

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

REPOTENCIACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LAS AULAS 7, 8 Y 9 DE LA ESFOT

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN ELECTROMECAÁNICA

David Esteban Parra Martínez

david.parra01@epn.edu.ec

DIRECTOR: ING. ABRAHAM ISMAEL LOJA ROMERO, MSC.

abraham.loja@epn.edu.ec

CODIRECTOR: ING. CARLOS ORLANDO ROMO HERRERA, MSC.

carlos.romo@epn.edu.ec

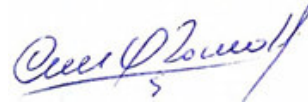
Quito, octubre 2021

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue desarrollado por el Sr. Parra Martínez David Esteban como requerimiento parcial a la obtención del título de TECNÓLOGO EN ELECTROMECAÁNICA, bajo nuestra supervisión:



**ING. Abraham Ismael Loja
Romero, MSC.**
DIRECTOR DEL PROYECTO



**ING. Carlos Orlando Romo
Herrera, MSC.**
CODIRECTOR DEL PROYECTO

DECLARACIÓN

Yo Parra Martínez David Esteban con CI: 172658834-4 declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Sin perjuicio de los derechos reconocidos en el primer párrafo del artículo 144 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación – COESC-, soy titular de la obra en mención y otorgo una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva de uso con fines académicos a la Escuela Politécnica Nacional.

Entrego toda la información técnica pertinente, en caso de que hubiese una explotación comercial de la obra por parte de la EPN, se negociará los porcentajes de los beneficios conforme lo establece la normativa nacional vigente.



David Esteban Parra Martínez

CI: 172658834-4

Teléfono: 0980133560

Correo: david.parra01@epn.edu.ec

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a todas las personas que han hecho posible que pueda llegar a cumplir con mi propósito de ser profesional, a mis padres y hermanos que estuvieron ahí brindándome apoyo y preocupándose por mi bienestar en mi paso por la universidad.

En especial agradezco a mi esposa, por haber compartido gran parte de esta experiencia de ser un profesional, siendo un apoyo notable durante todo este tiempo y habiendo compartido muchos altibajos que nos han hecho ser mejores cada día.

Este trabajo de titulación se lo dedico a mi esposa y mi hija, las cuales hacen que siempre quiera superarme y ser una mejor persona tanto en el ámbito personal como profesional. Por un inicio memorable en nuestra vida, en nuestra familia y en nuestro próspero futuro dedico y dedicaré siempre lo mejor de mí hacia ellas.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	Introducción	1
1.1	Objetivo general	2
1.2	Objetivos específicos.....	2
2	Metodología.....	3
2.1	Descripción de la metodología usada	3
3	Resultados y Discusión.....	4
3.1	Levantamiento técnico del estado de las aulas.....	4
3.2	Dimensionamiento del nuevo sistema eléctrico.	9
	Dimensionamiento de luminarias	10
	Dimensionamiento de conductores.....	13
	Dimensionamiento de canalizaciones	13
3.3	Elaboración de planos de canalizaciones eléctricas.	14
3.4	Realización del presupuesto para la repotenciación.	14
3.5	Instalación del sistema eléctrico.	15
	Instalación de luminarias.	15
	Instalación de canalizaciones de tomacorrientes e interruptores.	17
	Instalación de tomacorrientes e interruptores.	20
	Instalación del tablero de distribución.	23
3.6	Pruebas y Análisis de Resultados.....	29
	Prueba de iluminancia.	29
	Prueba de carga.	33
	Prueba de funcionamiento.	34
3.7	Manual de Uso y Mantenimiento.....	36
4	Conclusiones y Recomendaciones	37
4.1	Conclusiones	37
4.2	Recomendaciones.....	38
5	Referencias Bibliográficas	39

ANEXOS.....	40
Anexo 1: Certificado de Funcionamiento.....	i
Anexo 2: Planos eléctricos y de canalizaciones.	ii
Anexo 3: Diagrama unifilar del sistema eléctrico.....	v
Anexo 4: Cotización seleccionada.	vi

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1 Estado del cajetín aula 07.	5
Figura 3.2 Estado interruptor aula 08.	5
Figura 3.3 Estado tomacorriente aula 09.....	6
Figura 3.4 Interruptor con cinta eléctrica y conductores de diverso diámetro.	6
Figura 3.5 Incumplimiento de código de colores y falta de conductor de tierra.....	7
Figura 3.6 Conexiones inseguras y propensas a sufrir un cortocircuito.	7
Figura 3.7 Estado tablero de distribución.	8
Figura 3.8 Modelado 3D del bloque del bloque de aulas.....	9
Figura 3.9 Modelado 3D de los componentes del sistema eléctrico	10
Figura 3.10 Características físicas de las aulas para el cálculo de iluminancia.	11
Figura 3.11 Datos luminaria obtenida en DIALux.	12
Figura 3.12 Valores de iluminancia calculado en DIALux.....	12
Figura 3.13 Retiro de luminarias.	16
Figura 3.14 Balastos retirados de luminarias.	16
Figura 3.15 Comprobación del funcionamiento de los tubos led por luminaria.	16
Figura 3.16 Colocación de las luminarias.....	17
Figura 3.17 Instalación de cajetín, tubo y conductores.....	18
Figura 3.18 Interruptor en mal estado del aula 7.	18
Figura 3.19 Adecuación de interruptor en aula 7 con canalización.....	19
Figura 3.20 Punto de acceso ethernet mal ubicado.....	19
Figura 3.21 Reposicionamiento del punto de acceso ethernet en el aula 9.	20
Figura 3.22 Reposicionamiento del punto de acceso ethernet en el aula 8.	20
Figura 3.23 Instalación de tomacorrientes bajo normativa NEC.	21
Figura 3.24 Acabado visual de cada tomacorriente.....	21
Figura 3.25 Circuito de tomacorrientes terminado en el aula 8.....	22
Figura 3.26 Instalación de interruptores respetando la simbología del fabricante.....	22
Figura 3.27 Acabado de interruptor doble para el circuito de iluminación.....	23
Figura 3.28 Elementos que conforman el nuevo tablero de distribución.....	24
Figura 3.29 Adaptaciones para el nuevo tablero de distribución.	24
Figura 3.30 Instalación del tablero de distribución.....	25
Figura 3.31 Acabado del tablero de distribución.....	25
Figura 3.32 Distribución interna del tablero.	26
Figura 3.33 Caja térmica con puesta a tierra física del aula 7.	27

Figura 3.34 Desmontaje del techo de las aulas 7 y 8.	28
Figura 3.35 Adecuación para los circuitos de las aulas 7 y 8.	28
Figura 3.36 Puntos donde se realizaron las pruebas de iluminancia.	30
Figura 3.37 Prueba de iluminancia de luz natural en el punto A.	30
Figura 3.38 Prueba de iluminancia de luz natural en el punto C.	31
Figura 3.39 Prueba de iluminancia en el punto A.	31
Figura 3.40 Prueba de iluminancia en el punto B.	32
Figura 3.41 Prueba de iluminancia en el punto C.	32
Figura 3.42 Prueba de carga a circuitos de iluminación.	34
Figura 3.43 Comprobación de funcionamiento de interruptor y luminarias.	35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Estado técnico por aulas.....	4
Tabla 3.2 Niveles mínimos de iluminación al interior de la vivienda.....	11
Tabla 3.3 Código de colores.....	13
Tabla 3.4 Dimensionamiento de tubo Conduit	13
Tabla 3.5 Listado de materiales para la repotenciación.....	14
Tabla 3.6 Cuadro comparativo entre cotizaciones preseleccionadas.....	15
Tabla 3.7 Descripción y función de elementos internos del tablero.....	26
Tabla 3.8 Cuadro de cumplimiento del sistema eléctrico.....	29
Tabla 3.9 Valores obtenidos en prueba de iluminancia.....	33
Tabla 3.10 Prueba de funcionamiento en tomacorrientes.....	34
Tabla 3.11 Pruebas de funcionamiento en tablero de distribución.....	35

RESUMEN

El presente informe detalla la implementación del nuevo sistema eléctrico en las aulas 7, 8 y 9 de la ESFOT (Escuela de Formación de Tecnólogos), adecuándose a las necesidades tecnológicas actuales de estudiantes y docentes que hacen uso de estas.

Por consecuencia, en la sección 1 se detalla la introducción, objetivo general y objetivos específicos planteados para que la repotenciación eléctrica del sistema funcione de manera correcta y cumpliendo las necesidades de las personas que van a utilizar las aulas de estudio.

Para tal fin, en la sección 2 se presenta la metodología usada, en la cual se detalla de forma cronológica los pasos para la repotenciación, entre los cuales se describen el levantamiento técnico de las aulas, rediseño del sistema eléctrico, plano de canalizaciones eléctricas, pruebas y manual de mantenimiento.

En la sección 3 se detalla el procedimiento seguido para el cumplimiento de cada uno de los objetivos específicos, así también, se describen las pruebas realizadas al sistema eléctrico, así como los resultados obtenidos en las mismas.

Finalmente, la sección 4 está dedicada a la exposición de conclusiones y recomendaciones obtenidas de la instalación del nuevo sistema eléctrico.

PALABRAS CLAVE: repotenciación, aulas, sistema, eléctrico, ESFOT

ABSTRACT

This report details the implementation of a new electrical system in classrooms 7, 8 and 9 of the ESFOT (Technologist Training School), adapting to the current technological needs of students and teachers who use them.

Consequently, section 1 details the introduction, general objective and specific objectives set so that the electrical repowering of the system works correctly and meeting the needs of the people who are going to use the study rooms.

For this purpose, in section 2 the methodology used is presented, in which the steps for repowering are detailed chronologically, among which the technical survey of the classrooms, redesign of the electrical system, plan of electrical conduits, is described. tests and maintenance manual.

Section 3 details the procedure followed to meet each of the specific objectives, as well as describes the tests carried out on the electrical system, as well as the results obtained in them.

Finally, section 4 is dedicated to the presentation of conclusions and recommendations obtained from the installation of the new electrical system.

KEYWORDS: repowering, classrooms, system, electric, ESFOT

1 INTRODUCCIÓN

En Ecuador el tratamiento que se da al abastecimiento de energía eléctrica, tanto a universidades como centros de estudio, es el mismo que se observa en edificaciones residenciales, dando como resultado que los espacios que están diseñados para actividades académicas de niños, jóvenes y adultos no cuenten, en el caso de iluminación, con un confort visual; la temperatura de color de las luminarias, el correcto posicionamiento, altura, entrada de luz natural y demás factores que afectan al confort visual se vuelven secundarios al momento de realizar el sistema eléctrico [1].

En el caso de la ESFOT, perteneciente a la Escuela Politécnica Nacional, se evidenciaba la carencia no solo del confort visual, también se constató que el sistema eléctrico en las aulas 7, 8 y 9 no era el adecuado para el ritmo de vida actual de estudiantes y docentes de la institución. El cambio tecnológico ha hecho que la infraestructura de las aulas no abastezca a una constante necesidad de energía eléctrica para laptops, celulares, proyectores y demás aparatos eléctricos que se conectan diariamente a los tomacorrientes.

Por consiguiente, y por medio de este trabajo de titulación, se realizó la instalación de un nuevo sistema eléctrico en las aulas 7, 8 y 9 dando como resultado la instalación de luminarias led con una eficiencia energética y confort visual adecuado para el uso de las aulas, sistema de tomacorrientes con tubería Conduit suficientes para cubrir con las necesidades de alumnos y docentes, además de la instalación de un nuevo tablero de distribución que ayude a que el sistema en general sea fiable, robusto y fácil de reparar o repotenciar si así fuera el caso, para sustentar estas afirmaciones se adjunta el certificado de funcionamiento en el Anexo 1.

1.1 Objetivo general

Repotenciar el sistema eléctrico de las aulas 7, 8 y 9 de la ESFOT.

1.2 Objetivos específicos

- Realizar el levantamiento técnico del estado de las aulas.
- Dimensionar el nuevo sistema eléctrico.
- Elaborar los planos de las canalizaciones eléctricas.
- Realizar el presupuesto para la repotenciación.
- Realizar la instalación del sistema eléctrico.
- Realizar pruebas de funcionamiento.
- Elaborar un manual de mantenimiento.

2 METODOLOGÍA

2.1 Descripción de la metodología usada

Como primer paso se realizó una inspección visual y técnica de las condiciones en las que se recibía las aulas para la implementación del proyecto, por tanto, se encontró un sistema eléctrico ineficiente en las tres aulas; por ejemplo, solo un tomacorriente por cada aula de clase, luminarias defectuosas y con la tecnología fluorescente en cada una de las ocho luminarias por aula y un tablero de distribución que no cumplía con su función principal.

En este paso también se tomó las dimensiones de la infraestructura; puertas, ventanas, altura y forma de luminarias, y tomacorrientes para la elaboración del modelado en 3D en el programa AutoCAD.

Con los datos tomados del levantamiento técnico se procedió a dimensionar el nuevo sistema eléctrico, por medio del programa DIALux se seleccionó el número de luminarias e intensidad lumínica; también se dimensionó la cantidad de tomacorrientes, calibre y colores de conductores, tubos Conduit para las canalizaciones, todo esto respetando la normativa eléctrica nacional [2] [3] [4].

Una vez dimensionados todos los elementos que conforman el sistema eléctrico se realizó un listado con la cantidad del material usado en la instalación del sistema eléctrico.

Con los planos eléctricos y de canalizaciones del sistema, se procedió a la instalación eléctrica en cada aula, obteniendo un sistema de iluminación con 8 luminarias led T8 por aula (2 lámparas de 18 (W) por cada luminaria), sistema de tomacorrientes en tubo Conduit de 3/4" con 10 tomacorrientes dobles de 120 (V) por aula.

Finalmente, se realizaron el manual de mantenimiento y las pruebas de funcionamiento al sistema, de las cuales se destaca la realizada a las luminarias, ya que este proyecto buscaba el confort visual de los alumnos y docentes al momento de usar las aulas.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El sistema eléctrico de las aulas 7, 8 y 9 consta de un circuito de iluminación, tomacorrientes y el tablero de distribución, desde el tablero se controla por medio de 3 termomagnéticos la energización de cada circuito en cada aula, también, se usaron los conductores existentes en la infraestructura para alimentar cada aula desde el tablero de distribución; no obstante, en el caso de tomacorrientes se realizó una extensión para cubrir con las dimensiones de las aulas, además, cada aula tiene un interruptor doble para controlar las 8 luminarias.

3.1 Levantamiento técnico del estado de las aulas.

En el levantamiento técnico de las aulas constató el deterioro e inutilización del sistema eléctrico en las tres aulas de clase, por consiguiente, en la Tabla 3.1 se detallan las novedades encontradas en cada aula y tablero de distribución que conformaban el sistema eléctrico.

Tabla 3.1 Estado técnico por aulas.

Novedad	Aula 07	Aula 08	Aula 09	Tablero
Tomacorrientes, interruptores o cajetines en mal estado.	X	X	X	
Conductores en mal estado.	X	X	X	X
Fase - neutro en tomacorrientes y fase-retorno en interruptores.	X	X	X	
Reutilización de salidas de termomagnéticos.				X
Alimentación 120 (V) en tomacorrientes.		X	X	

No obstante, es necesario ahondar en cada una de estas novedades para detallar el estado en que se recibieron las aulas.

En el caso de los tomacorrientes, cajetines e interruptores se evidenció un tomacorriente para cubrir con la demanda energética de cada aula; éste se situaba cerca de la mesa de trabajo del docente y era el único con acceso a un tomacorriente, y que, en el caso del aula 7 no tenía medición de voltaje con el multímetro. Para sustentar estas afirmaciones se muestran a continuación la Figura 3.1, Figura 3.2 y Figura 3.3.



Figura 3.1 Estado del cajetín aula 07.



Figura 3.2 Estado interruptor aula 08.



Figura 3.3 Estado tomacorriente aula 09.

En lo que respecta a conductores se evidenció que se encontraban en mal estado, tanto para el caso de tomacorrientes e interruptores, como en el tablero de distribución; así también, la combinación de conductores de diverso diámetro, inexistencia de conductor de tierra, incumplimiento de código de colores, conductores con cinta eléctrica y propensos a sufrir un cortocircuito. Al igual que en el caso anterior se muestran la Figura 3.4, Figura 3.5 y Figura 3.6 para sustentar las afirmaciones anteriormente descritas.



Figura 3.4 Interruptor con cinta eléctrica y conductores de diverso diámetro.



Figura 3.5 Incumplimiento de código de colores y falta de conductor de tierra.



Figura 3.6 Conexiones inseguras y propensas a sufrir un cortocircuito.

Finalmente, se evidenció el mal estado del tablero de distribución, el cual se encontraba sin ningún tipo de peinado de conductores y además, así como se muestra en la Figura 3.7, en sus termomagnéticos se evidenció que las borneras de los mismos se usaban para alimentar otros circuitos del bloque de aulas.

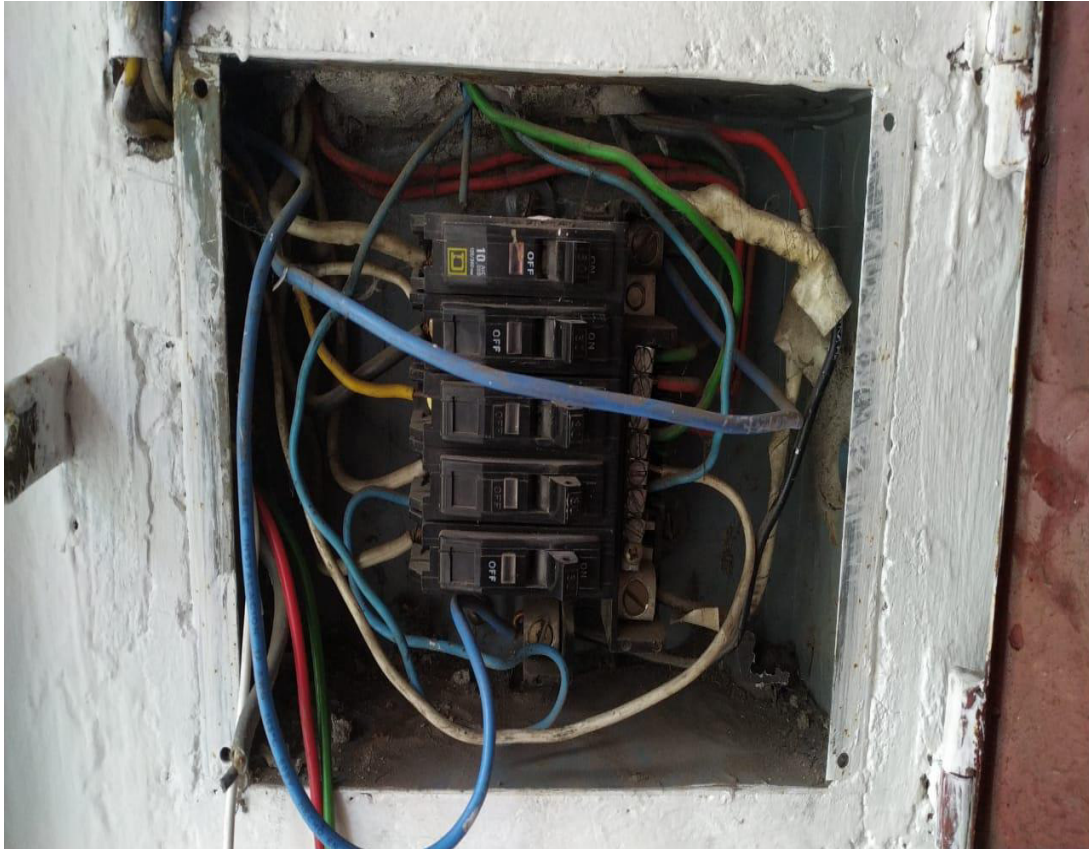


Figura 3.7 Estado tablero de distribución.

Cabe destacar que el sistema eléctrico original ha sido utilizado para proyectos de titulación, nuevos sistemas eléctricos y asociaciones de estudiantes, razón por la cual los conductores que van desde el tablero hasta las aulas de clase y sus respectivos circuitos de iluminación y tomacorrientes han tenido derivaciones en el techo de la infraestructura, esto ha ocasionado que se tenga que controlar los 3 circuitos de iluminación y 3 de tomacorrientes con solo 3 termomagnéticos.

Finalmente, se tomaron las mediciones de aulas, luminarias, tomacorrientes e interruptores para la creación de un plano en 3D del bloque de aulas.

3.2 Dimensionamiento del nuevo sistema eléctrico.

Una vez obtenidos los datos del levantamiento técnico y de las medidas reales del bloque de aulas de la ESFOT, se procedió a realizar el plano en 3D de las mismas, del cual se recopiló la información para dimensionar los elementos que conforman el sistema eléctrico. Así pues, como se indican en la Figura 3.8 y Figura 3.9 se realizó el modelado en 3D del bloque de aulas en el programa AutoCAD 2019.

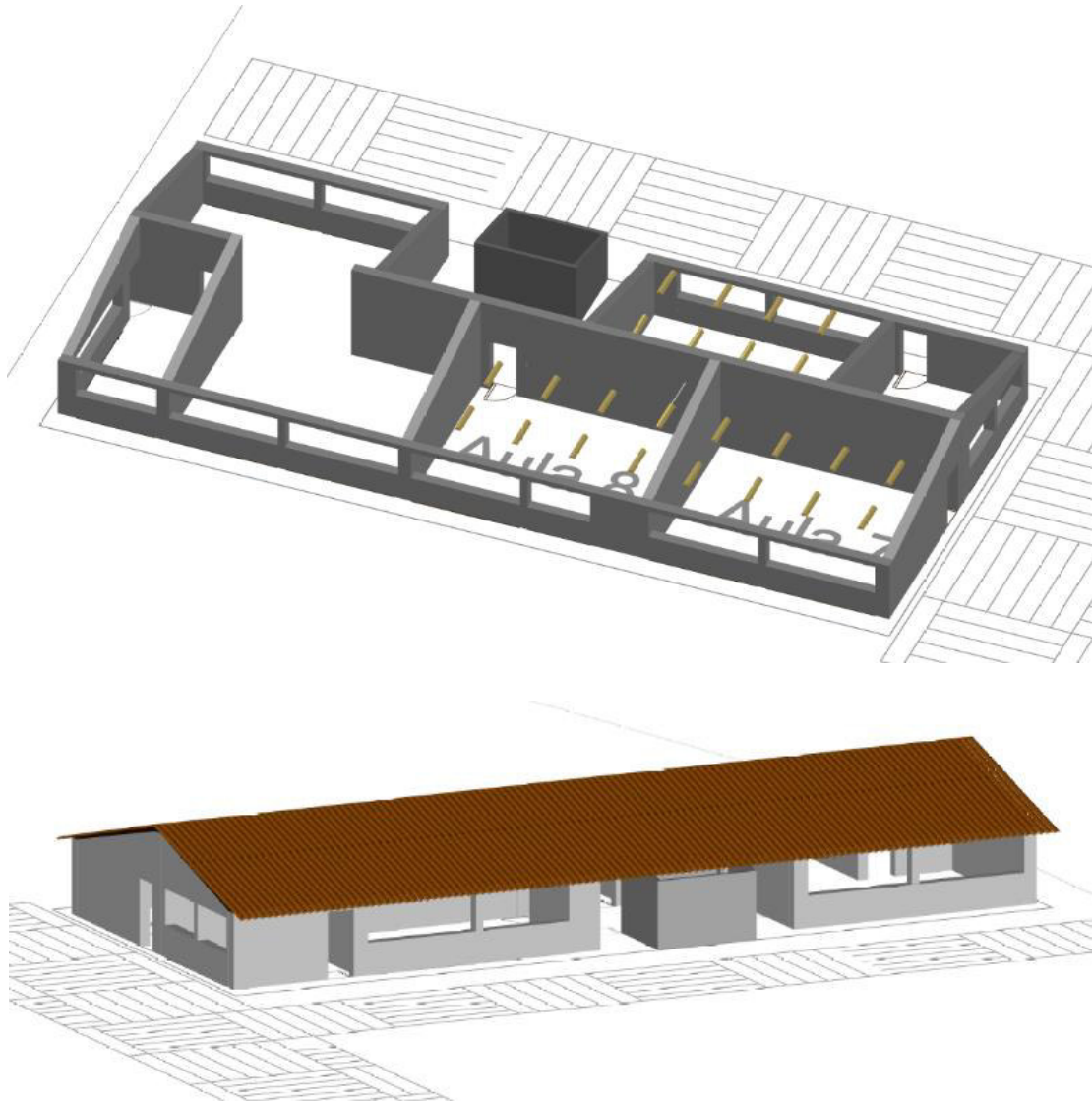


Figura 3.8 Modelado 3D del bloque del bloque de aulas.

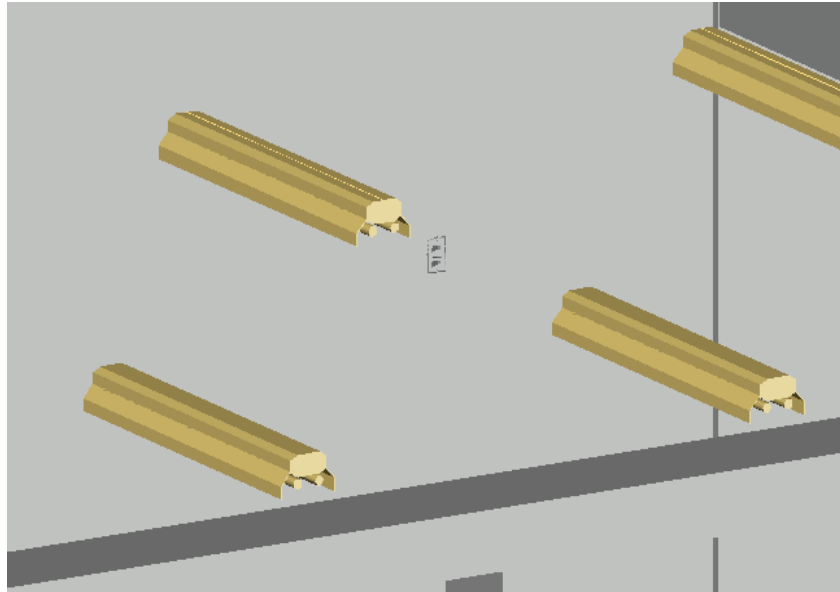


Figura 3.9 Modelado 3D de los componentes del sistema eléctrico

Dimensionamiento de luminarias

Una vez obtenido el modelado 3D del bloque de aulas se realizó el dimensionamiento de las luminarias a utilizar por aula, para ello se usó el programa DIALux. En el programa DIALux se ingresaron las características físicas de las aulas para poder realizar el cálculo del tipo y cantidad de luminarias por aula, esto para obtener el valor de iluminancia indicada para cuartos de estudio o trabajo, así como lo muestra la Tabla 3.2.

Las características físicas ingresadas en el programa son:

- Textura y material de paredes, pisos y techo.
- Altura de luminarias desde el nivel del piso.
- Distribución de luminarias existentes.
- Mesas de trabajo de alumnos y docente a medida de las existentes.

Cabe resaltar que se buscaba repotenciar las luminarias existentes en las aulas por lo cual se usó la distribución de 8 luminarias por aula, de esta manera se realizaría la selección de luminaria en el programa para obtener los valores especificados en la Tabla 3.2.

Tabla 3.2 Niveles mínimos de iluminación al interior de la vivienda [2].

ÁREAS	Mínimo (LUX)	Recomendado (LUX)	Óptimo (LUX)
Viviendas			
Dormitorios	100	150	200
Cuartos de aseo/baños	100	150	200
Cuartos de estar	200	300	500
Cocinas	100	150	200
Cuartos de estudio o trabajo	300	500	750
Zonas generales de edificios			
Zonas de circulación y pasillos	50	100	150
Escaleras, roperos, lavabos, almacenes y archivos	100	150	200

Como se muestra en la Figura 3.10, se realizó el cálculo de iluminancia media por aula con las características físicas, por consiguiente, el programa dio como resultado la luminaria mostrada en la Figura 3.11, y a su vez se constató que los valores que se muestran en la Figura 3.12 son los adecuados para realizar la repotenciación.



Figura 3.10 Características físicas de las aulas para el cálculo de iluminancia.

Local 11

Número de unidades	Luminaria (Emisión de luz)		
8	SYLVANIA - 0046407 + 0046171 SSE-T8 236 A2 + Reflector 236 Emisión de luz 1 Lámpara: 2x36W T8 Grado de eficacia de funcionamiento: 69.54% Flujo luminoso de lámparas: 6700 lm Flujo luminoso de las luminarias: 4659 lm Potencia: 72.0 W Rendimiento lumínico: 64.7 lm/W Indicaciones colorimétricas 2x36W T8: CCT 3000 K, CRI 83		

Flujo luminoso total de lámparas: 53600 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 37272 lm, Potencia total: 576.0 W, Rendimiento lumínico: 64.7 lm/W

Figura 3.11 Datos luminaria obtenida en DIALux.

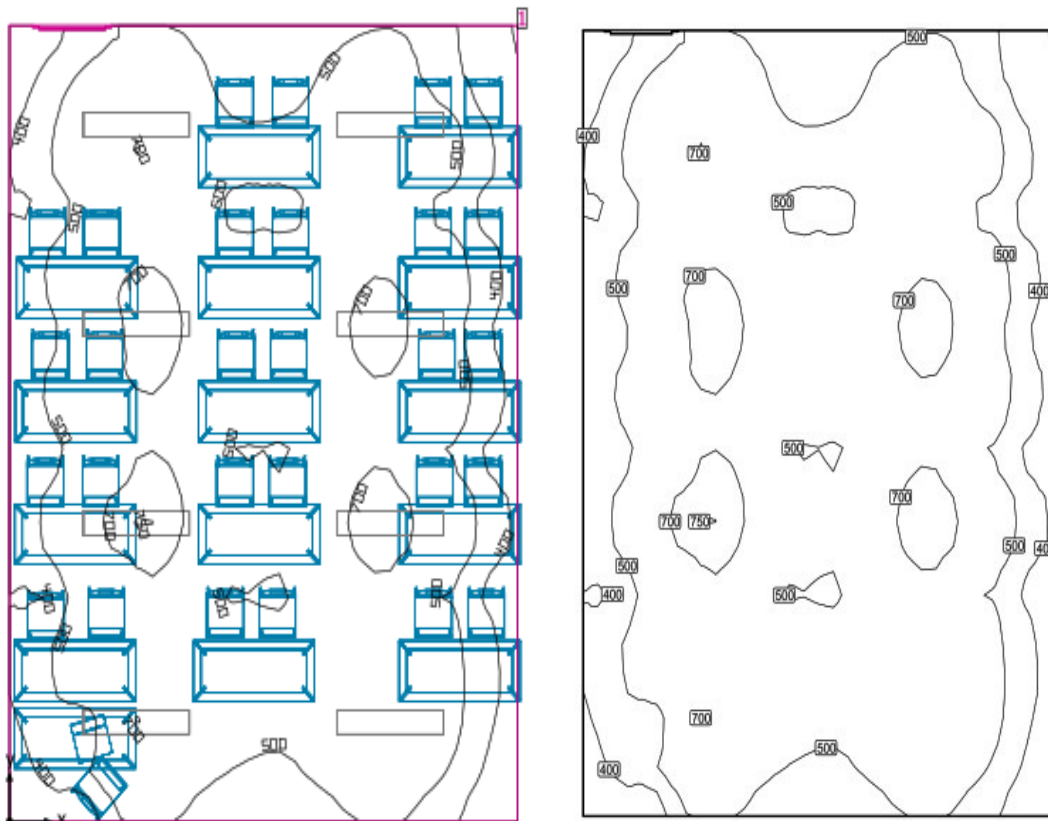


Figura 3.12 Valores de iluminancia calculado en DIALux.

Dimensionamiento de conductores

Se ha determinado un valor de 12 AWG con base en la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) de instalaciones eléctricas, que establece la utilización de conductor de cobre aislado con una sección mínima de 4 mm² (12 AWG) y que el calibre del conductor neutro tiene que ser del mismo calibre de la fase.

Así también, y con ayuda de la Tabla 3.3, se realizó la selección del código de color, obteniendo como resultado que el conductor de fase sea de color rojo, el conductor de neutro con el color blanco y para el conductor de tierra se usó el color verde.

Tabla 3.3 Código de colores [3].

Código de colores	
Conductor	Color
Neutro	Blanco
Tierra	Verde, verde con franja amarilla
Fase	Rojo azul, negro, amarillo o cualquier otro color diferente a neutro y tierra

Dimensionamiento de canalizaciones

Las canalizaciones están presentes solo en los circuitos de tomacorrientes de las aulas, por lo cual se usó la NEC de instalaciones electromecánicas para determinar el dimensionamiento para tubo Conduit EMT para cableado horizontal [5].

Tomando en cuenta que en los circuitos de tomacorrientes se utilizan 3 conductores de 12 AWG con una sección de 4 mm² y utilizando la Tabla 3.4, se obtuvo como resultado un tubo Conduit de 3/4".

Tabla 3.4 Dimensionamiento de tubo Conduit [5].

Máximo numero de cables basado en el llenado permitido				
Tamaño de Conduit comercial	Diámetro exterior del cable, mm			
	3.3	4.6	5.6	6.1
16 (1/2)	1	1	0	0
21 (3/4)	6	5	4	3
27 (1)	8	8	7	6

3.3 Elaboración de planos de canalizaciones eléctricas.

Un plano es indispensable al momento de diseñar e instalar un sistema eléctrico, por lo cual se realizaron los planos eléctricos con las canalizaciones y conductores. Para la elaboración de los planos eléctricos y de canalizaciones se utilizó el programa AutoCAD con el modelado 3D del bloque de aulas.

Los planos cumplen con la Norma IEC 60617 [6], en la cual muestran todos los símbolos usados en planos eléctricos.

Se adjunta en el Anexo 2 los planos eléctricos de tomacorrientes e iluminación con sus respectivas canalizaciones, así también, en el Anexo 3 se muestra el diagrama unifilar del sistema eléctrico.

3.4 Realización del presupuesto para la repotenciación.

Una vez dimensionados todos los materiales a ser usados en la repotenciación del sistema, se realizó un listado de la cantidad necesaria para la búsqueda de proformas, por lo cual se realizó el listado mostrado en la Tabla 3.5.

Tabla 3.5 Listado de materiales para la repotenciación.

Descripción	Cantidad
Tubo LED T8 18 (W)	48
Tubo EMT 3/4"	34
Codo 90°EMT 3/4"	10
Abrazadera metálica EMT 3/4"	84
Cable sólido 12 AWG	100 (m)
Tomacorriente doble 120 (V)	32
Interruptor doble 120 (V)	3
Cajetín rectangular plástico	32
Tablero 6F 240/120 (V)	1
Taco Fisher #8	84
Cinta eléctrica	10
Tornillo redondo 1/2"	84

Posteriormente, se procedió a la búsqueda de distribuidores de material eléctrico que proporcionen una proforma de los materiales y su costo.

De la búsqueda se obtuvo como resultado que la mayoría de los distribuidores de material eléctrico se centran en un solo tipo de producto, es decir, se encontraron distribuidores solo de material Conduit EMT, pero no de tomacorrientes o conductores y viceversa, por lo cual la búsqueda de distribuidores se redujo a 2 proformas. En la Tabla 3.6 se evidencia un cuadro comparativo entre las 2 proformas, el cual sirvió para la selección de la más acorde en calidad y precio.

Tabla 3.6 Cuadro comparativo entre cotizaciones preseleccionadas.

Descripción	Proforma Dennalec	Proforma Quito Lighting
Costo	\$408	\$352
Cumple con listado de materiales	Falta: tacos Fisher #8, tornillos redondos 1/2", codos 90° y abrazadera EMT 3/4"	Falta: tubos EMT 3/4", tacos Fisher #8, tornillos redondos 1/2", codos 90° y abrazadera EMT 3/4"
Calidad de materiales	Buena	Buena
Entrega	Inmediata	24 horas
Validez de proforma	8 días	5 días
Forma de pago	Efectivo	Efectivo - Transferencia

Para mayor comprensión la proforma seleccionada se detalla de forma más clara en el Anexo 4.

3.5 Instalación del sistema eléctrico.

Para la instalación del sistema eléctrico en las aulas 7, 8 y 9 de la ESFOT se ha dividido en las siguientes partes:

- Instalación de luminarias
- Instalación de canalizaciones de tomacorrientes e interruptores
- Instalación de tomacorrientes e interruptores
- Instalación del tablero de distribución

Instalación de luminarias.

Como se muestra en la Figura 3.13 se retiraron las 8 luminarias existentes en cada aula, posteriormente, y como se muestra en la Figura 3.14, se retiró los balastos que alimentaban las luminarias, esto se realizó ya que los tubos led van conectados directamente a una fuente de 120 (V).



Figura 3.13 Retiro de luminarias.



Figura 3.14 Balastos retirados de luminarias.

Se realizó el cableado interno hacia las borneras donde se asentaban los tubos led, además de constatar el estado de los conductores, limpieza interna de la placa reflectante, comprobación de funcionamiento de los tubos led, como se muestra en la Figura 3.15, y de la correcta colocación de las luminarias con los datos obtenidos en el programa DIALux. Dado que en el programa DIALux se usó la distribución de luminarias actual para el cálculo de iluminancia, no hubo la necesidad de mover a las luminarias o de realizar una distribución diferente a la ya establecida en cada aula.



Figura 3.15 Comprobación del funcionamiento de los tubos led por luminaria.

Finalmente, y como muestra la Figura 3.16, se colocaron las luminarias en la distribución establecida, además se comprobó el funcionamiento de los 16 tubos led T8 que son necesarios para cubrir con las 8 luminarias de cada aula.

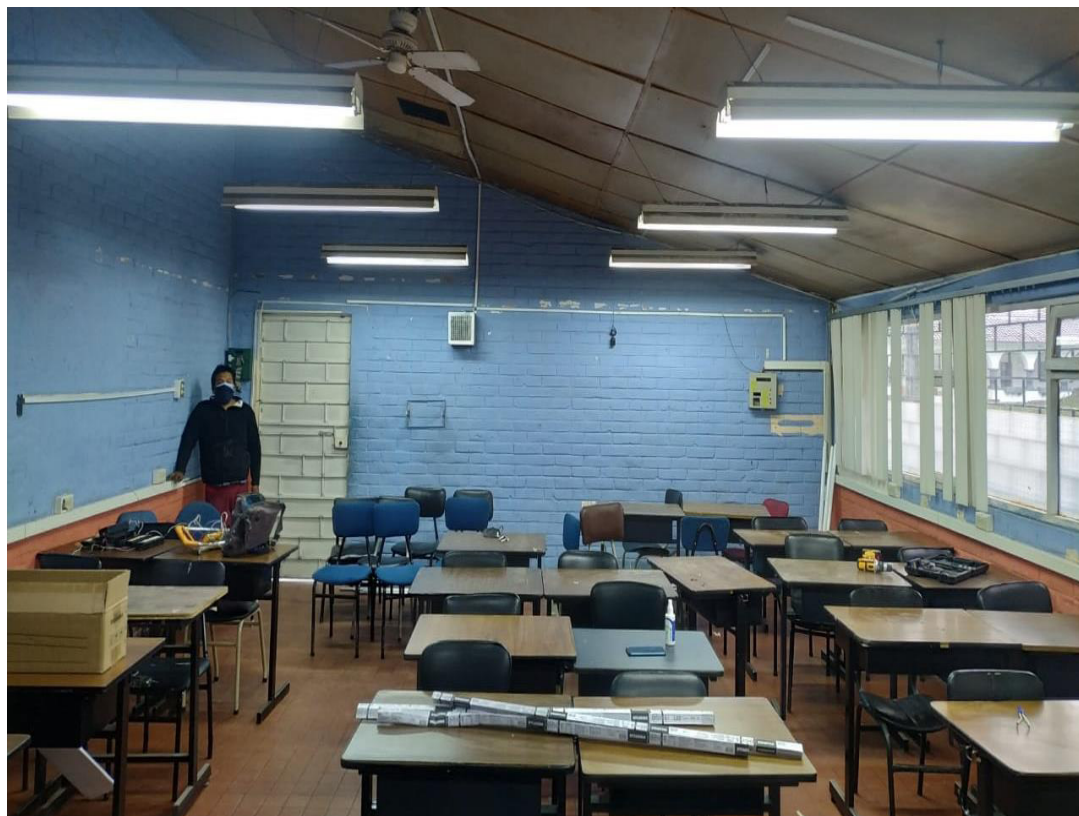


Figura 3.16 Colocación de las luminarias.

Instalación de canalizaciones de tomacorrientes e interruptores.

Para este paso se utilizaron los planos eléctricos y de canalizaciones mostrados en el Anexo 2, por lo tanto, se procedió a trazar el circuito de tomacorrientes en cada aula, respetando las distancias entre los tomacorrientes, codos y número total de tomacorrientes, así también, se usaron los tacos Fisher, tornillos y abrazaderas para mantener fijos los cajetines, codos y tubos EMT de todo el circuito.

Por consiguiente, se cortaron los tubos EMT con las medidas necesarias y pasar los 3 conductores de fase, neutro y tierra por cada uno de ellos, como se muestra en la Figura 3.17, además, es necesario añadir que al momento de colocar los tubos EMT se desplazó por cada lado de cada cajetín de plástico al menos 10 (cm).

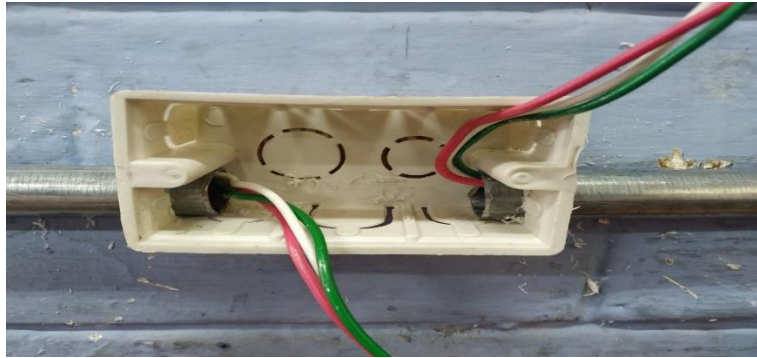


Figura 3.17 Instalación de cajetín, tubo y conductores.

El circuito de tomacorrientes de las aulas está conformado por 10 tomacorrientes dobles de 120(V) conectados en paralelo uno del otro y a una distancia de 2 (m), esta distancia se tomó basado en las dimensiones de cada aula, además, tomando en cuenta que en la NEC da como número máximo de 10 tomacorrientes por cada circuito.

En el caso de las tres aulas el punto de alimentación de energía desde el tablero de distribución se encuentra próximo al sitio donde el docente ejerce sus labores, por lo cual se usaron los cajetines existentes en la infraestructura, para, desde ese punto distribuir el circuito al contorno de cada aula, además, el circuito se encuentra a una altura de 40 (cm) a nivel del piso, cumpliendo así la NEC.

En el caso del aula 7 es necesario añadir que cuando se realizó el levantamiento técnico se encontró que el interruptor se encontraba alejado del cajetín y como se muestra en la Figura 3.18, se usaba una canaleta plástica y conductores en mal estado para redirigir su posición hacia una más cercana de la puerta, por lo cual, y como se muestra en la Figura 3.19, se realizó la instalación de una canalización para ese tramo del circuito de iluminación, además, se cambiaron los conductores en mal estado y se ocultó el cajetín original.



Figura 3.18 Interruptor en mal estado del aula 7.



Figura 3.19 Adecuación de interruptor en aula 7 con canalización.

También es necesario añadir que en el caso de las aulas 8 y 9 se encontraban un punto de acceso ethernet localizado en la pared del pizarrón; pero a una distancia inferior de los 40 (cm) del circuito de tomacorrientes instalado, por tal razón, y como se muestra en la Figura 3.20, la canaleta y el cable de red interrumpían el paso del circuito de tomacorrientes, por lo cual, se procedio a retirar los puntos de acceso ethernet a una distancia superior a 40 (cm) del piso como se muestran en la Figura 3.21 y Figura 3.22.



Figura 3.20 Punto de acceso ethernet mal ubicado.



Figura 3.21 Reposicionamiento del punto de acceso ethernet en el aula 9.



Figura 3.22 Reposicionamiento del punto de acceso ethernet en el aula 8.

Instalación de tomacorrientes e interruptores.

Una vez colocados los cajetines y tubos EMT de forma fija en las paredes de aulas, se procedió a la instalación de los 10 tomacorrientes dobles, éstos a su vez están instalados respetando las borneras del fabricante del tomacorriente, es decir, como se muestra en la Figura 3.23, se tomó en cuenta el código de colores en conductores con los símbolos de fase (L), neutro (N) y tierra planteados por el fabricante para su correcta instalación.

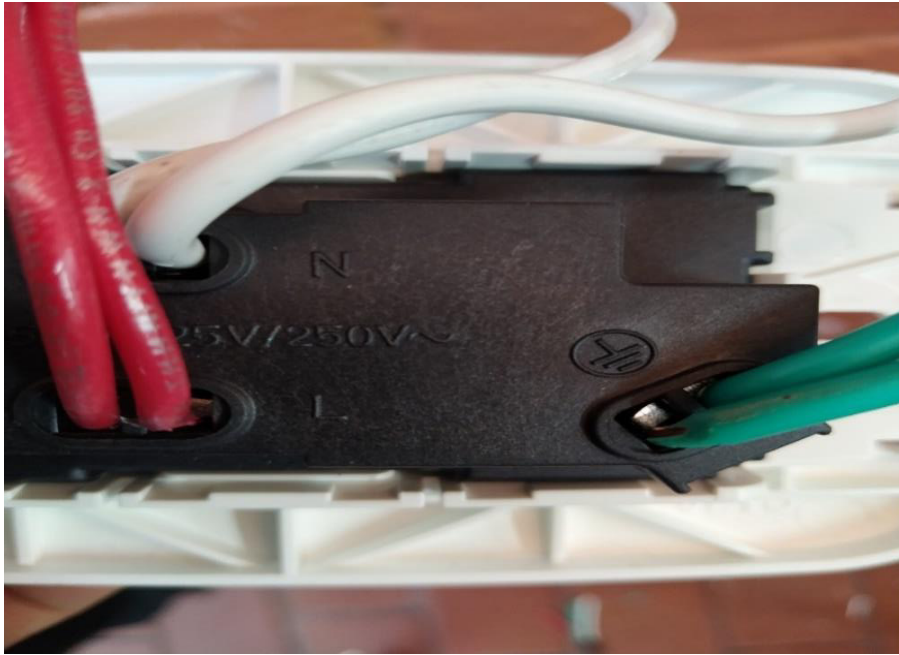


Figura 3.23 Instalación de tomacorrientes bajo normativa NEC.

Como se muestra en la Figura 3.24 se consideró la alineación del cajetín, tomacorriente y tubo EMT para dar un mejor acabado estético en todo el circuito, dando como resultado un circuito sólido y confiable eléctricamente como se muestra en la Figura 3.25 .



Figura 3.24 Acabado visual de cada tomacorriente.



Figura 3.25 Circuito de tomacorrientes terminado en el aula 8.

Al igual que en los tomacorrientes, y como muestra la



Figura 3.26, se respetaron la simbología establecidas por el fabricante para un correcto funcionamiento del circuito de iluminación.



Figura 3.26 Instalación de interruptores respetando la simbología del fabricante.
En el caso de la instalación de interruptores solo se realizó el cambio de los ya existentes a otros de mejor calidad y aspecto visual como se muestra en la Figura 3.27.



Figura 3.27 Acabado de interruptor doble para el circuito de iluminación.

Instalación del tablero de distribución.

El tablero de distribución se encontraba en muy mal estado y debido a su tamaño no se podía agregar más termomagnéticos, por lo que, se reemplazó con uno de mayor tamaño.

En el tablero antiguo existían termomagnéticos que en su bornera de salida compartían 2 conductores de diferentes circuitos del bloque de aulas, además de circuitos conectados directamente a las borneras principales del porta termomagnéticos, dando así que estos circuitos no tengan ninguna protección que resguarde sus circuitos en caso de cortocircuito o fallas en el mismo.

Por esta razón, y como se muestra en la Figura 3.28 , se extrajo la base de porta termomagnéticos del tablero anterior y se adaptó al nuevo tablero de distribución, así también, de un riel donde se colocó más termomagnéticos para cubrir con los circuitos que se encontraban sin protección o reutilizados, adicionalmente, se colocó una barra de tierra para poder conectar el conductor tierra del circuito de tomacorrientes.

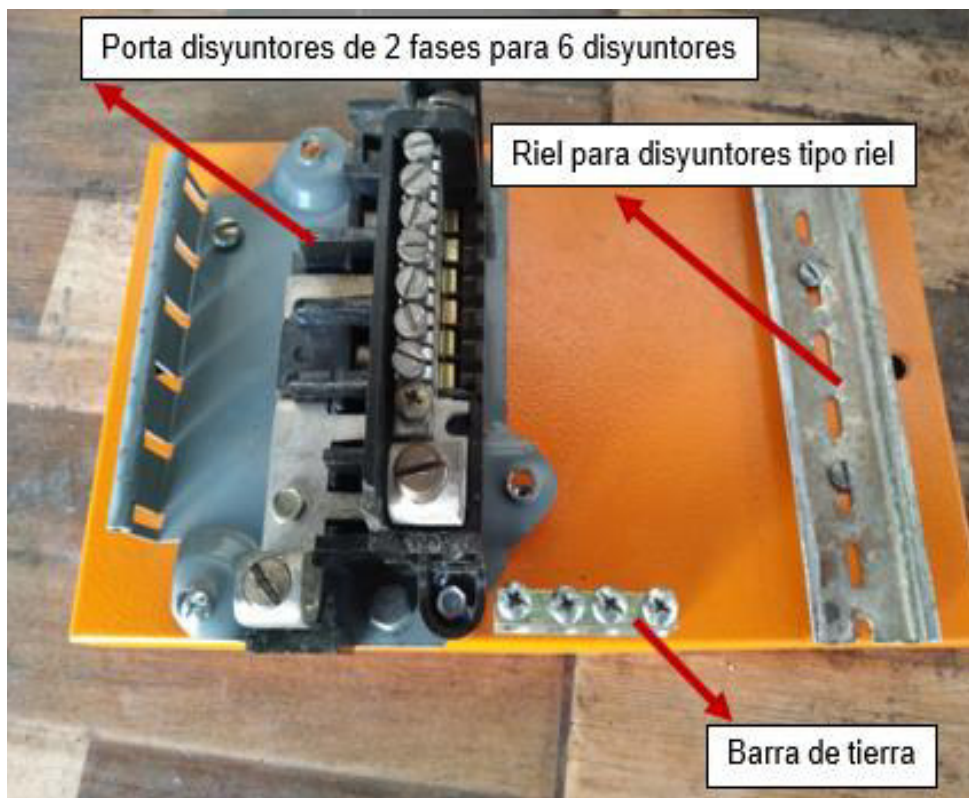


Figura 3.28 Elementos que conforman el nuevo tablero de distribución.

Para la colocación del nuevo tablero, y como se indica en la Figura 3.29, se agrandó el espacio en la pared para adaptarlo a las nuevas dimensiones del tablero, a su vez se

realizaron extensiones a los conductores que llegaban al tablero, esto debido a que se encontraban en mal estado o su longitud no era la indicada para el nuevo tablero.

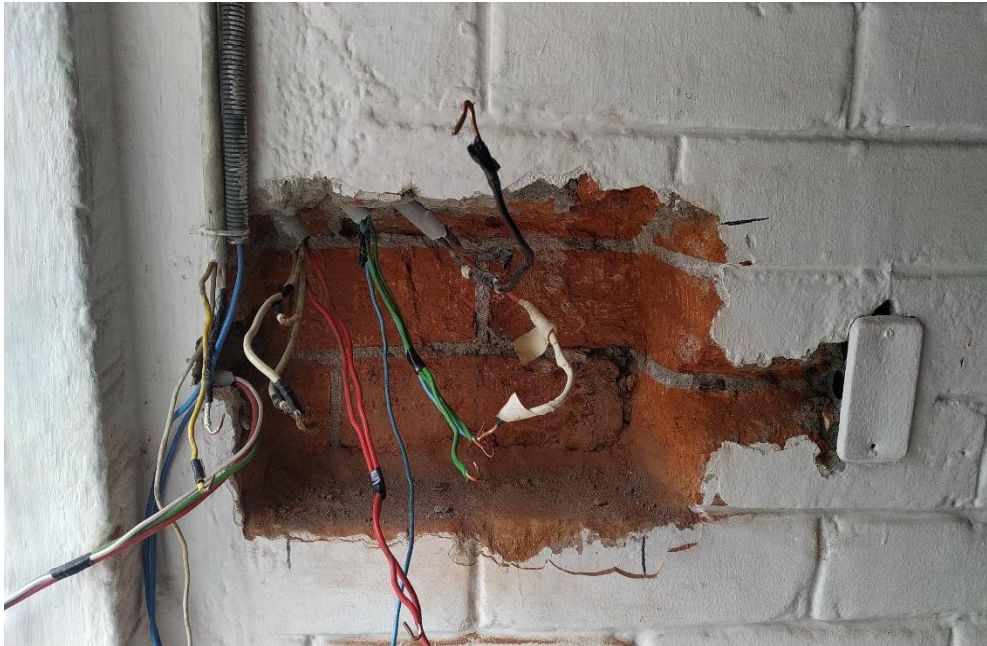


Figura 3.29 Adaptaciones para el nuevo tablero de distribución.

Finalmente, como se muestran en la Figura 3.30 y Figura 3.31, se realizó la instalación del tablero, además de la conexión de los conductores a los termomagnéticos seleccionados para que cumplan con el propósito de proteger cada circuito de sobrecargas y cortocircuitos, así también, después de la colocación del tablero se pintó la pared circundante y se comprobó el accionamiento de cada disyuntor.



Figura 3.30 Instalación del tablero de distribución.



Figura 3.31 Acabado del tablero de distribución.

En la Figura 3.32 y Tabla 3.7 se muestran los elementos internos y la distribución de termomagnéticos aplicados a los circuitos existentes en el bloque de aulas, oficina y asociación estudiantil.

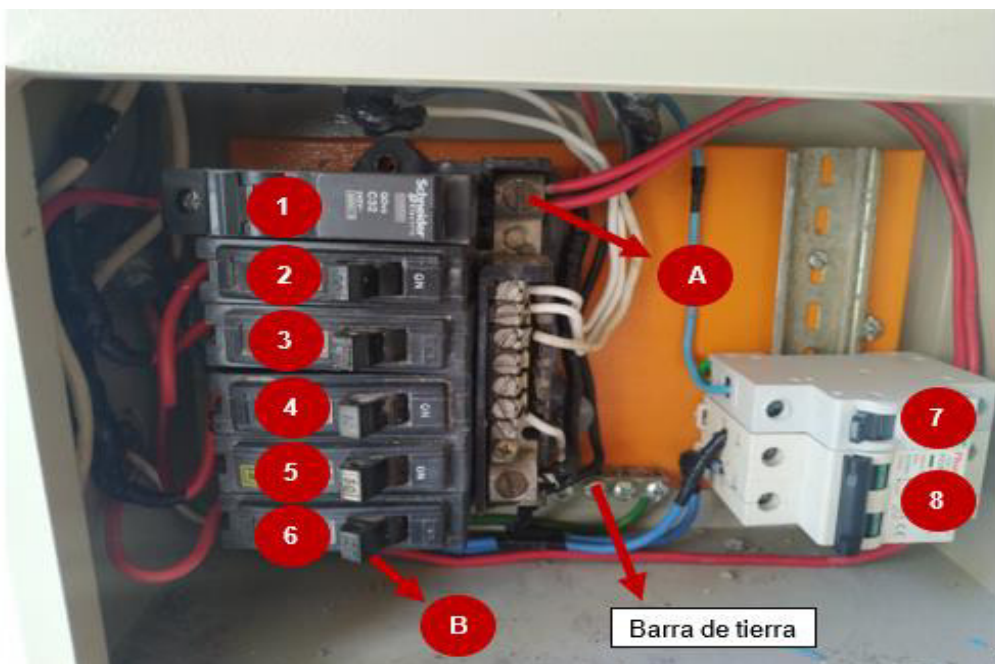


Figura 3.32 Distribución interna del tablero.

Tabla 3.7 Descripción y función de elementos internos del tablero.

Ítem	Descripción - función
1	Circuito de iluminación de aulas 7 y 9.
2	Alimentación de tomacorriente inhabilitado en esquina de tumbado en aula 9.
3	Circuito de iluminación aula 8 y circuito de tomacorrientes aulas 7 y 8.
4	Alimentación de tomacorriente inhabilitado en esquina de tumbado en aula 8.
5	Alimentación de tomacorrientes oficina 5.
6	Circuito de tomacorrientes aula 9.
7	Alimentación en bodega, baño y pasillo de las aulas 8 y 9.
8	Circuito de 220 (V) asociación estudiantil.
A	Bornera principal del porta- termomagnéticos con 120 (V), alimenta los termomagnéticos 1, 2 y 4.
B	Bornera principal del porta- termomagnéticos con 120 (V), alimenta los termomagnéticos 3, 5 y 6.

La acometida que llega al tablero de distribución carece de un conductor tierra y la misma está conformada de 2 fases de 120 (V) cada una y un conductor neutro, por tal motivo, ya que el aula 9 se encuentra colindante con el tablero de distribución se pasaron

los tres conductores del circuito de tomacorrientes de dicha aula directamente al tablero de distribución, y como se muestra en la Figura 3.32 se encuentra colocada una barra de tierra que puede ser usada para una posible puesta a tierra física.

En lo que respecta al aula 7 y 8 se realizó la conexión, en el tumbado de la pared colindante de cada aula, del conductor de tierra de cada circuito de tomacorrientes a una caja térmica situada en el aula 7, la cual pertenecía a un proyecto de titulación ya inutilizado, y como se muestra en la Figura 3.33 la caja térmica cuenta con una puesta a tierra física en la parte exterior del aula 7.



Figura 3.33 Caja térmica con puesta a tierra física del aula 7.

Finalmente, se expone que, debido a las varias ramificaciones y modificaciones hechas a lo largo del tiempo en el sistema eléctrico, específicamente en el techo de la infraestructura, y que, debido que en el tomacorriente del aula 7 se registró una lectura de 220 (V), se tuvo que inhabilitar los conductores a dicho tomacorriente y por consecuencia se tuvo que alimentar el circuito de tomacorrientes del aula 7 con los conductores del mismo circuito en el aula 8.

Por tal razón, y como se muestra en la Figura 3.34 se realizó el desmontaje del tumbado de las aulas 7 y 8 en el punto A de la Figura 3.35 para poder realizar las conexiones de los circuitos de tomacorrientes y del conductor de tierra.



Figura 3.34 Desmontaje del techo de las aulas 7 y 8.

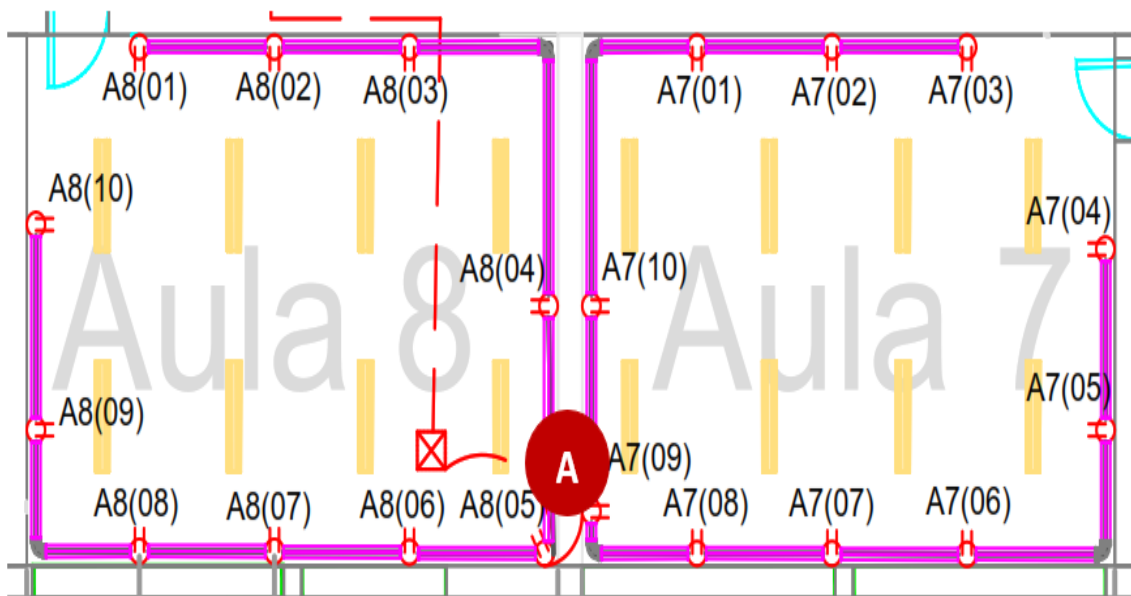


Figura 3.35 Adecuación para los circuitos de las aulas 7 y 8.

3.6 Pruebas y Análisis de Resultados

Una vez instalado el nuevo sistema eléctrico, y antes de exponer las pruebas realizadas, se considera necesario realizar una valoración del cumplimiento del sistema, por tal razón se presenta la Tabla 3.8.

Tabla 3.8 Cuadro de cumplimiento del sistema eléctrico.

Ítem	Circuito de Iluminación	Circuito de tomacorrientes	Comprobación técnica de circuitos	Instalación tablero distribución
Aula 7	✓	✓	✓	
Aula 8	✓	✓	✓	
Aula 9	✓	✓	✓	
Tablero de distribución			✓	✓

Por consiguiente, se detalla que las aulas 7, 8 y 9 cuentan con un circuito de iluminación y tomacorrientes que se encuentran funcionando de forma correcta, así también, se instaló y comprobó el nuevo tablero de distribución.

Prueba de iluminancia.

Esta prueba se realizó para constatar la iluminancia existente en las aulas de clase con el circuito de iluminación ya instalado, no obstante, es necesario indicar que esta prueba fue realizada en el horario de 3 pm de un día soleado y despejado.

Para que la prueba dé mejores resultados se usó el aula 7, ya que en la misma cuenta con persianas en sus ventanas. Para esta prueba se usó un medidor de iluminancia o Luxómetro.

En esta prueba es necesario recordar que en el caso de valores de iluminancia en aulas de clase y como muestra en la Tabla 3.2 se buscaba como mínimo 300 (lx), también es necesario recordar que, en los valores calculados de iluminancia en el programa de DIALux, y como se muestra en la Figura 3.12, se dio como resultado un valor mínimo de 400 (lx).

Por consiguiente, se usará la Figura 3.36 para indicar el punto dentro del aula donde se realizó la prueba.

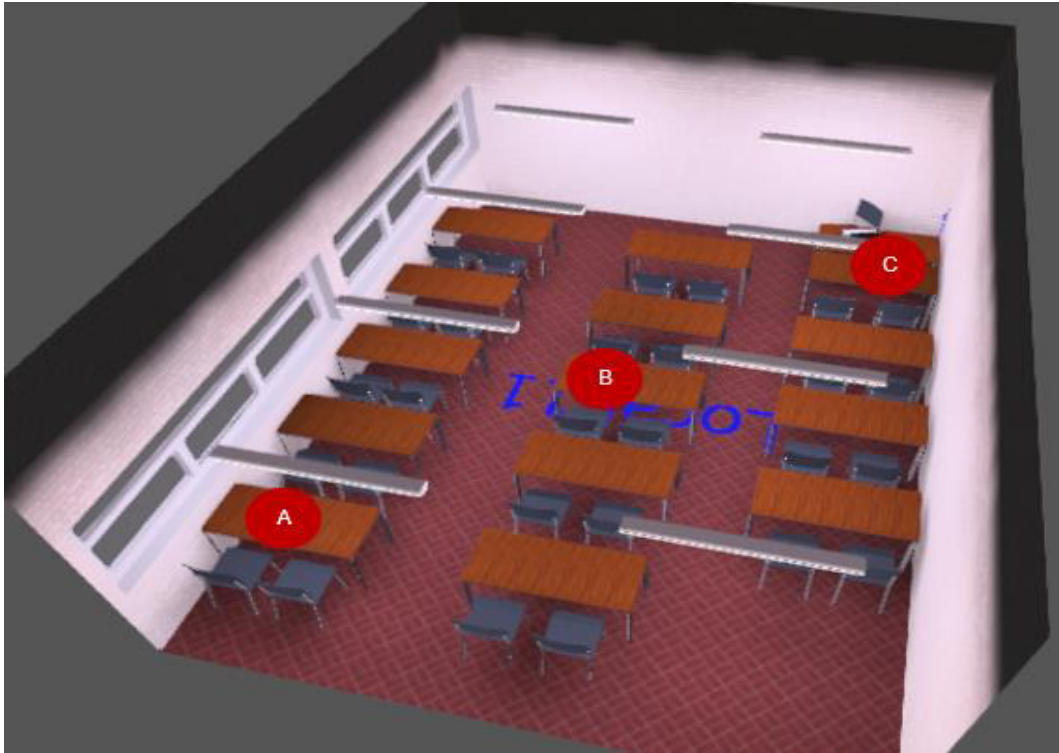


Figura 3.36 Puntos donde se realizaron las pruebas de iluminancia.

Como primer paso, y como se muestran en la Figura 3.37 y Figura 3.38, se realizó la prueba de iluminancia en el punto A y C de la luz natural sin el circuito de iluminación, esto debido a que la iluminancia de la luz natural afecta a la lectura de los demás puntos cuando se active el circuito de iluminación.



Figura 3.37 Prueba de iluminancia de luz natural en el punto A.

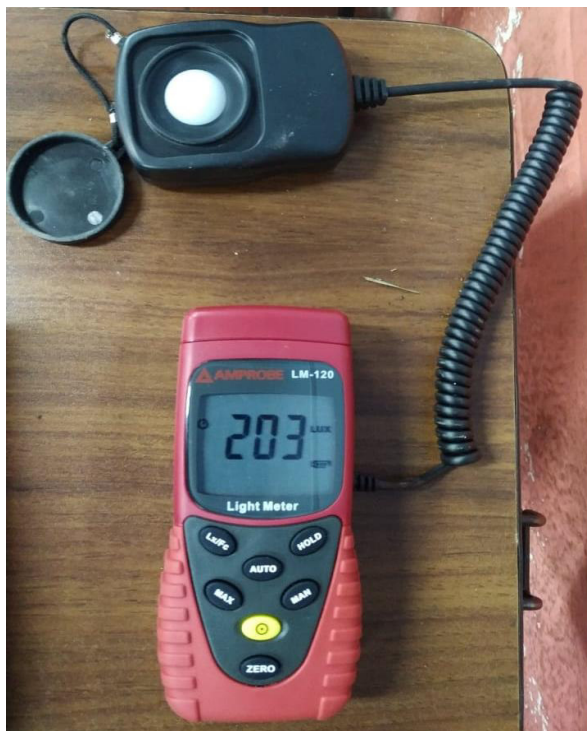


Figura 3.38 Prueba de iluminancia de luz natural en el punto C.

Posteriormente, y ya con el circuito de iluminación activo se procedió a realizar la prueba de iluminancia en cada punto de la Figura 3.36, dando como resultado la Figura 3.39, Figura 3.40 y Figura 3.41.



Figura 3.39 Prueba de iluminancia en el punto A.



Figura 3.40 Prueba de iluminancia en el punto B.



Figura 3.41 Prueba de iluminancia en el punto C.

Finalmente, se muestra en la Tabla 3.9 un cuadro comparativo de los valores en luxes de la prueba realizada.

Tabla 3.9 Valores obtenidos en prueba de iluminancia.

Descripción	Punto A	Punto B	Punto C
Valor calculado	500-600	400-500	400-500
Valor con iluminación	752	428	395
Valor con luz natural	337	-	203

En el caso del punto A, se buscaba un valor en luxes entre 500 y 600, dando como resultado un valor de 752 luxes; al ser superior al valor calculado se genera un mejor confort visual en ese punto. En el punto B se buscaba un valor en luxes entre 400 y 500, dando como resultado un valor de 428 luxes, valor que se encuentra dentro del rango calculado.

Finalmente, en el punto C se busca un valor en luxes entre 400-500, dando como resultado un valor de 395 luxes, valor muy cercano al calculado, que no influye negativamente en el confort visual en dicho punto.

Prueba de carga.

Ya que al momento de realizar esta prueba la única carga en el sistema eléctrico eran las luminarias, se procedió a calcular la corriente consumida cuando todas las luminarias se encuentran en funcionamiento. Para lo cual se usó la Ecuación 3.1; del resultado de esta se comparó con el valor real obtenido de la medición de la fase en el tablero de distribución que alimenta a los circuitos de iluminación.

Cada tubo led T8 consume 18 (W) y tomando en cuenta que en cada aula hay 8 luminarias con 2 tubos led se concluye que teóricamente los circuitos de iluminación consumen 864 (W). Adicionalmente, la alimentación de estos circuitos es de 120 (V)

$$P = I * V * \cos(\emptyset)$$

Ecuación 3.1 Formula de potencia eléctrica [7].

Donde:

- P : 864 (W) potencia
- V : 120 (V) voltaje
- cos(∅) : 0.9 factor de potencia
- I : (A) corriente

Usando la Ecuación 3.1 se obtuvo un valor de:

$$I = 8 (A)$$

Con la ayuda de un amperímetro y como muestra la Figura 3.42 se realizó la comprobación de corriente consumida en la fase que alimenta los circuitos de iluminación, esta prueba dio un valor de 7.3 (A).



Figura 3.42 Prueba de carga a circuitos de iluminación.

Es importante recordar que en el caso de los circuitos de tomacorrientes la carga reflejada en vatios dependerá del número de aparatos eléctricos-electrónicos que se conecten y del valor que consuman cada uno.

Prueba de funcionamiento.

Se realizaron pruebas de funcionamiento a cada circuito de iluminación, tomacorrientes y al tablero de distribución. Al igual que con la prueba anterior se usó un multímetro y amperímetro para determinar los valores correspondientes.

En el caso de los tomacorrientes, y como se muestra en la Tabla 3.10, se realizó la medición de voltaje en cada tomacorriente de los circuitos.

Tabla 3.10 Prueba de funcionamiento en tomacorrientes.

Descripción	Voltaje (V)
Voltaje en tomacorrientes del aula 7.	128.3
Voltaje en tomacorrientes del aula 8.	128.2
Voltaje en tomacorrientes del aula 9.	129.0

En el caso del circuito de iluminación se revisó el funcionamiento de todas las luminarias, y a su vez tomando en cuenta que el interruptor instalado es doble y cada interruptor de este controla 4 luminarias por aula, como se muestra en la Figura 3.43.

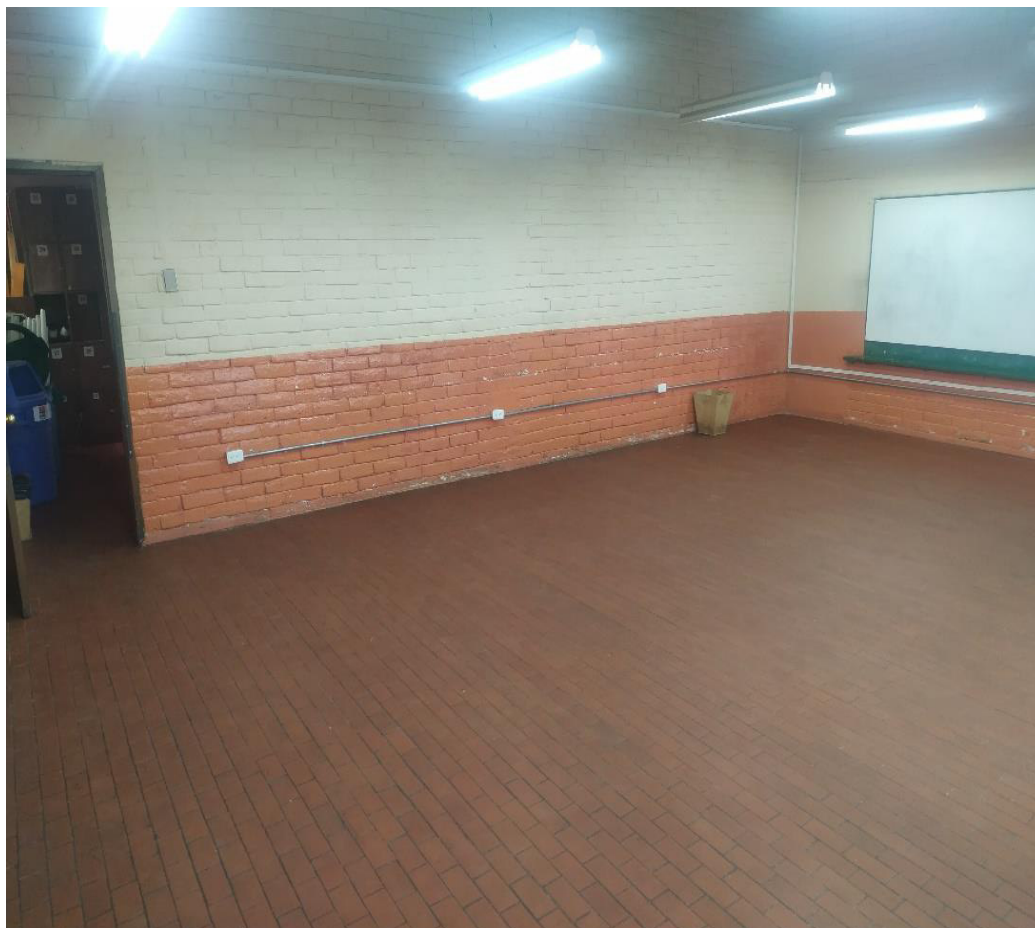


Figura 3.43 Comprobación de funcionamiento de interruptor y luminarias.

Finalmente se realizó la medición de voltajes y corrientes en el tablero de distribución, dando como resultado la Tabla 3.11.

Tabla 3.11 Pruebas de funcionamiento en tablero de distribución.

Descripción	Voltaje (V)	Corriente (A)
Voltaje en bornera A.	129.9	
Voltaje en bornera B.	125.0	
Voltaje entre borneras A y B.	218.0	
Corriente en fase de bornera A.		7.3
Corriente en fase de bornera B.		3.5

3.7 Manual de Uso y Mantenimiento

Para la exposición del manual de uso y mantenimiento del sistema eléctrico se ha realizado un video explicativo, el cual se puede encontrar siguiendo el siguiente código QR:



Figura 3.44 Video de manual de uso y mantenimiento del sistema eléctrico.

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Se realizó una inspección técnica del estado de las aulas 7, 8 y 9 de la ESFOT, en donde se determinó que contaban con un tomacorriente por aula, de los cuales solo el del aula 9 se encontraba energizado, además, de un sistema de iluminación en mal estado conformado con luminarias fluorescentes.
- Para el dimensionamiento de luminarias se usó el programa DIALux, dando como resultado una distribución de 8x2 de luminarias led tipo T8, además, se obtuvieron valores de iluminancia entre 400-700 (LUX).
- Del dimensionamiento de tomacorrientes se obtuvo un sistema de 10 tomacorrientes por cada aula, con conductores de fase, neutro y tierra alimentados con 120 (V) y cumpliendo las NEC de instalaciones eléctricas.
- Se elaboraron los planos eléctricos y de canalizaciones en el programa AutoCAD, en el cual constan la distribución eléctrica de los sistemas de iluminación y tomacorrientes para cada aula.
- Para la selección de la proforma se realizó un estudio técnico-económico, en el cual se buscaba productos de calidad y que el costo total de los mismos se encuentre dentro del presupuesto establecido en el proyecto.
- Se realizó la instalación del sistema de tomacorrientes que cuenta con un circuito cerrado de 10 tomacorrientes en tubería Conduit EMT de 3/4", dando así acceso a todos los alumnos a conectar tantos aparatos eléctricos como el sistema se lo permita.
- El sistema de iluminación está constituido por 8 luminarias que contienen cada una, 2 tubos led T8 de 120(V) y 18(W), adicionalmente, se obtuvieron valores entre 395-752 (LUX).
- Se realizó el cambio del tablero de distribución para que el sistema sea más robusto y no esté propenso a sufrir cortos circuitos, además, brinda más seguridad.
- Se revisó que los 48 tubos led funcionan adecuadamente, adicionalmente, se realizó la comprobación de voltaje y corriente en los 30 tomacorrientes y finalmente se revisó el estado y funcionamiento de los 3 interruptores instalados.
- En el tablero de distribución se realizaron mediciones de voltaje y corriente en las borneras de los termomagnéticos y en la acometida, además, de la revisión del estado de los termomagnéticos.

- Los valores obtenidos del cálculo de iluminancias determinan que se obtuvo un confort visual para alumnos y docentes durante la impartición de clases.
- Los manuales de uso y mantenimiento se realizaron con el afán de mantener en óptimas condiciones el sistema eléctrico, cumplir con estos requerimientos harán que a futuro el sistema pueda soportar el constante avance eléctrico y tecnológico.

4.2 Recomendaciones

- Al momento de realizar una inspección técnica de un sistema eléctrico, se recomienda valorar el estado de los tomacorrientes, interruptores, cajetines, conductores y luminarias, además, tomar las medidas necesarias de la infraestructura.
- Para dimensionar las luminarias en el programa DIALux es necesario tomar en cuenta la hora, estado del clima, posicionamiento de la infraestructura y cantidad de ventanas, ya que la luz natural pueda afectar a los cálculos realizados.
- Al momento de dimensionar conductores se recomienda usar las NEC de instalaciones eléctricas donde se determina el calibre y color de conductores, cantidad máxima de tomacorrientes e interruptores, entre otros.
- Los planos eléctricos y de canalizaciones han sido realizados cumpliendo con la Norma IEC 60617, por tanto, se recomienda su revisión.
- En el caso de la selección de la proforma es necesario enfatizar en productos de calidad para que su uso sea constante a lo largo del tiempo, además, y en la medida de lo posible, decantarse por la que ofrezca la mayor cantidad de productos necesarios para el proyecto.
- Se recomienda realizar un circuito de puesta a tierra redirigiendo al tablero de distribución y que proteja íntegramente a los circuitos de tomacorrientes y a los dispositivos eléctricos y electrónicos.
- El video de manual de uso y mantenimiento del sistema eléctrico se realizó para que cualquier persona con o sin conocimientos de electricidad pueda entender el funcionamiento de los circuitos de iluminación y tomacorrientes, por lo cual, se recomienda la visualización de éste.
- Se recomienda realizar una inspección técnica del estado del sistema eléctrico al menos una vez cada año, en la misma se considera importante la revisión de tomacorrientes, interruptores y estado de conductores del sistema eléctrico instalado.

5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] I. para la diversificación y ahorro de la energía (IDAE), “Guía técnica de eficiencia energética en iluminación,” *Idae*, p. 87, 2001.
- [2] Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI), “NEC Norma Ecuatoriana de la Construcción,” *Miduvi*, p. pp 1-48, 2018.
- [3] A. D. S. Unamuno, “Norma Ecuatoriana de la Construcción,” *Opt.Med S.a.*, p. 25, 2018, [Online]. Available: <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/03/NEC-SB-IE-Final.pdf>.
- [4] (Colegio de Ingenieros Eléctricos de Pichincha) CIEPI, “Código Eléctrico Ecuatoriano,” p. 379, 2012, [Online]. Available: <https://www.ecp.ec/wp-content/uploads/2017/09/CODIGOELECTRICOECUATORIANO1973.pdf>.
- [5] Comité ejecutivo de la norma ecuatoriana del Ecuador, “Norma Ecuatoriana De Construcción Nec Capítulo 15 Instalaciones Electromecánicas,” p. 173, 2013, [Online]. Available: <https://www.ecp.ec/wp-content/uploads/2017/09/NECINSTALACIONESELECTROMECHANICAS2013.pdf>.
- [6] T. Path, A. Information, F. Connection, S. Conductor, T. Connection, and C. Pair, “Iec 60617 Symbols.”
- [7] R. E. A. Acad, M. Tema, P. Q. B. P. E. Mar, and M. G. P. Julio-diciembre, “Introducción,” 2019.

ANEXOS

ANEXO 1: CERTIFICADO DE FUNCIONAMIENTO



ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

Campus Politécnico "J. Rubén Orellana R

Quito, 1 de julio de 2021

CERTIFICADO DE FUNCIONAMIENTO DE PROYECTO DE TITULACIÓN

Yo, Abraham Ismael Loja Romero, docente a tiempo completo de la Escuela Politécnica Nacional y como director de este trabajo de titulación, certifico que he constatado el correcto funcionamiento de la repotenciación del sistema eléctrico en las aulas 7, 8 y 9 de la ESFOT, el cual fue implementado por el estudiante David Parra.

El proyecto cumple con los requerimientos de diseño y parámetros necesarios para que los usuarios de la ESFOT puedan usar las instalaciones con seguridad para los equipos y las personas.

Una firma manuscrita en tinta azul que parece decir "A. Loja Romero".

DIRECTOR

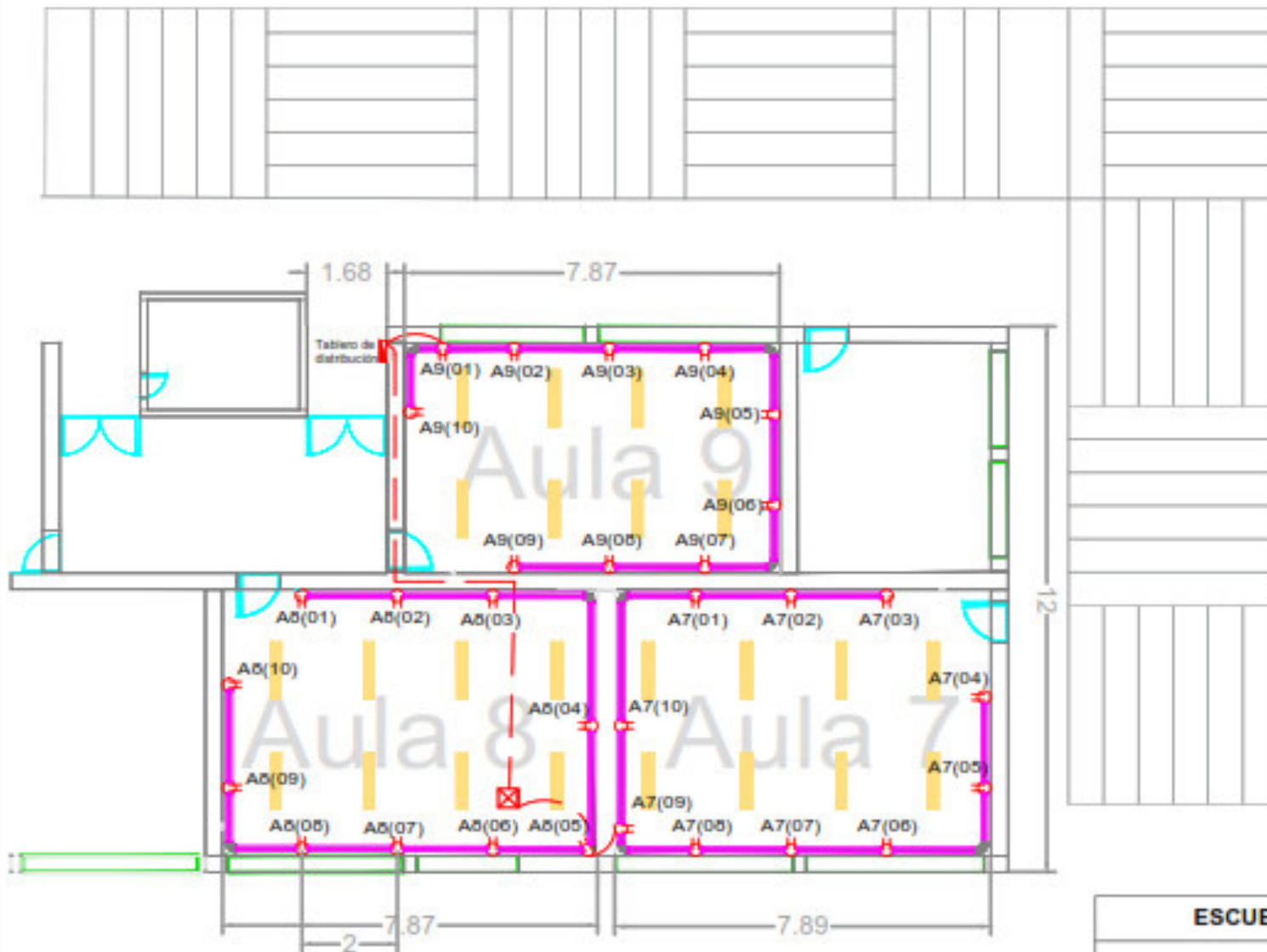
ING. Abraham Ismael Loja Romero, MSC.

Ladrón de Guevara E11-253, Escuela de Formación de Tecnólogos, Oficina 3. EXT: 2726
email: abraham.loja@epn.edu.ec

Quito-Ecuador

ANEXO 2: PLANOS ELÉCTRICOS Y DE CANALIZACIONES.

TOMACORRIENTES



DESCRIPCIÓN	GRÁFICO
TOMACORRIENTE 125V-15A	
DERIVACIÓN DE CONEXIONES	
CIRCUITO TOMACORRIENTES	
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN	
TUBO EMT 3/4" EN PARED	
CODO 90° EMT 3/4"	

NOTAS:

1. LOS CONDUCTORES PARA TOMACORRIENTES Y LUMINARIAS SERAN 12 AWG.
2. TODOS LOS TOMACORRIENTES TIENEN TRES CONDUCTORES 1 FASE, 1 NEUTRO Y 1 TIERRA.
3. LA NOMENCLATURA A#(##) CORRESPONDE AL NÚMERO DE TOMACORRIENTES DE CADA AULA.

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL - ESFOT

**PLANO ELÉCTRICO
TOMACORRIENTES**

ESCALA:

1:1

REVISADO POR:

ING. LOJA ABRAHAM

DISEÑADO POR:

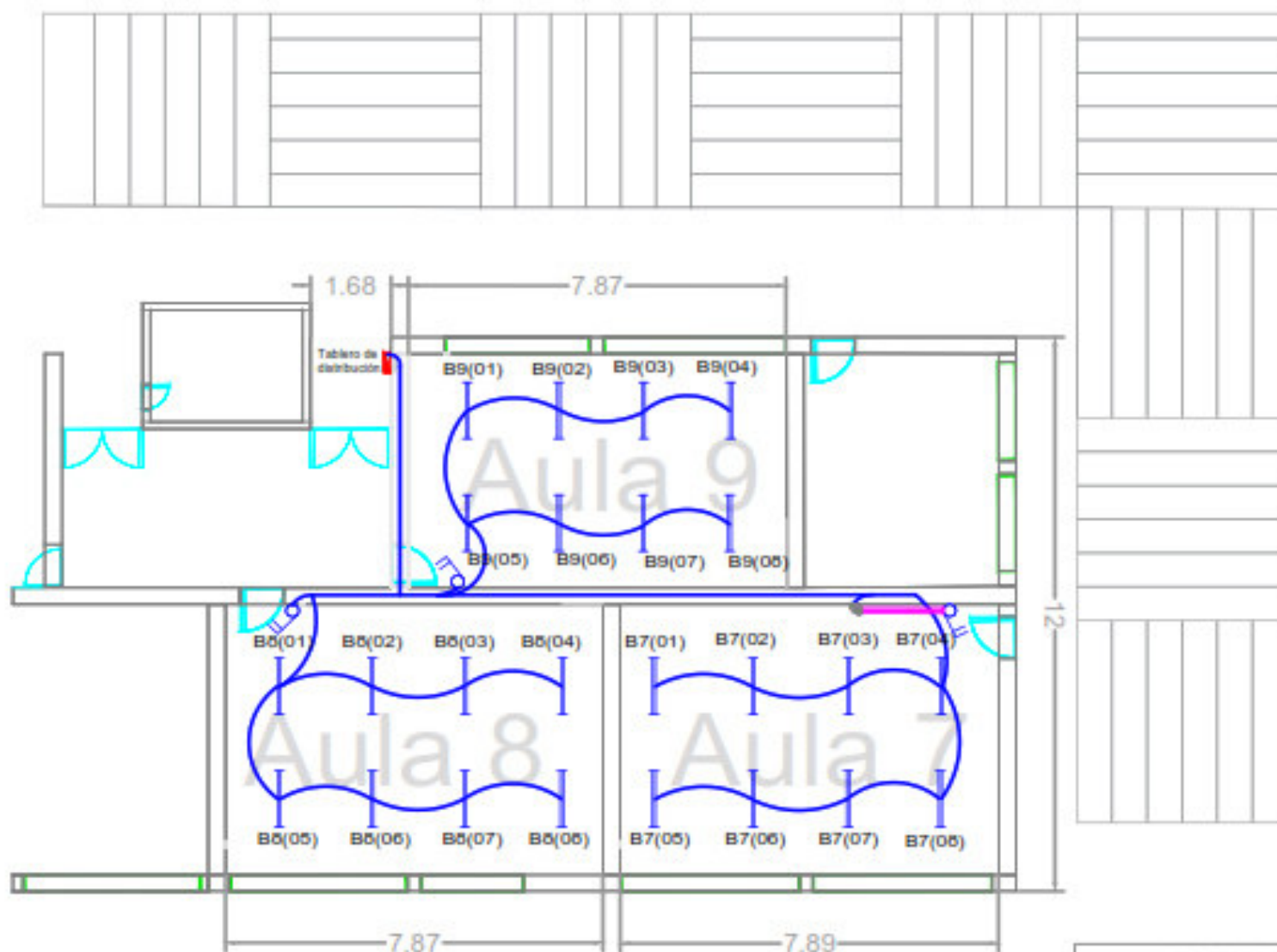
PARRA DAVID

FECHA:

15/09/2021

LÁMINA:

PET-01



ILUMINACIÓN

DESCRIPCIÓN	GRÁFICO
INTERRUPTOR 125V-15A	
ILUMINARIA DOBLE 15(W)	
CIRCUITO DE ILUMINACIÓN	
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN	
TUBO EMT 3/4" EN PARED	
CODO 90° EMT 3/4"	

NOTAS:

1. LOS CONDUCTORES PARA TOMACORRIENTES Y LUMINARIAS SERAN 12 AWG.
2. TODAS LAS LUMINARIAS TIENEN DOS CONDUCTORES 1 FASE Y 1 NEUTRO.
3. LA NOMENCLATURA B#(N) CORRESPONDE AL NÚMERO DE LUMINARIAS DE CADA AULA.

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL - ESFOT

PLANO ELÉCTRICO DE ILUMINACIÓN

ESCALA:

1:1

REVISADO POR:

ING. LOJA ABRAHAM

DISEÑADO POR:

PARRA DAVID

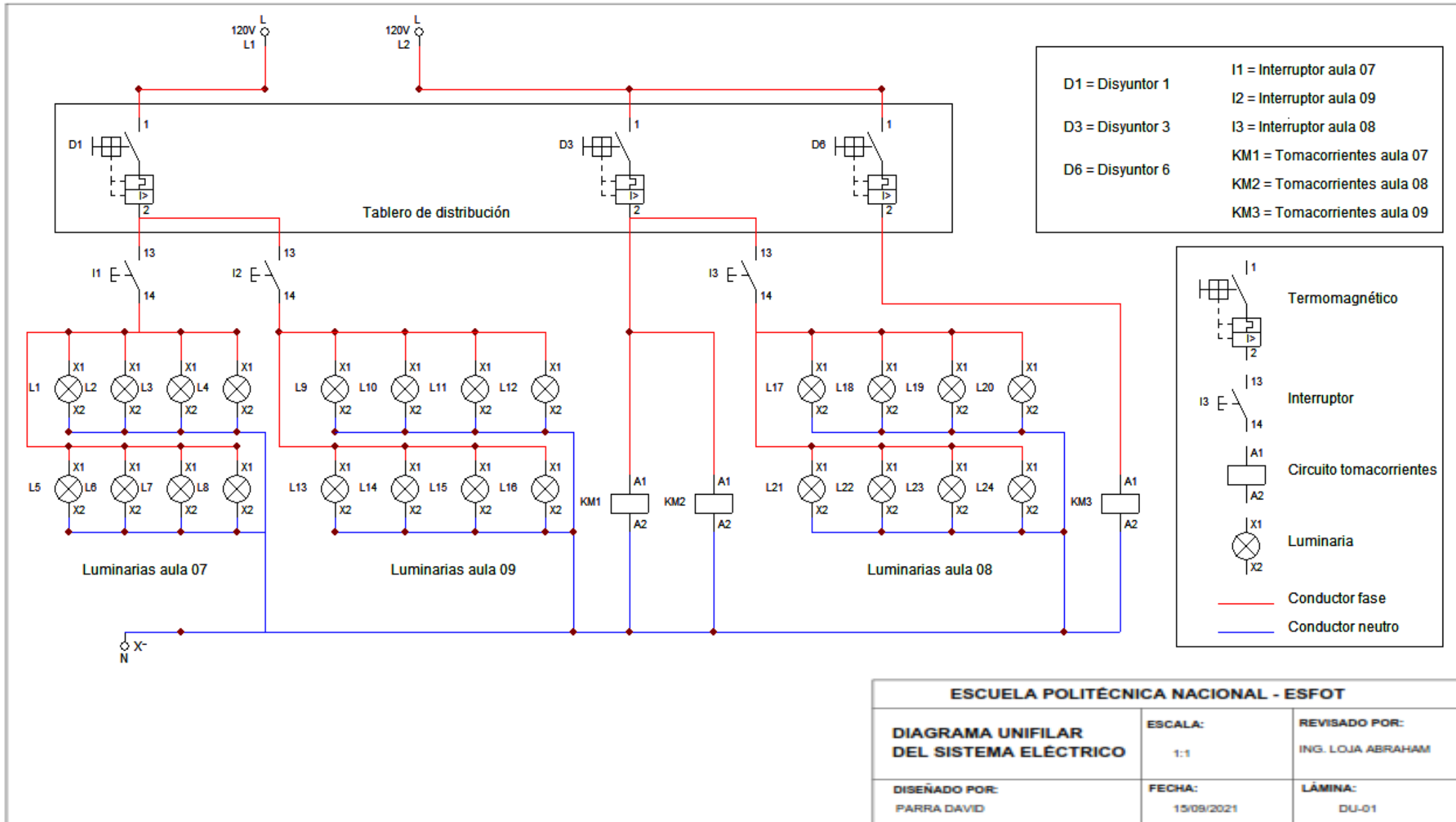
FECHA:

15/09/2021

LÁMINA:

PEI-01

ANEXO 3: DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA ELÉCTRICO.



ANEXO 4: COTIZACIÓN SELECCIONADA.

DISTRIBUIDORA COMERCIAL DENNALEC & C

Distribución de equipos de Seguridad e Higiene Industrial

Materiales y Accesorios para la Construcción



C2021008

Atendiendo su amable solicitud estamos enviando la cotización de los productos requeridos, para nosotros es un placer poner nuestra Compañía a su servicio

RUC	CLIENTE	CONTACTO	FECHA	CIUDAD		
	DAVID PARRA		11/1/2021	QUITO		
TELEFONO	DIRECCION	E-MAIL	DESCUENTO	T. PAGO		
			APLICADO	CONTADO		
ITEM	DESCRIPCION	Q	UNIDAD	TIEMPO ENTREGA	UNITARIO	VR. TOTAL
1	TUBO LED 18W	48	UNIDAD	INMEDIATA	1,7500	84,00
2	TUBO EMT 3/4"	34	UNIDAD	INMEDIATA	3,3059	112,40
3	CABLE FLEXIBLE #12	100	METROS	INMEDIATA	0,3350	33,50
4	TARIFERO SQD QOL 8F MONOF 240/120V	1	UNIDAD	INMEDIATA	33,2375	33,24
5	BREAKER 1P 32A	6	UNIDAD	INMEDIATA	5,1785	31,07
6	TOMACORRIENTE V. VIVE	32	UNIDAD	INMEDIATA	1,7768	56,86
7	CAJETIN RECTANGULAR PLASTICO	32	UNIDAD	INMEDIATA	0,5875	18,80
8	ABRAZADERA EMT 3/4"	84	UNIDAD	INMEDIATA	0,0500	4,20
<u>Tiempo de entrega:</u> INMEDIATA						
<u>Garantía:</u> -					SUBTOTAL	290,07
<u>Forma de pago:</u> EFECTIVO					I.V.A 12%	34,81
<u>Plazo de validez:</u> 8 días					I.V.A 0%	84,00
					VALOR TOTAL	408,87
<p>ATENTAMENTE</p> <p>CRISTINA FALCONES</p> <p>TEL: 0983113970</p> <p>Ventas</p> <p>DENNALEC & C</p>						