

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

IMPLEMENTACIÓN DE UN NUEVO SISTEMA DE ILUMINACIÓN Y ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA PARA EL LABORATORIO 15 DE LA ESFOT

SISTEMA DE ILUMINACIÓN ELÉCTRICA

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PRESENTADO COMO
REQUISITO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO SUPERIOR
EN ELECTROMECÁNICA**

NELSON DENIS JÁCOME LÓPEZ

DIRECTOR: CATALINA ELIZABETH ARMAS FREIRE

DMQ, Enero de 2022

CERTIFICACIONES

Yo, NELSON DENIS JACOME LOPEZ declaro que el trabajo de integración curricular 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.



NELSON JACOME

nelson.jacome@epn.edu.ec

nelsonjacome@hotmail.es

Certifico que el presente trabajo de integración curricular fue desarrollado por NELSON JACOME, bajo mi supervisión.



Catalina Elizabeth Armas Freire
DIRECTORA

elizabeth.armas@epn.edu.ec

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

A través de la presente declaración, afirmamos que el trabajo de integración curricular aquí descrito, así como el (los) producto(s) resultante(s) del mismo, son públicos y estarán a disposición de la comunidad a través del repositorio institucional de la Escuela Politécnica Nacional; sin embargo, la titularidad de los derechos patrimoniales nos corresponde a los autores que hemos contribuido en el desarrollo del presente trabajo; observando para el efecto las disposiciones establecidas por el órgano competente en propiedad intelectual, la normativa interna y demás normas.

NELSON JÁCOME

DEDICATORIA

A Dios, por bendecirme con la vida, por ser mi guía a lo largo de mi existencia.

A mis padres Nelson y Estela por su paciencia, trabajo y sacrificio en estos años, gracias a ustedes he logrado llegar a culminar esta etapa de mi vida, gracias por inculcar en mi un ejemplo de esfuerzo para seguir adelante a pesar de las adversidades.

Nelson Jácome

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la vida, una familia de valores que me han ayudado para seguir adelante en estos años de mi carrera.

A mis padres por ser mi pilar fundamental, por todo su amor, comprensión y sobre todo por siempre darme su apoyo incondicional, para llegar a culminar esta importante etapa de mi vida.

A mi hermana por acompañarme siempre, por llenarme de alegría, por los consejos brindados y darme su apoyo incondicional en todo momento.

Nelson Jácome

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIONES	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	IV
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	V
RESUMEN	VII
ABSTRACT.....	VIII
1. DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO	1
1.1 Objetivo general.....	1
1.2 Objetivos específicos	1
1.3 Alcance.....	2
1.4 Marco teórico	2
Sistema de Iluminación LED.....	2
Software DIALux.....	3
2 METODOLOGÍA	4
2.1 Estudiar los requerimientos del sistema de iluminación.	4
2.2 Realizar un estudio lumínico del área donde se implementa el sistema.....	4
2.3 Dimensionar las protecciones eléctricas.	5
2.4 Dimensionar los conductores eléctricos.....	5
2.5 Diseñar el diagrama eléctrico del sistema de iluminación.	5
2.6 Analizar el costo entre empresas que suministren material eléctrico.....	5
2.7 Adquirir las herramientas y materiales para la instalación del sistema de iluminación.....	6
2.8 Implementar el nuevo cableado.	6
2.9 Instalar las nuevas luminarias tipo LED.	6
2.10 Instalar nuevos interruptores.....	6

2.11	Realizar las pruebas de funcionamiento de las nuevas luminarias e interruptores.	6
2.12	Elaborar un manual de uso y mantenimiento.....	7
3	RESULTADOS.....	8
3.1	Requerimientos del sistema.....	8
3.2	Estudio lumínico del área donde se implementó el sistema de iluminación.....	10
3.3	Dimensionamiento de las protecciones eléctricas.....	15
3.4	Dimensionamiento de los conductores eléctricos.....	16
3.5	Diagrama eléctrico del sistema de iluminación.....	18
3.6	Análisis de costo entre empresas que suministren materiales eléctricos.....	18
3.7	Adquisición de herramientas y materiales.....	19
3.8	Implementación del nuevo cableado.....	20
3.9	Instalación de las nuevas luminarias tipo LED.....	20
3.10	Instalación nuevos interruptores.....	22
3.11	Prueba de funcionamiento.....	22
3.12	Manual de uso y mantenimiento.....	24
4	Conclusiones.....	25
5	Recomendaciones.....	26
6	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27
7	ANEXOS.....	28
	Anexo I: Reporte de Similitud Generado por Turnitin.....	28
	Anexo II. Certificado de Funcionamiento de Trabajo de Integración curricular.....	29
	Anexo III. plano con la distribución de luminarias.....	27
	Anexo IV. diagrama eléctrico del sistema de iluminación.....	28
	Anexo V. manual de uso y mantenimiento.....	29

RESUMEN

El presente proyecto contiene la repotenciación del sistema de iluminación del laboratorio 15 de la Escuela de Formación de Tecnólogos.

El documento se divide en cinco partes. En la primera parte se encuentran los objetivos planteados para este proyecto, y los temas teóricos relevantes para el desarrollo e implementación del proyecto.

En la segunda sección se contempla la metodología, la explicación del tipo de metodología usada y una síntesis de las actividades realizadas durante el desarrollo del proyecto, tomando en cuenta cada uno de los objetivos.

En la tercera parte se observan los resultados y discusión, dentro de este marco se narra de manera detallada los procesos realizados en todos y cada uno de los objetivos que se llevaron a cabo, para una correcta implementación del proyecto.

En la cuarta parte se localizan las conclusiones y recomendaciones, en donde se indica la información relevante y útil del proyecto; y, sugerencias para personas que deseen realizar el mismo proyecto, o uno similar.

En la última sección se encuentran las referencias bibliográficas que permitieron entender y aclarar conceptos para alcanzar los resultados del proyecto.

PALABRAS CLAVE: luminarias, implementación, Dialux, luxómetro.

ABSTRACT

The present project contains the repowering of the lighting system of laboratory 15 of the Escuela de Formación de Tecnólogos.

Divided into five parts, where we will find in the first part the objectives set for this project and the relevant issues for the development and implementation of the project.

The next section contemplates the methodology, reason to explain the type of methodology used, and a synthesis of the activities carried out during the implementation of this project are explained, considering each of the suggested objectives.

In the third part of this document, you can see the results and discussion, within this frame the processes carried out in each and every one of the objectives that were carried out for a correct implementation of the project are narrated in detail.

The fourth section contains the conclusions and recommendations, where opinions on the implementation of the project and suggestions for people who wish to carry out the same or a similar project are made known.

In the last section are the bibliographic references that allowed understanding concepts that were not clear and helped to have good results in carrying out the project.

KEYWORDS: luminaires, implementation, Dialux, lux meter.

1 DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO

La iluminación es importante para el acondicionamiento ergonómico en un puesto de trabajo o estudio, el ser humano cuenta con una excelente capacidad para acoplarse a diferentes calidades lumínicas, pero a pesar de esto, si se llega a producir una deficiencia de la misma, puede llegar a generar fatiga visual, reducción del rendimiento, errores y en algunas ocasiones accidentes.

El continuo desarrollo de las fuentes de iluminación que se ha visto fortalecido en estos últimos años, ha permitido hoy en día en la mayor parte de lugares con iluminación, se utilice las luminarias LED.

Una luminaria LED (Light Emitting Diode), utiliza diodos que tiene características capaces de exponer energía en forma de luz, un diodo es un elemento electrónico que da paso a la corriente eléctrica en un solo sentido, como una llave. La tecnología LED se basa en las propiedades fotoluminiscentes de los semiconductores, los cuales al tener un paso de corriente provocan energía luminosa en una onda de longitud determinada.

Este proyecto tiene como fin mejorar la iluminación del Laboratorio 15 de la Escuela de Formación de Tecnólogos (ESFOT), evitando que las luminarias obsoletas con tecnología poco eficiente, utilizadas hasta antes de la aplicación del proyecto sigan afectando la salud visual de los estudiantes y docentes que hacen uso del laboratorio, implementando luminarias con una tecnología moderna y eficiente.

Antes de la implementación del proyecto con luminaria led cabe recalcar que surgen una serie de preguntas importantes que van desde cuantos grados de luminosidad deben tener los leds, de que compañía conviene comprarlos y conocer que tipo de mantenimiento será el adecuado para las luminarias led que se coloquen, al ser el proyecto implementado en un laboratorio es importante colocar luminarias tipo led.

1.1 Objetivo general

Implementar un sistema de iluminación para el laboratorio 15 de la Escuela de Formación de Tecnólogos.

1.2 Objetivos específicos

1. OE1 Estudiar los requerimientos del sistema de iluminación.

2. OE2 Realizar un estudio lumínico del área donde se implementará el sistema.
3. OE3 Dimensionar las protecciones eléctricas.
4. OE4 Dimensionar los conductores eléctricos.
5. OE5 Diseñar el diagrama eléctrico del sistema de iluminación.
6. OE6 Analizar el costo entre empresas que suministren material eléctrico.
7. OE7 Adquirir las herramientas y materiales para la instalación del sistema de iluminación.
8. OE8 Implementar el nuevo cableado.
9. OE9 Instalar las nuevas luminarias tipo LED.
10. OE10 Instalar nuevos interruptores.
11. OE11 Realizar las pruebas de funcionamiento de las nuevas luminarias e interruptores.
12. OE12 Elaborar un manual de uso y mantenimiento.

1.3 Alcance

El presente proyecto de implementación de un sistema de iluminación para el laboratorio 15 de la Escuela de Formación de Tecnólogos, tiene como fin implementar luminarias tipo LED con un nivel de luminancia mínimo de 500 luxes. Las luminarias se controlan manualmente y cuentan con las protecciones eléctricas adecuadas, para brindar seguridad a los usuarios que utilicen las instalaciones donde se implementó el proyecto.

1.4 Marco teórico

Sistema de Iluminación LED

Un sistema de iluminación LED necesita de un estudio detallado, puesto que la temperatura de los dispositivos emisores de luz puede afectar su rendimiento luminoso, es por esto que el control que abastezca de fuerza eléctrica está libre de excesos de corriente al LED.

En la Figura 1.1 se observa el circuito electrónico que se necesita regular para que la corriente excite la emisión de la luz LED. [1]

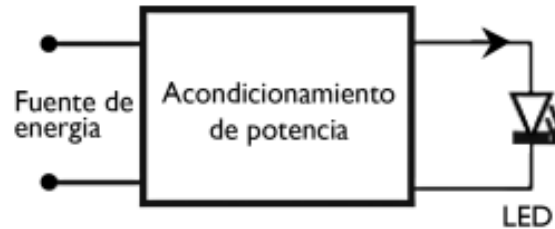


Figura 1.1 Circuito electrónico de un sistema de iluminación LED [1]

Software DIALux

Es un software que sirve como apoyo para obtener los niveles de iluminancia de un lugar determinado, posee algunas ventajas que se enlistan a continuación:

Ventajas

- Permite modelar un edificio entero, sin tener en cuenta el número de plantas.
- Crear materiales y texturas.
- Permite realizar cálculos lumínicos, tanto en interiores como en exteriores.
- Es sencillo de usar y no presenta inconvenientes al realizar proyectos en 2D y 3D.

[2]

2 METODOLOGÍA

La metodología utilizada a lo largo de la implementación de este proyecto, tiene un enfoque cuantitativo, porque se realizó un estudio de las necesidades y problemas del sistema de iluminación del laboratorio 15 de la ESFOT. Se realizaron también estudios descriptivos y exploratorios en la recopilación de datos del sistema lumínico del laboratorio, realizando mediciones técnicas del sistema. Otra metodología utilizada es la aplicada, la cual permite que los conocimientos obtenidos a lo largo de la carrera sean aplicados para solucionar inconvenientes.

2.1 Estudiar los requerimientos del sistema de iluminación.

Mediante la inspección visual se recopiló la información necesaria para determinar el estado del laboratorio, antes de la implementación del proyecto. Esta información permitió conocer la ubicación de las lámparas, estado del cableado y equipamiento del laboratorio.

Posteriormente, con la ayuda de un flexómetro, se realizaron las mediciones en cada una de las áreas del laboratorio, estas mediciones dieron como resultado las siguientes longitudes:

- Ancho y largo del laboratorio.
- Distancia entre el suelo y el techo.
- Ubicación de las luminarias.

Seguidamente con un multímetro se procedió a medir el voltaje de alimentación en las luminarias presentes en el laboratorio.

Finalmente, se ubicó el tablero de alimentación para conocer con cuantos circuitos cuentan y que elementos están conectados a cada circuito.

2.2 Realizar un estudio lumínico del área donde se implementa el sistema.

Para el estudio lumínico del laboratorio, se realizó la medición de los luxes presentes en dicha área mediante la utilización de un luxómetro, además se utilizó el software

computacional Dialux, el cual permite conocer el número y tipo de luminarias necesarias para que el nivel de iluminación sea el óptimo en el laboratorio.

Se realizó un modelado del laboratorio mediante la utilización del software AutoCAD, en donde se detallarán los elementos presentes en el laboratorio como son luminarias, escritorios y silla.

Por último, se tomó en cuenta la ubicación y la orientación del laboratorio 15 para conocer la incidencia del sol sobre la misma.

2.3 Dimensionar las protecciones eléctricas.

Las protecciones eléctricas utilizadas fueron dimensionadas utilizando las medidas de voltaje, potencia y número de luminarias que se obtuvieron mediante el estudio del sistema de iluminación del laboratorio 15 y empleando las fórmulas respectivas para los cálculos.

2.4 Dimensionar los conductores eléctricos.

Para el dimensionamiento de los conductores eléctricos, se utilizaron la potencia y voltaje que se obtuvieron al realizar las respectivas mediciones con el multímetro en el área de implementación del proyecto, teniendo en cuenta la norma establecida en la Norma Eléctrica Ecuatoriana (NEC).

2.5 Diseñar el diagrama eléctrico del sistema de iluminación.

Para la realización del diseño del diagrama eléctrico del sistema de iluminación se usó el software AutoCAD, para realizar el diagrama unifilar, que detalla características del sistema de conexión eléctrica y elementos presentes en el laboratorio.

2.6 Analizar el costo entre empresas que suministren material eléctrico.

Se buscaron proveedores que dispongan de los materiales necesarios para la implementación del sistema de iluminación LED, se seleccionaron dos empresas, teniendo en cuenta que dispongan de todos los materiales necesarios. Se escogió la mejor opción tomando en cuenta la economía y calidad, seleccionando la más eficiente para realizar la compra de los productos.

2.7 Adquirir las herramientas y materiales para la instalación del sistema de iluminación.

Las herramientas utilizadas para la instalación del sistema de iluminación fueron adquiridas a lo largo del estudio de la carrera, y los materiales utilizados se adquirieron a la mejor opción dentro del mercado.

2.8 Implementar el nuevo cableado.

La implementación del nuevo cableado se realizó en lugares específicos que presentan: anomalías, cortes y empalmes muy seguidos cumpliendo con la normativa INEN tanto de diámetro y colores, los empalmes realizados es el de derivación final para que soporte la mayor fuerza posible.

2.9 Instalar las nuevas luminarias tipo LED.

Para la instalación de las nuevas luminarias LED, es importante utilizar el equipo de protección personal. A continuación, se suspendió el sistema de energía de las luminarias, se desmontó las lámparas del techo falso con el propósito de retirar los balastos y adaptar las conexiones para la instalación de una luminaria LED, así mismo se realizó el mantenimiento de las estructuras metálicas de las luminarias, mediante la utilización de tiñer para que tengan una mejor estética. Cabe mencionar que el proceso mencionado anteriormente, fue realizado en las 12 luminarias existentes en el laboratorio.

2.10 Instalar nuevos interruptores.

El sistema cuenta con un único interruptor doble ubicado al ingreso de laboratorio, dicho interruptor es reemplazado. Previamente identificando el funcionamiento del interruptor e identificando las líneas.

2.11 Realizar las pruebas de funcionamiento de las nuevas luminarias e interruptores.

Para la realización de las pruebas de funcionamiento se comparó los niveles de luminancia, iniciales y los niveles de luminancia finales obtenidos como resultado del software Dialux.

Los resultados permitieron comprobar que el sistema de iluminación cumple con la cantidad de luminancia mínima en cada una de las áreas.

2.12 Elaborar un manual de uso y mantenimiento.

El manual de uso y mantenimiento del sistema de iluminación eléctrico, fue realizado de acuerdo a los tipos de mantenimiento que existen y se aplican en un sistema de iluminación, además, incluye los pasos a seguir para dar un correcto uso y mantenimiento del sistema, y los equipos de protección personal que se deben utilizar para realizar el mantenimiento.

3 RESULTADOS

3.1 Requerimientos del sistema.

En el levantamiento de información del sistema eléctrico del laboratorio se inspeccionaron los siguientes aspectos: cableado, luminarias e interruptores, con el propósito de conocer las condiciones iniciales del sistema (Figura 3.1).

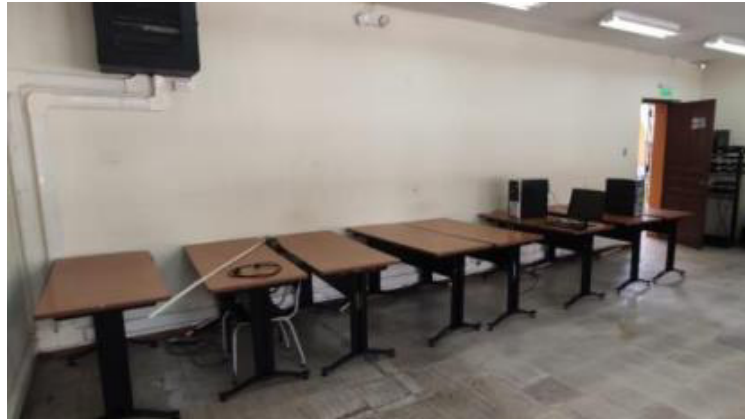


Figura 3.1. Estado del laboratorio 15 antes de la implementación del proyecto.

Además, se identificó el punto de acometida del sistema de iluminación, que se utilizó para desenergizar el sistema y trabajar con seguridad.

Se inspeccionó la parte superior del techo para observar, de qué manera se sostenían las lámparas, por lo que no se observaba a simple vista como estaban sujetas las mismas; se observó que se sujetaban mediante alambres en una viga de madera ubicada en la parte superior del techo, debido a que el techo falso es delgado y no resiste el peso de las mismas (Figura 3.2).



Figura 3.2. Parte superior del techo.

Se tomaron medidas de las dimensiones del laboratorio para realizar el análisis de la cantidad lumínica que se va a implementar, siendo así, que las dimensiones del laboratorio 15 son: 9 (m) x 6.38 (m) ancho y largo, respectivamente; la distancia entre lámpara y lámpara de forma horizontal es de 0.93 (m) y la distancia entre lámpara y lámpara de forma vertical es 1.5 (m) (Figura 3.3).



Figura 3.3. Estado del laboratorio 15 antes de la implementación del proyecto.

Con las medidas se procedió a elaborar un plano en el software AutoCAD (Figura 3.4), en el que se observa la distribución de las luminarias y los escritorios.

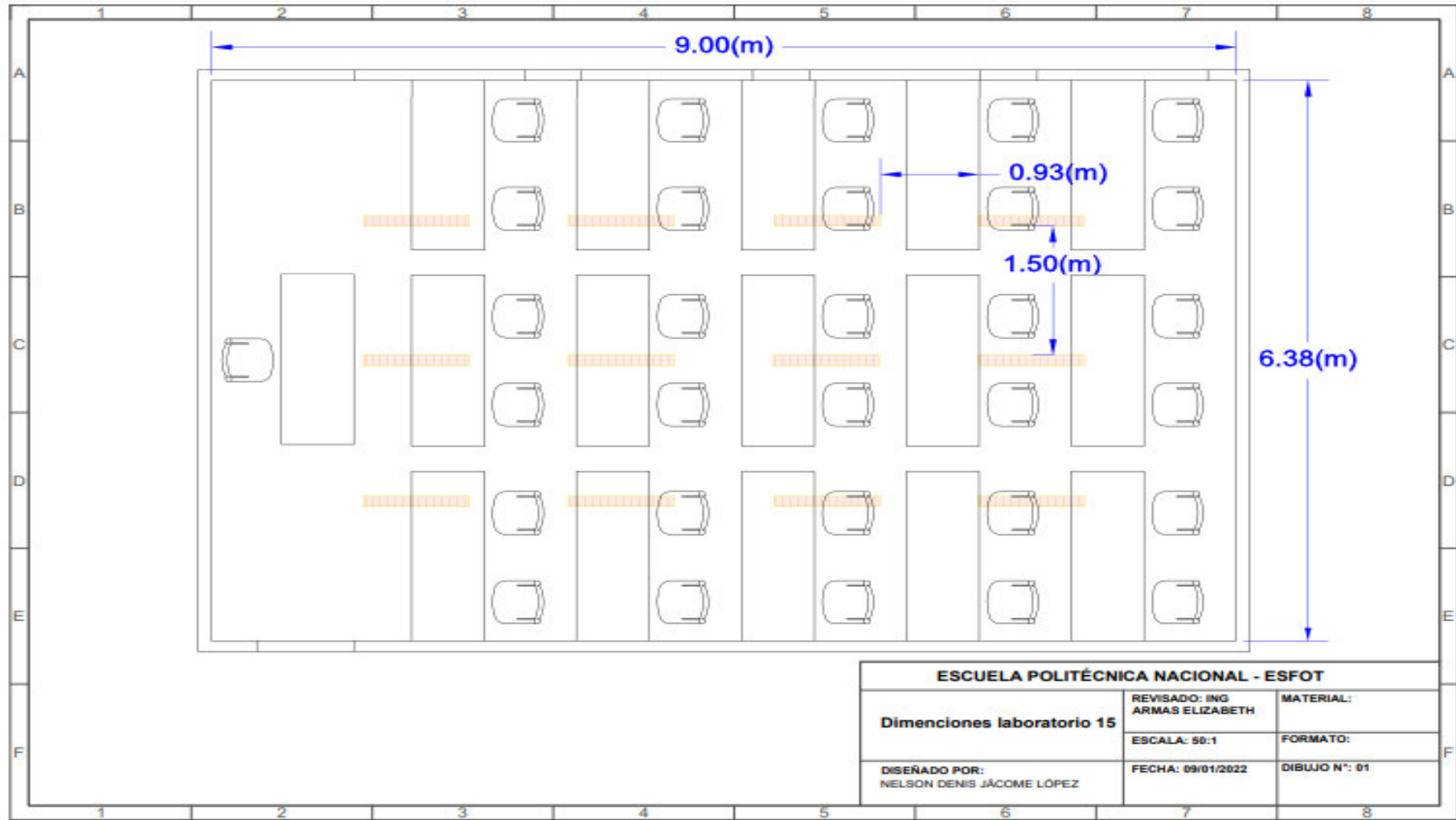


Figura 3.4. Dimensiones del laboratorio 15 realizadas en AutoCAD

El laboratorio 15 de la Escuela de Formación de Tecnólogos cuenta con 12 lámparas, 15 escritorios con 2 ordenadores por cada uno, dando un total de 30 ordenadores.

En la Tabla 3.1 se muestra el estado de las lámparas antes de la implementación del sistema.

Tabla 3.1. Estado de las luminarias.

Luminaria	Voltaje (V)	Valores para eje directo
L1	124.2	BUENO
L2	124.5	REGULAR
L3	124.3	MALO
L4	123.9	BUENO
L5	125.0	BUENO
L6	124.6	REGULAR
L7	123.5	BUENO
L8	125.2	BUENO
L9	124.7	BUENO
L10	126.3	MALO
L11	126.9	BUENO
L12	125.9	BUENO

3.2 Estudio lumínico del área donde se implementó el sistema de iluminación.

Para el estudio de la luminancia en el laboratorio, es necesario conocer los niveles de iluminación mínimos de acuerdo con el artículo 11 de la primera parte del capítulo 15 de la NEC, misma que con el Artículo 56 del Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente del IESS señalan que, los parámetros de iluminación en ambientes educativos son los que se presentan en la **Tabla 3.2.** [3]

Tabla 3.2. Niveles de luminancia mínima.

Área	Luminancia mínima
Laboratorio	300(lx)

Se utilizó el luxómetro para medir la cantidad de luxes en el laboratorio, estas mediciones se realizaron con las siguientes consideraciones:

- En el laboratorio la medición se realizó a 0.90 (m) del suelo como altura de trabajo (altura de los escritorios).
- Las mediciones se realizaron dividiendo el aula en rejillas de 1.80 (m) x 1.60 (m) (Figura 3.5).

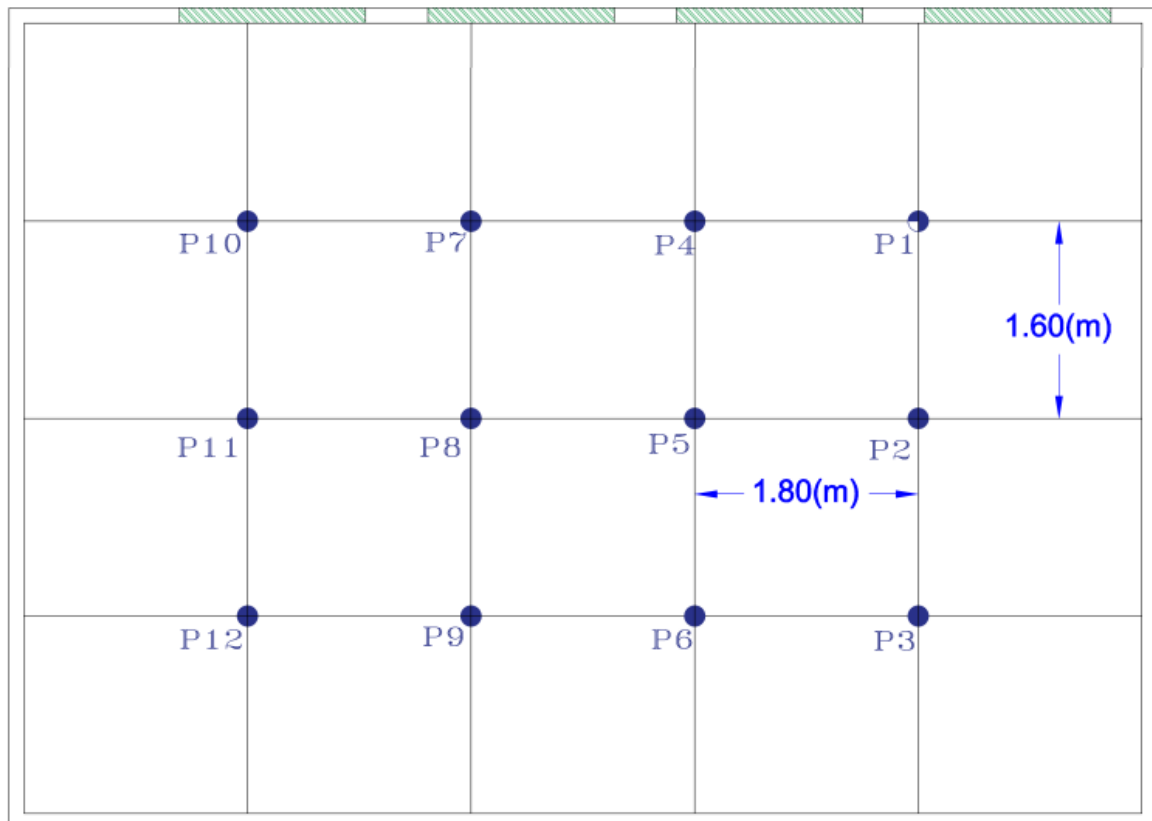


Figura 3.5. División para la medición del nivel de iluminación.

En la Tabla 3.3 se muestra la cantidad de luxes tomadas en diferentes puntos del laboratorio.

Tabla 3.3. Cantidad de luxes tomadas en diferentes puntos del laboratorio.

Puntos	Cantidad de Luxes (lx)
P1	320.4
P2	260.0
P3	249.0
P4	315.6
P5	253.0
P6	248.6
P7	319.8
P8	260.2
P9	250.0
P10	322.0
P11	251.2
P12	252.3

Además, se identificó el subtablero de alimentación del laboratorio 15, ubicado en el pasillo (Figura 3.6).



Figura 3.6. Subtablero de alimentación del laboratorio 15.

Se procedió a ubicar geográficamente el laboratorio 15 de la ESFOT, determinando su latitud: -0.21 y longitud: -78.49. Mediante el uso del software AutoCAD y una imagen de la ubicación del laboratorio que se obtuvo de Google Maps, se conocieron los grados de inclinación con respecto al norte (Figura 3.7).



Figura 3.7. Orientación hacia el norte del laboratorio 15 de la ESFOT.

Se analizó en el software computacional “Dialux”, el cual permite considerar los aspectos que afectan al diseño de un sistema de iluminación.

Se realizó un plano en el software AutoCAD del laboratorio 15, para el modelado se utilizó las medidas tomadas: alturas de las paredes 3.15(m), ubicación de las ventanas, características y elementos del laboratorio. El plano realizado en el Software AutoCAD se muestra en el Anexo II.

Mediante la inspección visual realizada se constató que el laboratorio 15, cuenta con 4 ventanas, que admiten la entrada de la luz natural del sol, aportando iluminación durante los horarios de uso del laboratorio, tomando en cuenta la hora del día con menos incidencia de luz solar (Figura 3.8).

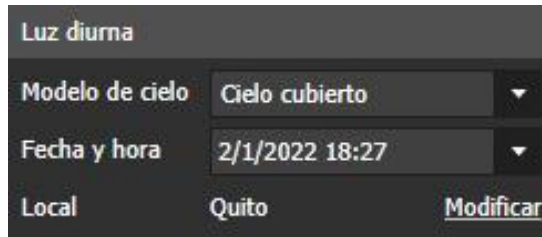


Figura 3.8. Escena de luz agregada en el software Dialux.

La orientación del lugar donde se encuentra ubicado el laboratorio 15 (Figura 3.9).

Los datos mencionados fueron agregados de acuerdo con los datos obtenidos de longitud y latitud.



Figura 3.9. Orientación de la ubicación del laboratorio 15 ingresada en el software Dialux.

Una vez agregada la escena de luz natural en el software Dialux, se agregó la luz artificial, que son luminarias tipo LED, las lámparas agregadas al modelado son de la compañía SYLVANIA, una marca que se encuentra en el mercado internacional.

Se debe tener en cuenta que el techo del laboratorio 15 es un techo falso, las lámparas se encuentran sujetas por alambres que están arriba del techo falso y están amarrados a vigas de madera, es por esto que el análisis se realizó con la colocación actual (Figura 3.10).

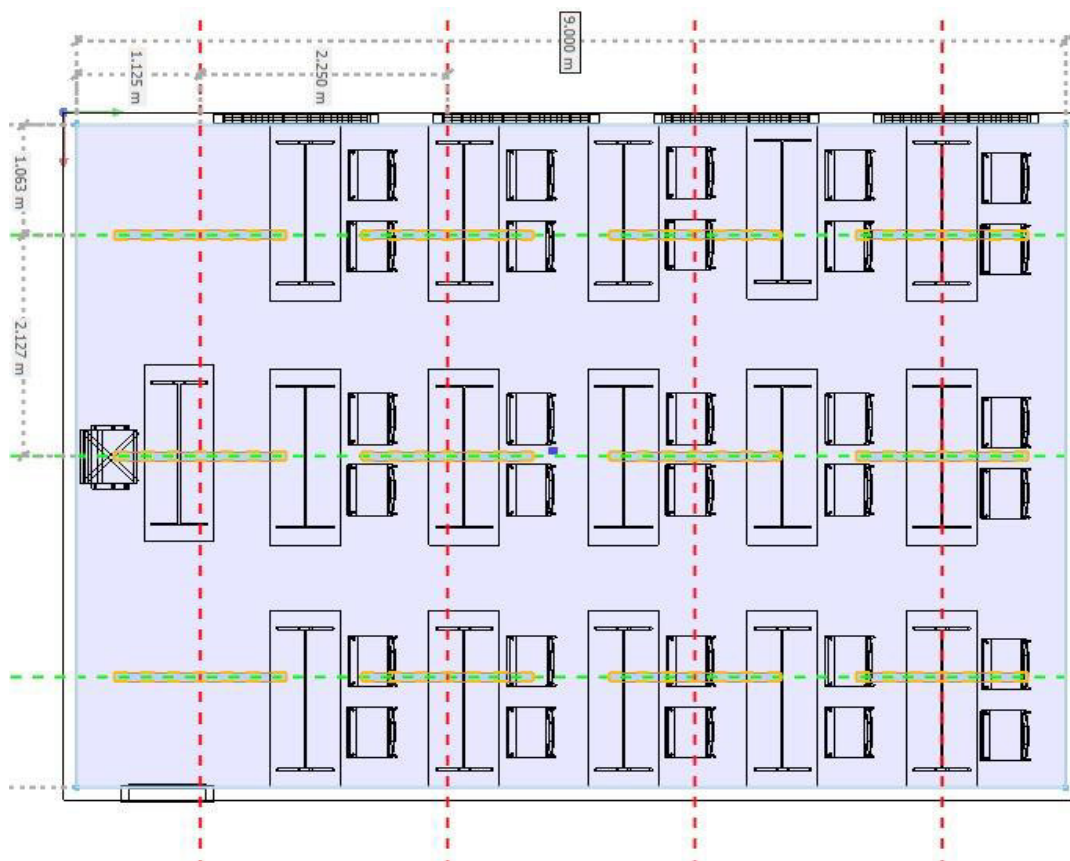


Figura 3.10. Ubicación de las luminarias en Dialux.

En la Tabla 3.4 se muestra el nivel de iluminación media calculada con el software Dialux.

Tabla 3.4. Nivel de iluminación media calculada con Dialux.

Área	Nivel de iluminación media (lx)
Laboratorio 15 ESFOT	345

3.3 Dimensionamiento de las protecciones eléctricas

En la Tabla 3.5., se muestra medidas de voltaje, potencia y número de luminarias obtenidas en el estudio de requerimientos del sistema de iluminación.

Tabla 3.5. Mediciones del voltaje y potencia para el dimensionamiento de las protecciones eléctricas.

Parámetro	Medida
Voltaje	116 (V)
Potencia	18 W)
Número de luminarias	24 UNIDADES

$$I = \frac{P}{V} \times N$$

Ecuación 3.1. Ley de Ohm

Donde:

P : Potencia 18 (W)

V : Voltaje 116 (V)

N : Luminarias 24

I : Corriente

De la ecuación 3.1 se obtiene:

$$I_t = 3.72 \text{ (A)}$$

Una vez calculada la protección eléctrica se obtuvo una corriente de 5 (A), pero se conservó el un disyuntor de 16 (A), porque controla otros circuitos.

3.4 Dimensionamiento de los conductores eléctricos.

Para los cálculos de los conductores eléctricos se utilizaron la potencia y el voltaje, los datos se mostraron en la sección 3.1.

En la Tabla 3.6 se muestran las medidas.

Tabla 3.6. Mediciones del voltaje y potencia para el dimensionamiento de los conductores eléctricos.

Parámetro	Medida
Voltaje	116 (V)
Potencia	18 (W)
Número de luminarias	24 UNIDADES

$$I = \frac{P}{V} \times N$$

Ecuación 3.2. Ley de Ohm

Donde:

P : Potencia 18 (W)

V : Voltaje 116 (V)

N : Luminarias 24

I : Corriente

De la ecuación 3.2 se obtiene:

$$I = 3.72 \text{ (A)}$$

Se dimensionó un cable número 14 AWG debido a que este se multiplica por un factor de 1.25 por las sobrecargas que ocurran en el sistema, la NEC 2017 recomienda el 125% al ser carga continua, también para conservar el cable original. [4]

$$I = 4.65 \text{ (A)}$$

Tabla 3.7. Medidas de calibres [5]

Calibre del cable (AWG)	60°	75°	90°
14	15 (A)	15 (A)	15 (A)
12	20 (A)	20 (A)	20 (A)
10	30 (A)	30 (A)	30 (A)
8	40 (A)	50 (A)	55 (A)
6	55 (A)	65 (A)	75 (A)

Se seleccionó el cable 14(AWG) debido que ya existía, y gran parte estaba en buenas condiciones

3.5 Diagrama eléctrico del sistema de iluminación.

El diseño del diagrama eléctrico del sistema de iluminación, se realizó en el software AutoCAD, un modelado de la ubicación de las luminarias tipo LED, cantidad de ventanas presentes en el laboratorio y escritorios que se encuentran en el laboratorio 15.

Con el diagrama eléctrico, se identificó como está la conexión del cableado, es decir, de donde parte y los puntos de conexión. Además, muestra el control del sistema, evidentemente el plano del sistema se lo puede observar en el Anexo IV.

3.6 Análisis de costo entre empresas que suministren materiales eléctricos.

Las luminarias tipo LED que se utilizaron para la implementación del proyecto cuentan con 1600 lúmenes, es por esto que se identificaron los proveedores que disponían del producto.

Por consiguiente, se obtuvieron dos cotizaciones, de la cuales se seleccionó la mejor teniendo en cuenta la economía, a continuación las dos cotizaciones más relevantes se muestran en las tablas Tabla 3.8 y Tabla 3.9.

Tabla 3.8. Cotización Simotic

Artículo	Cantidad	Precios
Interruptor doble 6 (A) 120-250 (V)	1	\$1.82
Tubo LED T8 18 (W)	24	\$43.59
Cinta taipe	10	\$ 3.69
Cable THHN 12 AWG	50 (m)	\$26.95
Costo total		\$76.05

Tabla 3.9. Cotización Ferretería Freviuno

Artículo	Cantidad	Precios
Interruptor doble veto)	1	\$2.10
Tubo LED T8 18 (W)	24	\$110.18
Cinta taipe	10	\$ 1.50
Cable THHN 12 AWG	50 (m)	\$51.35
Costo total		\$76.05

3.7 Adquisición de herramientas y materiales.

Las herramientas utilizadas fueron:

- Multímetro
- Equipo de protección personal.
- Destornilladores
- Lijas
- Estilete
- Linterna

Mientras que los materiales utilizados en el sistema de iluminación fueron comprados al proveedor.

3.8 Implementación del nuevo cableado

Se desconectó el disyuntor, se identificaron los cables que se encontraban en mal estado, pelados (sin recubrimiento) y los que estaban con empalmes seguidos, respetando la norma INEN se procedió con la sustitución del cableado obsoleto (Figura 3.11).

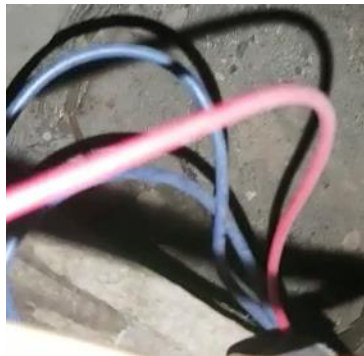


Figura 3.11 Cableado

3.9 Instalación de las nuevas luminarias tipo LED.

Para la implementación del sistema de iluminación se colocó el equipó de protección personal para evitar accidentes, se suspendió el sistema de energía de las luminarias, se retiraron los tubos fluorescentes y se sustrajeron las estructuras metálicas de las lámparas. Este proceso consistió en cortar los alambres de sujeción desde la parte inferior para observar las conexiones de las lámparas, desconectarlas y retirarlas. El proceso mencionado se lo realizó en las 12 luminarias del laboratorio (Figura 3.11).



Figura 2.11. Luminaria con fluorescente.

Una vez retiradas todas las lámparas, se retiraron los balastos, se cortaron los cables amarillos debido a que eran innecesarios para el nuevo sistema y podían ocasionar alguna falla (Figura 3.12).



Figura 3.12. Balastos retirados de las lámparas.

Se dejaron a la vista 4 cables, 2 azules y 2 rojos para los dos tubos LED, los cuales fueron conectados de la siguiente manera: azul con un rojo para un lado de la luminaria, mientras que los cables restantes para la otra luminaria, creando así una fase y un neutro en la luminaria. Una vez realizado este procedimiento en las 12 luminarias, se procedió a dar mantenimiento a las estructuras metálicas.

Al colocar las luminarias LED fue necesario subir a la parte superior del techo falso, una vez aquí se colocaron los nuevos alambres que sujetan a las luminarias, y se instalaron los tubos led. (Figura 3.13).



Figura 3.13. Colocación de las luminarias LED.

3.10 Instalación nuevos interruptores.

El interruptor original era doble conectado a una fase y dos neutros, para contralar los dos bloques de luminarias, dividiéndolo en 6 luminarias de la parte delantera para un neutro y 6 de la parte posterior para el neutro restante (Figura 3.13).



Figura 3.13 Interruptor obsoleto

3.11 Prueba de funcionamiento.

A continuación, se muestran las pruebas de funcionamiento y resultados para las luminarias e interruptores.

Medición de la luminancia

Las pruebas realizadas determinan el valor medio de luminancia obtenido en el laboratorio 15 de la Escuela de Formación de Tecnólogos, cumple con los valores mostrados en la Tabla 3.2.

El proceso utilizado para la realización de esta prueba fue el utilizado en el punto 3.2., que consiste en medir con el luxómetro en las intersecciones de las rejillas de 1.60(m) x 1.80(m) en cada área, esta medición se la realizó a 0.90 (m) del suelo en el laboratorio.

Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 3.10., donde se compara los valores de luminancia actuales con los valores iniciales para conocer si cumplen con los valores de la Tabla 3.2.

Tabla 3.10. Comparación de los niveles de iluminación.

Puntos	Cantidad inicial de luxes	Cantidad actual de luxes	Cumple con el valor mínimo
P1	320.4	590.0	SI
P2	260.0	568.0	SI
P3	249.0	550.0	SI
P4	315.6	550	SI
P5	253.0	608	SI
P6	248.6	558	SI
P7	319.8	600	SI
P8	260.2	591	SI
P9	250.0	574	SI
P10	322.0	542	SI
P11	251.2	583	SI
P12	252.3	570	SI

De acuerdo con la Tabla 3.10. se evidencia que se incrementaron los luxes a los valores establecidos con la norma.

Prueba del funcionamiento del interruptor

Tabla 3.11. Prueba de funcionamiento del interruptor

Interruptor	Funcionamiento correcto
Interruptor superior	Si
Interruptor inferior	Si

De acuerdo con la Tabla 3.11. se evidencia que el interruptor doble cumple con su funcionamiento.

3.12 Manual de uso y mantenimiento.

El manual de uso y mantenimiento técnico del sistema de iluminación se encuentra detallado en el Anexo V, contiene información importante para poder dar un correcto mantenimiento a las luminarias cada cierto tiempo, además, detalla el equipo de protección personal que se debe usar para realizar el mantenimiento, además se detalla el funcionamiento del sistema Figura 3.14.



Figura 3.14. Código QR con el funcionamiento del sistema

4 CONCLUSIONES

- El sistema de iluminación inicial se hallaba con algunas anomalías: 4 de los 24 tubos LED se encontraban en mal estado, cables sin su cubierta, luminarias sucias, techo falso muy delgado.
- Se utilizó el disyuntor de 16 (A) debido a que controla otros circuitos.
- El calibre del cable utilizado es de 14 AWG
- Al realizar el sistema de iluminación en el software Dialux, se colocó una luminaria parecida a la colocada físicamente, pero no con todas las características iguales debido a esto los valores medios de iluminación obtenidos son inexactos.
- La implementación del sistema costó \$76.05.
- Los tubos LED son de 1600 luxes para alcanzar la luminancia total de 500 luxes establecidos con la norma.
- Se aprovecharon las estructuras metálicas de las lámparas para el uso de luminarias LED, reemplazando los fluorescentes en cada una de ellas.
- El diagrama demuestra las conexiones en el sistema
- Con el luxómetro se determinó que el estado de la iluminación del laboratorio está por encima del mínimo, con esto se evita que existan anomalías en la iluminación y que afecte a los usuarios del laboratorio.
- El manual de mantenimiento muestra las actividades se pueden realizar en las luminarias de manera sencilla y correcta.

5 RECOMENDACIONES

- Para la obtención de datos en la medición con el luxómetro es recomendable hacerlo con las persianas cerradas, para obtener un mejor resultado de la iluminación artificial.
- Al utilizar el software Dialux, se eligen proveedores nacionales, para que los datos calculados sean similares a los datos medidos.
- Antes de realizar cualquier tipo de cambio en las conexiones, es necesario tener un plano eléctrico de las conexiones existentes, para evitar fallos al momento de realizar el reemplazo.
- Al momento de adquirir los materiales, es recomendable buscar más de una opción en el mercado nacional y así con diferentes opciones elegir la mejor.
- Se recomienda utilizar las herramientas adecuadas.

6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] «Proceso de diseño de sistemas de iluminación LED,» de *Proceso de diseño de sistemas de iluminación LED*, 2017, p. 54.
- [2] «DialuxEVO,» [En línea]. Available: <https://www.studioseed.net/blog/software-blog/sustainability/dialux-sustainability/10-ventajas-de-dialuxevo/>. [Último acceso: 01 Enero 2022].
- [3] «NORMA ECUATORIANA DE CONSTRUCCION ECUATORIANA NEC,» INSTALACIONES ELECTROMECANICAS, Enero 2013. [En línea]. Available: <https://www.ecp.ec/wp-content/uploads/2017/09/NECINSTALACIONESELECTROMECANICAS2013.pdf>. [Último acceso: 18 Enero 2022].
- [4] «Norma Ecuatoriana de la Construcción,» [En línea]. Available: <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/03/NEC-SB-IE-Final.pdf>. [Último acceso: 18 Enero 2022].
- [5] masvoltaje, «mas voltaje,» 27 04 2016. [En línea]. [Último acceso: 01 2022].
- [6] L. Carvajal, Metodología de la Investigación Científica. Curso general y aplicado, 28 ed., Santiago de Cali: U.S.C., 2006, p. 139.

7 ANEXOS

ANEXO I: REPORTE DE SIMILITUD GENERADO POR TURNITIN

DMQ, 28 de enero de 2022

Yo, Catalina Elizabeth Armas Freire, como directora del presente Trabajo de Integración Curricular, certifico que el siguiente es el resultado de la evaluación de similitud realizado por la plataforma Turnitin:

Fecha de entrega: 02-feb-2022 09:28a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1753437220

Nombre del archivo: TRABAJO-DE-TITULACION_JACOME_NELSON.pdf (957.51K)

Total de palabras: 5553

Total de caracteres: 31732

Documento Jácome

INFORME DE ORIGINALIDAD



DIRECTOR

Ing. Catalina Elizabeth Armas Freire.

ANEXO II. CERTIFICADO DE FUNCIONAMIENTO DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

DMQ, 28 de enero de 2022

Yo, Catalina Elizabeth Armas Freire, docente a tiempo completo de la Escuela Politécnica Nacional y como director de este trabajo de integración curricular, certifico que he constatado el correcto funcionamiento de *entregable de proyecto de titulación*, el cual fue implementado por el estudiante *Nelson Denis Jácome López*.

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.



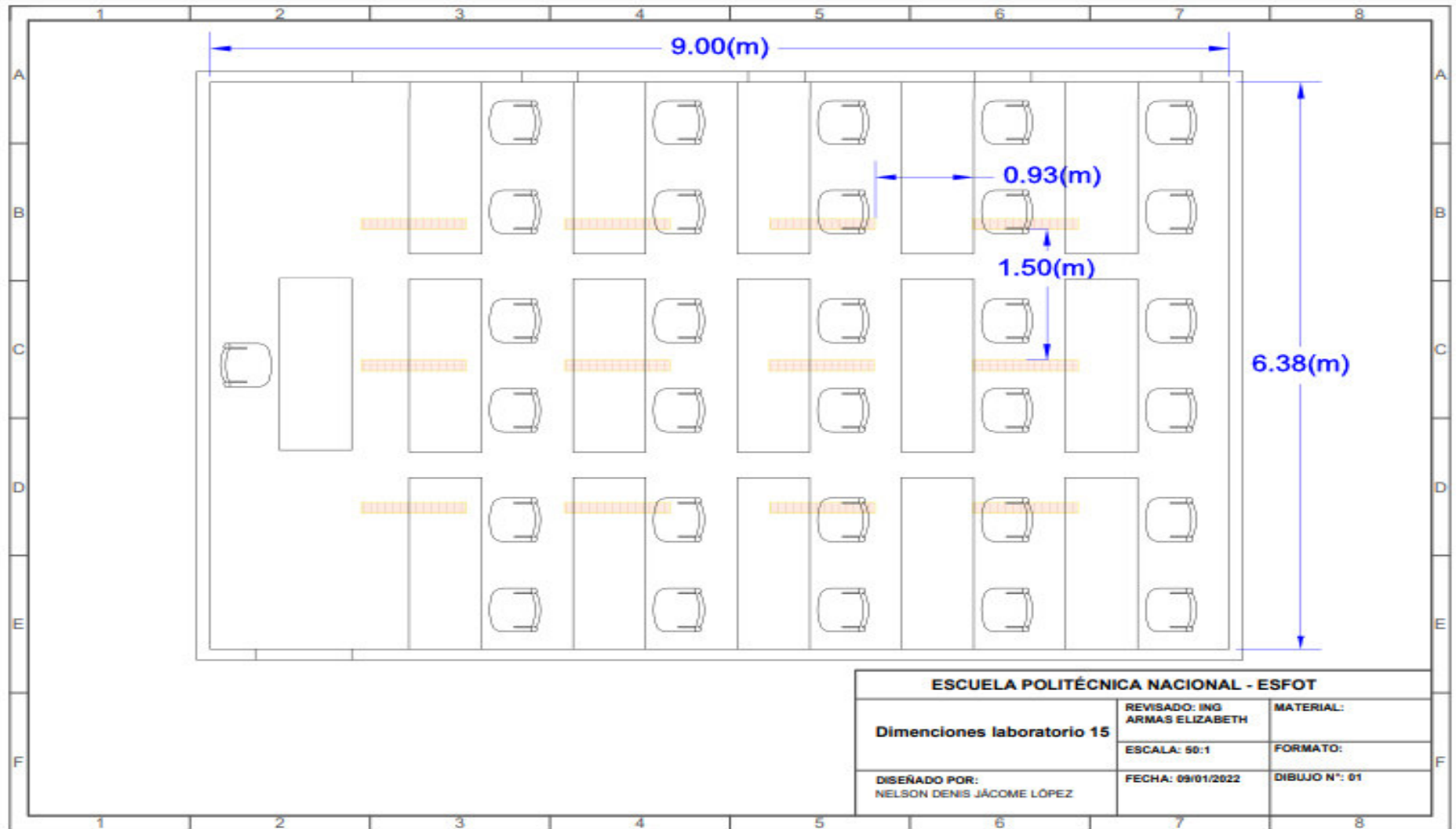
DIRECTORA

Ing. Catalina Elizabeth Armas Freire.

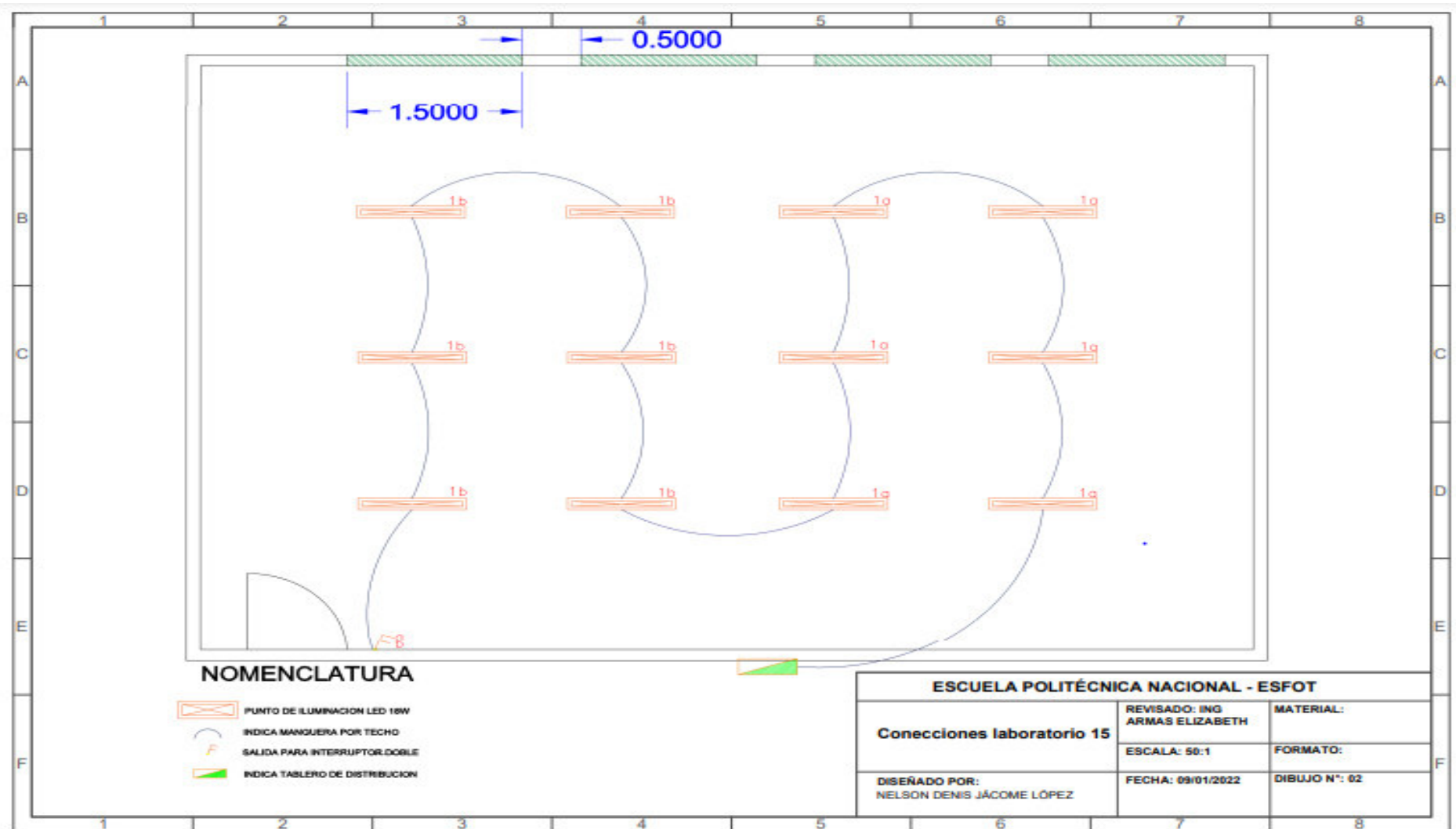
Ladrón de Guevara E11-253 y Andalucía | Edificio N. 21 | Área 7 | Oficina 28

Correo: elizabeth.armas@epn.edu.ec | **Ext:** 2729

ANEXO III. PLANO CON LA DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS



ANEXO IV. DIAGRAMA ELÉCTRICO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN



ANEXO V. MANUAL DE USO Y MANTENIMIENTO

https://www.canva.com/design/DAE0ab_hRkE/share/preview?token=3Es7wKAxhMevWJIPHI1RiQ&role=EDITOR&utm_content=DAE0ab_hRkE&utm_campaign=designshare&utm_medium=link&utm_source=sharebutton

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

MANUAL DE USO Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DE LABORATORIO 15 - ESFOT

NELSON JACOME

Introducción

Los sistemas de iluminación de un laboratorio son de vital importancia puesto que cuando utilizamos los mismos necesitamos de un ambiente adecuado y confortable para realizar de manera adecuada nuestras actividades.

Los sistemas lumínicos tipo LED tiene un determinado tiempo de funcionamiento o mejor conocido como vida útil pero este tiempo en varias ocasiones puede verse afectado por daños que no fueron tomados en cuenta para lo cual es necesario conocer un plan de uso y mantenimiento el cual permitira que las luminarias cumplan con su tiempo estimado de vida util.

TIPOS DE MANTENIMIENTO

MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Consiste en realizar una inspección del sistema para detectar fallas que impidan su correcto funcionamiento y poder corregir el problema lo más pronto permitiendo así que el sistema quede operativo al 100%

Este tipo de mantenimiento se basa en realizar una inspección de rutina para controlar el funcionamiento del sistema, por lo general esta normalmente establecido por el fabricante o marca de la luminaria, este mantenimiento incluye limpiezas y ajustes de los equipos.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

PROTECCION PERSONAL



Al realizar un mantenimiento eléctrico la seguridad personal es de suma importancia puesto que esta ayudara a prevenir el contacto directo con alguna sobrecarga hacia la persona que esta realizando el mantenimiento, ya que como se conoce estas sobrecargas pueden provocar daños irreversibles e incluso a muerte.

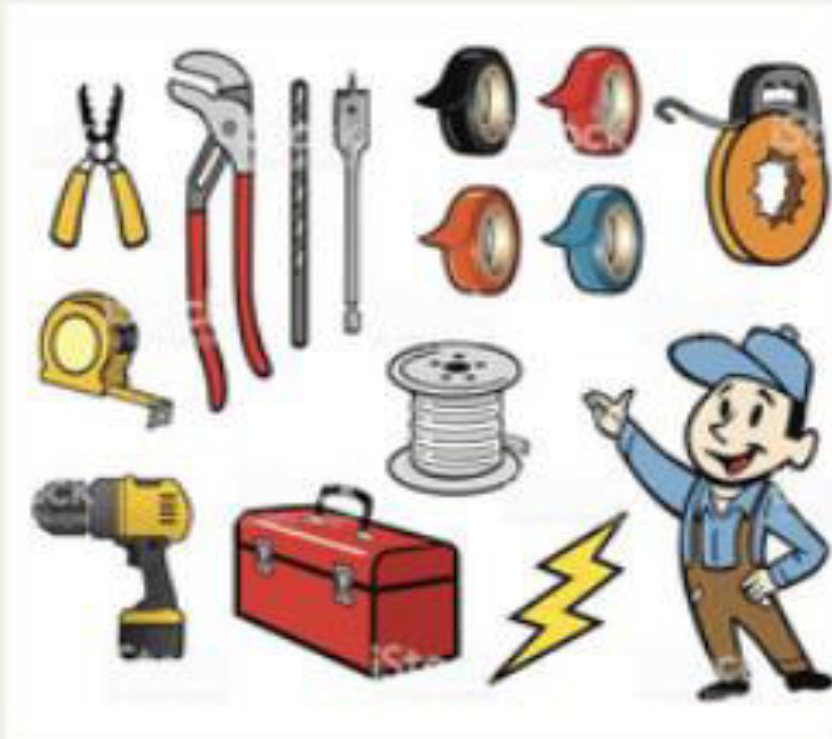
El equipo de protección debe contar con las siguientes características:

- Ajustar bien sin causar incomodidad al trabajador y que permita una fácil realización de movimientos.
- No estar desgarrada o rota.
- No se debe llevar consigo elementos que cuelguen o sobresalgan.

Los equipos que ayudan a prevenir riesgos eléctricos son:

- Casco
- Guantes
- Calzado
- Gafas

HERRAMIENTAS PARA EL MANTENIMIENTO



- DESTORNILLADORES
- ALICATES
- LINTERNAS
- MULTIMETRO
- BUSCAPOLOS
- CINTA AISLANTE
- MALETÍN DE HERRAMIENTAS
- ESTILETE

PROCESO DE MANTENIMIENTO

REVISION DEL TABLERO DE CONTROL

En el tablero de control se debe realizar una revisión visual y manual del cableado eléctrico tanto a la entrada como a la salida del mismo.





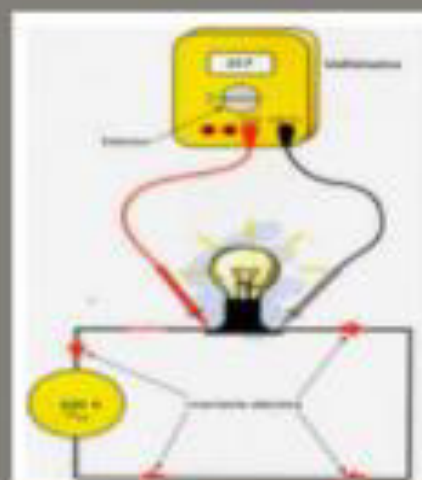
COMPROBAR LOS VOLTAJES Y CORRIENTES EN EL TABLERO ELECTRICO

Para la comprobación del voltaje del tablero eléctrico se la realiza mediante la utilización del multímetro.

COMPARACIÓN DEL VOLTAJE EN LOS TERMINALES DE LAS LAMPARAS

Se debe realizar una supervisión de los terminales de alimentación de las lamparas es decir:

- Medir los voltajes en los terminales de entrada.
- revisión del estado de los terminales.



REVISION DE LAS LUMINARIAS LED

Para el mantenimiento de las luminarias LED se debe considerar que al no estar expuestas al sol no existirán mayores deterioros, es por esto que aquí mediante la utilización de una franela se debe realizar la limpieza de los led.

