = \frac{P}{2 * V * n * fp}$$

$$I = \frac{600}{2 * 120 * 1 * 1}$$

$$I = 2.5 \text{ Amp.}$$

Se aplica el factor de sobredimensionamiento.

$$I = 2.5 * 1.25 = 3.125 \text{ Amp.}$$

El calibre mínimo recomendado para un alimentador, desde el medidor hasta el tablero de distribución, debe ser el No 6AWG de cobre aislado THHN.

Se considera la carga a conectar y bajo la norma se decide instalar un calibre 10 (5.26 mm^2) de cobre aislado.

$$\Delta U = \frac{2 * \rho * L * I * \cos \theta}{S}$$

$$\Delta U = \frac{2 * 0.0175 * 30 * 3.125 * 1}{5.26}$$

$\Delta U = 0.62V$ Caída de voltaje en el segundo TD.

$$\Delta U = \frac{2 * 0.0175 * 38 * 0.833 * 1}{3.31}$$

$\Delta U = 0.33V$ Caída de voltaje, aula 1, tomacorriente más lejano

Se presenta los cálculos obtenidos de las caídas de voltaje de los puntos más alejados de la caja principal y del medidor al tablero principal.

3.12 Puesta a tierra

Para proteger a los usuarios finales, los sistemas eléctricos deben estar conectados a tierra en lugar de las estructuras. Esto evita la variación en el potencial eléctrico y la circulación de corriente por el cuerpo humano, lo que podría resultar la muerte si se pasa la soportabilidad de las personas. La

puesta a tierra tiene otros propósitos, como proteger las instalaciones de las interferencias electromagnéticas de los componentes electrónicos y permitir la apertura de los dispositivos en caso de falla. La varilla tiene un diámetro de 16 mm y con una longitud de 1.80 m.

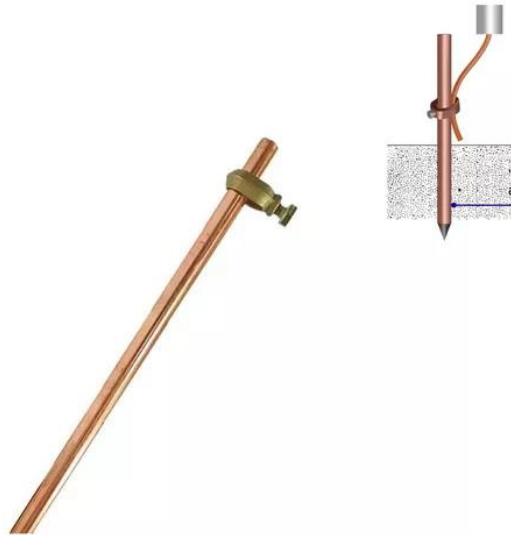


Figura 15. Varilla de puesta a tierra

Nota: En caso de fallos eléctricos, la varilla de puesta a tierra desvía la corriente no deseada hacia el suelo, minimizando el choque de riesgo eléctrico protegiendo a las personas y equipos eléctricos. Fuente: Prodemelsa

CAPÍTULO IV

4 PRUEBAS, RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Pruebas

Mediante pruebas realizadas en la “Escuela 2 de Octubre” garantizan seguridad, eficiencia energética y el funcionamiento adecuado de las instalaciones eléctricas. El proceso de prueba debe llevarse a cabo en el momento en que se realizan los circuitos ya sea por mantenimiento o alguna modificación a realizar. Antes de la entrega del proyecto, las pruebas ayudan a detectar y resolver problemas de seguridad y el mal funcionamiento.

4.2 Tipos de pruebas realizadas

4.2.1 Prueba de nivel de iluminación

En esta fase de prueba se realizó 5 mediciones en distintas aulas de la escuela, la realización de estas mediciones ayuda a cumplir con los 300 lx que exige la norma UNEEN 12464-1 con la cual se aplicó para realizar este proyecto.

Para la medición se utilizó el equipo Luxómetro Maviju HK870 HE050008 que posee un rango desde los 200 lx hasta los 2M lx con la distancia adecuada 1.60m dándonos los 300lx requeridos de ubicación desde la iluminación hasta los pupitres.



Figura 16. Equipo de medición del nivel de iluminación

Nota: el equipo de medición se utiliza en la medición en áreas específicas. Autor

4.2.2 Medición del nivel de iluminación

En esta fase de prueba se realizaron mediciones de los luxes existentes por área a intervenir en el levantamiento de información inicial. Al final del trabajo, se compara con el luxómetro la cantidad de iluminación con las luminarias implementadas, en distintos puntos de cada aula de la “Escuela 2 de Octubre”.

Situación inicial



Situación actual

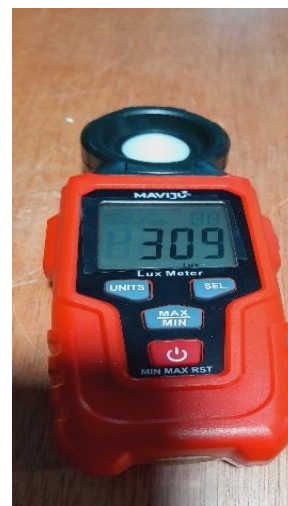


Figura 17. Cantidad de iluminación-aula 1

Situación inicial

Situación actual



Figura 18. Cantidad de iluminación-aula 2

Situación inicial

Situación actual

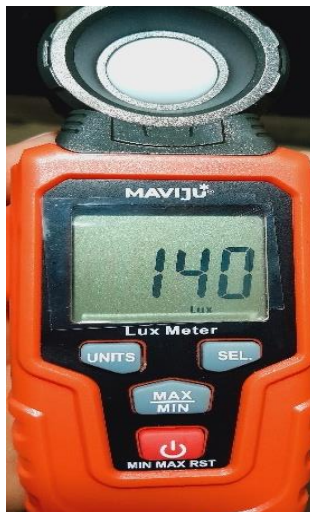


Figura 19. Cantidad de iluminación-aula 3

Situación inicial

Situación actual

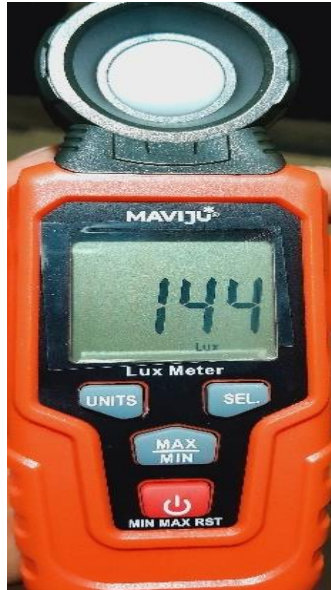


Figura 20. Cantidad de iluminación-aula 4

Situación inicial

Situación actual

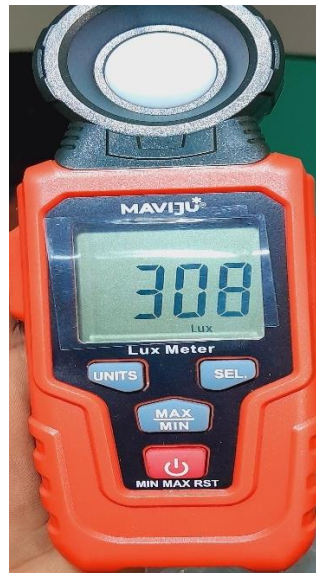
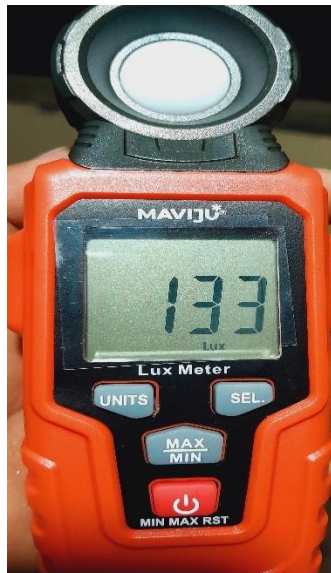


Figura 21. Cantidad de iluminación-aula 5

Situación inicial



Situación actual

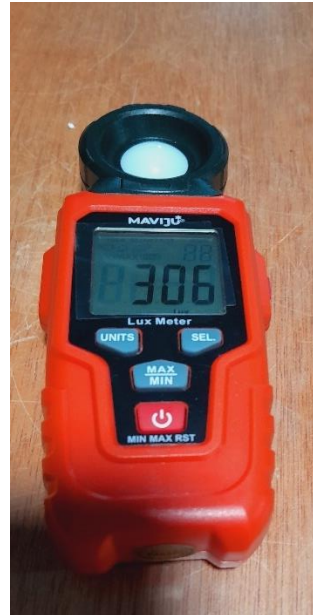


Figura 22. Cantidad de iluminación-Dirección 6

Situación inicial



Situación actual



Figura 23. Cantidad de iluminación-aula 7

Nota: Se observa existencia del nivel de iluminación en la escuela 2 octubre. Fuente: Autor

Situación inicial



Situación actual



Figura 24. Cantidad del nivel de iluminación aula 1

Nota. Se observa un nivel de iluminación adecuado para un ambiente educativo. Fuente: Autor

De esta manera se llevaron a cabo las pruebas en cada aula de estudio, lo que nos permitió obtener resultados satisfactorios, todos con los luxes necesarios para cada ambiente.

4.3 Resultados del flujo luminoso

Tabla 12 Medición del nivel de iluminación en la “Escuela 2 de Octubre”

PRUEBA DE LUMINOSIDAD “ESCUELA 2 DE OCTUBRE”		
SECCION	ANTES CANT. (LX)	DESPUES CANT (LX)
AULA 1	144	309
AULA 2	136	302
AULA 3	140	307
AULA 4	144	305
AULA 5	133	308
DIRECCIÓN 6	121	306
AULA 7	136	307

Nota: Mediante esta tabla comparativa de mediciones, en la columna antes y después se

ve las diferentes cantidades de iluminación existente y actual. Fuente: Autor

4.4 Resultados y discusión

4.4.1 Tablero principal

Situación inicial



Situación actual



Figura 25 Tablero principal 1 centro de carga.

Nota: Caja térmica deteriorado y cables a la intemperie expuestos al peligro de las personas y reubicación de una de las cajas térmicas en el centro del bloque 2. Fuente: Autor

En esta figura se observa caja térmica e interruptores termomagnéticos en mal estado, con conexiones directas a los circuitos de iluminación y tomacorrientes de todas las aulas.

Reubicación e instalación de dos cajas térmicas tipo rioldin en el centro de cada bloque, en los cuales se dividió los circuitos de iluminación y tomacorriente, basándonos en las normas y en los cálculos de diseño.

4.4.2 Circuitos de fuerza

Tomacorrientes

Situación inicial

Situación actual



Figura 26. Instalación de tomacorrientes empotrados y sobrepuestos.

Nota: Realizar la instalación correctamente garantiza un entorno eléctrico seguro en tu hogar o lugar de trabajo. Fuente: Autor

Situación inicial

Situación actual

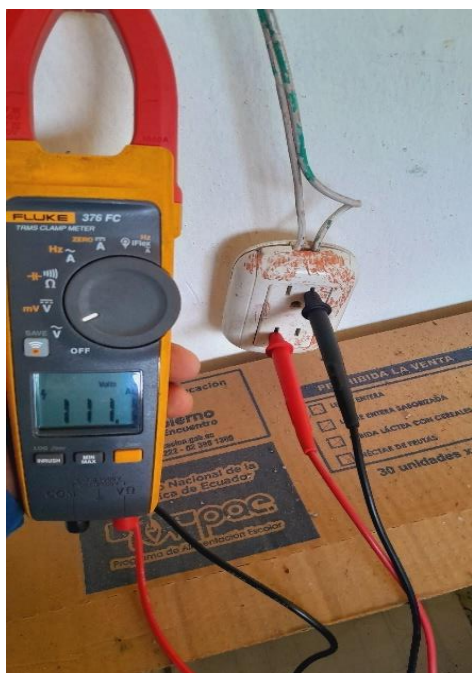


Figura 27 Medición de voltaje en los tomacorrientes inicial 111V y actual 120 V

Nota: Medición de voltaje con la pinza amperimétrica para el correcto funcionamiento de un sistema eléctrico. Fuente: Autor

En la figura 23 y 24 se muestra la situación inicial en la había tomacorrientes instalados temporalmente con cable gemelo tipo extensión colgados en la pared, lo que aumentaba la posibilidad de fugas de energía y la probabilidad de sufrir alguna descarga eléctrica. Además, se observa la instalación y medición en los tomacorrientes empotrados en la pared y sobrepuesto.

4.4.3 Medición de voltaje en cada una de las aulas

Se realizó mediciones en cada una de las aulas antes de iniciar con la implementación, en donde nos daba valores inferiores a 111-216 voltios, ya que esto puede provocar el funcionamiento ineficiente en algunos equipos. Ahora con la implementación del proyecto se obtiene un voltaje de 118 a 120-240 voltios con esto aseguramos que los dispositivos funcionen de manera eficiente y con el rendimiento esperado.

Tabla 13 Medición de voltaje situación inicial y actual

LECTURA DE VOLTAJE DE LA “ESCUELA 2 DE OCTUBRE”		
SECCIÓN	ANTES (V)	DESPUÉS (V)
AULA 1	109	118
AULA 2	110	118
AULA 3	110	119
AULA 4	110	119
AULA 5	111	120
DIRECCIÓN 6	111	120
AULA 7	111	120

Nota: Mediante esta tabla comparativa de mediciones de voltaje se observa lo ha mejorado con el nuevo diseño de instalación. Fuente: Autor

4.5 Distribución de circuitos eléctricos

Situación inicial



Situación actual



Figura 28 Distribución de circuitos a través de cajas de paso

Nota: Estas cajas permiten que los cables se junten, se empalmen o cambien de dirección, facilitando también la inspección y el mantenimiento del sistema eléctrico. Fuente: Autor

En la figura 24 se muestra que la instalación con cale solidos #14 expuesto a cualquier deterioro del aislante, un solo circuito para tomacorrientes e iluminación. En la situación actual se instaló con la norma establecida y el material adecuado según el diseño realizado.

4.6 Instalación de puesta a tierra

Para la instalación de puesta a tierra se elige un lugar adecuado para enterrar la varilla, preferiblemente en un área donde el suelo sea húmedo, ya que la humedad mejora la conductividad. Evita áreas donde el suelo sea rocoso o seco.

Realizar una instalación adecuada de puesta a tierra es esencial para garantizar en entorno eléctrico seguro y confiable, tanto en instalaciones residenciales como industriales.



Figura 29. Instalación de puesta a tierra

Nota: Se realiza la inserción de la varilla para luego ser colocado el molde y la suelda exotérmica para que quede soldada la puesta a tierra. Fuente: Autor

4.7 Lista de materiales

Tabla 14 Lista de materiales para la implementación

LISTA DE MATERIAL ELÉCTRICO			
CANTIDAD	CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
300	Cable Flex THHN # 14	39,15	117,45
300	Cable Flex THHN # 12	58,6	175,8
200	Manguera anillada negra 1/2"	13,85	27,7
60	Cajetín rectangular 4*2	0,43	25,8
2	Caja térmica empot. Plástica	10,75	21,5
200	Tomillos mdf 1"	1,06	2,12
200	Tacos Fisher F6	1,9	3,8
15	Tapa ciega rectangular	0,76	11,4
1	Varilla de CU. copperweld 1/2"-1,80m	6,35	6,35
30	Tomacorrientes cooper 2 serv. 120V	1,75	52,5
7	Interruptor simple cooper	1,75	12,25
5	Taipes 3m	1,5	7,5
200	Grapa simple mt 1/2 "	0,08	16
100	Grapa simple plástica 1/2 "	1,5	7,5
1	Suelda exotérmica	4,75	4,75
100	Cable Flex THHN # 10	130	130
6	Breaker tipo rieldin 120 amp.	6	36
6	Breaker tipo rieldin 16 amp.	7	42
TOTAL			700,42

Nota: Lista de materiales adquiridos para la respectiva implementación del proyecto. Fuente: Autor

CAPÍTULO VI

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- ❖ Para el rediseño del proyecto de la escuela 2 de octubre, se realizaron investigaciones en varias fuentes de información que nos ayudaron a determinarlas mejores formas de intervenir en el proyecto. Se examinó la importancia de un diseño de iluminación acogedor adecuado cuando se trata de aulas educativas.
- ❖ Se han realizado análisis exhaustivo de los circuitos eléctricos de acuerdo a las normas fundamentales de NEC e IEEE, lo que garantiza la seguridad y eficiencia del sistema eléctrico.
- ❖ Dado a que la escuela 2 de octubre es de bajos recursos y los estudiantes estaban expuestos a riesgos eléctricos, el proyecto tuvo un gran impacto en el desarrollo de la comunidad estudiantil. Actualmente, el proyecto brinda seguridad y un ambiente acogedor en todos los espacios de la escuela.
- ❖ La similitud de resultados entre el cálculo y la simulación realizada permitió comprobar que el rediseño e implementación del sistema eléctrico de la escuela es óptimo.
- ❖ El proyecto de rediseño e implementación del sistema eléctrico de la escuela 2 de octubre ha sido llevado a cabo con gran éxito incluyendo la mejora del sistema de fuerza e iluminación y otros aspectos eléctricos, cumpliendo con los objetivos y alcances establecidos.
- ❖ El proyecto ayuda a los estudiantes a realizar sus actividades académicas a cualquier hora del día, además ya no perecerán de fatiga o forzamiento visual, con la implementación se

logró un nivel de iluminación adecuado en cada una de las aulas, cumpliendo las normas estándares de iluminación.

5.2 Recomendaciones

- ❖ Se realiza sugerencias generales al Director y personal docente para asegurar que el rediseño e implementación del sistema eléctrico de la escuela 2 de octubre sean eficientes, seguras y sostenible a largo plazo.
- ❖ Se aconseja reemplazar una luminaria con una de las mismas características para mantener el flujo luminoso y la uniformidad en las áreas afectadas.
- ❖ Es fundamental capacitar al personal docente y administrativo sobre la importancia de utilizar la iluminación de manera eficiente y como aprovechar al máximo las características de las nuevas luminarias instaladas. Esto promueve el apagado de luminarias cuando no estén en uso y asegurarse de que se cuiden adecuadamente los dispositivos de iluminación.
- ❖ Realizar los cálculos correspondientes si hay una ampliación en los circuitos eléctricos o revisar el plano eléctrico para conocer los calibres, protecciones y ductos antes de intervenir, nos ayudaran a establecer una ampliación segura y sin afectar el resto del proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

- Altamirano, S. (2019). *CONDUCTORES ELÉCTRICOS*. Obtenido de <https://blog.suileraltamirano.com/conductores-electricos/>
- Buyled. (2023). *Luminancia, Iluminancia y Flujo Luminoso*. Obtenido de <https://blog.buyled.es/luminancia-iluminancia-y-flujo-luminoso/>
- DIALux. (2024). *DIALux*. Obtenido de <https://www.dialux.com/es-ES/dialux#:~:text=DIALux%20evo%20es%20el%20potente,%2C%20caminos%2C%20a%20parcamientos%20y%20calles.>
- Earthing, S. (2024). *Sistema de puesta a tierra general: instalación de toma de tierra*. Obtenido de <https://at3w.com/blog/sistema-de-puesta-a-tierra-general-instalacion-de-toma-de-tierra/>
- Eaton. (2024). *¿Qué es un tablero de distribución eléctrico?* . Obtenido de <https://www.eaton.com/mx/es-mx/products/low-voltage-power-distribution-control-systems/switchboards/switchboard-fundamentals.html#:~:text=Un%20tablero%20de%20distribuci%C3%B3n%20es,circuito%20en%20un%20gabinete%20com%C3%BAn.>
- Inen, N. (2015). *MINISTERIO DE INDUSTRIAS Y PRODUCTIVIDAD*. Obtenido de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/reglamentos/PRTE-278.pdf>
- Pepenergy. (2024). *¿QUÉ ES UN SISTEMA DE PROTECCIÓN?* Obtenido de <https://www.pepeenergy.com/blog/glosario/definicion-sistema-de-proteccion/#:~:text=Un%20sistema%20de%20protecci%C3%B3n%20se,aparici%C3%B3n%20de%20consecuencias%20m%C3%A1s%20graves.>

- Podo. (2024). *¿Qué tipos de instalaciones eléctricas existen?* Obtenido de <https://www.mipodo.com/blog/informacion/instalaciones-electricas/>
- Q, I. (2024). *¿Qué es AutoCAD y para qué sirve?* Obtenido de <https://arcux.net/blog/que-es-autocad-y-para-que-sirve/>
- Ribas, J. (2024). *Circuito de Fuerza y Circuito de Maniobra en instalaciones automatizadas.* Obtenido de <https://disenyproducte.blogspot.com/2015/04/circuito-de-fuerza-y-circuito-de.html>
- Santiago, D. (2023). *¿Qué es el código de cableado de bajo voltaje?* Obtenido de <https://thenetworkinstallers.com/es/blog/c%C3%B3digo-de-cableado-de-bajo-voltaje/>
- Torres, M. (2024). *Arveng, Bases de diseño eléctrico.* Obtenido de <https://arvengtraining.com/bases-de-diseno-electrico/>
- Zeraus. (2021). *BLOG DE ILUMINACIÓN.* Obtenido de <https://www.zeraus.com.mx/noticia/iluminacion-todo-lo-que-debes-conocer-sobre-este-concepto-y-los-tipos-de-iluminacion-que-existen>

ANEXOS

Anexo 1. Carta de aceptación del proyecto de la “Escuela 2 de octubre”

UNIDAD EDUCATIVA “2 DE OCTUBRE”

DISTRITO 15D01 - CIRCUITO 15D01C07-C - INSTITUCIONAL 15H00011

Misahualli – Tena – Napo

Kachiwañushka, 04 de junio de 2024

Ingeniera

María Gabriela Vera

COORDINADORA DE LA CARRERA DE ELECTRICIDAD, CIENCIA, TECNOLOGIA E INNOVACION AL SERVICIO DE LA SOCIEDAD.

Presente. -

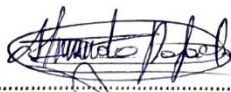
De mis consideraciones:

Reciba un cordial saludo del director de la Unidad Educativa “2 de octubre” de la Comunidad Kachiwañushka.

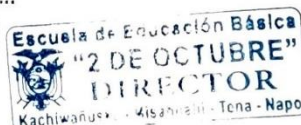
En referencia a la comunicación código MEN -EEI-020-2024; Debo poner en su conocimiento **que se** autoriza al señor AGUINDA ALVARADO JHONY ROLANDO con CI. 1500857709; Para que realice el REDISEÑO E IMPLEMENTACION DE LOS CIRCUITOS DE FUERZA, ILUMINACION Y PROTECCIONES DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS DE LA UNIDAD EDUCATIVA “2 DE OCTUBRE” DE LA COMUNIDAD KACHIWAÑUSHKA DE LA PARROQUIA PUERTO MISAHUALLI DEL CANTON TENA. En vista de que no se ha realizado proyectos anteriores desde su creación de la escuela, por tal razón que todas las instalaciones eléctricas se encuentran en mal estado.

Por la atención que se sirva dar al presente; anticipo mis sinceros agradecimientos.

Atentamente,



f.....
Prof. Rafael Alvarado
DIRECTOR (E)
CI. 1500375967
Cel. 0995880231



Correo: rafaelmanuelalvarado@gmail.com

Anexo 2. Acta de entrega y recepción del proyecto de la “Escuela 2 de octubre”

ACTA DE ENTREGA

ACTA PARA ENTREGA DE PROYECTO				FECHA DE LA REUNION		
ACTA Nº	01			DIA	MES	AÑO
LUGAR DE REUNION	Aula de la Unidad Educativa “2 de Octubre”			17	08	2024
PROYECTO	REDISEÑO E IMPLEMENTACION DE LOS CIRCUITOS DE FUERZA, ILUMINACION Y PROTECCIONES DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS DE LA ESCUELA “2 DE OCTUBRE” DE LA COMUNIDAD KACHIWAÑUSHKA DE LA PARROQUIA PUERTO MISAHUALLI DEL CANTON TENA					
TIPO DE REUNION	Ordinaria	extraordinaria	virtual	presencial		

ASISTENTES / PARTICIPANTES			
NOMBRE Y APELLIDO	CARGO	CELULAR	FIRMA
AGUINDA ALVARADO JHONY ROLANDO	EJECUTOR DEL PROYECTO	0989774950	
ALVARADO AGUINDA RAFAEL	DIRECTOR	0995880231	
ANDY SHIGUANGO MARUJA	SECRETARIA	0997966982	
AGUINDA ANDI CRISTIAN	DOCENTE	0979320245	
JUMBO CUEVA HENRRY G.	DOCENTE	0985752053	
TANGUILA GREFA CARMELA J.	DOCENTE	0984913445	
TAPUY CERDA ELCIA NELLY	DOCENTE	0984273814	
TAPUY M. JAQUELINE ELVIA	DOCENTE	0979068338	
TUNAY ALVARADO PAULINA	DOCENTE	0992725777	
SHIGUANGO GREFA JANINA	DOCENTE	0997502749	
CANELOS CESAR LUIS	PRESIDENTE	0980199228	
TOTAL PERSONAS	10		

AGENDA		
TEMAS A TRATAR		TRATADO
		SI NO
1	ENTREGA DEL PROYECTO	SI
2	REUNION DE SOCIALIZACION GENERAL.	SI
DESARROLLO		
1-ENTREGA DEL PROYECTO. De acuerdo a la convocatoria asisten 9 maestros y el Sr. presidente de padres de familia en el aula de la institución educativa siendo 11 de la mañana del día viernes 17 de agosto de 2024. Prof. Rafael Alvarado director encargado saluda y agradece por la puntualidad, el Sr. Jhony Aguinda como ejecutor del proyecto agradece por		

permitir a realizar el trabajo de instalación de la energía en las aulas, seguidamente observamos de aula en aula constatando el trabajo realizado y lo realiza la entrega.

2-REUNION DE SOCIALIZACION.

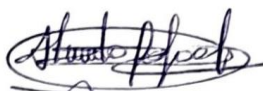
El proyecto se realizó dentro del tiempo estipulado, se anexan los resultados realizados así.

-Se compro todos los materiales necesarios.

-7 aulas se instaló en perfectas condiciones.

Se entrego el archivo del inventario a la institución educativa.

Para la constancia de esta acta firma.

f. 

Prof. Rafael Alvarado
DIRECTOR (E)
0995880231



Link de video de entrega del proyecto:

<https://youtu.be/UAi674MmyLU?si=CB3LqeoTazyAwxvg>

Link de video de la predefensa del proyecto:

<https://www.youtube.com/watch?v=w-YcQDqLro0>

Anexos 3. Registro fotográfico de la situación inicial del proyecto



Cableado e interruptor en mal estado de los circuitos de iluminación sin canalización.



Tomacorrientes sin canalizaciones deteriorados por falta de mantenimiento



Cajas térmicas en mal estado sin funcionamiento y cableado a la intemperie

Anexo 4. Foco led de 40 W

Ficha de producto

MPE - LED bulb 40W 6500K



N° de artículo	LB-40T
P	40.0 W
Φ Lámpara	3600 lm
Φ Luminaria	3682 lm
η	102.27 %
Rendimiento lumínico	92.0 lm/W
CCT	6500 K
CRI	79



Características del foco de 40 W escogido para la implementación.

Anexo 5. Informe de simulación en DIALux

Edificación 1 · Planta (nivel) 1

Lista de luminarias

Φ_{total} 22092 lm	P_{total} 240.0 W	Rendimiento lumínico 92.1 lm/W
----------------------------	------------------------	-----------------------------------

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
6	MPE	LB-40T	LED bulb 40W 6500K	40.0 W	3682 lm	92.0 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Planos útiles

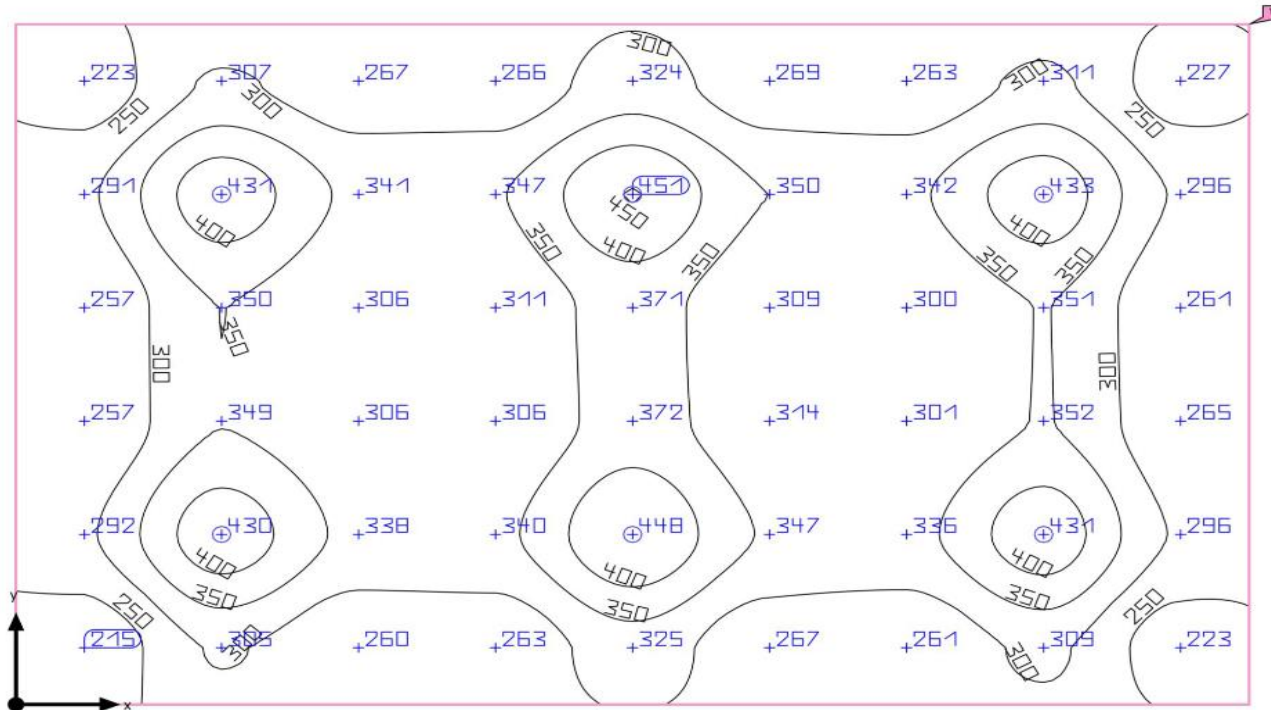
Propiedades	$\bar{E}$ (Nominal)	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$U_o (g_1)$ (Nominal)	g_2	Índice
Plano útil (SALA DE CLASES) Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	316 lx (≥ 300 lx) ✓	215 lx	451 lx	0.68 (≥ 0.40) ✓	0.48	WP1

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	$\bar{E}_{\text{perpendicular}}$	316 lx	≥ 300 lx	✓	WP1
	$U_o (g_1)$	0.68	≥ 0.40	✓	WP1
Valores de consumo ⁽²⁾	Consumo	319 kWh/a	máx. 1450 kWh/a	✓	
Local	Potencia específica de conexión	6.00 W/m ²	–		
		1.90 W/m ² /100 lx	–		

6 x MPE LED bulb 40W 6500K

Tipo	Disposición en campo	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	1.333 m / 1.250 m / 2.100 m	1.333 m	3.750 m	2.100 m	1
		4.000 m	3.750 m	2.100 m	2
Dirección X	3 Uni., Centro - centro, 2.667 m	6.667 m	3.750 m	2.100 m	3
		1.333 m	1.250 m	2.100 m	4
Dirección Y	2 Uni., Centro - centro, 2.500 m	4.000 m	1.250 m	2.100 m	5
		6.667 m	1.250 m	2.100 m	6
Organización	A1				



Resumen de los resultados obtenidos en el software DIALux evo, cumpliendo las normas establecidas para este proyecto.

Anexo 6. Fotografías de materiales eléctricos



Materiales adquiridos para la implementación del proyecto bajo normas y especificaciones técnicas.

Anexos 7. Fotografías de la implementación del proyecto



Desconexión de conductores existentes desde el medidor



Desmantelación de conductores de circuitos existentes en mal estado



Cableado de conductores para instalación tomacorrientes



Canalización para circuito de tomacorrientes



Canalización para circuitos de iluminación



Instalación de caja de paso



Instalación de 2 cajas térmicas tipo rioldin en cada bloque



Instalación de caja de paso para división de circuitos



Medición en los tomacorrientes instalados



Medición con la pinza amperimétrica en el tomacorriente teniendo un voltaje de 119 V.



Iluminación con 6 focos de 40 W-aula 1



Iluminación con 4 foco de 40 W-aula 4



Interruptor instalado para un circuito de iluminación



Medición del nivel de iluminación con el luxómetro teniendo como resultado 300lx



Instalación de puesta a tierra



Iluminación de los 2 bloques de todas las aulas desde los exteriores de la escuela

Anexo 8. Plano eléctrico de la “Escuela 2 de Octubre”

