

# **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 DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA**

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

**STEVEN ANDRÉS PÉREZ SANTAFÉ**

**DIRECTORA: CATALINA ELIZABETH ARMAS FREIRE**

**DMQ, Enero 2022**

## **CERTIFICACIONES**

Yo, STEVEN PÉREZ 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.



---

**STEVEN PÉREZ**

**steven.perez02@epn.edu.ec**

**steevenp98@hotmail.com**

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



---

**Elizabeth Catalina 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.

STEVEN PÉREZ

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mis padres Andrés y Lourdes quienes han estado siempre presentes brindándome su apoyo incondicional durante mis años de estudio, de igual manera a mi hermana Yadira quien me ha ayudado durante esta etapa de mi vida y a mi sobrino Alejandro quien ha sido un motor para continuar en este difícil recorrido.

A mis profesores por todas sus enseñanzas y consejos los cuales me han ayudado para continuar con mi carrera. A mi directora por su paciencia y por su guía a lo largo de este proyecto

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer primero a Dios pilar fundamental durante este tiempo de estudios, a mi Universidad por formarme profesionalmente, a mis profesores quienes con sus conocimientos han sabido guiarme durante mis años de estudio.

A mi familia un agradecimiento total por brindarme todo su apoyo y así cumplir con este gran logro que poco a poco lo fui consiguiendo a base de empeño y sacrificio.

# 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.....	9
1.1 Objetivo General .....	10
1.2 Objetivos Específicos .....	10
1.3 Alcance .....	10
1.4 Marco teórico .....	10
Norma Eléctrica Ecuatoriana .....	10
Circuitos en tomacorrientes .....	11
Aspectos para la instalación de tomacorrientes .....	11
Conductores eléctricos.....	11
Calibre de conductores .....	11
2 METODOLOGÍA.....	13
3 RESULTADOS.....	16
3.1 Reconocimiento de la zona donde se realizó el nuevo sistema de distribución eléctrica.....	16
3.2 Estudio de cargas .....	18
3.3 Dimensionamiento de las protecciones eléctricas para el sistema de distribución	18
3.4 Dimensionamiento de los conductores eléctricos para el sistema de distribución	19
3.5 Diseño del diagrama eléctrico de la acometida y el sistema de distribución .	20

3.6	Adquisición de herramientas y materiales para la instalación del sistema de distribución .....	21
3.7	Instalación de la acometida eléctrica.....	22
3.8	Implementación del tablero de distribución eléctrica .....	22
3.9	Instalación del nuevo cableado eléctrico de distribución .....	23
3.10	Implementación de los nuevos tomacorrientes .....	24
3.11	Pruebas del funcionamiento del sistema de distribución .....	28
3.12	Elaboración del manual de uso y mantenimiento del sistema de distribución 30	
4	Conclusiones.....	31
5	Recomendaciones .....	32
6	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	33
7	ANEXOS.....	34
	Anexo I. Reporte de Similitud Generado por Turnitin.....	35
	Anexo II. Certificado de Funcionamiento de Trabajo de Integración curricular .....	36
	Anexo III. diagrama de distribución eléctrica .....	37
	.....	37
	Anexo IV. diagrama ELÉCTRICO DEL RECORRIDO DE LA ACOMETIDA ELÉCTRICA .....	38
	.....	38

## RESUMEN

El presente documento contiene el proceso de la instalación de un nuevo sistema de alimentación eléctrica para el laboratorio 15 de la ESFOT.

El informe se encuentra dividido en cinco secciones, la primera sección contiene la introducción del presente trabajo, en la misma se encuentran definidos los objetivos planteados para el buen desarrollo del trabajo propuesto.

La segunda sección presenta la metodología, la cual explica el procedimiento utilizado para la instalación del sistema de distribución y un resumen de las actividades realizadas a lo largo del desarrollo del trabajo.

En la tercera sección se entregan los resultados obtenidos de las actividades realizadas por objetivo planteado.

En la cuarta sección se indican las conclusiones y recomendaciones donde se encuentran los comentarios personales, los mismos que ayudarán a realizar futuros proyectos y servirán de guía para los mismos.

Por último, se presenta la bibliografía consultada durante la realización de este trabajo de titulación.

**PALABRAS CLAVE:** alimentación eléctrica, distribución eléctrica, acometida eléctrica



## **ABSTRACT**

This document contains the process of installing a new power supply system for ESFOT laboratory 15.

The report is divided into five sections, the first section contains the introduction of this work, in it the objectives set for the proper development of the proposed work are defined.

The second section presents the methodology, which explains the procedure used for the installation of the distribution system and a summary of the activities carried out throughout the development of the work.

In the third section, the results obtained from the activities carried out by the proposed objective are delivered.

The fourth section indicates the conclusions and recommendations where the personal comments are found the same ones that will help to carry out future projects and will serve as a guide for them.

Finally, the bibliography consulted during the completion of this degree work is presented.

**KEYWORDS:** power supply, electrical distribution.

# **1 DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO**

Un sistema de distribución eléctrica es una parte importante dentro de un espacio de trabajo, pues a él se van a conectar varias cargas y es crucial que este funcione de manera correcta para tener la plena seguridad que no representa ningún riesgo para los dispositivos conectados a la red eléctrica y para las personas que vayan a manipular el sistema al momento de realizar su respectivo mantenimiento.

La Escuela de Formación de Tecnólogos (ESFOT) cuenta con múltiples espacios los cuales son ocupados como aulas, laboratorios, oficinas, etc. El edificio de la ESFOT al ser ya de antigüedad presenta muchos sectores con problemas de distribución eléctrica ya que en muchas aulas existen tomacorrientes en mal estado; específicamente el laboratorio 15 posee tomacorrientes los cuales se encuentran ubicados en el piso y sin ningún tipo de protección, presentando así un problema a la seguridad de las personas que ocupan este laboratorio y a los equipos conectados al sistema de alimentación eléctrica.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente con este proyecto se plantea dar solución a los problemas en el laboratorio 15, implementando un nuevo sistema de distribución el cual brindará seguridad a las personas y a los equipos conectados al mismo, de igual manera se entrega una nueva imagen al sistema de alimentación eléctrica del laboratorio.

El sistema de distribución eléctrica construido es seguro y de calidad permitiendo un buen desarrollo de las actividades académicas en la ESFOT ya que fue implementado bajo la Norma Eléctrica Ecuatoriana, la cual establece algunas normas para la elaboración de instalaciones eléctricas dentro de un espacio y tiene en cuenta muchos parámetros como el calibre del conductor, el color de los cables eléctricos, las salidas máximas que debe haber por circuito, etc. De esta manera se garantiza que los equipos que van a ser conectados al sistema de distribución funcionen sin ningún tipo de riesgo, pues las protecciones y conductores fueron dimensionados bajo la norma antes mencionada, además que brindará también seguridad al personal encargado de realizar su mantenimiento, permitiéndoles reconocer de manera clara y precisa cuales circuitos son los que van a operar y cuales conductores corresponden a cada línea eléctrica ya que fueron instalados conforme al código de colores que la NEC establece para facilitar la identificación de cada fase, facilitando así el mantenimiento del sistema.

## **1.1 Objetivo General**

Implementar un nuevo sistema de alimentación eléctrica para el laboratorio 15 de la ESFOT

## **1.2 Objetivos Específicos**

1. Reconocer la zona donde se realizará el nuevo sistema de distribución eléctrica
2. Especificar las cargas
3. Dimensionar las protecciones eléctricas para el sistema de distribución
4. Dimensionar los conductores eléctricos para el sistema de distribución
5. Diseñar el diagrama eléctrico de la acometida y el sistema de distribución
6. Adquirir herramientas y materiales para la instalación del sistema de distribución
7. Instalar la acometida eléctrica
8. Implementar el tablero de distribución eléctrica
9. Instalar el nuevo cableado eléctrico de distribución
10. Implementar los nuevos tomacorrientes
11. Probar el funcionamiento del sistema de distribución
12. Elaborar el manual de uso y mantenimiento del sistema de distribución

## **1.3 Alcance**

El proyecto consta de dos etapas, en la primera se realiza la instalación de la acometida e instalación del tablero con las protecciones eléctricas, y en la segunda se implementa el sistema de distribución eléctrica (cableado y tomacorrientes). El sistema fue implementado bajo la Norma Eléctrica Ecuatoriana (NEC), con la finalidad de brindar seguridad y un funcionamiento eléctrico adecuado.

## **1.4 Marco teórico**

### **Norma Eléctrica Ecuatoriana**

Para el presente proyecto se utiliza la Norma Eléctrica Ecuatoriana (NEC) con la finalidad de realizar una instalación eléctrica que cumpla con los estándares establecidos en el país, es así como se tomaron en cuenta varios puntos contemplados en la Norma, los cuales se

detallan a continuación:

### **Circuitos en tomacorrientes**

Según la NEC los circuitos de tomacorrientes deben tener líneas polarizadas capaces de soportar una intensidad máxima de 20 (A) de carga por cada circuito que posea. Además, el número de salidas del circuito (tomacorrientes) no debe ser mayor a 10 por circuito. [1]

### **Aspectos para la instalación de tomacorrientes**

Dentro de la NEC se consideran algunos aspectos importantes para la instalación de tomacorrientes dentro de un espacio, por ejemplo, la NEC recomienda que los tomacorrientes deben ser instalados a 0.4 (m) del piso terminado, pero que en casos especiales la altura de instalación puede ser diferente a la ya indicada, este caso aplica para la instalación que se realizó en el laboratorio, pues al ser un montaje especial debido a la distribución de las mesas de trabajo, la altura a la que se instalaron los tomacorrientes supera a la recomendada por la NEC. [1]

### **Conductores eléctricos**

Los conductores en una instalación eléctrica deben cumplir ciertos parámetros, uno de los más importantes es el de identificación de las fases de los conductores (fase, neutro, tierra), es así que la NEC recomienda colores específicos para cada una de las líneas de una instalación eléctrica:

**Fase:** Cualquier color diferente a las líneas de neutro y tierra

**Neutro:** Blanco

**Tierra:** Verde o verde con franja amarilla [1]

### **Calibre de conductores**

Para realizar el dimensionamiento del calibre del conductor eléctrico se considera la capacidad de corriente que va a circular por éste, el conductor eléctrico debe tener la capacidad de soportar al menos el 125 (%) del valor de la corriente, la NEC ya presenta valores establecidos de calibre de conductor eléctrico por cantidad de corriente, estos valores son presentados en la Tabla 1.1. [1]

**Tabla 1.1.** Capacidad del calibre en función de la corriente.

<b>Calibre del conductor (AWG)</b>	14	12	10	8	6
<b>Amperaje (A)</b>	15/16	20	30/32	40	50

## 2 METODOLOGÍA

La metodología que se utilizó en este proyecto es conocida como “Metodología Aplicada”, ya que se emplearon los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera para la resolución de problemas del área tecnológica.

Mediante el reconocimiento visual de la zona donde se implementó el proyecto, se recolectó la información necesaria para obtener un panorama claro de la situación actual del laboratorio, también se tomaron medidas de las dimensiones del laboratorio, distancias entre tomacorrientes, revisión del tablero actual e identificación de cada una de las protecciones de cada circuito para el sistema de alimentación eléctrica.

Con la ayuda de un multímetro se midió la cantidad de voltaje en los tomacorrientes existentes del laboratorio, encontrando que ciertos tomacorrientes poseen el voltaje adecuado, mientras que otros no.

También se ubicó el tablero de distribución y mediante el encendido y apagado de los breakers se determinaron los circuitos que pertenecían a cada uno de ellos y sus elementos.

Con la ayuda de un multímetro se mide el voltaje de cada tomacorriente y también se mide el voltaje en cada uno de los breakers del tablero de distribución eléctrica, esto con la finalidad de determinar si el voltaje que cada tomacorriente tiene es el adecuado para las cargas conectadas a los mismos, al ser un laboratorio de informática las cargas que se conectan son computadoras de escritorio, las cuales tienen un consumo de 200 (W) de potencia, el sistema de distribución no posee cargas especiales las cuales en caso de existir deben ser consideradas y dimensionadas de forma particular.

Con el estudio de las cargas que se conectan al sistema eléctrico, se realizó el respectivo dimensionamiento de las protecciones eléctricas para el sistema de alimentación, teniendo en cuenta algunos parámetros como la potencia que consumen, el voltaje de alimentación y la corriente que va a circular por cada uno de los conductores eléctricos, de esta manera se selecciona la protección eléctrica adecuada para cada uno de los circuitos del sistema de distribución, con la finalidad de brindar seguridad contra sobrecorrientes y cortocircuitos a los equipos que se conectan a la red eléctrica.

El dimensionamiento de los conductores se realizó de acuerdo a las cargas conectadas al sistema y también tomando en cuenta la Norma Eléctrica Ecuatoriana, la cual establece que para seleccionar el calibre del conductor el valor de la corriente que pasa por el mismo no debe exceder el 125%.

El diagrama eléctrico del sistema de distribución y el plano que indica la trayectoria del cable para la acometida del tablero de distribución se realizaron con la ayuda del software AutoCAD. En el diagrama eléctrico se muestra la posición de la acometida y la distribución de los tomacorrientes.

La simbología que se utilizó en la elaboración del diagrama y el plano eléctrico es con base a la NEC, esto con la finalidad de reconocer los elementos del sistema de distribución y el plano eléctrico.

De acuerdo al listado de los materiales se buscaron distintos lugares que proporcionan material eléctrico, se seleccionaron dos proveedores los cuales tienen materiales de buena calidad para la adquisición e implementación del sistema en el laboratorio.

Para la instalación de la acometida eléctrica primero se identificó dónde estaba ubicada, después con la ayuda de un multímetro se identificó cada uno de los conductores (fase y neutro) y se realizó la respectiva conexión al tablero de distribución, en el mismo se encuentran conectados dos fases que alimentan a los circuitos y el conductor de neutro.

La instalación se realizó con las herramientas adecuadas y desenergizando el medidor principal para no tener riesgos al momento de manipular los conductores eléctricos.

El actual tablero de distribución eléctrica se encontraba en mal estado, con la tapa de protección fuera de su lugar lo cual representa un riesgo para las personas que ocupan el laboratorio, ya que los conductores de potencia se encontraban expuestos y fuera de lugar, por tal motivo se ordenaron los cables dentro del tablero de distribución y se organizaron para tener un mejor control sobre los mismos, de igual manera se colocó la tapa para proteger los conductores que se conectan a los breakers para seguridad de las personas. Las protecciones o breakers se colocaron con la finalidad de que puedan ser activados o desactivados según se requiera.

Con la inspección visual realizada al inicio del proyecto se identificó el cableado en mal estado y se lo reemplazó por uno nuevo, también se cambió el color de los conductores debido a que los anteriores estaban conectados de manera errónea a los terminales de los tomacorrientes, además se ordenaron los cables de los tomacorrientes ubicados en el suelo y se los colocó en canaletas de pared y piso para protegerlos, presentando de esta manera un circuito eléctrico ordenado y seguro para las personas.

El laboratorio 15 de la ESFOT tenía los tomacorrientes en mal estado, ubicados en el suelo del laboratorio lo cual representa un peligro para las personas que utilizan este espacio. Además, se identificó la ausencia de voltaje en algunos tomacorrientes; debido

a estos problemas se procedió a cambiar los tomacorrientes existentes y redistribuirlos ya que aumentaron las mesas de trabajo en el laboratorio. Para la nueva distribución de los tomacorrientes se tomó en cuenta que cada circuito no debe poseer más de 10 tomacorrientes según lo establece la NEC.

Una vez instalado el nuevo sistema de alimentación eléctrica en el laboratorio y con la ayuda de un multímetro, se midió nuevamente el voltaje de cada tomacorriente, determinando que el voltaje es el adecuado y que no se presentaron fallas al momento de conectar una carga al sistema.

Como última actividad se elaboró un video como manual de uso y mantenimiento del sistema de distribución eléctrica, en el cual se detallan la distribución de cada una de las protecciones, los diagramas eléctricos correspondientes a cada circuito de alimentación y el mantenimiento que se debe brindar a dicho sistema.



### 3 RESULTADOS

#### 3.1 Reconocimiento de la zona donde se realizó el nuevo sistema de distribución eléctrica

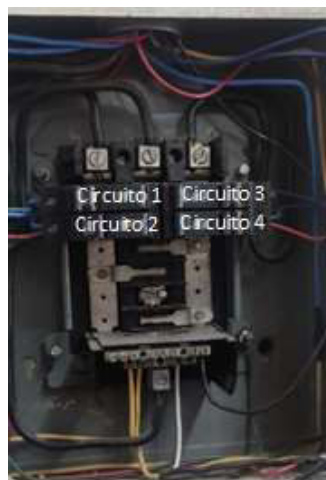
Gracias al reconocimiento del área de trabajo se determinaron distintos aspectos detallados a continuación.

- Se realiza una lista de los materiales que se necesitaron, tal como lo muestra la Tabla 3.2.

**Tabla 3.2.** Inventario realizado

Artículo	Cantidad
Cable 12 AWG blanco	80 (m)
Cable 12 AWG azul	80 (m)
Cable 12 AWG verde	80 (m)
Tomacorrientes	30
Cajas para tomacorrientes	30
Tapas para tomacorrientes	30

- Se identifica el tablero con sus respectivas protecciones y se tipificó cada uno de los circuitos, Figura 3.1.



**Figura 3.1.** Tablero de distribución

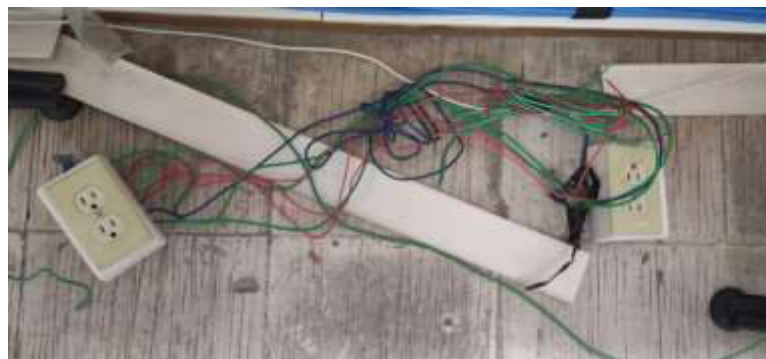
**Circuito 1:** Tomacorrientes delanteros derechos

**Circuito 2:** Tomacorrientes izquierdos posteriores y proyector

**Circuito 3:** Tomacorrientes izquierdos delanteros

**Circuito 4:** Tomacorrientes posteriores derechos y lámparas de emergencia

- Se determina también que las medidas del laboratorio son 9 (m) de largo y 6.38 (m) de ancho.
- El cableado actual que poseían los tomacorrientes no cumplía con la NEC representando un peligro para las personas al tener deteriorada su protección aislante y al estar ubicado en el piso tal como muestra la Figura 3.2.



**Figura 3.2.** Estado inicial de los tomacorrientes

- Se contabilizaron los tomacorrientes y se determinó que 12 de los 30 tomacorrientes estaban en mal estado y sin voltaje en sus terminales, Figura 3.3.



**Figura 3.3.** Tomacorrientes sin energía debido al mal estado

### 3.2 Estudio de cargas

Se identifica los cuatro circuitos del laboratorio 15, se revisa cuántos tomacorrientes estaban conectados a cada uno de los circuitos, identificándose que en 2 circuitos estaban conectados 6 tomacorrientes y en otros dos circuitos estaban conectados 9 tomacorrientes, cada uno de ellos está destinado a la alimentación de las computadoras que funcionan en el laboratorio y consumen alrededor de 200 (W) de potencia, debido a esto se redistribuyeron los tomacorrientes conectados por circuito. Actualmente dos circuitos controlan 8 tomacorrientes y otros 2 circuitos controlan 7 tomacorrientes cada uno.

### 3.3 Dimensionamiento de las protecciones eléctricas para el sistema de distribución

El sistema de distribución del laboratorio alimenta a las computadoras, mismas que tienen protecciones eléctricas para que se encuentren seguras de sobrecorrientes y cortocircuitos, debido a esto se dimensionaron los breakers para la protección eléctrica de los dispositivos conectados al sistema.

En total se conectan 30 computadoras divididas en 4 circuitos, cada computadora consume alrededor de 200 (W) de potencia. Por circuito existen conectadas de 7 a 8 computadoras, es así que la potencia que consumen total por 8 computadoras es de 1600 (W) y por 7 computadoras es de 1400 (W). Para conocer la intensidad que pasa por dichos conductores se utiliza la Ecuación 3.1.

$$P = V \times I$$

#### Ecuación 3.1. Ley de Watt [2]

Donde:

P	:	Potencia consumida para 8 computadoras	1600 (W)
V	:	Voltaje del sistema	122 (V)
I	:	Intensidad	

De la Ecuación 3.1. se obtiene:

$$I = 13.11 (A)$$

Donde:

P	: Potencia consumida para 7 computadoras	1400 (W)
V	: Voltaje del sistema	122 (V)
I	: Intensidad	

De la Ecuación 3.1. se obtiene:

$$I = 11.47 \text{ (A)}$$

Teniendo en cuenta un factor del 25% y que la corriente más alta es de 13.11 (A) se tiene que la corriente que pasa por el conductor es de 16.38 (A), con este dato se selecciona un breaker que soporte 20 (A).

### **3.4 Dimensionamiento de los conductores eléctricos para el sistema de distribución**

Según la NEC el calibre de los conductores debe soportar el 125% del valor de la corriente y teniendo dos corrientes de 13.11 (A) y 11.47 (A) se utiliza la Ecuación 3.2 para determinar la corriente máxima que circula por el conductor.

$$I_{\text{máx}} = F_s \times I$$

#### **Ecuación 3.2. Intensidad máxima del conductor [1]**

Donde:

$I_{\text{máx}}$	: Intensidad máxima del conductor	
$F_s$	: Factor de seguridad	25 (%)
$I$	: Intensidad de 8 computadoras	13.11 (A)

De la Ecuación 3.2. se obtiene:

$$I_{\text{máx}} = 16.38 \text{ (A)}$$

Donde:

$I_{\text{máx}}$	: Intensidad máxima del conductor	
$F_s$	: Factor de seguridad	25 (%)
$I$	: Intensidad de 7 computadoras	11.47 (A)

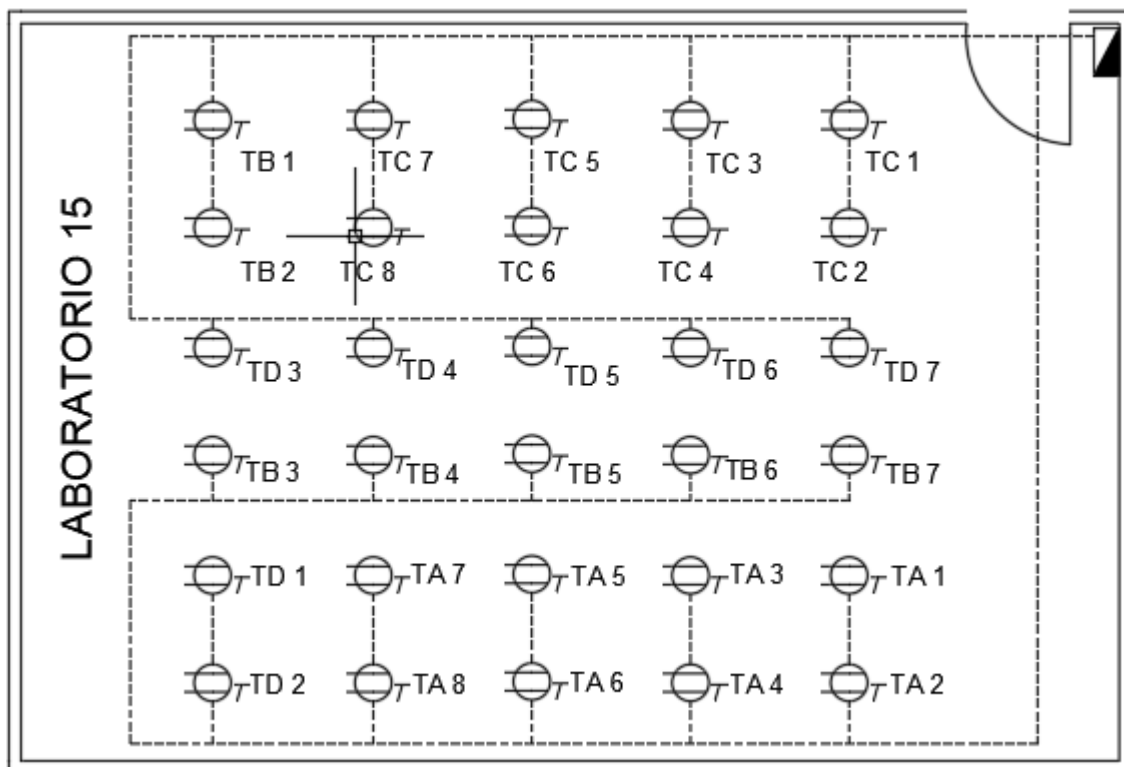
De la Ecuación 3.2. se obtiene:

$$I_{\text{máx}} = 14.33 \text{ (A)}$$

Tomando en cuenta la Tabla 1.1. de la sección 1.4, que la NEC proporciona para la selección del calibre de los conductores y que la corriente máxima con el factor proporcionado es de 16.38 (A), se seleccionó un conductor de calibre 12 (AWG) el cual puede soportar hasta 20 (A).

### 3.5 Diseño del diagrama eléctrico de la acometida y el sistema de distribución

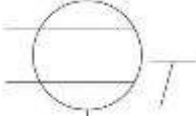


A continuación, se presenta el diagrama eléctrico de la acometida para el laboratorio 15 y cómo está distribuido cada circuito alrededor del laboratorio para una fácil identificación de cada uno, el diagrama fue realizado en el software AutoCAD y la simbología fue tomada de la NEC, el diagrama es presentado en la Figura 3.4.



**Figura 3.4.** Diagrama eléctrico del sistema de distribución

La Tabla 3.3. muestra el significado de cada símbolo utilizado en el diagrama

**Tabla 3.3.** Significado de cada símbolo

Símbolo	Significado
	Toma corriente doble monofásica con puesta a tierra
	Tablero de distribución secundario
	Circuito de tomacorrientes

### 3.6 Adquisición de herramientas y materiales para la instalación del sistema de distribución

Una vez realizado el inventario de los materiales que se necesitaron para la implementación del nuevo sistema de distribución eléctrica, se realizaron diferentes cotizaciones en distintos lugares que proporcionan material eléctrico, siendo así que se adquirió los materiales en el lugar que posee los mismos de buena calidad. A continuación, en la Tabla 3.4. se muestra la lista de los materiales adquiridos para la implementación del sistema de distribución.

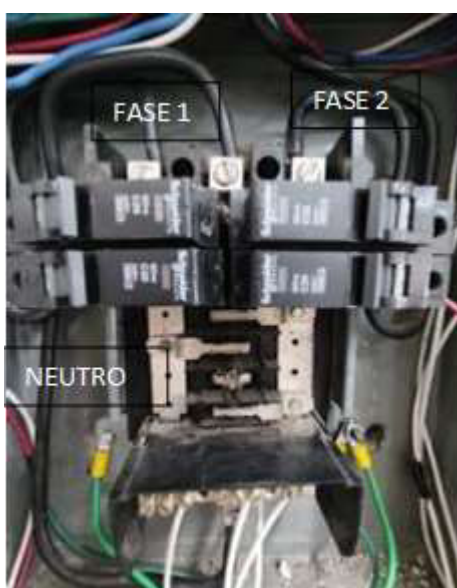
**Tabla 3.4.** Lista de materiales utilizados

Artículo	Cantidad	Precio
Cable 12 AWG blanco	100 (m)	0.56 ctvs./m
Cable 12 AWG azul	100 (m)	0.56 ctvs./m
Cable 12 AWG verde	100 (m)	0.56 ctvs./m
Tomacorrientes	30	23.73 \$
Cajas para tomacorrientes	30	49.96 \$
Tapas para tomacorrientes	30	18.68 \$
Autoperforantes	60	3.74 \$
Terminales en U	150	8.20 \$
Canaleta para pared	9 (m)	2.44 \$

Artículo	Cantidad	Precio
Canaleta para piso	8 (m)	8.22 \$
Cinta aislante	4	3.69 \$
Cinta doble faz	3	14.76 \$
Placas ciegas	6	6.97 \$
Total		308.39 \$

### 3.7 Instalación de la acometida eléctrica

Una vez identificados los cables de la acometida eléctrica del laboratorio, se procede a la instalación de la misma en el tablero de distribución para conectar cada una de las fases al tablero, se conectaron dos fases y un neutro. A continuación, en la Figura 3.5 se muestra el tablero con la acometida instalada y la identificación de cada cable.



**Figura 3.5.** Acometida eléctrica

### 3.8 Implementación del tablero de distribución eléctrica

Para implementar el tablero de distribución eléctrica primero fue necesario desconectar los conductores y aislarlos para evitar riesgos eléctricos, con el tablero una vez instalado se colocaron cada una de las protecciones al mismo, seguidamente se conectaron los cables de fases, neutros y tierra de cada uno de los circuitos y se colocó la tapa para seguridad de las personas y para que el cableado no quede expuesto a la intemperie, la Figura 3.7 muestra el estado anterior del tablero de distribución y la Figura 3.8 muestra el estado actual del tablero.



**Figura 3.7.** Estado anterior del tablero



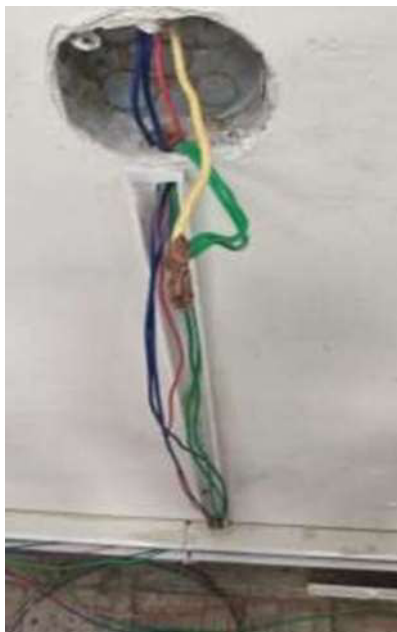
**Figura 3.8.** Estado actual del tablero

### **3.9 Instalación del nuevo cableado eléctrico de distribución**

Debido a que el cableado del laboratorio se encontraba en mal estado tal como lo muestrala Figura 3.9 y no cumplía con el código de colores de los conductores, se instaló un nuevo cableado eléctrico teniendo en cuenta los colores que la NEC recomienda, es así que para la fase se utilizó cable color azul, para el neutro color blanco y para la tierra



color verde, todos con un calibre de 12 (AWG) seleccionado anteriormente. En la Figura 3.10. Se muestra el estado actual de los conductores eléctricos, el cableado está ubicado dentro decanaletas tanto de pared como de piso.



**Figura 3.9.** Estado anterior del cableado eléctrico del laboratorio

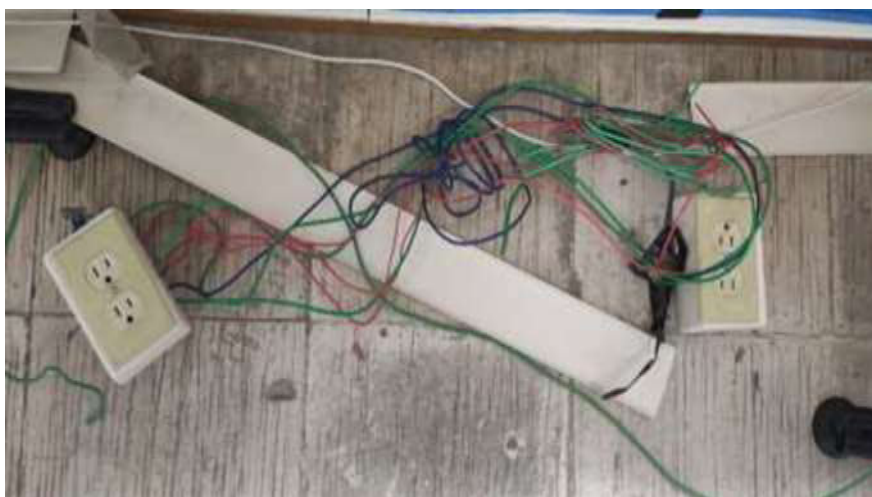


**Figura 3.10.** Estado actual del cableado eléctrico del laboratorio.

### **3.10 Implementación de los nuevos tomacorrientes**

Los tomacorrientes del laboratorio se encontraban en mal estado y caídos en el piso tal como lo muestra la Figura 3.11 y en muchos de ellos no existía energía, debido a su

estado se cambia cada tomacorriente del laboratorio, la Figura 3.12 muestra el estado actual de los tomacorrientes.



**Figura 3.11.** Estado anterior de los tomacorrientes



**Figura 3.12.** Estado actual de los tomacorrientes

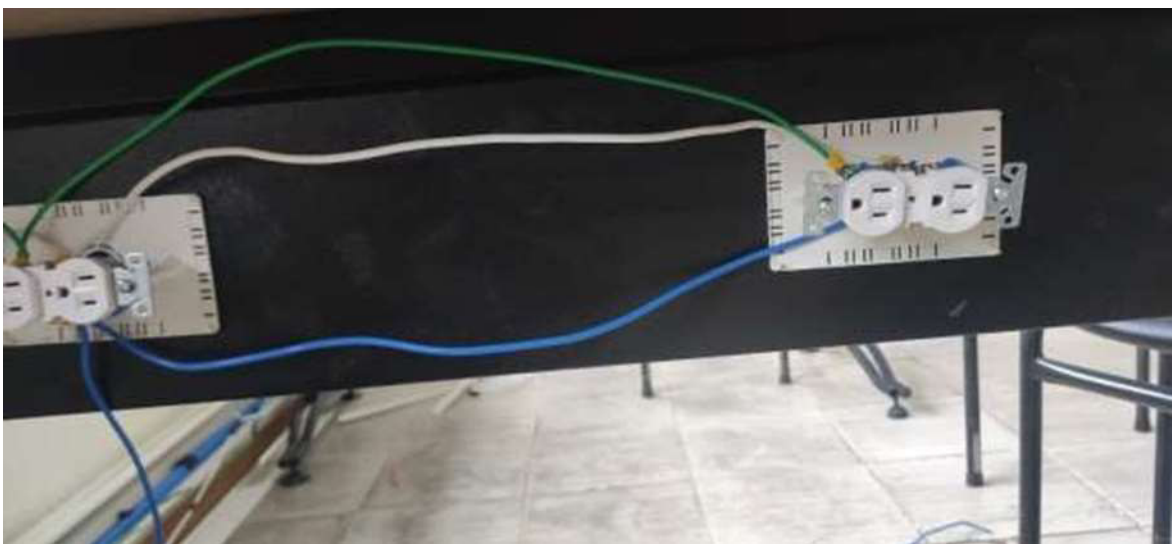
Como se observa en la anterior figura, las cajas junto a los tomacorrientes fueron colocados en las mesas de trabajo debido a que el cable de alimentación de las computadoras y los monitores no es muy largo.

Ya que los cajetines fueron instalados en las mesas y para que no tengan problemas de fijación por varios factores, se los colocó con autoperforantes los cuales impiden que los cajetines sean extraídos de manera sencilla, sino únicamente con las herramientas adecuadas, la Figura 3.13 muestra su colocación.



**Figura 3.13.** Colocación fija de los cajetines

Para brindar mayor seguridad a la conexión que existe entre conductores y los terminales de los tomacorrientes se utilizaron terminales tipo U, tal como lo indica la Figura 3.14, de igual manera se observa que los tomacorrientes ahora cuentan con los colores de los conductores adecuados para su identificación.



**Figura 3.14.** Conexión de los tomacorrientes con terminales tipo U

Al existir una nueva distribución de las mesas de trabajo, tal como lo muestra la Figura 3.15, se redistribuyeron los tomacorrientes conectados a cada uno de los circuitos. Anteriormente por cada circuito estaban conectados de 6 a 9 tomacorrientes, con la nueva distribución en cada circuito existen de 7 a 8 tomacorrientes, cumpliendo así con lo que la NEC recomienda de no exceder los 10 tomacorrientes por cada circuito existente.



**Figura 3.15.** Nueva distribución de tomacorrientes

En la Tabla 3.5 se presenta el estado anterior de cada uno de los tomacorrientes del sistema de distribución eléctrica.

**Tabla 3.5.** Estado anterior de los tomacorrientes

Circuito	Tomacorriente	Voltaje (V)	Estado
1A	TA1	122	Regular
	TA2	122	Regular
	TA3	122	Regular
	TA4	122	Regular
	TA5	122	Regular
	TA6	122	Regular
	TA7	122	Regular
	TA8	122	Regular
	TA9	122	Regular
2B	TB1	122	Regular
	TB2	122	Regular
	TB3	0	Malo
	TB4	0	Malo
	TB5	0	Malo
	TB6	0	Malo
3C	TC1	122	Regular
	TC2	122	Regular
	TC3	122	Regular
	TC4	122	Regular
	TC5	0	Malo
	TC6	0	Malo

Circuito	Tomacorriente	Voltaje (V)	Estado
	TC7	0	Malo
	TC8	0	Malo
	TC9	122	Regular
4D	TD1	0	Malo
	TD2	0	Malo
	TD3	0	Malo
	TD4	0	Malo
	TD5	122	Regular
	TD6	122	Regular

En la Tabla anterior se observa que 12 de los 30 tomacorrientes del laboratorio se encontraban en mal estado y sin voltaje en sus terminales.

### 3.11 Pruebas del funcionamiento del sistema de distribución

Con el nuevo cableado instalado y los nuevos tomacorrientes colocados en cada mesa de trabajo, se encendieron los breakers de cada uno de los circuitos para realizar las diferentes mediciones y comprobar el funcionamiento de cada uno de los nuevos tomacorrientes, midiendo así con la ayuda de un multímetro el voltaje. La Figura 3.15. muestra el resultado obtenido en el multímetro y la Tabla 3.6 muestra el estado actual de los tomacorrientes.



**Figura 3.15.** Prueba de funcionamiento.

**Tabla 3.6.** Estado actual de los tomacorrientes.

Circuito	Tomacorriente	Voltaje (V)	Estado
1A	TA1	122.5	Bueno
	TA2	122.1	Bueno
	TA3	122.3	Bueno
	TA4	122.3	Bueno
	TA5	122.5	Bueno
	TA6	122.3	Bueno
	TA7	122.2	Bueno
	TA8	122.4	Bueno
2B	TB1	122.3	Bueno
	TB2	122.2	Bueno
	TB3	122.4	Bueno
	TB4	122.5	Bueno
	TB5	122.6	Bueno
	TB6	122.3	Bueno
	TB7	122.3	Bueno
3C	TC1	122.4	Bueno
	TC2	122.5	Bueno
	TC3	122.4	Bueno
	TC4	122.5	Bueno
	TC5	122.2	Bueno
	TC6	122.4	Bueno
	TC7	122.5	Bueno
	TC8	122.4	Bueno
4D	TD1	122.5	Bueno
	TD2	122.3	Bueno
	TD3	122.4	Bueno
	TD4	122.3	Bueno
	TD5	122.5	Bueno
	TD6	122.4	Bueno
	TD7	122.2	Bueno

En la tabla anterior se observa que todos los tomacorrientes del laboratorio tienen un buen estado y cuentan con voltaje en sus terminales.

### **3.12 Elaboración del manual de uso y mantenimiento del sistema de distribución**

Para indicar cómo se realiza un mantenimiento preventivo del sistema de distribución se realizó un video que se muestra escaneando el código QR de la Figura 3.16



**Figura 3.16.** Código con dirección al video de mantenimiento

## 4 CONCLUSIONES

- En el estado inicial del sistema de distribución eléctrica se determinó que 12 de los 30 tomacorrientes del laboratorio se encontraban en mal estado y que ninguna mesa de trabajo tenía tomacorrientes para su uso.
- Con la inspección del cableado eléctrico se determinó que el cable anterior del laboratorio representaba un riesgo a las personas, pues muchos cables se encontraban sin el recubrimiento de protección.
- El tener una idea clara de las cargas conectadas al sistema permite dimensionar de manera correcta las protecciones para las mismas.
- Con la nueva distribución de las mesas de trabajo, se dividieron las cargas que iban a ser conectadas a cada uno de los circuitos, siendo así que el circuito que más tomacorrientes posee es de 8.
- Se cambiaron todos los tomacorrientes y cajas que estaban conectados al sistema de distribución anterior del laboratorio, para que ninguno presente algún problema al momento de utilizarlos y para dar una imagen renovada al sistema eléctrico.
- Para brindar mayor seguridad a las conexiones de los terminales de los tomacorrientes con el cable conductor se utilizaron terminales en U.
- El correcto dimensionamiento de protecciones y conductores ayuda a que el sistema eléctrico sea seguro para los usuarios que vayan a manipularlo y dispositivos que vayan a ser conectados.
- La elaboración de un manual de uso y mantenimiento brinda una idea clara de cómo se encuentran distribuidos los circuitos y cómo se los debe manipular correctamente.
- La instalación del nuevo cableado eléctrico y tomacorrientes garantiza que el sistema de distribución no tendrá problemas al momento de entrar en funcionamiento.



## 5 RECOMENDACIONES

- Al momento de realizar la inspección visual se recomienda anotar cada uno de los detalles que tiene el sistema, para tener una idea clara del trabajo que se va a realizar y los elementos que se van a reemplazar.
- Tener en cuenta que ningún circuito debe exceder los 10 tomacorrientes conectados al mismo.
- Al realizar el cableado eléctrico del sistema se debe cuidar que los cables no se crucen ni se estiren con fuerza pues se puede romper el recubrimiento de protección.
- Para realizar un correcto mantenimiento del sistema de distribución eléctrica, se debe disponer de los materiales adecuados como: destornillador, multímetro y cinta aislante.
- Al momento de realizar el plano eléctrico del sistema se sugiere tener en cuenta la simbología eléctrica, para identificar de manera correcta cada uno de los elementos conectados al mismo.
- Tomar en cuenta las cargas que van a ser conectadas al sistema para una correcta selección del calibre del conductor eléctrico.
- Al momento de realizar las conexiones en los terminales de los tomacorrientes se recomienda presionar muy bien los pernos que estos poseen, pues en caso de existir un mal contacto los terminales de los tomacorrientes se recalientan.
- Se recomienda identificar los breakers que están conectados a cada uno de los circuitos para tener una idea clara de a qué circuito protege cada un

## 6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] M. d. D. U. y. Vivienda, «<https://www.habitatyvivienda.gob.ec/>,» Febrero 2018. [En línea]. Available: <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/03/NEC-SB-IE-Final.pdf>. [Último acceso: 3 Enero 2021].
- [2] M. LATAM, «<https://www.mecatronicalatam.com/>,» 22 Abril 2021. [En línea]. Available: <https://www.mecatronicalatam.com/es/tutoriales/teoria/ley-de-watt/>. [Último acceso: 14 Enero 2022].
- [3] N. E. d. I. Construcción, «<https://www.habitatyvivienda.gob.ec/>,» 16 Marzo 2018. [En línea]. Available: [https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2020/07/2018-03-16\\_Registro-Oficial-No.-358\\_AM-No.-004-18\\_Expedici%C3%B3n-NEC-HS-EE-NEC-SB-IE-NEC-SB-TE.pdf](https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2020/07/2018-03-16_Registro-Oficial-No.-358_AM-No.-004-18_Expedici%C3%B3n-NEC-HS-EE-NEC-SB-IE-NEC-SB-TE.pdf). [Último acceso: 11 Enero 2022].
- [4] M. d. d. u. y. vivienda, «<https://drive.google.com/>,» [En línea]. Available: [https://drive.google.com/file/d/1Np3TVa1Mnp\\_G8guVGxRHoRsbPJD7d6Bx/view](https://drive.google.com/file/d/1Np3TVa1Mnp_G8guVGxRHoRsbPJD7d6Bx/view). [Último acceso: 21 Enero 2022].
- [5] J. Ingeniería, «<https://www.youtube.com/>,» [En línea]. Available: [https://www.youtube.com/watch?v=LrO\\_UJV1JZA](https://www.youtube.com/watch?v=LrO_UJV1JZA). [Último acceso: 21 Enero 2022].

## **7 ANEXOS**

ANEXO I. Reporte de Similitud Generado por Turnitin

ANEXO II. Certificado de Funcionamiento de Trabajo de Integración Curricular

ANEXO III. Diagrama de Distribución Eléctrica

ANEXO IV. Diagrama eléctrico del recorrido de la acometida eléctrica

## ANEXO I. REPORTE DE SIMILITUD GENERADO POR TURNITIN

DMQ, 26 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:** 01-feb-2022 08:53a.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 1752726300

**Nombre del archivo:** Tesis\_P\_rez\_Steven.pdf (861.79K)

**Total de palabras:** 5695

**Total de caracteres:** 31214

---

### INFORME DE ORIGINALIDAD

---

9%

INDICE DE SIMILITUD

9%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE



---

**DIRECTORA**

Ing. Catalina Elizabeth Armas Freire

## ANEXO II. CERTIFICADO DE FUNCIONAMIENTO DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

DMQ, 26 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 *El sistema de distribución eléctrica para el laboratorio 15 de la ESFOT*, el cual fue implementado por el estudiante *Steven Andrés Pérez Santafé*.

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**

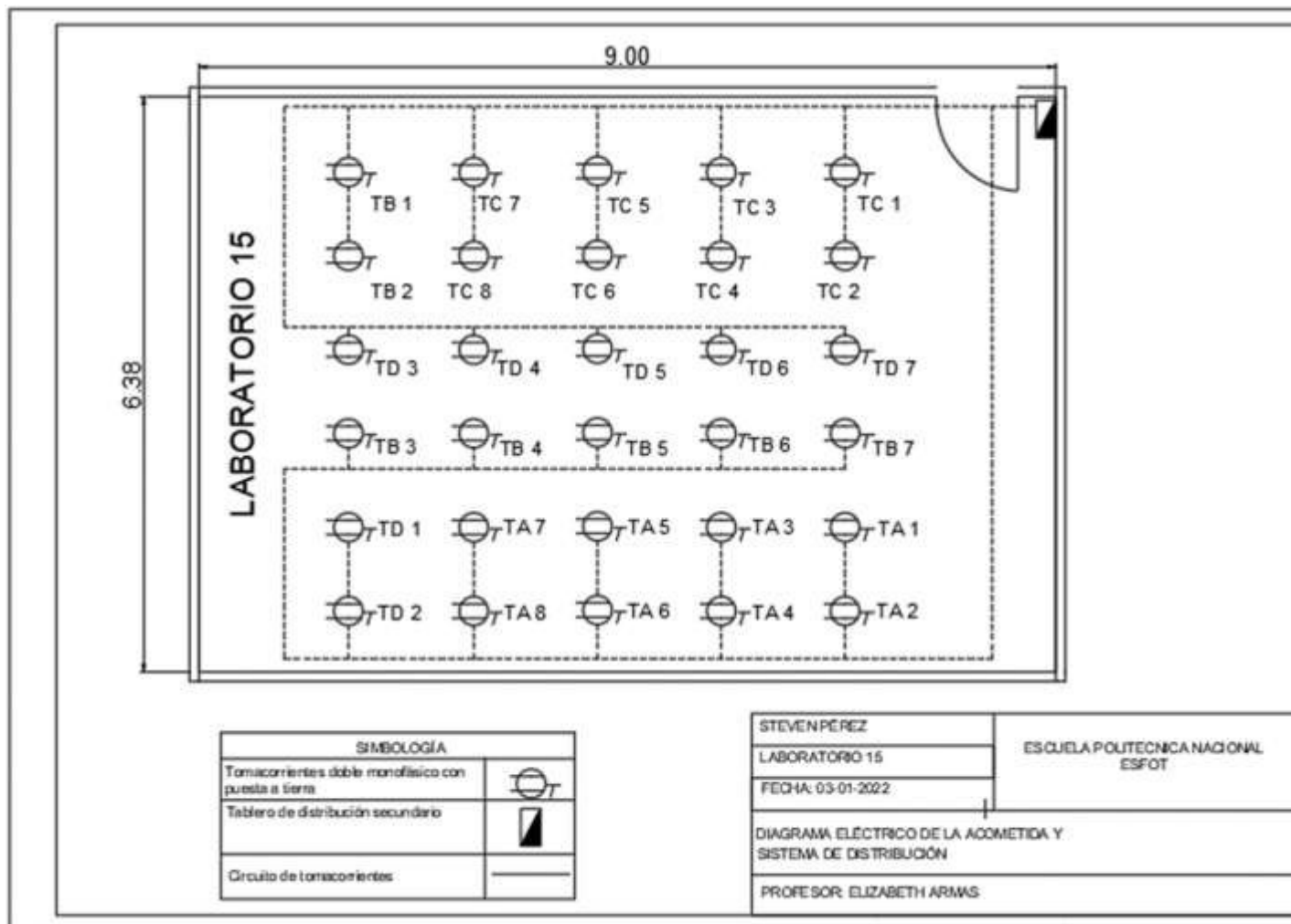
Ing. Catalina Elizabeth Armas Freire

---

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

**Correo:** catalina.armas@epn.edu.ec | **Ext:** 272

### ANEXO III. DIAGRAMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA



## ANEXO IV. DIAGRAMA ELÉCTRICO DEL RECORRIDO DE LA ACOMETIDA ELÉCTRICA

