

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS**

### **DISEÑO DE UN SISTEMA DE ACCESO, ILUMINACIÓN Y ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA PARA LAS ÁREAS DE LAS OFICINAS 6 Y 7 DE LA ESFOT**

#### **DISEÑO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA**

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

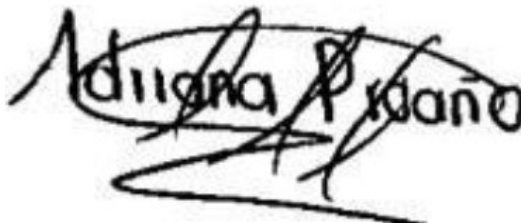
**PROAÑO MANOSALVAS ADRIANA MACIEL**

**DIRECTOR: PABLO ANDRÉS PROAÑO CHAMORRO**

**DMQ, agosto 2022**

## CERTIFICACIONES

Yo, Adriana Maciel Proaño Manosalvas 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.



---

**Adriana Maciel Proaño Manosalvas**

**adriana.proano01@epn.edu.ec**

**adrianamaciel.03@hotmail.com**

Certifico que el presente trabajo de integración curricular fue desarrollado por Adriana Maciel Proaño Manosalvas, bajo mi supervisión.



---

**Pablo Andrés Proaño Chamorro**  
**DIRECTOR**

**pablo.proano@epn.edu.ec**

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA**

A través de la presente declaración, afirmo que el trabajo de integración curricular aquí descrito, así como el producto resultante 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 corresponden a los autores que han 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.

Adriana Proaño

## **DEDICATORIA**

El presente proyecto está dedicado a los estudiantes de la Escuela Politécnica Nacional para que puedan hacer uso de la información presentada para futuros proyectos.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por darme salud y vida para lograr culminar con mis estudios. A mis amados padres quienes han sido mi mayor fortaleza e inspiración, les agradezco cada palabra de motivación y apoyo incondicional, cada consejo y enseñanza que me han brindado a lo largo de la vida, gracias a ellos por haber sido un pilar fundamental durante todo este proceso. Agradezco a mi querida hermana por todo su respaldo, comprensión y cariño. Para mi primo que está en el cielo gracias por haber estado siempre conmigo porque sé que así lo hiciste, porque más de una vez me levantaste, por eso y más, mis logros también son los suyos. Gracias familia por todo su amor y paciencia, los amo.

Agradezco al ingeniero Pablo Proaño por su gran disposición y conocimientos los cuales han sido de gran apoyo para este proyecto.

## 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.....	1
1.4 Marco teórico.....	1
Normas NEC de Instalaciones Eléctricas (NEC).....	1
Normas NEC de Instalaciones Electromecánicas: .....	1
Revisión Bibliográfica de Trabajos Similares .....	2
2 METODOLOGÍA.....	3
2.1 Estudio de requerimientos y análisis del estado de la instalación. ....	3
2.2 Diseño del sistema de alimentación eléctrica.....	6
Dimensionamiento para cargas especiales.....	9
Dimensionamiento del tablero de distribución .....	10
2.3 Plano arquitectónico .....	12
2.4 Diagrama unifilar.....	13
2.5 Diagrama del tablero de control .....	13
3 RESULTADOS .....	17
3.1 Presupuesto del Proyecto.....	18
3.2 Equipamiento Necesario.....	18
Equipo se Seguridad:.....	18

3.3	Herramientas de trabajo .....	19
3.4	Manual de implementación .....	21
3.5	Manual de mantenimiento.....	26
4	CONCLUSIONES.....	28
5	RECOMENDACIONES.....	29
6	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30
7	ANEXOS.....	31
	Anexo I. CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD .....	32
	Anexo II. Certificado de Funcionamiento de Trabajo de Integración curricular .....	36
	Anexo III. Ejemplo de Presentación de Planos.....	37

## RESUMEN

El presente proyecto trata sobre el diseño de un nuevo sistema de alimentación eléctrica para las áreas de las oficinas 6 y 7 de la ESFOT, está realizado bajo los estándares de la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) de instalaciones eléctricas e instalaciones electromecánicas. Como entregables está el diseño elaborado, un manual de implementación, mantenimiento y un video explicativo.

En la sección 1 se describe el componente desarrollado, los objetivos planteados para el tema establecido, el alcance del proyecto, también se mencionan las normativas utilizadas y las bibliografías de trabajos, que fueron revisados para el diseño del sistema de distribución.

En la sección 2 se encuentra la metodología utilizada, en la que mediante un diagrama de flujo se explica el procedimiento a seguir para la realización de este proyecto. Dentro de este proceso se tiene el estudio de cargas, los cálculos realizados para el diseño de cables y protecciones para tomacorrientes, cargas especiales y tablero de control, además, se presentan los planos del nuevo diseño del sistema de distribución, el diagrama unifilar del sistema y un boceto del tablero de control.

En la sección 3 se presentan los resultados del proyecto, para lo cual se han creado dos enlaces, en el primero se encuentra un video explicativo del trabajo y en el segundo los planos editables. Además, en este capítulo se expone un manual de implementación y mantenimiento.

En la sección cuatro y cinco, se encuentran las conclusiones y recomendaciones producto de la elaboración del proyecto.

**PALABRAS CLAVE:** Instalaciones, Acometida, Unifilar, conductor, calibre y Arquitectónico.



## **ABSTRACT**

This project concerns the design of a new power supply system for the ESFOT Offices 6 and 7 areas, it will be carried out under the standards of the Ecuadorian Building Code (NEC) for electrical installations and electromechanical installations. Deliverables include the finalized design, an implementation guide, maintenance, and an explainer video.

Section 1 describes the component developed, the goals set for the specified topic, the scope of the project, the regulations used, and the bibliographies of works, reviewed for the design of the distribution system.

Section 2 contains the methodology used, in which a flow chart explains the process for carrying out this project. As part of this process, loads are examined, calculations are made for the design of cables and protection devices for sockets, special loads and switchboards, plans for the new design of the distribution system are presented, the system one-line diagram and a sketch of the control board.

Section 3 presents the results of the project for which two links have been made, the first being a video explaining the work and the second being the editable plans. In addition, this chapter includes an implementation and maintenance guide.

Sections four and five, contain the conclusions and recommendations resulting from the development of the project.

**KEYWORDS:** Installations, connection, unifilar, conductor, caliber and architecture.

# **1 DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO**

El presente proyecto está enfocado en el diseño de un sistema de distribución eléctrica, más no a la implementación, debido a que este al ser el primer semestre que se dictan clases presenciales después de la pandemia y por la coyuntura de la situación se decidió por parte de la dirección de la ESFOT, que todos los proyectos de integración curricular del actual semestre 2022-A se realicen a nivel de diseño y simulación.

El componente propuesto consiste en el diseño del sistema de distribución eléctrica para las áreas de las oficinas 6 y 7 de la ESFOT, las cuales se encuentran ubicadas en la Escuela Politécnica Nacional, específicamente en el sector sur oeste de la Escuela de Formación de Tecnólogos entre las aulas 37 y 38.

Como parte del diseño de distribución eléctrica, en primera instancia se tomaron las medidas respectivas de las oficinas para realizar el plano arquitectónico en el programa de diseño AutoCAD, además se emplearon varias capas para una mejor organización y supresión temporal de la visualización de los gráficos que no se necesiten. Como análisis previo, se hizo un estudio iterativo del espacio estructural, para identificar los lugares en los cuales irán conectados los nuevos tomacorrientes y el tablero que controlará la parte de distribución. Se realizó un estudio de cargas en el cual se tuvieron que considerar varias especificaciones tales como: elementos a conectar, potencia de cargas normales y especiales, identificación del factor de demanda y de sobredimensionamiento, caída de voltaje en el cable, longitud máxima a conectar, corriente total máxima permitida, elección de cables y protecciones. Este proceso permitió determinar el número de tomacorrientes por circuito para cumplir con la Normativa Ecuatoriana de la Construcción de instalaciones eléctricas. Además, se hicieron los cálculos respectivos para la selección del cable y protección del tablero de control, este paso se efectuó de manera similar al estudio de cargas.

Luego de haber realizado lo antes mencionado, se prosiguió a colocar los tomacorrientes por cada circuito en el plano arquitectónico. Finalmente se concretó el trabajo con el diseño de un diagrama unifilar. Como entregables está el plano arquitectónico, el estudio de cargas, el diagrama unifilar, un presupuesto, un manual de implementación y mantenimiento. Todos estos documentos se encuentran anexos a este informe técnico el cual se entregará a la secretaría de la Escuela Politécnica Nacional.

## **1.1 Objetivo General**

Diseñar un sistema de acceso, iluminación y alimentación eléctrica para las áreas de oficina 6 y 7 de la ESFOT.

## **1.2 Objetivos Específicos**

1. OE1. Realizar un estudio de requerimientos y un análisis del estado de la instalación.
2. OE2. Diseñar el sistema de alimentación eléctrica.
3. OE3. Elaborar un manual de implementación y mantenimiento.

## **1.3 Alcance**

En el presente proyecto se realizó el diseño de un nuevo sistema de tomacorrientes y caja de distribución, este proceso se efectuó tomando en cuenta la caída de voltaje y el factor de demanda que se tiene en el sistema. Se llevó a cabo el levantamiento de un plano eléctrico, que permitió identificar los lugares en los cuales fueron colocados los nuevos tomacorrientes.

Tomando como referencia a la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) de instalaciones eléctricas y electromecánicas, se procedió a calcular el calibre del cable y las protecciones a utilizar, se indicó el tipo de aislante y por último se realizó el respectivo diagrama unifilar, que permitió ver cómo está distribuido el sistema eléctrico de alimentación.

## **1.4 Marco teórico**

### **Normas NEC de Instalaciones Eléctricas (NEC)**

Esta normativa establece las especificaciones técnicas y requisitos mínimos que se deben seguir para lograr niveles de seguridad tolerables en las instalaciones eléctricas, con el fin de disminuir riesgos y salvaguardar la vida de las personas que las operan. Esta norma es aplicada en edificaciones interiores de tipo residencial, [1].

Los temas usados de la norma fueron:

- Estudio de demanda.
- Clasificación de las viviendas según el área de construcción.
- Factor de demanda.
- Circuitos para tomacorrientes y cargas especiales.
- Calibre de conductores.
- En alimentadores a tableros de distribución.
- Protecciones contra sobre corriente.
- Puesta a tierra.
- Interruptores y tomacorrientes.
- Tubería y cajetines.
- Tablas de comparación entre AWG y Área del Cable.
- Simbología para el diseño de instalaciones eléctricas.

### **Normas NEC de Instalaciones Electromecánicas:**

En esta norma se encuentran las condiciones mínimas de seguridad que se deben cumplir en instalaciones eléctricas cuyo voltaje sea inferior a 600V. Esta norma es aplicada en edificaciones de tipo comercial y residencial, privados y públicos, [2].

Los temas usados de la norma son:

- Conceptos generales.
- Tableros.
- Disposiciones aplicables a tableros.
- Ubicación de tableros.
- Instalaciones de tomacorrientes.
- Canalizaciones.
- Protecciones.

## **Revisión Bibliográfica de Trabajos Similares**

Los trabajos revisados fueron los siguientes:

“Análisis de costos en la construcción de redes de distribución subterránea, a través del desarrollo de una aplicación computacional”, elaborado por Fabricio Anaguano, [3]. De este tema se revisó el tablero de distribución y la selección de cables y conductores.

“Rediseño de las instalaciones eléctricas para el estadio de Nayón y el estadio de Inchapicho”, elaborado por Alexander Reyes, [4]. De este tema se revisó el estudio de cargas y la caída de voltaje.

“Diseño de un tablero de control en el laboratorio de electricidad 23A ESFOT-EPN”, elaborado por Alexander Cotacachi y Santiago Rojas, [5]. De este tema se revisó el dimensionamiento del tablero y diseño de la acometida.

## 2 METODOLOGÍA

El enfoque que se está utilizando es de tipo cuantitativo, porque en el diseño del sistema de distribución eléctrico fue necesario realizar cálculos, para encontrar la caída de voltaje en el cable, corriente máxima a soportar, elección del cable y protecciones en función de las cargas a conectar en cada tomacorriente.

El tipo de trabajo utilizado es experimental, debido a que este proyecto está basado en habilidades y conocimientos que se adquirieron a lo largo de la carrera. Para la recolección de información, se utilizaron las normativas (NEC) de instalaciones eléctricas y electromecánicas que tienen una serie de normativas de cumplimiento obligatorio para el correcto diseño del sistema.

Con el fin de facilitar el entendimiento del proyecto realizado, se crea un diagrama de flujo en el cual se encuentra el procedimiento utilizado, para realizar el diseño del sistema de distribución de las oficinas 6 y 7 de la ESFOT.

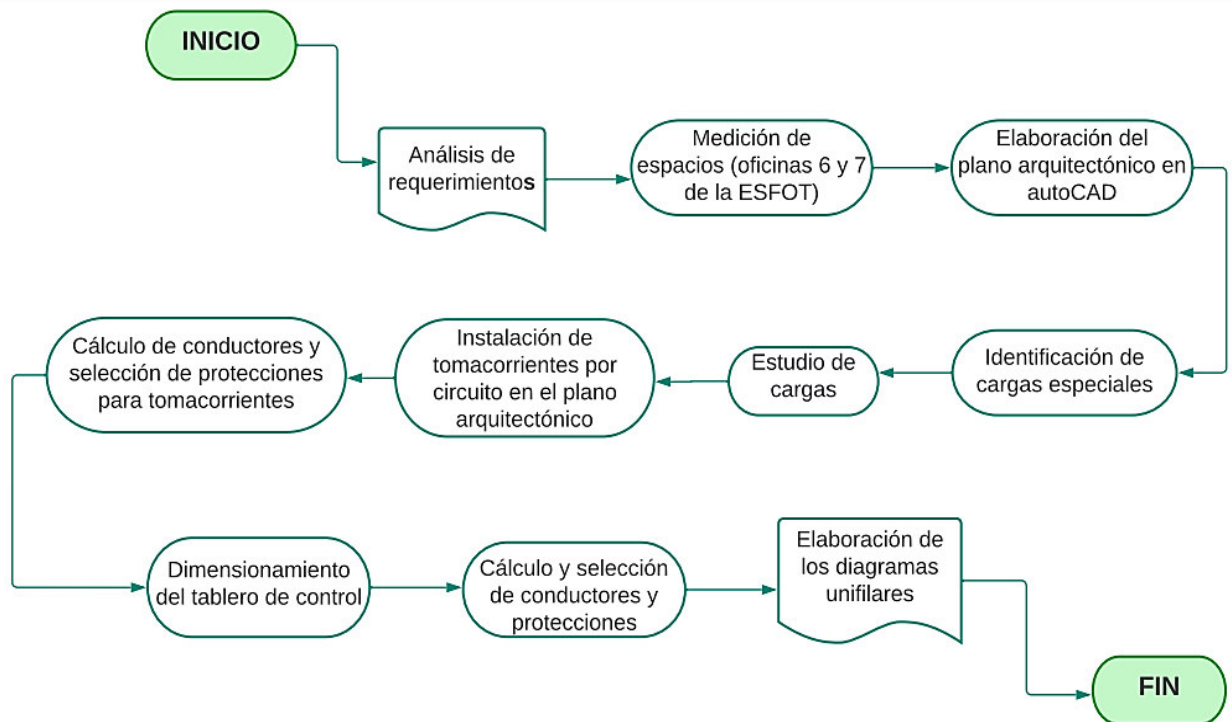


Figura 2.1 Metodología utilizada en el proyecto.

### 2.1 Estudio de requerimientos y análisis del estado de la instalación.

Antes de realizar el nuevo diseño para el sistema de distribución eléctrica, para las áreas de las oficinas 6 y 7 de la ESFOT, se tomaron las medidas generales de cada una como

se muestra en la Figura 2.2, se realizó un estudio visual para identificar el estado y el lugar en donde se encontraban ubicados los tomacorrientes, se observó que las instalaciones eléctricas realizadas no cumplían con los estándares de seguridad establecidos por una normativa, además, se determinó que este dispositivo eléctrico se conservará en el baño de las oficinas 6 y 7, puesto que es un lugar en el cual su uso es casi innecesario. Se hizo un análisis de la Normativa Ecuatoriana de la Construcción (NEC) de instalaciones eléctricas y electromecánicas, pues son las más indicadas porque contienen la información necesaria para el desarrollo del sistema de distribución eléctrica y tablero de control.

Luego de haber tomado las medidas de las oficinas, se prosiguió a realizar el plano arquitectónico en el programa AutoCAD y se hizo un listado de los posibles elementos a conectar en los tomacorrientes, también se identificaron cuales corresponden a cargas especiales y en base a la norma NEC, se consideraron especiales a aquellos equipos cuya potencia sobrepase los 1,500 (W), [1]

**Tabla 2.1** Corriente estimada por tomacorriente.

Descripción	Corriente estimada (A)
Computadora	2,5
Laptop	1,7
Teléfono	1,5
Lámpara	1
Electrónica	3
Cafetera	7,1
Impresora	1
Radio	1
Total	18,75

**Tabla 2.2** Cargas especiales a alimentar.

Descripción	Corriente estimada (A)
Calefactor	11,25
Microondas	13,3
Total	24,58

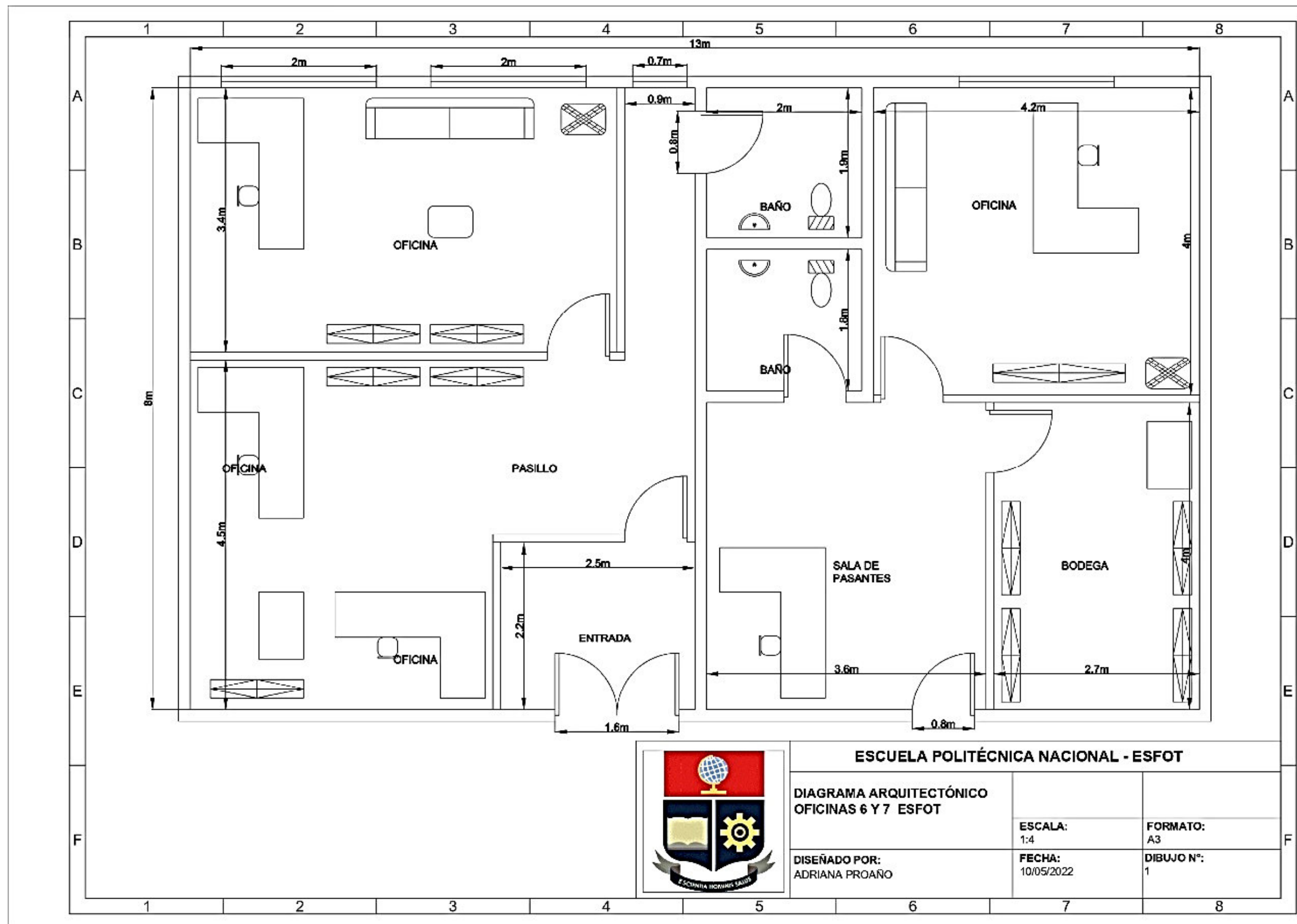


Figura 2.2 Diagrama unifilar arquitectónico de las oficinas.



## 2.2 Diseño del sistema de alimentación eléctrica.

Considerando las cargas que se trataron en la tabla 2.1, se realizaron los cálculos para el diseño del sistema, basándose en las normativas antes mencionadas, para cargas normales se consideró un número mínimo de 2 tomacorrientes por circuito, un factor de demanda de 0,30 y un factor de sobredimensionamiento del 0,25 para obtener la corriente total sobredimensionada.

$$I_C = (I_{T_0} \cdot N_{T_0}) \cdot F_D$$

**Ecuación 2.1** Corriente del circuito, [6].

Donde:

- $I_C$  : (A) corriente del circuito.
- $I_{T_0}$  : 18,75 (A) corriente por tomacorriente.
- $N_{T_0}$  : 2 número de tomacorrientes por circuito.
- $F_D$  : 0.30 factor de demanda, [1]

Usando la Ecuación 2.1 se obtiene:

$$I_C = 11,25 \text{ (A)}$$

Tomando como base el valor calculado y la Ecuación 2.2, se obtiene la corriente total de sobredimensionamiento:

$$I_{T_S} = I_C \cdot (1 + F_S)$$

**Ecuación 2.2** Corriente total sobredimensionada, [6].

Donde:

- $I_{T_S}$  : (A) corriente total sobredimensionada.
- $I_C$  : 11,25 (A) corriente total del circuito.
- $F_S$  : 0,25 factor de sobredimensionamiento, [1].

Usando la Ecuación 2.2 se obtiene:

$$I_{T_S} = 14,06 \text{ (A)}$$

El dato anterior, es la corriente sobredimensionada máxima que soportará el conductor a seleccionar. Para la selección del cable se debe tomar en cuenta la resistividad del

cobre y en base a la normativa se utiliza un conductor de cobre aislado tipo THHN, para mejorar la eficiencia del circuito se considera una caída de tensión no mayor al 3%, [1].

$$V_{CT(3\%)} = V_n \cdot C_T$$

**Ecuación 2.3** Voltaje con caída de tensión, [6].

Donde:

- $V_{CT(3\%)}$  : (V) voltaje con caída de tensión.  
 $V_n$  : 127 (V) voltaje nominal de alimentación.  
 $C_T$  : 3% caída de tensión, [1].

Usando la Ecuación 2.3 se obtiene:

$$V_{CT(3\%)} = 3,81 \text{ (V)}$$

Empleando la Ecuación 2.2 y la Ecuación 2.3, se obtiene la resistencia máxima del conductor para prevenir que se produzca una caída de tensión mayor al 3%. Además, es preciso mencionar que, para la resistencia del cable, se toma en cuenta a los conductores de fase y neutro que se distribuyen desde el tablero de control a los diferentes circuitos de tomacorrientes, y es por ese motivo que se realiza la división para 2.

$$R_c = \frac{V_{CT(3\%)}}{2 I_{TS}}$$

**Ecuación 2.4** Resistencia del conductor, [6].

Donde:

- $R_c$  : ( $\Omega$ ) resistencia del conductor.  
 $V_{CT(3\%)}$  : 3,81 (V) voltaje de alimentación con caída de tensión.  
 $I_{TS}$  : 14,06 (A) corriente total sobredimensionada.

Usando la Ecuación 2.4 se obtiene:

$$R_c = 0,14 \text{ (}\Omega\text{)}$$

Con el valor obtenido, se determina el área o sección transversal mínima que debe tener el calibre del conductor y para eso es necesario conocer la longitud máxima que va a recorrer el cable, desde el tablero de control hasta el punto más alejado en el que va a estar colocado el tomacorriente.

$$A_c = \frac{(\rho \cdot L)}{R_c}$$

**Ecuación 2.5** Corriente total, [6].

Donde:

- $A_c$  : (mm<sup>2</sup>) sección transversal mínima del conductor.
- $\rho$  :  $1,71 \cdot 10^{-2}$  ((mm<sup>2</sup> · Ω)/m) resistividad del conductor, [1].
- $L$  : 17 (m) longitud máxima de instalación del tomacorriente.
- $R_c$  : 0,127 (Ω) resistencia del cable.

Usando la Ecuación 2.5 se obtiene:

$$A_c = 2,14 \text{ (mm}^2\text{)}$$

Con el resultado anterior se obtiene que el conductor a seleccionar es de calibre mínimo 12 AWG tal como lo establece la normativa NEC, adicional se eligió una protección termomagnética de 20 (A) con tipo de curva C, como se muestra en la Tabla 2.4. Esta protección debe cumplir con el reglamento RTE INEN 091 para evitar fallas eléctricas y accidentes graves.

Para la selección del calibre para conductores e interruptores se hace uso de la Tabla 2.3 tomando como referencia el área del cable.

**Tabla 2.3** Selección del AWG

Área (mm <sup>2</sup> )	AWG
3,3	12
5,25	10
8,36	8
13,29	6
21,14	4
26,66	3
33,62	2
42,2	1

**Tabla 2.4** Resultados.

Corriente nominal (A)	Corriente sobredimensionada (A)	Corriente del cable (A)	Protección
11,25	14,06	20	20

En la Tabla 2.4 se muestra un resumen de los resultados que se obtuvieron mediante el estudio de cargas normales, sin embargo, la corriente sobredimensionada es de 14,06 (A) por lo que bastaría un calibre de conductor 14 AWG, que soporta una corriente mínima de 20 (A), sin embargo, por normativa de instalaciones eléctricas se ha seleccionado un conductor de calibre 12 AWG.

### **Dimensionamiento para cargas especiales**

Tomando en cuenta las cargas que se trataron en la Tabla 2.2, se prosiguió a realizar los cálculos para el diseño del sistema para cargas especiales, considerando un número máximo de un tomacorriente por circuito; debido a que al ser un caso especial deben ser diseñados de manera individual para lograr soportar la carga nominal de cada equipo, que como ya se lo mencionó anteriormente su potencia sobrepasa los 1,500 (W).

El proceso para el dimensionamiento de cargas especiales se lo realizó de manera similar al anterior, haciendo uso de las mismas ecuaciones, y es por tal motivo que solo se procederá a poner la tabla de resumen con los resultados, puesto que la única diferencia a comparación del procedimiento anterior es que en este caso el factor de demanda es de 0.8 y el número de tomacorriente por circuito es 1.

**Tabla 2.5** Resultados.

Corriente nominal (A)	Corriente sobredimensionada (A)	Corriente del cable (A)	Protección
19,67	24,58	35	32

Para la selección del calibre del conductor se tomó en cuenta la sección transversal que mediante los cálculos respectivos dio un valor de 3,53 (mm<sup>2</sup>), por lo cual el calibre del conductor a seleccionar es de 10 AWG, tal como lo establece la normativa NEC de instalaciones eléctricas, adicional se seleccionó una protección termomagnética de 32 (A) con tipo de curva C como se muestra en la Tabla 2.5.

## Dimensionamiento del tablero de distribución

En la Tabla 2.6 se presenta un resumen de la corriente total de los circuitos de tomacorrientes e iluminación, para realizar el dimensionamiento del conductor y protecciones termomagnéticas a utilizar en la acometida.

Es preciso mencionar que, la parte del diseño de iluminación la realizó la persona delegada al tema del trabajo de titulación “Diseño del sistema de iluminación y acceso” conjunto a este “Diseño del sistema de distribución eléctrica” para áreas de las oficinas 6 y 7 de la ESFOT.

**Tabla 2.6** Corriente por circuito.

Circuitos	Corriente de diseño (A)
CT1	14,06
CT2	14,06
CT3	14,06
CT4	14,06
CT5	14,06
CT6	14,06
CE7	24,58
CI8	11,6
CI9	10,4
Total	130,94

$$I_C = I_{T0} \cdot F_D$$

**Ecuación 2.6** Corriente del circuito, [6].

Donde:

- $I_C$  : (A) corriente del circuito.
- $I_{T0}$  : 130,94 (A) corriente total de circuitos.
- $F_D$  : 0,30 factor de demanda, [1].

Usando la Ecuación 2.6 se obtiene:

$$I_C = 39,28 \text{ (A)}$$

Tomando como base al valor anterior se obtiene la corriente total sobredimensionada:

$$I_{T_s} = I_C \cdot (1 + F_S)$$

**Ecuación 2.7** Corriente total sobredimensionada, [6].

Donde:

- $I_{T_s}$  : (A) corriente total sobredimensionada.
- $I_C$  : 39,28 (A) corriente del circuito.
- $F_S$  : 0,25 factor de sobredimensionamiento, [1].

Usando la Ecuación 2.7 se obtiene:

$$I_{T_s} = 49,10 \text{ (A)}$$

El dato anterior, es la corriente sobredimensionada máxima que soportara el cable a seleccionar. Para mejorar la eficiencia del circuito se considera una caída de tensión no mayor al 2% según la NEC.

$$V_{CT(2\%)} = V_n \cdot C_T$$

**Ecuación 2.8** Voltaje con caída de tensión, [6].

Donde:

- $V_{CT(2\%)}$  : (V) voltaje de alimentación con caída de tensión.
- $V_n$  : 127 (V) voltaje nominal de alimentación.
- $C_T$  : 2% caída de tensión, [1].

Usando la Ecuación 2.8 se obtiene:

$$V_{CT(2\%)} = 2,54 \text{ (V)}$$

Empleando la Ecuación 2.7 y la Ecuación 2.8, se obtiene la resistencia del cable:

$$R_c = \frac{V_{CT(2\%)}}{I_{T_s}}$$

**Ecuación 2.9** Resistencia del cable, [6].

Donde:

- $R_c$  : ( $\Omega$ ) resistencia del cable

- $V_{CT(2\%)}$  : 2,54 (V) voltaje de alimentación con caída de tensión.  
 $I_{T_S}$  : 49,10 (A) corriente total sobredimensionada.

Usando la Ecuación 2.9 se obtiene:

$$R_c = 0,026 (\Omega)$$

Con el valor obtenido, se determina el área o sección transversal mínima que debe tener el calibre del conductor, para ello se utiliza la Ecuación 2.10.

$$A_c = \frac{(\rho \cdot L)}{R_c}$$

**Ecuación 2.10** Corriente total, [6]

Donde:

- $A_c$  : (mm<sup>2</sup>) sección transversal mínima del conductor.  
 $\rho$  :  $1.71 \cdot 10^{-2}$  ((mm<sup>2</sup> · Ω)/m) resistividad del conductor, [1].  
 $L$  : 10 (m) longitud máxima de instalación del tomacorriente.  
 $R_c$  : 0,026 (Ω) resistencia del cable.

Usando la Ecuación 2.10 se obtiene:

$$A_c = 6,61 (\text{mm}^2)$$

Con el resultado anterior, se obtiene que el conductor a seleccionar es de calibre mínimo 8 AWG de cobre aislado tipo THHN tal como lo establece la normativa NEC, adicional se eligió un interruptor termomagnético de 50 (A) con tipo de curva C como se muestra en la Tabla 2.7.

**Tabla 2.7** Resultados

Corriente nominal (A)	Corriente sobredimensionada (A)	Corriente del cable (A)	Protección
39,28	49,10	55	50

## 2.3 Plano arquitectónico

En la Figura 2.3 se muestra el plano arquitectónico del sistema de distribución eléctrica, en el que se encuentra especificado por capas cada circuito de tomacorrientes y el lugar en el cual se instalarían los mismos en caso de realizarse una implementación. Adicional

a ello, se muestra la ubicación del tablero de control, la distribución y el número de conductores que pasará por cada uno de los conductos.

## **2.4 Diagrama unifilar**

En la Figura 2.4 se muestra el diagrama unifilar arquitectónico del diseño de un sistema de iluminación y alimentación eléctrica para las áreas de las oficinas 6 y 7 de la ESFOT. En él se representan las cargas de tomacorrientes, especiales y de iluminación con sus respectivas protecciones y el calibre de los cables. Como se logra apreciar existen 6 circuitos de tomacorrientes con una protección termomagnética de 20 (A) y con un calibre de conductor de 12 AWG por circuito, cada uno consta de dos tomas de electricidad, hay un circuito de cargas especiales dimensionado de manera individual por razones explicadas en el dimensionamiento de cargas especiales, con una protección de 32 (A) con un cable 10 AWG de cobre tipo THHN y finalmente se encuentran dos circuitos de iluminación con breaker de 15 (A) y 14 AWG de calibre para los conductores. El tablero de control tiene una protección general de 50 (A) para controlar todos los circuitos en caso de existir una falla de instalación o sobrecorriente.

## **2.5 Diagrama del tablero de control**

En la Figura 2.5, se puede apreciar de manera gráfica el tablero de control con sus respectivos disyuntores para cada circuito, además de su línea de fase, neutro y tierra.



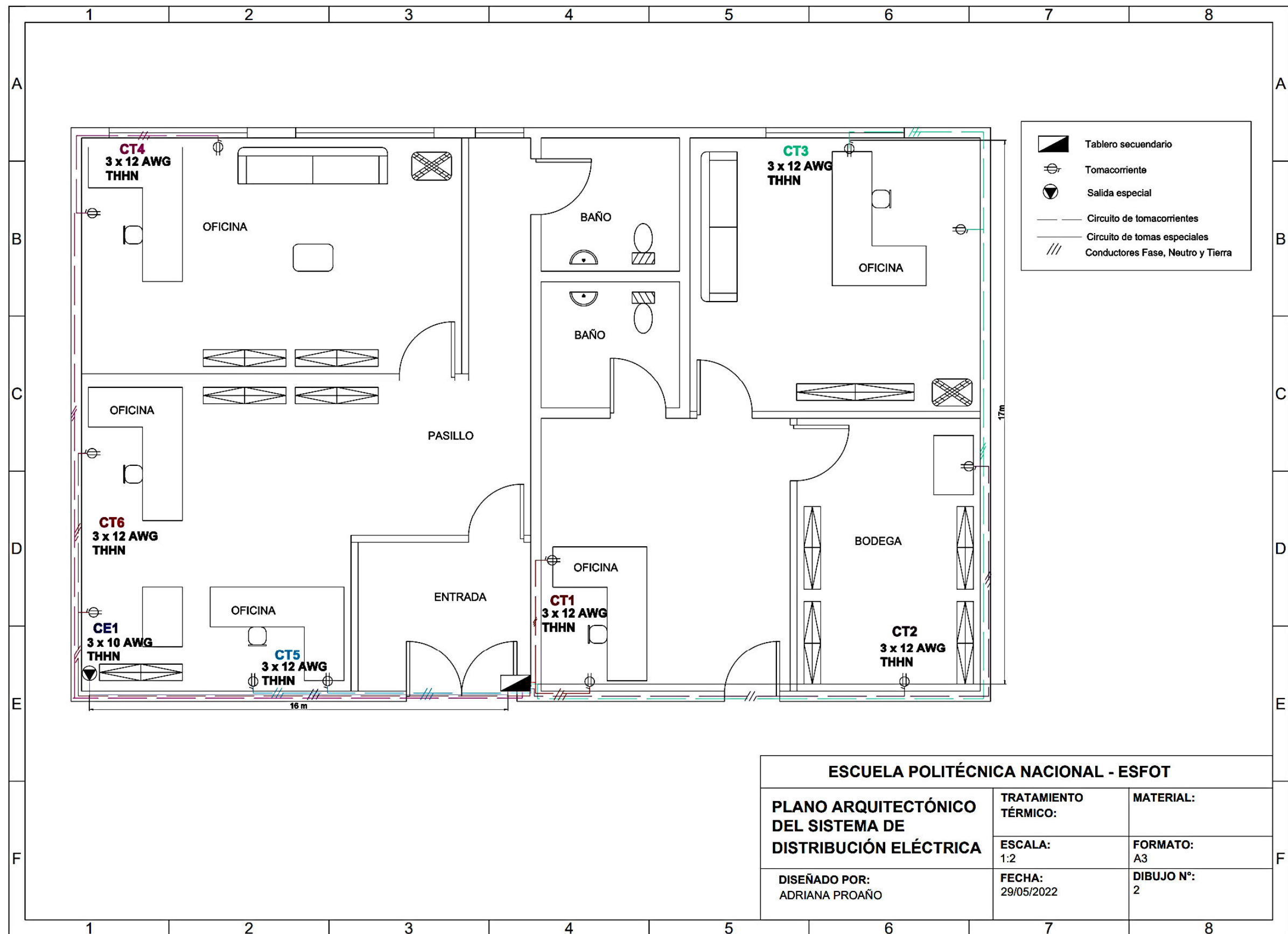


Figura 2.3 Plano arquitectónico del sistema de distribución.

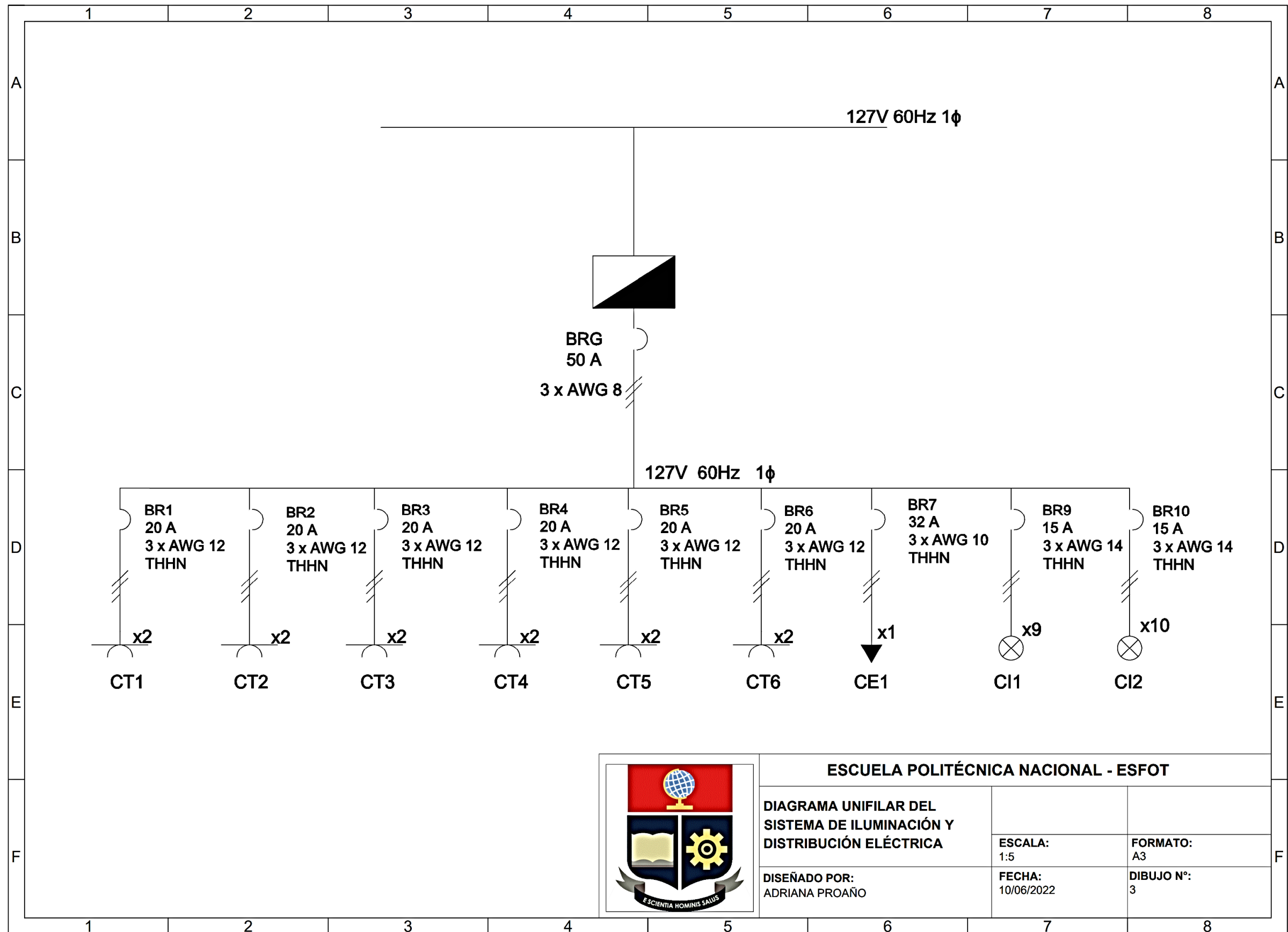
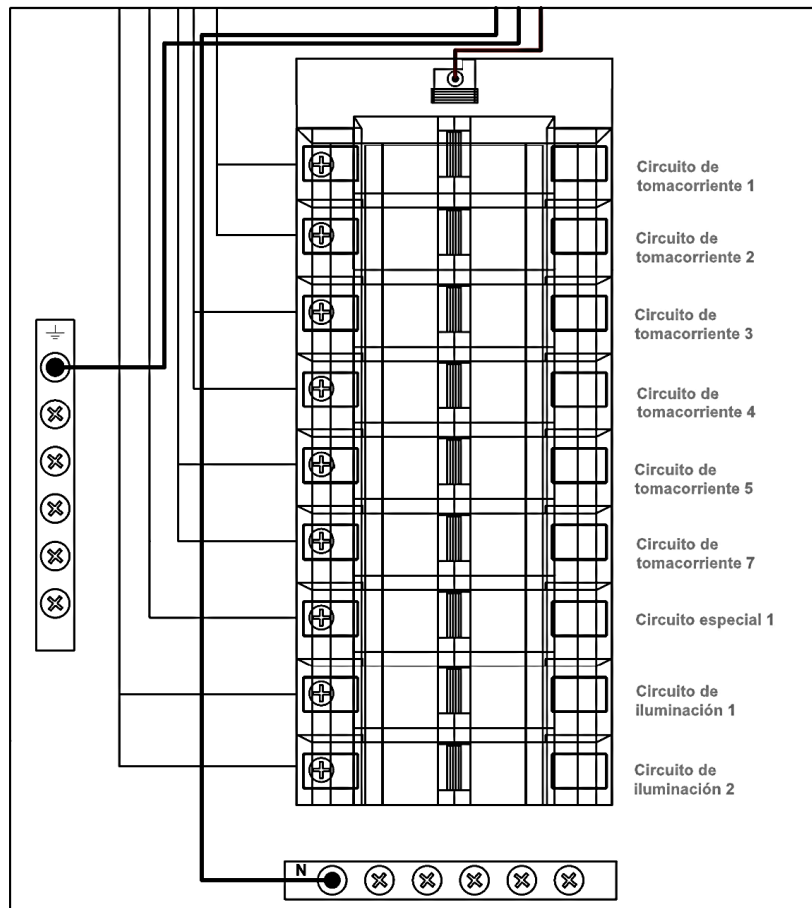


Figura 2.4 Diagrama unifilar del sistema de iluminación y distribución eléctrica.



**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL - ESFOT**

<b>TABLERO SECUNDARIO</b>	<b>TRATAMIENTO TÉRMICO:</b>	<b>MATERIAL:</b>
	<b>ESCALA:</b> 1:8	<b>FORMATO:</b> A4
<b>DISEÑADO POR:</b> ADRIANA PROAÑO	<b>FECHA:</b> 20/06/2022	<b>DIBUJO N°:</b> 4

**Figura 2.5** Tablero secundario.

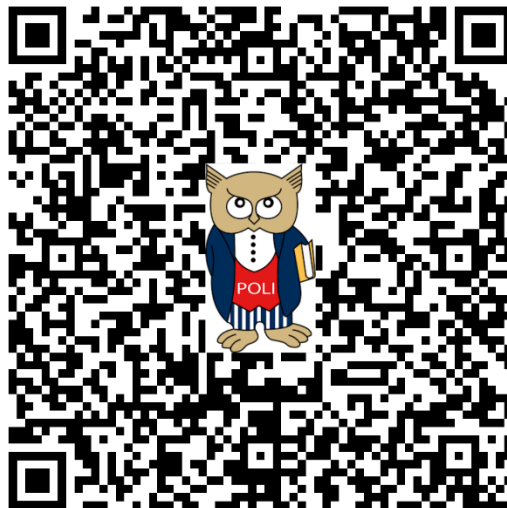
### 3 RESULTADOS

El presente proyecto se encuentra diseñado a nivel de simulación, el entregable es el diseño elaborado, a continuación, se presentan dos enlaces, en la Figura 2.6 se encuentra el video explicativo de los diseños realizados. En la Figura 2.7 se puede encontrar los planos del diseño realizados en AutoCAD y el estudio de cargas.



**Figura 2.6** Código QR del enlace al video explicativo del proyecto.

**Enlace:** [https://epnecuador-my.sharepoint.com/:f:/g/personal/pablo\\_proano\\_epn\\_edu\\_ec/EvoVf-c0guxHqWbcmDI9fxABDBTBUac5LuMOn2ZzvXWk8A?e=HqF5aL](https://epnecuador-my.sharepoint.com/:f:/g/personal/pablo_proano_epn_edu_ec/EvoVf-c0guxHqWbcmDI9fxABDBTBUac5LuMOn2ZzvXWk8A?e=HqF5aL)



**Figura 2.7** Código QR del enlace de la carpeta del proyecto.

**Enlace:** [https://epnecuador-my.sharepoint.com/:f/g/personal/pablo\\_proano\\_epn\\_edu\\_ec/Ei-ZHBOtMdAuPemOsqtakBZhp\\_wi2kSXRFy0wCvZ8JcA?e=QfJ11V](https://epnecuador-my.sharepoint.com/:f/g/personal/pablo_proano_epn_edu_ec/Ei-ZHBOtMdAuPemOsqtakBZhp_wi2kSXRFy0wCvZ8JcA?e=QfJ11V)

### 3.1 Presupuesto del Proyecto

A continuación, se detalla una lista estimada de elementos necesarios para la implementación, en donde se ha verificado en las empresas Kiwi y Angelcom los precios y se ha elaborado la Tabla 3.1

**Tabla 3.1** Presupuesto del proyecto.

Elemento	Cantidad	Valor unitario (USD)	Valor total (USD)
Tomacorrientes dobles	14	2,54	35,56
Tablero de control	1	40,00	40,00
Breaker Schneider 1P 50 (A)	1	7,24	7,24
Breaker Schneider 1P 32 (A)	2	6,49	12,98
Breaker Schneider 1P 20 (A)	6	6,49	38,94
Rollo de cable 8 AWG	1	140,00	140,00
Rollo de cable de 10 AWG	1	74,33	74,33
Rollo de cable 12 AWG	1	55,00	55,00
Cinta aislante	2	0,55	1,10
Costo de Herramientas	1	5,00	5,00
Mano de obra	1	100,00	100,00
<b>Total</b>			<b>510,15</b>

### 3.2 Equipamiento Necesario

#### Equipo de Seguridad:

Antes de realizar una instalación eléctrica es necesario contar con los siguientes equipos de protección:

- Guantes de Nitrilo Aislantes
- Gafas de Protección
- Zapatos Dieléctricos antideslizantes

Los elementos que se presentan a continuación son opcionales:

- Mandil de Trabajo
- Casco
- Iluminación en la Frente

### 3.3 Herramientas de trabajo

La utilización de herramientas de trabajo facilita una instalación eléctrica, a continuación, se presenta un listado de las herramientas básicas que se deben tener a la mano.

- Destornilladores aislados hasta 600 (V)



**Figura 2.8** Destornilladores aislados.

- Pinzas



**Figura 2.9** Pinzas.

- Pelacables



**Figura 2.10** Pelacables.

- Taladro



**Figura 2.11** Taladro eléctrico.

- Cinta aislante



**Figura 2.12** Cinta aislante.

- Pinza amperimétrica

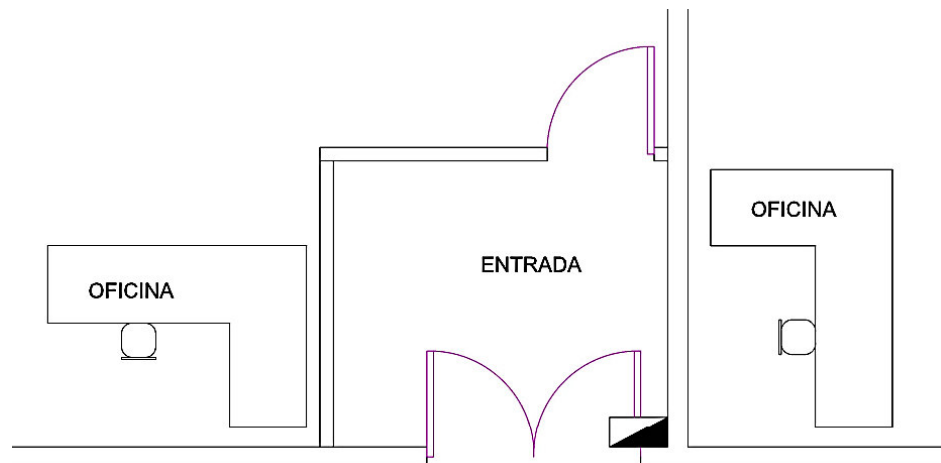


**Figura 2.13** Pinza amperimétrica.

### 3.4 Manual de implementación

Para la implementación del diseño realizado se deben seguir los siguientes pasos:

1. Primero, se va a sobreponer el tablero en la pared a una altura de 1.60 (m) desde el nivel del piso hasta la base del tablero, [2] en el punto que se especifica en la Figura 2.14.



**Figura 2.14** Tablero de control instalado.

2. Montar 14 cajetines rectangulares tipo profundo para los tomacorrientes, a una altura de 0.40 (m) del piso, según lo establecido en la norma de instalaciones eléctricas, [1].



**Figura 2.15** Caja para el tomacorriente, [7].

3. Adherir las canaletas PVC tipo liviano de 30 (mm) de grosor y 10 (mm) de profundidad a la pared de manera continua y ordenada hacia los puntos de

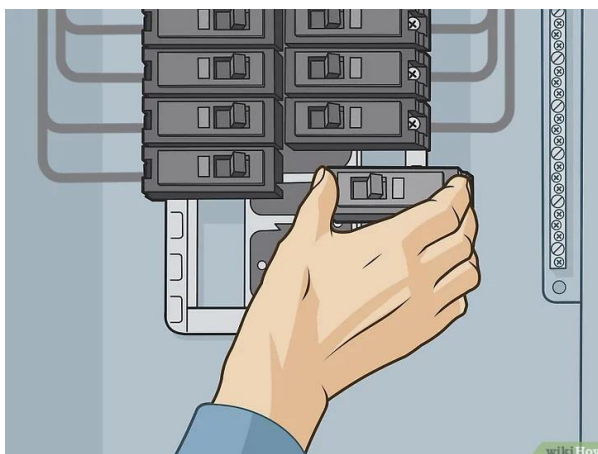


instalación. El diámetro de las canaletas debe ser lo suficiente para alojar en su interior los cables necesarios.



**Figura 2.16** Instalación de canaletas, [7].

4. Luego se procede a armar el tablero, introduciendo 6 disyuntores Schneider 1P de 20 (A) para tomacorrientes y una protección de 32 (A) para cargas especiales con la manija en posición de apagado.



**Figura 2.17** Introducción de protecciones en el tablero, [8].

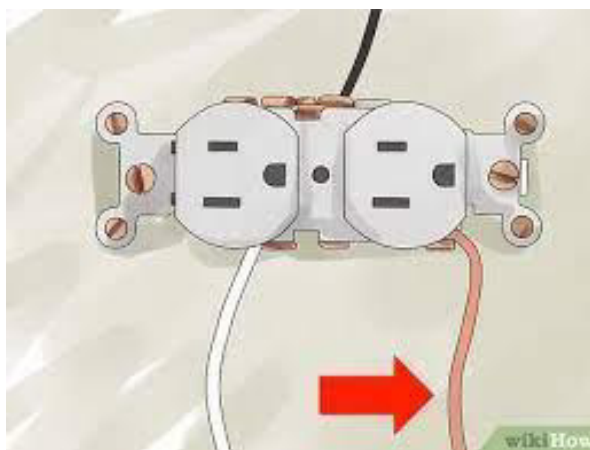
5. Una vez que se ha realizado el montaje de las canaletas, se procede a pasar los cables de fase, neutro y tierra hacia los puntos de instalación, tomando en cuenta que los conductores de una canalización deben ir referenciados por el código de colores, la fase irá de color rojo, neutro blanco y tierra color verde.

Los conductores que pasaran por las canaletas son de calibre 12AWG para los tomacorrientes y de 10 AWG para cargas especiales.



**Figura 2.18** Paso de los cables por las canaletas, [7].

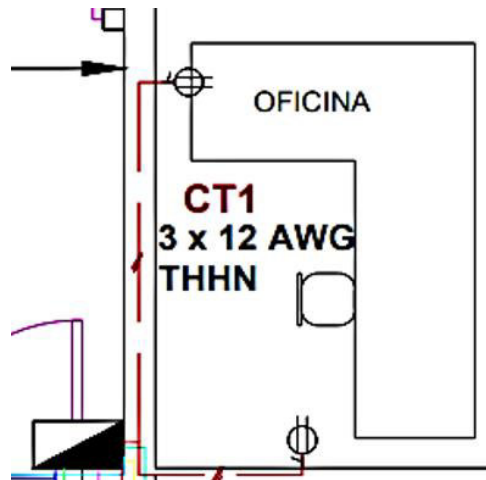
6. Con ayuda de un destornillador, ajustar los cables en el tomacorriente de 15 (A) tomando en cuenta cual es el conductor de fase, neutro y tierra para evitar fallas en las instalaciones.



**Figura 2.19** Instalación del tomacorriente, [7].

7. Una vez realizado el paso anterior de las líneas o tornillos que quedaron sin conectar, se llevan los cables de fase y neutro al otro tomacorriente completando así un circuito como se muestra en la Figura 2.20, en caso de ser necesario realizar empalmes y cubrirlo con cinta aislante para evitar fugas de corriente o provocar que exista contacto entre cables.

Existen 6 circuitos de tomacorrientes y un circuito para cargas especiales, el procedimiento para completar la instalación de todos los circuitos es el mismo.



**Figura 2.20** Circuito de tomacorriente instalado.

8. Antes de desenergizar la fuente de alimentación se deben empotrar las canaletas PVC de 17.4 x 7 (mm) en la pared, para pasar los cables de calibre 8 AWG correspondientes al tablero. Además, se deberá avisar a la dirección con una semana de anticipación para poder desenergizarlo.



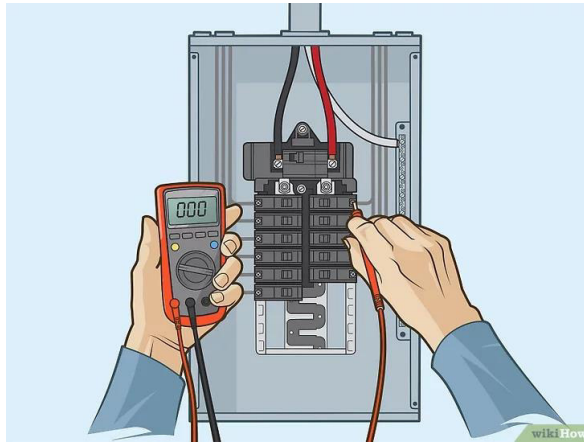
**Figura 2.21** Canaletas del tablero, [7].

9. Desconectar por un tiempo máximo de 30 minutos la fuente de alimentación desde el tablero principal que se encuentra en la parte trasera de la oficina 6 para conectar el nuevo sistema.



**Figura 2.22** Tablero principal.

10. Se conecta la alimentación y con ayuda de un multímetro comprobar que exista paso de energía.



**Figura 2.23** Verificación de la instalación, [8].

11. Finalmente verificar que la instalación de los nuevos tomacorrientes funcione adecuadamente.

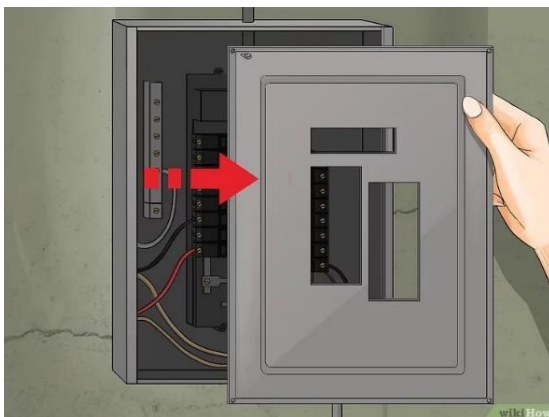


**Figura 2.24** Verificación del nuevo sistema, [7].

### 3.5 Manual de mantenimiento

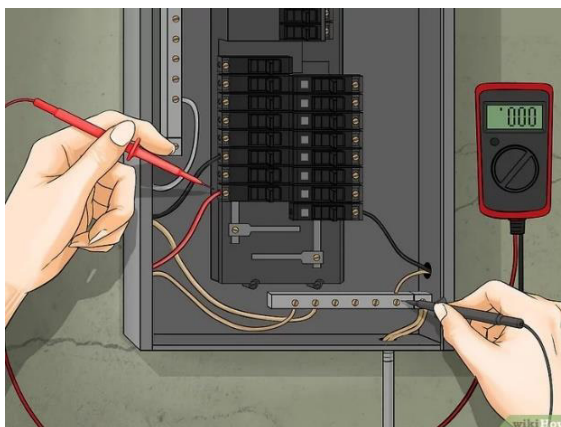
El mantenimiento de una instalación eléctrica se debería realizar cada 6 meses para evitar fallas graves o simplemente para una mayor seguridad al hacer uso del sistema eléctrico, el mantenimiento que se realiza es de tipo preventivo y correctivo.

1. Verificar el estado del tablero.



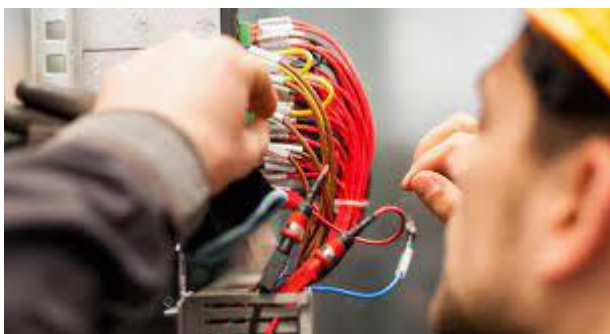
**Figura 2.25** Verificación del tablero, [9].

2. Revisar las conexiones en el tablero de control.



**Figura 2.26** Examinación del tablero, [9].

3. Se debe comprobar e inspeccionar que el cableado este en perfectas condiciones.



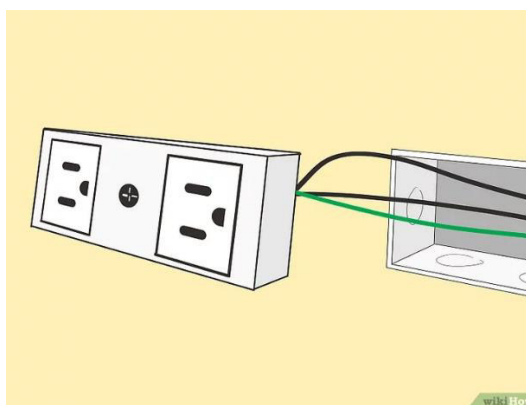
**Figura 2.27** Inspección del cable, [10].

4. Examinar que exista paso de electricidad en los tomacorrientes.



**Figura 2.28** Inspección del tomacorriente, [7].

5. En caso de ser necesario cambiar el tomacorriente.



**Figura 2.29** Instalación de nuevo tomacorriente, [11].

6. Limpieza de polvo y signos de suciedad.
7. Ajustar los tornillos de los tomacorrientes y de las protecciones.



**Figura 2.30** Ajuste de torillos, [12].

## 4 CONCLUSIONES

- Se diseñó un sistema de distribución eléctrica para las áreas de las oficinas 6 y 7 de la ESFOT, utilizando el programa AutoCAD y los cálculos del método de caída de voltaje. La propuesta de este trabajo fue diseñar un nuevo sistema que cumpla con los requerimientos establecidos por la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) de instalaciones eléctricas.
- El proyecto de titulación está realizado de manera conjunta, es decir que el diseño del sistema de iluminación, el cual lo realiza la persona encargada del tema va de la mano con el sistema de distribución eléctrica para el dimensionamiento de la acometida.
- El proyecto realizado cumple con la caída de tensión máxima permitida, además cuenta con los elementos necesarios, conductores y protecciones para una mayor seguridad.
- Para el estudio de cargas se consideró la potencia activa de los posibles equipos a conectar en los tomacorrientes, sin embargo, se clasificaron como cargas especiales a aquellos equipos cuya potencia sobrepasaron los 1,500 (W).
- Debido al estudio previo que se realizó para tomacorrientes de uso general, en el cual se tomó en cuenta factores de demanda y de sobredimensionamiento se seleccionó un calibre 12 AWG para conductores, así como también, se eligió una protección termomagnética de 20 (A) con curva tipo C.
- Para cargas especiales, el calibre de cable que se seleccionó es de 10 AWG con un interruptor termomagnético C-32, que protegerá al cable con mayor seguridad en caso de existir sobrecargas.
- Para el dimensionamiento de la acometida, se consideró la corriente total del diseño por cada circuito de tomacorrientes, cargas especiales y luminarias, el calibre del cable seleccionado para los conductores del tablero es de 8 AWG con una protección termomagnética de 50 (A) con curva tipo C.
- Se construyó un diagrama arquitectónico en el cual se muestra el número de tomacorrientes por circuito que son 2 y además se podrá observar la distribución de canaletas con el número de conductores que pasan por el mismo.
- La cotización del diseño realizado para una futura implementación tiene el valor aproximado de \$510,15 (USD), tomando en cuenta que los materiales que se van a utilizar ayuden a una mayor durabilidad del sistema.

- El video explicativo que se realizó muestra la manera en la que se debería realizar la implementación del sistema, tomando en cuenta todas las medidas de seguridad pertinentes.
- Se desarrolló un manual de implementación y mantenimiento del sistema, pues esto permitirá ayudar a las personas a tener el conocimiento previo sobre el tema.

## **5 RECOMENDACIONES**

- Para la implementación del sistema es necesario guiarse en las normas de instalaciones eléctricas (NEC) y las electromecánicas.
- Antes de realizar la instalación del sistema de distribución, es importante conocer la corriente nominal del interruptor termomagnético que se va a utilizar, además asegurarse que la curva de este sea tipo C.
- Para la instalación de los tomacorrientes y acometida se sugiere adquirir cable flexible o superflex de tipo THHN, para facilitar el cableado y los empalmes que se vayan a realizar.
- En la instalación de tomas tener en cuenta el número de conductores que van a pasar por las canaletas, para así conocer el diámetro correcto a adquirir y evitar problemas al realizar el cableado.
- Se recomienda realizar un mantenimiento preventivo y correctivo cada 6 meses tanto de los tomacorrientes como del tablero de control, para garantizar el adecuado funcionamiento del sistema.



## 6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, “Norma Ecuatoriana de la Construcción,” pp. 1–24, Feb. 2018.
- [2] Comité Ejecutivo de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, “Instalaciones Electromecánicas,” pp. 1–60, Jan. 2013.
- [3] F. Anaguano, “Análisis de costos en la construcción de redes de distribución subterránea a través del desarrollo de una aplicación computacional,” 2020.
- [4] A. Reyes, “Rediseño de las instalaciones eléctricas para el estadio de Nayón y el estadio de Inchapicho”, elaborado por Alexander Reyes,” 2020.
- [5] A. & R. S. Cotacachi, “Diseño de un tablero de control en el laboratorio de electricidad 23A ESFOT-EPN”, elaborado por Alexander Cotacachi y Santiago Rojas,” 2021.
- [6] B. Ashqui, “Implementación de un sistema de distribución, control, maniobra y señalización para el laboratorio de tecnología eléctrica y electrónica aula 23b,” Escuela Politécnica Nacional, Quito, 2022.
- [7] J. Bautista, “Instalaciones eléctricas residenciales,” *Pinterest*, 2018.
- [8] J. Kuhlman, “Cómo instalar un interruptor.”
- [9] J. Kulman, “Como cablear un disyuntor,” *WikiHow*.
- [10] “Reparación de cableado eléctrico automotriz dañada,” *Magazine*, Aug. 07, 2018.
- [11] J. Kuhlman, “Cómo poner una toma de corriente,” *WikiHow*.
- [12] J. Kuhlman, “Cómo instalar un tomacorriente con toma a tierra,” *WikiHow*.

## **7 ANEXOS**

ANEXO I. Reporte de Similitud Generado por Turnitin

ANEXO II. Certificado de Funcionamiento de Trabajo de Integración Curricular

ANEXO III. Diagrama eléctrico arquitectónico



**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS  
CAMPUS POLITÉCNICO "ING. JOSÉ RUBÉN ORELLANA"**

## **ANEXO I. CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD**

Quito, D.M. 15 de agosto de 2022

De mi consideración:

Yo, Pablo Andrés Proaño Chamorro, en calidad de Director del Trabajo de Integración Curricular titulado DISEÑO DE UN SISTEMA DE ACCESO, ILUMINACIÓN Y ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA PARA LAS ÁREAS DE LAS OFICINAS 6 Y 7 DE LA ESFOT asociado a DISEÑO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA elaborado por el estudiante ADRIANA MACIEL PROAÑO MANOSALVAS de la carrera en Tecnología Superior en Electromecánica, certifico que he empleado la herramienta Turnitin para la revisión de originalidad del documento escrito desde el Resumen hasta el capítulo de Conclusiones y recomendaciones (Referencias Incluidas), producto del Trabajo de Integración Curricular indicado.

**El documento escrito tiene un índice de similitud del 8%.**

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, pudiendo el interesado hacer uso del presente documento para los trámites de titulación.

NOTA: Se adjunta el informe generado por la herramienta Turnitin.

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:  
**PABLO ANDRES  
PROANO CHAMORRO**

---

**DIRECTOR**

Ing. Pablo Andrés Proaño Chamorro, Msc.  
Técnico Docente a Tiempo Completo, ESFOT-EPN



**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS  
CAMPUS POLITÉCNICO "ING. JOSÉ RUBÉN ORELLANA"**

# DISEÑO DE UN SISTEMA DE ACCESO, ILUMINACIÓN Y ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA PARA LAS ÁREAS DE LAS OFICINAS 6 Y 7 DE LA ESFOT - DISEÑO DEL SISTETEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA

*by* Adriana Maciel Proaño Manosalvas

---

**Submission date:** 15-Aug-2022 05:22PM (UTC-0500)

**Submission ID:** 1882951516

**File name:** Trabajo\_UIC\_Electromec\_nica\_Proa\_o\_Manosalvas\_Adriana\_Maciel.pdf (2.83M)

**Word count:** 5516

**Character count:** 28387



**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS  
CAMPUS POLITÉCNICO "ING. JOSÉ RUBÉN ORELLANA"**

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE ACCESO, ILUMINACIÓN Y ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA PARA LAS ÁREAS DE LAS OFICINAS 6 Y 7 DE LA ESFOT - DISEÑO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA**

ORIGINALITY REPORT

<b>8%</b>	<b>7%</b>	<b>1%</b>	<b>2%</b>
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

<b>1</b>	<b>bibdigital.epn.edu.ec</b> Internet Source	<b>3%</b>
<b>2</b>	<b>Submitted to Escuela Politecnica Nacional</b> Student Paper	<b>2%</b>
<b>3</b>	<b>actualidad.rt.com</b> Internet Source	<b>&lt;1%</b>
<b>4</b>	<b>www2.ing.puc.cl</b> Internet Source	<b>&lt;1%</b>
<b>5</b>	<b>cseg.inaoep.mx</b> Internet Source	<b>&lt;1%</b>
<b>6</b>	<b>repositorio.espe.edu.ec</b> Internet Source	<b>&lt;1%</b>
<b>7</b>	<b>www.lareferencia.info</b> Internet Source	<b>&lt;1%</b>
<b>8</b>	<b>www.slideshare.net</b> Internet Source	<b>&lt;1%</b>



**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS  
CAMPUS POLITÉCNICO "ING. JOSÉ RUBÉN ORELLANA"**

9	<a href="https://archive.org">archive.org</a> Internet Source	<1 %
10	<a href="https://repositorio.pucp.edu.pe">repositorio.pucp.edu.pe</a> Internet Source	<1 %
11	<a href="https://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a> Internet Source	<1 %
12	<a href="https://www.nib.fmed.edu.uy">www.nib.fmed.edu.uy</a> Internet Source	<1 %
13	<a href="https://guaduabambucolombia.com">guaduabambucolombia.com</a> Internet Source	<1 %
14	<a href="https://merlin.fae.ua.es">merlin.fae.ua.es</a> Internet Source	<1 %
15	<a href="https://doku.pub">doku.pub</a> Internet Source	<1 %
16	<a href="https://www.economia-montevideo.gob.mx">www.economia-montevideo.gob.mx</a> Internet Source	<1 %
17	<a href="https://www.radiosucra.com.ec">www.radiosucra.com.ec</a> Internet Source	<1 %
18	<a href="https://www.researchgate.net">www.researchgate.net</a> Internet Source	<1 %

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography Off

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

DMQ, 15 de agosto de 2022

Yo, Pablo Andrés Proaño Chamorro, docente a tiempo completo de la Escuela Politécnica Nacional y como director de este trabajo de integración curricular, certifico que he constatado el correcto diseño del presente entregable, el cual fue implementado por el estudiante *Adriana Maciel Proaño Manosalvas*.

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.



Firmado electrónicamente por:  
**PABLO ANDRÉS  
PROAÑO CHAMORRO**

---

**DIRECTOR**

Ing. Pablo Andrés Proaño Chamorro., Msc.

---

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

**Correo:** pablo.proano@epn.edu.ec | **Ext:** 2729

### ANEXO III. EJEMPLO DE PRESENTACIÓN DE PLANOS

