



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos

Naturales no Renovables

Carrera de Ingeniería Electromecánica

**Análisis de la red monofásica del taller de mecánica
industrial “MIF” y su diseño eléctrico**

Trabajo de Titulación previo a
la obtención del título de Ingeniero
Electromecánico.

AUTOR:

Geovanny Alexander Tipán Fernández

DIRECTOR:

Ing. Iván Alberto Coronel Villavicencio, MSc.

Loja – Ecuador

2023

Certificación

Loja, 03 de Abril de 2023

Ing. Iván Alberto Coronel Villavicencio, MSc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICO:

Que he revisado y orientado todo proceso de la elaboración del Trabajo de Titulación denominado: **Análisis de la red monofásica del taller de mecánica industrial “MIF” y su diseño eléctrico**, previo a la obtención del título de **Ingeniero en Electromecánica** de la autoría del estudiante: **Geovanny Alexander Tipán Fernández**, con cédula de identidad Nro. **1104864879**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación para la respectiva sustentación y defensa.

Ing. Iván Alberto Coronel Villavicencio, MSc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Autoría

Yo, **Geovanny Alexander Tipán Fernández**, declaro ser autor del presente Trabajo de Titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido de este. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Titulación en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

Firma:



Cédula de Identidad: 1104864879

Fecha: 29 de Octubre del 2024

Correo electrónico: gatipanf@unl.edu.ec

Teléfono: 0979896808

Carta de Autorización

Carta de autorización del trabajo de titulación por parte del autor para la consulta de reproducción parcial o total, y publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Titulación.

Yo, **Geovanny Alexander Tipán Fernández**, declaro ser autor del Trabajo de Titulación denominado: **Análisis de la red monofásica del taller de mecánica industrial “MIF” y su diseño eléctrico**, como requisito para optar al título de **Ingeniero en Electromecánica**, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los 29 días del mes de octubre del dos mil veinticuatro.

Firma:



Autora: Geovanny Alexander Tipán Fernández

Cédula: 1104864879

Dirección: Loja - Cdla. Época

Correo electrónico: gatipanf@unl.edu.ec

Teléfono: 0979896808

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director del Trabajo de Titulación: Ing. Iván Alberto Coronel Villavicencio, MSc.

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mi querida madre, cuyo amor y sacrificio me han enseñado el valor del esfuerzo y la perseverancia. A mi hijo, que es mi mayor motivación y alegría, por recordarme cada día la importancia de soñar y seguir adelante. Esta tesis es para ustedes, con todo mi amor.

Geovanny Alexander Tipán Fernández

Agradecimiento

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que han sido parte de este viaje académico. En primer lugar, agradezco a mi director de tesis, Ing. Iván Coronel, por su valioso apoyo, orientación y confianza en mí a lo largo de este proceso. Su dedicación y conocimiento han sido fundamentales para el desarrollo de este trabajo. A mis profesores, gracias por compartir su sabiduría y por inspirarme a seguir aprendiendo y creciendo. A mis compañeros de la facultad, por los momentos compartidos y por el apoyo incondicional en los momentos de desafío.

Un agradecimiento muy especial a mi mamá, cuyo amor incondicional y sacrificio han sido una fuente constante de inspiración. Gracias por estar siempre a mi lado y por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia.

A mi hijo Rafael y hermana Anita, gracias por ser mi mayor motivación su risa y alegría me han dado fuerzas en los momentos más difíciles. Este logro es también para ustedes.

Finalmente, agradezco a todas las personas que, de alguna manera, contribuyeron a la realización de esta investigación. Sin su colaboración y apoyo, este proyecto no habría sido posible.

Geovanny Alexander Tipan Fernández

Índice de contenido

| | |
|---|------|
| Portada | i |
| Certificación..... | ii |
| Autoría | iii |
| Carta de Autorización | iv |
| Dedicatoria..... | v |
| Agradecimiento..... | vi |
| Índice de Tablas | xi |
| Índice de Figuras..... | xiii |
| Índice de Anexos..... | xiv |
| 1. Título..... | 1 |
| 2. Resumen..... | 2 |
| 2.1. Abstract | 3 |
| 3. Introducción | 4 |
| 3.1. Objetivo..... | 4 |
| 3.2. Alcance | 4 |
| 4. Marco teórico..... | 5 |
| 4.1. Definición de magnitudes y variables eléctricas..... | 5 |
| 4.1.1. Tensión (V)..... | 5 |
| 4.1.2. Resistencia (Ω). | 5 |
| 4.1.3. Intensidad (I)..... | 6 |
| 4.1.4. Conductividad (σ)..... | 6 |
| 4.1.5. Potencia (P)..... | 6 |
| 4.2. Conceptos básicos de corriente alterna | 6 |
| 4.2.1. Corriente Alterna. | 7 |

| | | |
|--------|---|----|
| 4.2.2. | Corriente Alterna Trifásica..... | 7 |
| 4.2.3. | Caída De Tensión..... | 8 |
| 4.3. | Especificaciones de materiales y aparellajes eléctricos..... | 9 |
| 4.3.1. | Conductores..... | 9 |
| 4.3.2. | Interruptores Magneto – Térmico..... | 13 |
| 4.4. | Hipótesis de cálculo del sistema eléctrico..... | 14 |
| 4.4.1. | Análisis de Potencia y Prevención de Cargas..... | 14 |
| 4.4.2. | Cálculo para la sección de Conductores..... | 15 |
| 4.4.3. | Cálculo de la intensidad nominal..... | 16 |
| 4.4.4. | Factores que determinan el funcionamiento de la Red de Distribución .. | 18 |
| 4.4.5. | Demanda Máxima Unitaria Proyectada..... | 21 |
| 5. | Metodología..... | 23 |
| 5.1. | Emplazamiento y actividad..... | 23 |
| 5.2. | Descripción del taller..... | 23 |
| 5.2.1. | Maquinaria de trabajo..... | 24 |
| 5.3. | Características del Taller MIF..... | 25 |
| 5.4. | Instalación eléctrica..... | 25 |
| 5.4.1. | Generalidades..... | 25 |
| 5.4.2. | Tipo de suministro eléctrico..... | 25 |
| 6. | Resultados..... | 29 |
| 6.1. | Análisis de la red eléctrica en el taller mecánico “MIF”..... | 29 |
| 6.2. | Partes del equipo FLUKE 1744..... | 29 |
| 6.3. | Uso del registrador..... | 31 |
| 6.4. | Metodología para mediciones del servicio eléctrico en baja tensión..... | 31 |
| 6.5. | Instalación del equipo Fluke 1744..... | 31 |
| 6.6. | Exportar datos de programa PQ log..... | 33 |
| 6.6.1. | Tensión..... | 33 |
| 6.6.2. | Intensidad..... | 34 |
| 6.6.3. | Factor de potencia..... | 35 |

| | | |
|----------|---|----|
| 6.6.4. | Potencia..... | 36 |
| 6.6.5. | Energía..... | 37 |
| 6.7. | Diseño eléctrico del Taller MIF..... | 38 |
| 6.7.1. | Maquinaria..... | 38 |
| 6.7.2. | Alumbrado..... | 39 |
| 6.7.3. | Tomas de corriente..... | 39 |
| 6.7.4. | Toma de corriente área de oficinas y servicios..... | 39 |
| 6.8. | Esquema de líneas..... | 40 |
| 6.8.1. | Tablero de distribución secundario 1..... | 40 |
| 6.8.2. | Tablero de distribución principal medidor 2..... | 41 |
| 6.9. | Proceso de cálculo de las líneas..... | 41 |
| 6.10. | Cálculo de las líneas de alumbrado..... | 41 |
| 6.10.1. | Línea de alumbrado segunda planta oficinas..... | 42 |
| 6.10.2. | Línea de alumbrado segunda planta, taller..... | 43 |
| 6.10.3. | Línea de alumbrado planta baja, taller..... | 43 |
| 6.11. | Cálculo línea de tomas de corriente..... | 44 |
| 6.11.1. | Línea de toma de corriente segunda plata, oficinas..... | 44 |
| 6.11.2. | Línea de tomas de corriente segunda planta, taller..... | 45 |
| 6.11.3. | Línea tomacorrientes planta baja taller..... | 45 |
| 6.12. | Cálculo de las líneas de fuerza..... | 46 |
| 6.12.1. | Línea torno de paralelo (CE-1)..... | 46 |
| 6.12.2. | Línea taladro pedestal (CT-1)..... | 47 |
| 6.12.3. | Línea taladro pedestal (CET-1)..... | 47 |
| 6.12.4. | Línea de soldadora Lincon Ac – 225GJM (CE-2)..... | 47 |
| 6.12.5. | Línea de soldadora MIG (CE-3)..... | 48 |
| 6.12.6. | Línea de soldadora TIG (CE-4)..... | 48 |
| 6.12.7. | Línea para sierra de cinta (CE-5)..... | 49 |
| 6.12.8. | Línea para tronadora (CT-2)..... | 49 |
| 6.12.9. | Línea para esmeril (CT-1)..... | 50 |
| 6.12.10. | Línea para torno revolver (CE-1)..... | 50 |
| 6.12.11. | Línea de Torsionadora (CE-2)..... | 51 |
| 6.12.12. | Línea para sierra de hoja (CE-3)..... | 51 |

| | | |
|---------|---|----|
| 6.13. | Cálculo de las líneas de alimentación a los sub-cuadros. | 52 |
| 6.13.1. | Línea del tablero de distribución secundario 1. | 52 |
| 6.14. | Línea del tablero de distribución principal. | 53 |
| 6.15. | Línea del tablero de distribución principal medidor 2. | 54 |
| 6.16. | Protección de la Instalación. | 55 |
| 6.17. | Protección contra contactos indirectos. | 55 |
| 6.18. | Protección de instalación contra sobrecargas. | 55 |
| 6.19. | Resumen del cálculo de las líneas. | 57 |
| 6.19.1. | Cuadro de cargas de Taller MIF. | 58 |
| 6.20. | Puesta a tierra. | 59 |
| 6.21. | Alimentación de los tableros de distribución. | 60 |
| 6.22. | Tablero de distribución secundarios | 60 |
| 7. | Discusión. | 61 |
| 8. | Conclusiones | 62 |
| 9. | Recomendaciones | 63 |
| 10. | Bibliografía. | 64 |
| 11. | Anexos | 66 |

Índice de Tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Clasificación de colores normalizada para cables de BT..... | 13 |
| Tabla 2. Conductividad del cobre y el aluminio a diferentes temperaturas, en $m/\Omega \cdot mm^2$... | 17 |
| Tabla 3. Resistividad del cobre y el aluminio a diferentes temperaturas, en $m/\Omega \cdot mm^2$ | 18 |
| Tabla 4. Factores de potencia de los equipos eléctricos más comunes en instalaciones industriales. | 20 |
| Tabla 5. Datos técnicos de la maquinaria existente. | 24 |
| Tabla 6. Dimensiones de taller MIF..... | 25 |
| Tabla 7. Controles e indicadores del analizador de redes Fluke 1744..... | 30 |
| Tabla 8. Valores promedio de Tensión. | 34 |
| Tabla 9. Valores promedio de Intensidad en la L1 y L2..... | 35 |
| Tabla 10. Valor medio del Factor de Potencia en L1 y L2. | 36 |
| Tabla 11. Valores promedio de la Potencia en la L1 y L2..... | 37 |
| Tabla 12. Valores consumidos de Energía en L1 y L2. | 38 |
| Tabla 13. Valores de potencia de maquinaria en el Taller MIF..... | 38 |
| Tabla 14. Potencia de alumbrado instalado. | 39 |
| Tabla 15. Potencia suministrada a tomas de corriente. | 39 |
| Tabla 16. Potencia suministrada a tomas de corriente de oficinas y servicios. | 39 |
| Tabla 17. Elementos suministrados por el cuadro principal (TDP-3) Medidor 1..... | 40 |
| Tabla 18. Elementos suministrados por el tablero de distribución secundario 1(TDS1) medidor 1. | 40 |
| Tabla 19. Elementos suministrados por el tablero de distribución principal medidor 2(TDP-2). | 41 |
| Tabla 20. Clasificación de las viviendas según el área de construcción..... | 42 |
| Tabla 21. Factor basado en el ciclo de utilización o tiempo nominal de uso del soldador. ... | 48 |
| Tabla 22. Elementos que alimenta el TDS-1, medidor1..... | 52 |
| Tabla 23. Elementos que alimenta el TDP-3 medidor 1..... | 53 |
| Tabla 24. Elementos que alimenta el TDP-2 medidor 2..... | 54 |
| Tabla 25. Resumen cálculos cuadros principal y secundario..... | 57 |
| Tabla 26. Cuadro de cargas Medidor 2..... | 58 |
| Tabla 27. Cuadro de cargas Medidor 1..... | 58 |
| Tabla 28. Cálculo de la demanda proyectada. | 59 |
| Tabla 29. Datos de medición de intensidad en horas laborables L1..... | 66 |
| Tabla 30. Datos de medición de intensidad en horas laborables L2..... | 70 |

| | |
|--|----|
| Tabla 31. Tabla para la elección del calibre del conductor..... | 80 |
| Tabla 32. Tabla para elección del diámetro de tuberías..... | 81 |
| Tabla 33. Tabla para elección de protección termomagnética..... | 82 |
| Tabla 34. Estudio de demanda..... | 85 |
| Tabla 35. Análisis de carga y distribución de fases..... | 88 |
| Tabla 36 Tabla de caída de tensión..... | 89 |
| Tabla 37. Presupuesto para la instalación eléctrica de taller..... | 89 |
| Tabla 38. Presupuesto para la instalación de transformador de 50 kVA..... | 90 |

Índice de Figuras.

| | |
|--|----|
| Figura 1. Gráfica sinusoidal de la tensión en corriente alterna trifásica en función del tiempo | 7 |
| Figura 2. Estructura cable eléctrico. | 9 |
| Figura 3. Cable desnudo | 10 |
| Figura 4. Cable aislado | 10 |
| Figura 5. Cable flexible | 11 |
| Figura 6. Cable rígido con varios conductores | 11 |
| Figura 7. Conductor tetra polar..... | 12 |
| Figura 8. Identificación del conductor de fase..... | 12 |
| Figura 9. Interruptores magneto térmico en función del número de fases que protege..... | 14 |
| Figura 10. Localización del taller Metal Industrias Fernández. | 23 |
| Figura 11. Datos del Transformador..... | 26 |
| Figura 12. Medidor número 214442..... | 26 |
| Figura 13. Medidor número 26808..... | 27 |
| Figura 14. Diagrama de acometidas. | 27 |
| Figura 15. Analizador Fluke 1744- vista frontal..... | 29 |
| Figura 16. Analizador de redes conectado a un sistema monofásico. | 32 |
| Figura 17. Instalación del analizador Fluke en el taller MIF..... | 32 |
| Figura 18. Gráfica de medición de la tensión mínima, media y máxima | 33 |
| Figura 19. Diagrama de la Intensidad en el Taller MIF..... | 34 |
| Figura 20. Diagrama de la Potencia tanto en la L1 y L2 | 35 |
| Figura 21. Diagrama de potencia en Li y L2. | 36 |
| Figura 22. Diagrama del consumo de energía en el Taller MIF. | 37 |
| Figura 23. Placa de características de torno paralelo..... | 75 |
| Figura 24. Placa de características de torno revolver. | 75 |
| Figura 25. Placa de características taladro pedestal..... | 76 |
| Figura 26. Placa de características taladro pedestal..... | 76 |
| Figura 27. Placa de características de Torsionadora..... | 77 |
| Figura 28. Placa de características sierra de cinta. | 77 |
| Figura 29. Placa de características de sierra de hoja..... | 78 |
| Figura 30. Cuadro de características soldadora TIG..... | 78 |
| Figura 31. Cuadro de características soldadora MIG. | 79 |

Índice de Anexos

| | |
|---|----|
| Anexo 1. Datos de medición realizador por analizador de redes Fluke en horas laborables L1. | 66 |
| Anexo 2. Placas de características técnicas de la maquinaria del taller “MIF”..... | 75 |
| Anexo 3. Tablas para la elección de conductor. | 80 |
| Anexo 4. Tabla para la elección del diámetro de tubería. | 81 |
| Anexo 5. Tabla para la elección de protección termomagnética. | 82 |
| Anexo 6. Memoria técnica..... | 83 |
| Anexo 7. Planos de diseño eléctrico. | 92 |
| Anexo 8. Certificado de traducción del resumen..... | 97 |

1. Título

Análisis de la red monofásica del taller de mecánica industrial “MIF” y su diseño eléctrico.

2. Resumen

El objetivo principal del presente proyecto investigativo está enfocado en el análisis del sistema eléctrico del taller “MIF”, y de cada uno de los elementos que lo compone, además de los circuitos de distribución.

La primera parte de este documento agrupa todos los conceptos básicos: definición de magnitudes y variables eléctricas, definiciones de corriente alterna, especificaciones de materiales y aparellajes eléctricos e hipótesis de cálculo de sistemas eléctricos, y las principales características que nos permitan definir las condiciones de operación de cada máquina, tales como su Potencia, Tensión nominal, Intensidad, tiempo promedio de utilización en horas al día.

En la segunda sección, se abordan en detalle las características eléctricas del taller. Se emplea un analizador de red para evaluar el rendimiento de las maquinarias utilizadas en el taller, centrándonos en aspectos como la intensidad, la tensión y el factor de potencia. Esta evaluación nos proporciona la información necesaria para diseñar adecuadamente el sistema eléctrico, ajustándolo a los requisitos de la instalación.

En su tercer apartado se procede a realizar el análisis de la validación de cada uno de los componentes que intervienen en el funcionamiento del taller, como la maquinaria e instalaciones eléctricas, permitiendo determinar que algunos de ellos no cuentan con un diseño y dimensionamiento eléctrico adecuado para su función, basándose en los cálculos correspondientes se presenta una propuesta de rediseño para dichos componentes de manera que permitan un mejor desempeño electro-energético.

En conclusión, se presenta el diseño eléctrico, que cumple con los requisitos exigidos por la empresa eléctrica local EERSSA y sigue la Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC). Asimismo, se incluye el presupuesto correspondiente, acompañado de recomendaciones específicas para alcanzar un diseño óptimo.

Palabras clave: Diseño, eléctrico, análisis, rediseño.

2.1. Abstract

The main objective of the present research project is focused on the analysis of the electrical system of the “MIF” workshop, and of each of the elements that compose it, in addition to the distribution circuits.

The first part of this document groups all the basic concepts: magnitudes and electrical variables definition, alternating current definitions, materials and electrical switchgears specifications and calculation hypothesis of electrical systems, and the main characteristics that allow us to define the operating conditions of each machine, such as its Power, Rated Voltage, Intensity, average time of use in hours per day.

In the second section, the electrical characteristics of the workshop are discussed in detail. A network analyzer is employed to evaluate the performance of the machineries used in the workshop, focusing on aspects such as intensity, voltage, and power factor. This evaluation provides us with the necessary information to adequately design the electrical system, adjusting it to the requirements of the installation.

In its third section, it proceeds to realize the analysis of the validation of each of the components involved in the workshop functioning, such as machinery and electrical installations, allowing to determine that some of them do not have an adequate electrical design and sizing for their function, based on the corresponding calculations, a redesign proposal is presented for these components in order to allow a better electro-energetic performance.

In conclusion, the electrical design is presented, which complies with the requirements demanded by the local electric company EERSSA and follows the Ecuadorian Construction Standard (NEC). Likewise, the corresponding budget is included accompanied by specific recommendations to achieve an optimal design.

Keywords: Design, electrical, analysis, redesign.

3. Introducción

El presente proyecto realiza un análisis técnico de las instalaciones y de los equipos que se encuentran operando en el taller Metal Industrias Fernández “MIF”, para lo cual, se toma en cuenta las normas dictaminadas por la Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC), la Empresa Eléctrica Regional del Sur S.A. (EERSSA) y Código de Práctica Ecuatoriano CPE INEN 19:20001 (Código eléctrico Nacional) entre otras.

Dentro de los aspectos a tomar en consideración están; proporcionar documentación confiable para el taller eléctrico “MIF” sobre el estado en el que se encuentra actualmente las instalaciones eléctricas de las que dispone, en base a ello proponer alternativas de mejora que permitan solucionar los inconvenientes que puedan suscitarse en el presente estudio, de esta manera garantizar la seguridad de los operarios y a su vez asegurar la prolongación de la vida útil de la maquinaria y equipos instalados.

Este estudio puede evitar decisiones habituales que atentan contra la eficiencia energética o la dificultan, como el sobredimensionamiento de instalaciones, Además, se realizará un análisis de pérdidas, así como el circuito de distribución secundarios.

Durante el desarrollo del proyecto se aplicarán y fortalecerán los conocimientos adquiridos en el transcurso de la carrera de ingeniería electromecánica.

3.1. Objetivo

El objetivo principal del presente proyecto es Analizar la red monofásica, del taller de mecánica Industrial “MIF” y su diseño eléctrico.

Para el cumplimiento del objetivo general señalado previamente, se desarrolló el trabajo en función a los siguientes objetivos específicos:

- Analizar la red monofásica existente por medio de aparatos de medición que permitan obtener datos de la instalación.
- Diseñar el sistema eléctrico en base a las necesidades técnicas que requiere el taller “MIF”.
- Determinar costos de la instalación en base al estudio eléctrico propuesto.

3.2. Alcance

El proyecto estará enfocado hacia una instalación de tipo industrial mediante el cual se analizarán:

- Circuitos de distribución secundaria.

Además, el proyecto contemplará el desarrollo de cálculos de potencias y prevención de cargas, cálculo de la sección de conductores para su posterior validación.

4. Marco teórico.

4.1. Definición de magnitudes y variables eléctricas

Dentro del presente proyecto se desarrollarán todos aquellos elementos que configuran las Instalaciones Eléctricas del Taller en cuestión.

4.1.1. Tensión (V).

El voltaje o tensión eléctrica es una medida de la energía por unidad de carga que se pone en juego cuando los electrones se mueven entre los extremos de un hilo conductor. Para que exista una corriente eléctrica en un hilo conductor es preciso que se establezca entre sus extremos una diferencia potencial o voltaje. Es por tanto, que la tensión o diferencia de potencial es la energía requerida para mover una carga unitaria a través de un elemento. (Sadiku, 2013)

La tensión es la fuerza de la corriente eléctrica. Cuanto mayor es, más deprisa fluyen los electrones. La unidad de medida es el voltio (V).

4.1.2. Resistencia (Ω).

Oposición que ofrece el medio conductor al paso de corriente eléctrica. La unidad de medida es el ohmio (Ω).

Cada material posee una resistencia específica característica que se conoce con el nombre de resistividad. Se define como la resistencia de un cilindro de ese material que tiene 1mm² de sección y 1 metro de longitud. así la resistividad vendrá dada en $\frac{\Omega mm^2}{m}$.

Los materiales más utilizados son el cobre (Cu) con una resistividad de $0.0172 \frac{\Omega mm^2}{m}$ y el aluminio (al) con una resistividad de $0.028 \frac{\Omega mm^2}{m}$ (ambas resistividades son a 20 °C). Por tanto, para el cálculo de la resistencia de un material será: (Sadiku, 2013)

$$R = \rho \frac{l}{S} \quad \text{(Ecuación 1)}$$

Donde

“ ρ ” es la resistividad del conductor

“ l ” la longitud en metros

“ S ” la sección en mm^2 .

Otro parámetro importante relacionado con la resistencia es la influencia de la temperatura. A medida que aumenta la temperatura también lo hace la resistencia del material conductor.

4.1.3. Intensidad (I).

Es la cantidad de electricidad que atraviesa un conductor en la unidad de tiempo (1segundo). Su unidad es el amperio (A). Es una medida del número de electrones excitados que podemos encontrar en un conductor. (Sadiku, 2013)

La intensidad eléctrica está en estrecha relación con el voltaje disponible y con la resistencia del circuito. La relación es simplemente:

$$I = \frac{V}{R} \quad (\text{Ecuación 2})$$

4.1.4. Conductividad (σ).

La conductividad de un material mide la facilidad con que permite el paso de la corriente eléctrica. Depende de la cantidad de electrones libres disponibles en una sección determinada del material. Se mide en unidades Siemens (S) por metro. (Sadiku, 2013)

4.1.5. Potencia (P).

Es la cantidad de corriente eléctrica que absorbe un dispositivo eléctrico en un tiempo determinado. La potencia es la cantidad de trabajo desarrollado en una unidad de tiempo. Por tanto, la potencia es instantánea y no debe confundirse con el término energía, La unidad de medida de la potencia es el vatio (W). (Sadiku, 2013)

La ley de Ohm, como se ha visto anteriormente, establece la relación entre la tensión, la corriente y la resistencia.

$$P = V * I = I^2 * R = \frac{V^2}{R} \quad (\text{Ecuación 3})$$

Donde:

P= es la potencia expresada en vatios (W)

V= es la tensión eléctrica expresada en voltios. (V)

I= es la intensidad expresada en amperios (A)

R= es la resistencia expresada en ohmios (Ω)

4.2. Conceptos básicos de corriente alterna

Dentro del proyecto que nos ocupa, se desarrollan todos aquellos elementos que configuran las Instalaciones Eléctricas del taller de mecánica industrial en cuestión.

4.2.1. Corriente Alterna.

La electricidad que proviene de una batería es corriente continua (CC), es decir, los electrones circulan en una única dirección. Sin embargo, la mayoría de las redes eléctricas del mundo son de corriente alterna (CA).

Una de las razones para el uso de la corriente alterna es que resulta muy económico aumentar o disminuir su voltaje. (“Energía eólica y electricidad”) Y precisamente uno de los factores que más ha influido en el hecho de que la mayoría de las instalaciones sean de CA es el hecho de posibilitar su transporte a grandes distancias con las menores pérdidas posibles. (Pozueta & A, 2018)

4.2.2. Corriente Alterna Trifásica.

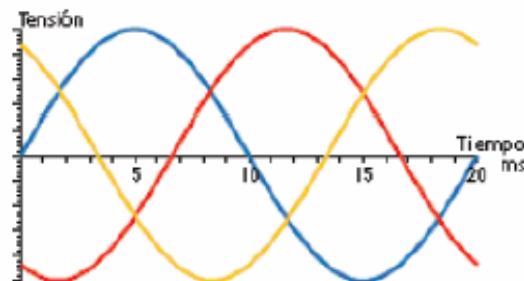
La potencia de la corriente alterna (CA) fluctúa. Para uso doméstico esto no supone un problema, dado que el cable de la bombilla permanecerá caliente durante el breve intervalo de tiempo que dure la caída de potencia.

Para que un motor funcione es necesario crear una fuerza electromotriz, que se consigue mediante la conversión de la intensidad en magnetismo. Esto es solo posible con corrientes continuas. De hecho, los motores de corriente continua funcionan internamente como motores de corriente alterna, haciéndolo fluctuar. (Pozueta & A, 2018)

A continuación, en la figura 1 se muestra la grafica sinusoidal de la tensión en corriente alterne trifásica en función del tiempo.

Figura 1.

Gráfica sinusoidal de la tensión en corriente alterna trifásica en función del tiempo



Nota: Adaptado de Automatismos industriales, por Julian Ridrigues Fernandez, 2014, Paraninfo.

En cualquier punto a lo largo del eje horizontal del gráfico de la figura de arriba se puede comprobar que la suma de las tres tensiones es siempre cero. Además, la diferencia de

tensión entre dos fases cualesquiera fluctúa como una corriente alterna, de modo que es posible encontrar diferentes tensiones en una red trifásica.

4.2.3. Caída De Tensión.

La caída de tensión es el efecto de pérdida de tensión, y por tanto de potencia, debida a la longitud de una línea, en función de la sección escogida y de la potencia demandada.(William, 2007)

A mayor longitud mayor pérdida. A menos sección mayor pérdida. Para corrientes monofásicas y trifásicas, las caídas de tensión se cuantifican respectivamente como: la ecuación 4 para sistema monofásico y la ecuación 5 para sistemas trifásico.

$$e = \frac{2 * l * P}{C * S * V} \quad (\text{Ecuación 4})$$

$$e = \frac{\sqrt{3} * L * I * \cos\varphi}{C * S} \quad (\text{Ecuación 5})$$

Donde:

I= intensidad de la línea en amperios

P= potencia de cálculo en vatios

V= tensión en voltios

$\cos\varphi$ = factor de potencia (0.8) ó (Electrocables, 2021) (1) según la instalación

L= longitud de la línea en metros.

C= conductividad (56 para el cobre) $\frac{m}{\Omega * mm^2}$

S= sección de los conductores en mm^2

e= caída de tensión desde el principio al final de la línea en voltios.

Este efecto es solo compensable interviniendo en la sección del cable, puesto que el resto de los parámetros son inherentes a la instalación. Así la intensidad y el factor de potencia dependerán de la carga, la resistividad dependerá del material del cable y la longitud del lugar donde este la carga.

Las caídas de tensiones máximas permitidas por la reglamentación actual son varias dependiendo de la parte de la instalación entre otras: 3% máximo desde la cabecera hasta la

carga, para circuitos interiores en viviendas, 1,5% máximo en la cabecera hasta la carga, para derivaciones individuales de un único usuario.(William, 2007)

4.3. Especificaciones de materiales y aparellajes eléctricos

Las partes principales de una instalación eléctrica son las que se describen a continuación:

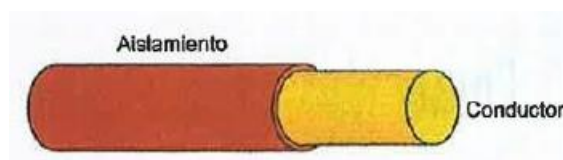
4.3.1. Conductores.

Una de las principales limitaciones a la hora de dimensionar una red eléctrica es la intensidad en los conductores. Cada material, dependiendo de su composición, aislamiento e instalación, tiene una intensidad máxima admisible. Esta intensidad admisible es aquella que, circulando en régimen permanente por el cable, no causa daños en el mismo. Una intensidad superior a la intensidad admisible puede producir efectos como la fusión del material conductor o la pérdida de capacidad dieléctrica del aislante a causa de un deterioro de este por exceso de temperatura (Sánchez, 2014).

La intensidad admisible viene especificada en los reglamentos vigentes a la hora de dimensionar la instalación. En función del tipo de la instalación, se deben considerar ciertos coeficientes reductores de la intensidad admisible tipo de enterramiento, temperatura media del terreno, múltiples conductores en zanja, a la hora de dimensionar la instalación. En la figura 2 se muestra la estructura de un cable eléctrico.

Figura 2.

Estructura cable eléctrico.



Nota: Adaptado de Automatismos industriales, por Julian Ridrigues Fernandez, 2014, Paraninfo.

Los conductores eléctricos se clasifican según tres criterios, el aislamiento, la forma del conductor y el número de conductores que se agrupan.

4.3.1.1. Aislamiento del cable.

Según su aislamiento pueden ser:

4.3.1.1.1. Conductores desnudos.

Se denominan conductores desnudos cuando el conductor no dispone de recubrimiento aislante. Son los conductores típicos del transporte en alta tensión. También se utilizan como tomas de tierra.

Se fabrican en aluminio y cobre, en forma de hilos, barras, perfiles o tubos, tal como se muestra en la figura 3. Las barras, los perfiles y los tubos se utilizan en instalaciones donde la corriente (intensidad) es muy elevada. (Sánchez, 2014)

Figura 3.

Cable desnudo



Nota: Adaptado de Catalogo eléctrico, por Electrocables, (pag. 3), 2021.

4.3.1.1.2. Conductores aislados.

Se denominan conductores aislados cuando el conductor está cubierto por algún material aislante. Se utiliza en instalaciones donde por su configuración y seguridad es muy difícil utilizar conductores desnudos, como se muestra en la figura 4 el aislamiento del cable. (Sánchez, 2014)

Figura 4.

Cable aislado



Nota: Adaptado de Catalogo eléctrico, por Electrocables, (pag. 5), 2021.

4.3.1.2. Forma del conductor.

Según su forma pueden ser:

4.3.1.2.1. Cables flexibles.

Son los formados por muchos conductores sin aislar de muy pequeño diámetro, enrollados entre sí, representado en la figura 5.

Figura 5.

Cable flexible



Nota: Adaptado de Catalogo eléctrico, por Electrocables, (pag. 5), 2021.

4.3.1.2.2. Cables rígidos.

Pueden estar constituidos por un solo conductor (hilo), con una sección máxima de 4 mm^2 , o por varios hilos (de mayor diámetro que el de los cables flexibles) enrollados sin aislamiento entre ellos (el conjunto de estos hilos suele tener una sección superior a los 6 mm^2).

A continuación, en la figura 6 se indica el cable rígido con varios conductores.

Figura 6.

Cable rígido con varios conductores



Nota: Adaptado de Catalogo eléctrico, por Electrocables, (pag. 17), 2021.

Los cables rígidos se utilizaban normalmente en la línea general de alimentación (L.G.A o línea general de alimentación) y en las derivaciones individuales. En la actualidad

la Guía Técnica de Aplicación del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión recomienda la utilización de conductores flexibles.

Según el número de conductores aislados los cables pueden ser unipolares, o bien pueden estar agrupados por una manguera con diferentes números de cables aislados en su interior: tripolares, tetrapolares, etc. Si no se determina el número de conductores se les denomina simplemente cables multipolares, demostrado en la figura 7. (Sánchez, 2014).

Figura 7.

Conductor tetra polar



Nota: Adaptado de Catalogo eléctrico, por Electrocables, (pag. 19), 2021.

4.3.1.3. Colores identificativos.

Otra de las funciones más importantes de los aislamientos es la identificación de los cables. De modo que según su color es posible identificar los conductores tal y como se representa en la figura 8.

Figura 8.

Identificación del conductor de fase.



Nota: Marrón; conductor de neutro: rojo; fase y protección a tierra: verde-amarillo. Adaptado de Automatismos industriales, por Julian Ridrigues Fernandez, 2014, Paraninfo.

Las CPE-19 del Reglamento de Baja Tensión estipulan que los conductores de las instalaciones deben ser fácilmente identificables mediante los colores del aislamiento, especialmente el conductor neutro y el conductor de protección.

Los colores de identificación de conductores eléctricos en baja tensión son los indicados en la tabla 1.

Tabla 1.

Clasificación de colores normalizada para cables de BT.

| | |
|------------------|------------|
| Azul claro | Neutro |
| Amarillo – verde | Protección |
| Negro | |
| Marrón | Fases |
| Gris | |

Nota: Adaptado de Automatismos industriales, por Julian Ridrigues Fernandez, 2014, Paraninfo.

Los cables eléctricos están sometidos a una serie de normas para su designación dentro del marco europeo. Se asigna a los cables una codificación de letras y números que identifican las características del cable.

4.3.2. Interruptores Magneto – Térmico.

Los interruptores magneto térmicos o PIA (pequeños interruptores automáticos), al igual que los fusibles, se utilizan para la protección de los circuitos eléctricos contra cortocircuitos y sobrecargas.

Comparando los fusibles con los magnetos térmicos se podrá observar como estos últimos presentan una mayor seguridad y prestaciones ya que interrumpen circuitos con más rapidez y capacidad de ruptura que los fusibles normales. Además, los magnetos térmicos no hay que reponerlos. A la hora de restablecer el circuito no se precisa ningún material ni persona experta, basta presionar un botón o mover un resorte que se halla perfectamente aislado y visible. De modo que cuando el circuito se desconecta debido a una sobrecarga o un cortocircuito los magnetos térmicos se rearman de nuevo manualmente y siguen funcionando. (Harper, 1996).

En la figura 9 se indica los tipos de interruptor magneto térmico en función del número de fases que protege.

Figura 9.

Interruptores magneto térmico en función del número de fases que protege.



Nota: Adaptado de Automatismos industriales, por Julian Ridrigues Fernandez, 2014, Paraninfo.

Además, cuando se trata de magneto térmicos tripolares, si una fase sufre perturbaciones, al disparar su polo arrastra a los otros dos y desconecta completamente el sistema. Si el mismo circuito se hubiera protegido sólo con tres fusibles se fundiría el correspondiente a la fase perjudicada y dejaría a todo el sistema en marcha con sólo dos fases, con los consiguientes peligros de averías que tal estado acarrea en determinados circuitos.

4.4. Hipótesis de cálculo del sistema eléctrico

4.4.1. Análisis de Potencia y Prevención de Cargas.

Para el cálculo de la potencia de cada línea hay que sumar las potencias de cada receptor conectado a dicha línea. Se debe tener en cuenta el factor de potencia de forma independiente en cada una de las máquinas.

En la siguiente tabla se muestran los factores de potencia de las cargas más habituales en una instalación eléctrica. (Conejo, et al, 2007).

No podrán agruparse en la misma línea aparatos receptores que consuman más de 16 amperios, éstos se alimentarán directamente desde el cuadro general o desde los secundarios.

4.4.2. Cálculo para la sección de Conductores.

El calibre de un conductor eléctrico se determina por la corriente eléctrica que va a conducir y la longitud del cable. A continuación, presento los pasos para calcular el calibre del conductor:

- Determinar la corriente eléctrica que se espera que circule por el cable. Puedes consultar la placa del equipo o la carga eléctrica total del circuito para obtener esta información.
- Determina la longitud total del cable. Esto incluye la distancia desde el origen de la fuente de alimentación hasta el destino final.
- Consulta una tabla de calibres de cable y corrientes admisibles, como la norma CPE-19, que te proporcionará el calibre mínimo recomendado para el cable.
- Verificar que el calibre obtenido en la tabla sea suficiente para soportar la corriente eléctrica y la longitud del cable en cuestión. Si el calibre obtenido no es suficiente, elige un calibre superior.

Es importante recordar que el uso de un calibre de cable incorrecto puede provocar sobrecalentamiento, pérdidas de energía, interferencias electromagnéticas y otros problemas en el circuito eléctrico. Por lo tanto, es importante elegir el calibre adecuado para cada aplicación. (Sánchez, 2014).

- **Líneas Monofásicas.**

La mínima sección que debe tener un conductor de una línea en monofásico se calculará como:

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{C \cdot e} = \frac{2 \cdot L \cdot P}{C \cdot e \cdot U} \quad (\text{Ecuación 6})$$

Donde:

C = la conductividad del material del conductor, en $m/\Omega \cdot mm^2$.

L = la longitud de la línea, en m.

I = la Intensidad, en A.

$\cos \varphi$ = el factor de potencia.

S = la sección, en mm^2 .

U = la tensión, en voltios.

e = la caída de tensión máxima permitida en la línea analizada, en voltios.

P = es la potencia, en vatios

- **Líneas Trifásicas.**

Del mismo modo, la mínima sección que debe tener un conductor de una línea en trifásico se calculará como:

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{C \cdot e} = \frac{L \cdot P}{C \cdot e \cdot U} \quad (\text{Ecuación 7})$$

Donde:

C = la conductividad del material del conductor, en $m/\Omega \cdot mm^2$.

L = la longitud de la línea, en m.

I = la Intensidad, en A.

$\cos \varphi$ = el factor de potencia.

S = la sección, en mm^2 .

U = la tensión, en voltios.

e = la caída de tensión máxima permitida en la línea analizada, en voltios.

P = es la potencia, en vatios

4.4.3. Cálculo de la intensidad nominal.

La intensidad nominal de un circuito depende de la potencia de los receptores conectados, de su factor de potencia y de la tensión de alimentación, tal como se muestra en la siguiente fórmula de aplicación:

- **Líneas Monofásicas.**

La potencia en una línea monofásica debe calcularse como:

$$P = V \cdot I \cdot \cos \varphi \quad (\text{Ecuación 8})$$

Siendo:

P = la potencia que consume la línea, en W.

V = la tensión eficaz, en V.

I = la intensidad eficaz en A.

$\cos \varphi$ = el factor de potencia.

Por tanto, la intensidad que circula por dichas líneas:

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} \quad (\text{Ecuación 8})$$

- **Líneas Trifásicas.**

La potencia en una línea trifásica debe calcularse como:

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi \quad (\text{Ecuación 9})$$

Siendo:

P= la potencia que consume la línea, en W.

U= la tensión eficaz, en V.

I= la intensidad eficaz en A.

$\cos \varphi$ = el factor de potencia.

Por tanto, la intensidad que circula por dichas líneas:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi} \quad (\text{Ecuación 10})$$

En función de la potencia calculada para cada línea, para la determinación de la sección de cada línea se deberá tener en cuenta la intensidad máxima que puede soportar el conductor. Una vez determinada dicha sección es posible determinar la caída de tensión en dicha línea. La corriente del interruptor termomagnético será la corriente del circuito más un adicional de la mismas, este porcentaje se agrega para dar seguridad contra sobre carga al circuito. (Sánchez, 2014)

La conductividad C, como ya se ha comentado, es una característica del material que puede variar con la temperatura, tal y como indica la tabla 2.

Tabla 2.

Conductividad del cobre y el aluminio a diferentes temperaturas, en $m/\Omega \cdot mm^2$.

| Material | 20 | 70 | 90 |
|-------------|------|------|-----|
| Cobre | 56 | 48 | 44 |
| Aluminio | 35 | 30 | 28 |
| Temperatura | 20°C | 70°C | 90° |

Nota. Fuente: Automatismos industriales, por Julian Ridrigues Fernandez, 2014, Paraninfo.

En muchas ocasiones es posible encontrar para el cálculo de la sección de un conductor las mismas fórmulas, pero dependiendo de la resistividad (ρ) en lugar de la conductividad (C), ya que una es inversa de la otra:

$$\rho = \frac{1}{\gamma} \quad (\text{Ecuación 11})$$

Y, del mismo modo, la resistividad, cuyas unidades son $\frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$, depende también de la temperatura a la cual se encuentre el material ilustrado en la tabla 3:

Tabla 3.

Resistividad del cobre y el aluminio a diferentes temperaturas, en $\text{m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$.

| Material | ρ_{20} | ρ_{70} | ρ_{90} |
|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Cobre | 0,018 | 0,021 | 0,023 |
| Aluminio | 0.029 | 0,033 | 0,036 |
| Temperatura | 20°C | 70°C | 90° |

Nota. Fuente: Automatismos industriales, por Julian Ridrigues Fernandez, 2014, Paraninfo.

4.4.4. Factores que determinan el funcionamiento de la Red de Distribución

4.4.4.1. Factor de Demanda F_D .

El factor de demanda se refiere a la proporción de la carga eléctrica máxima que se espera que se utilice en un sistema eléctrico durante un periodo de tiempo específico en relación con la carga eléctrica total conectada. En otras palabras, es una medida que indica cuanta energía se espera que se utilice en comparación con la capacidad total disponible. (Cervantes, 1995)

Este factor es importante para los proveedores de servicios eléctricos y los planificadores del sistema, ya que les ayuda a determinar la cantidad de capacidad que deben tener disponible en una red eléctrica para satisfacer las necesidades de los usuarios durante los momentos de mayor demanda. Por lo general es menor que 1, siendo 1 sólo cuando en el intervalo considerado, todos los aparatos conectados al sistema estén absorbiendo sus potencias nominales, lo cual es muy improbable. Matemáticamente, este concepto se puede expresar como:

$$F_D = \frac{\text{Carga Máxima}}{\text{Carga Instalada}} = \frac{D_M}{C_I} \leq 1 \quad (\text{Ecuación 12})$$

El factor de demanda indica el grado al cual la carga total instalada se opera simultáneamente.

4.4.4.2. Factor de Utilización F_U .

El factor de utilización se refiere a la proporción del tiempo durante el cual se utiliza una carga eléctrica en relación con el tiempo total disponible.

El factor de utilización se utiliza en el diseño de sistemas eléctricos para determinar la capacidad necesaria de los componentes eléctricos, como los transformadores, los conductores eléctricos y los interruptores y se expresa como una fracción o en porcentaje. (Cervantes, 1995)

$$F_U = \frac{\text{Demanda}}{\text{Capacidad Instalada}} = \frac{D_M}{PI} \quad (\text{Ecuación 13})$$

Es conveniente hacer notar que mientras el factor de demanda da el porcentaje de carga instalada que se está alimentando, el factor de utilización indica la fracción de la capacidad del sistema que se está utilizando durante el pico de carga en el intervalo considerado, es decir, indica la utilización máxima del equipo o instalación.

4.4.4.3. Factor de Potencia $\cos \Phi$.

El factor de potencia es una medida que indica la eficiencia de la utilización de la energía eléctrica en un sistema eléctrico. Es la relación entre la potencia real (kW) que se está utilizando y la potencia aparente (kVA) del sistema.

$$\cos \Phi = \frac{\text{Potencia Activa}}{\text{Potencia Aparente}} \quad (\text{Ecuación 14})$$

Un factor de potencia cercano a 1 indica una utilización eficiente de la energía eléctrica, mientras que un factor de potencia bajo, menor a 0.9, indica una ineficiencia en la utilización de la energía eléctrica. Los bajos factores de potencia pueden generar sobrecargas en los sistemas eléctricos, lo que aumenta el consumo de energía y disminuye la vida útil de los equipos eléctricos. (Sánchez, 2014).

En la tabla 4 se indica los factores de potencia más comunes en instalaciones eléctricas.

Tabla 4.

Factores de potencia de los equipos eléctricos más comunes en instalaciones industriales.

| | |
|---|---------|
| Motor asíncrono al 0% de descarga | 0,17 |
| Motor asíncrono al 50% de carga | 0,73 |
| Motor asíncrono al 100% de carga | 0,85 |
| Centros estéticos monofásicos de soldadura por arco | 0,5 |
| Grupo rotativo de soldadura | 0,7-0,9 |
| Rectificadores de soldadura por arco | 0,7-0,8 |
| Máquinas de soldar de tipo resistencia | 0,8-0,9 |
| Lámparas incandescentes | 1 |
| Lámparas de fluorescencia | 0,5 |
| Lámparas de descarga | 0,4-0,6 |
| Hornos de resistencia | 1 |
| Hornos de calefacción dialéctica | 0,85 |
| Hornos de arco | 0,8 |
| Hornos de inducción | 0,85 |

Nota. Fuente: Automatismos industriales, (pág. 210), Sanches. R.B.,2014, Paraninfo.

Para mejorar el factor de potencia de un sistema eléctrico, se puede utilizar dispositivos como capacitores, que reducen la cantidad de energía reactiva que se consume y mejoran la eficiencia energética del sistema.

4.4.4.4. Factor de Carga F_C .

El factor de carga es una medida que indica la relación entre la demanda real y la energía en un sistema eléctrico y la capacidad máxima disponible del sistema. Se expresa como un porcentaje y se calcula dividiendo la carga real promedio del sistema eléctrico por la capacidad máxima disponible del sistema eléctrico durante el mismo periodo de tiempo. (Sánchez, 2014)

Por ejemplo, si la carga eléctrica promedio en un sistema durante un día es de 500 kW y la capacidad máxima disponible del sistema es de 1000 kW, entonces el factor de carga sería del 50% (500 kW/1000 kW).

Se define como la razón entre la demanda promedio en un intervalo de tiempo dado y la demanda máxima observada en el mismo intervalo de tiempo. Matemáticamente se puede expresar como:

$$F_C = \frac{\text{Demanda Promedio}}{\text{Demanda Máxima}} \text{ o con limites } 0 < F_C \leq 1, F_C = \frac{D_p}{D_M} \quad (\text{Ecuación 15})$$

El factor de carga es una medida importante en la planificación y operación de sistemas eléctricos, ya que puede indicar la necesidad de agregar más capacidad o ajustar la generación de energía para satisfacer la demanda del sistema. Un factor de carga bajo puede indicar una capacidad excesiva del sistema para los proveedores de servicio eléctrico, por otro lado, un factor de carga alto puede indicar una capacidad insuficiente del sistema, lo que puede llevar a sobre cargar el sistema y una interrupción del suministro eléctrico.

En la determinación del factor de carga de un sistema, es necesario especificar el intervalo de la demanda en el que estn considerados los valores de demanda máxima instantánea D_M y la demanda promedio D_p ya que, para una misma carga, un período establecido mayor, dará como resultado un factor de carga más pequeño, o sea:

$$F_C \text{ anual} < F_C \text{ mensual} < F_C \text{ semanal} < F_C \text{ diario} \quad (\text{Ecuación 16})$$

Otra forma de expresar el factor de carga que permite un cculo en forma simplificada es la siguiente:

$$F_C = \frac{D_p \times t}{D_M \times t} = \frac{\text{Energía absorbida en el tiempo } t}{D_M \times t} \quad (\text{Ecuación 17})$$

En donde t es el intervalo de tiempo considerado (días, meses, años).

El factor de carga anual será

$$F_C \text{ anual} = \frac{\text{Energía total anual}}{D_M \text{ anual} \times 8760} \quad (\text{Ecuación 18})$$

4.4.5. Demanda Máxima Unitaria Proyectada.

La demanda máxima unitaria proyectada se refiere a la cantidad máxima de energía eléctrica que se espera que un solo consumidor o unidad de carga consuma en un momento determinado en el futuro, generalmente en un periodo de tiempo específico con una hora, un día o un mes.

Este término es importante en la planificación y diseño del sistema eléctrico, ya que permite a los proveedores de servicios eléctricos estimar la capacidad máxima necesaria del sistema para satisfacer la demanda futura y garantizar un suministro eléctrico confiable. Se

calcula utilizando datos históricos de consumo de energía y proyecciones de crecimiento de carga (EERSSA).

Fórmulas utilizadas en el cuadro de cargas típicas:

$$CIR.(W) = P_n * FFun * 0.01 \quad (\text{Ecuación 19})$$

$$DMU(W) = C.I.R.* FSn \quad (\text{Ecuación 20})$$

P_{nu} = Potencia nominal unitaria de cada aparato eléctrico

P_n = Potencia total de cada tipo de aparato eléctrico

FF Un = Porcentaje de utilización de aparatos eléctricos

Fsn = Porcentaje de utilización de aparatos eléctricos en horas pico (19h00-21h00).

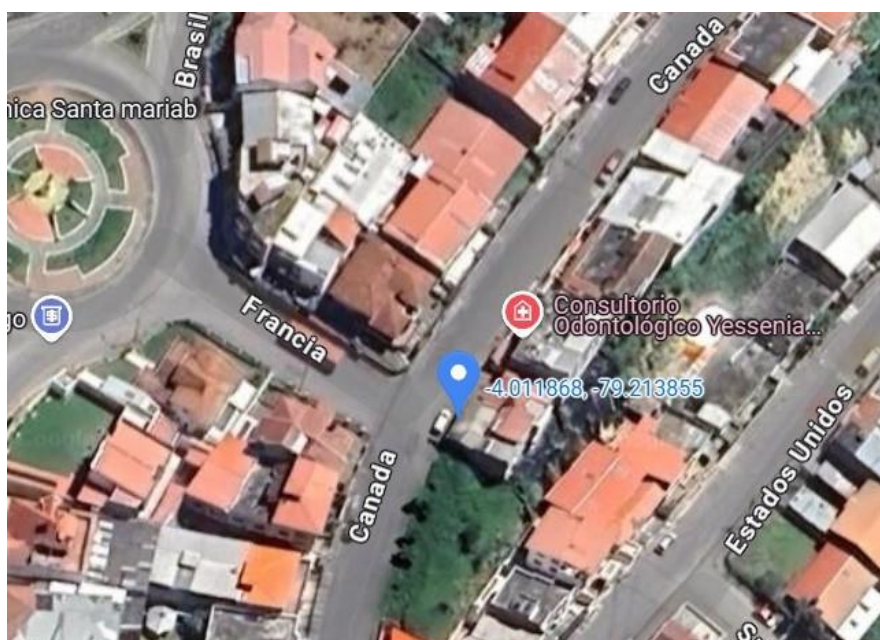
5. Metodología.

5.1. Emplazamiento y actividad

El taller está ubicado en la Ciudad de Loja, sector Época en las Calles Canadá y Francia ilustrada en la figura 10.

Figura 10.

Localización del taller Metal Industrias Fernández.



Nota. Fuente: (Google Maps, 2024).

Este taller está dedicado principalmente a la fabricación, reparación y montaje de piezas y estructuras metálicas ofreciendo servicios de:

- Mecanizado de piezas como poleas, pines y bisagras
- Fabricación de Elementos de decoración para puertas, protecciones y pasamanos como lo son los picaportes.
- Cuenta con diversos productos de elaboración propia, además ofrece servicios de soldadura MIG y TIG

5.2. Descripción del taller

El taller está ubicado en una zona residencial, por lo que su infraestructura está diseñada para una vivienda común de aproximadamente 90 m² (11.5 m x 7.8 m), ocupando

18 m² en la primera planta y otros 18 m² en la segunda planta, contando con una sola entrada a cada planta de producción.

El taller dispone de un torno paralelo, un torno revolver, una sierra de cinta, una cortadora eléctrica, dos taladros, dos equipos de soldadura por electrodo y dos con alimentación de alambre, dos tronzadoras circulares y diversas maquinarias de mano.

Hay que recalcar que el taller comparte sus instalaciones con dos departamentos habitacionales.

5.2.1. Maquinaria de trabajo.

En la tabla 5 se muestra la lista de maquinarias existentes, igualmente se indica las características técnicas de las mismas.

Tabla 5.

Datos técnicos de la maquinaria existente.

| MAQUINARIA | FASES | VOLTAJE (V) | CARGA TOTAL (W) | FACTOR DE POTENCIA (cos φ) |
|--------------------------------|--------------|------------------------|--------------------------------|---|
| Luminarias oficinas | 1fases | 120 | 660 | 1 |
| Toma corriente oficinas C1 | 1fases | 120 | 2000 | 1 |
| Toma corriente oficinas C2 | 1fases | 120 | 2000 | 1 |
| Luminaria Taller planta 1 | 1fases | 120 | 180 | 1 |
| Tomacorriente taller planta 1 | 1 fases | 120 | 2000 | 1 |
| Tomacorriente taller planta 1 | 1 fases | 120 | 2000 | 1 |
| Torno paralelo | 2 fase | 240 | 5500 | 0,94 |
| Taladro pedestal | 1 fase | 120 | 372,85 | 0,9 |
| Taladro pedestal | 1 fase | 120 | 745,7 | 0,8 |
| Soldadora | 2 fase | 240 | 55A | |
| Soldadora MIG | 2 fase | 240 | 22A | 0,92 |
| Soldadora TIG | 2 fases | 240 | 27,8A | |
| sierra de cinta | 2 fases | 240 | 745,7 | 0,8 |
| Tronzadora | 1 fase | 120 | 2000 | 0,8 |
| Esmeril | 1 fases | 120 | 745,7 | 0,9 |
| Luminaria t planta 2 | 1 fases | 120 | 180 | 1 |
| Toma corriente taller planta 2 | 1 fases | 120 | 1000 | 1 |
| Torno revolver | 2 fases | 240 | 3700 | 0,9 |
| Torcionadora | 2 fases | 240 | 2237,1 | 0,68 |
| Sierra de hoja | 2 fases | 240 | 1500 | 0,9 |

Nota. Fuente: El autor.

5.3. Características del Taller MIF

El taller está construido de hormigón para sus paredes en las dos plantas el techo en la segunda planta es de estructura metálica.

Para acceder a la segunda planta cuenta con una puerta metálica de tipo corredera de 4 metros de ancho. En la tabla 6 se indica las dimensiones de taller.

Tabla 6.

Dimensiones de taller MIF.

| Dimensión | Metros |
|--------------------------|---------------|
| Longitud | 9,2 |
| Anchura | 4 |
| Altura máxima del taller | 2,75 |

Nota. Fuente: El autor.

5.4. Instalación eléctrica

5.4.1. Generalidades.

La presente instalación está diseñada de manera empírica sin un previo diseño o cálculo mucho menos bajo condiciones técnicas que permitan una buena distribución de la energía eléctrica, que preserve la seguridad de sus trabajadores.

5.4.2. Tipo de suministro eléctrico.

El lugar donde está ubicada la propiedad cuenta con redes de distribución eléctrica de propiedad de la EERSSA, servidas de un transformador monofásico de número 080 perteneciente al alimentador Chontacruz con un voltaje de 7,62 kV y una potencia de 37,5 kVA, estos datos se muestran en la figura 11.

Figura 11.

Datos del Transformador.

| Transformador Distribucion:080 | |
|--------------------------------|---|
| Alimentador | CHONTACRUZ |
| Provincia | LOJA |
| Canton | LOJA |
| Parroquia | PUNZARÁ |
| Tipo | Transformador Monofásico en Poste |
| Fase Conexión | C |
| Voltaje | 7.62 kV |
| Resistencia Tierra | |
| Proteccion AT | Si |
| Potencia (kva) | 37,50 |
| Configuración BT | Línea Monofasica |
| Proteccion BT | P175 |

Nota. Fuente: EERSSA, Geoportal Técnico

El taller cuenta con dos medidores de tipo residencial, el primero es un medidor análogo con número 26808 de 220 V de 15 A de marca ABB 2001 y el segundo es un medidor digital bifásico clase 100 con número 214442 de 220 V y 10 A de marca SONGHE.

Figura 12.

Medidor número 214442.



Nota. Fuente: El autor.

Figura 13.

Medidor número 26808.



Nota. Fuente: El autor.

La acometida en común que alimenta de energía eléctrica a los dos contadores parte desde el poste de hormigón armado de 12 m, número 139162, con estructuras (3SPT, 4EP), la Figura 14 muestra el transformador y la red del sector.

Figura 14.

Diagrama de acometidas.



Nota. Fuente: Geoportal técnico, EERSSA.

El suministro se realiza en baja tensión por parte de la compañía suministradora EERSSA la naturaleza de corriente con la que cuenta el taller es:

- Sistema de corriente monofásica (2 fases)
- Frecuencia: 60 Hz
- Tensión entre fases: 240 V
- Tensión entre fase y neutro: 120 V

La instalación de baja tensión del taller está dada por los elementos que se enumeran a continuación

- 1 cuadro general
- 2 cuadro secundario
- 5 circuitos de fuerza (máquinas)
- 2 circuitos de iluminación
- 2 circuitos de tomas de corriente

Desde el transformador se alimenta el cuadro principal de baja tensión mediante una acometida de conductor #4 AWG de cobre.

6. Resultados.

6.1. Análisis de la red eléctrica en el taller mecánico “MIF”

El análisis de la red se lo realizó con un analizador de redes FLUKE 1744, dispositivo diseñado para analizar y evaluar la calidad de la energía eléctrica en un sistema de distribución eléctrico, algunas de las aplicaciones más comunes del analizador de redes eléctricas son:

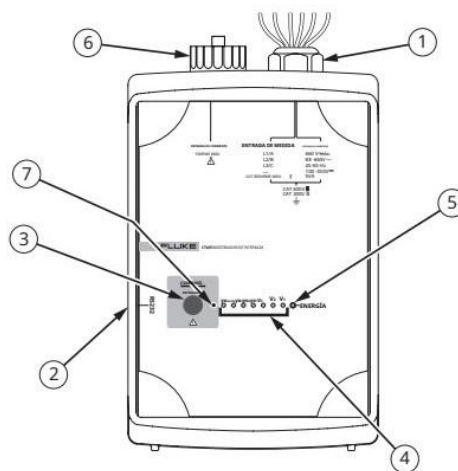
- Análisis de la calidad de energía en términos de armónicos, desequilibrios de carga, fluctuaciones de voltaje, interrupciones y caídas de voltaje, entre otros.
- Solución de problemas, como identificar y solucionar problemas en la red eléctrica, como fluctuaciones de voltaje sobrecargas de corriente, fallos de tierra, entre otros.
- Se puede medir el consumo de energía eléctrica y para identificar áreas donde se puede reducir el consumo de energía y mejorar eficiencia energética.
- El analizador de redes FLUKE se utiliza para medir y cumplir con las normas y regulaciones de calidad de energía eléctrica, como la norma IEC 61000-4-30. (Manual Fluke, 2006)

6.2. Partes del equipo FLUKE 1744

En la figura 15, se presenta las partes fundamentales del analizador de redes FLUKE 1744.

Figura 15.

Analizador Fluke 1744- vista frontal



Nota. Fuente: Manual Fluke1744/1745.

En la tabla 7 se detallan las partes del analizador de redes.

Tabla 7.

Controles e indicadores del analizador de redes Fluke 1744.

| Artículo | Nombre | Descripción |
|-----------------|---|---|
| 1 | Cables de alimentación y cables de prueba para la medición de la tensión de tres fases más neutro | Rango de tensión de alimentación: 88-660 V CA o 100-350 V CC, 50 Hz / 60 Hz, 600 V CAT III. Cables de entrada de tensión fijos e instalados para L1 0 A, L2 o B, L3 o C, N. La máxima tensión nominal admisible para la entrada de alimentación es 660V. La máxima tensión nominal admisible para la entrada de la señal es 830 V en una red de 3 hilos con conexión en triángulo. En una red de 4 hilos con conexión en estrella, la máxima tensión nominal admisible es 480 V. Si va a utilizar transformadores de potencial (TP) y de corriente (TC) para medir tensión y corriente en una red de tensión media, consulte la norma internacional IEC 60044 |
| 2 | Puerto de interfaz RS232 | La interfaz serie Rs232 se usa para establecer comunicación con un PC. El registrador está conectado al puerto serie del PC (o a un módem para comunicación remota) con ayuda del cable de interfaz. Si es necesario, utilice un adaptador USB. |
| 3 | START/STOP | El botón START/STOP (inicio/parada) se utiliza para iniciar o terminar sesiones de registro accionadas mediante interruptor. |
| 4 | Indicadores LED de canales | Los indicadores LED de los canales de registro indican si las tensiones y las corrientes aplicadas están dentro del rango nominal fijado mediante el software PQ Log. Encendido= señal de registro en rango nominal. Parpadeo breve= señal de bajo nivel o ausente Parpadeo largo= sobrecarga |
| 5 | Indicador LED de estado de alimentación | Encendido= tensión de alimentación en el rango admisible Apagado= no hay alimentación |
| 6 | Conector para juego flexible o pinzas amperimétricas | Los juegos flexibles o las pinzas amperimétricas se detectan automáticamente en el encendido. Si cambia el tipo de sonda de corriente, asegúrese de apagar y encender el registrador para que se detecte la nueva sonda de corriente. Los rangos nominales para el juego flexible son 15 A, 150 A, 1500 A y 3000 A de CA. La entrada nominal para las pinzas amperimétricas es 0,5 V. |
| 7 | Indicador LED de estado de registro | Encendido= registro en curso Parpadeante= registro detenido o no iniciado |

Nota. Fuente: Manual Fluke1744.

6.3. Uso del registrador

El proceso de uso del registrador Fluke es el siguiente:

- Preparación del registrador para utilizarlo con el software PQ Log; este software nos permite visualizar, descargar, imprimir y exportar datos de dispersión respecto al tiempo.
- Configuración del registrador: Se conecta el Analizador Fluke al sistema o circuito que se va a medir y se configura los parámetros de medición, como el intervalo de muestreo, rango de medición y duración de la medición. Esto se hace mediante el software PQ Log.
- Inicio de la medición: una vez que se haya configurado el registrador, se inicia la medición pulsando el botón de inicio o mediante el software.
- Descarga de datos: una vez finalizada la medición, se descarga los datos del registrador Fluke al Software de análisis para procesar y analizar los datos registrados.
- Análisis de datos: se analiza los datos registrados utilizando el software de análisis para identificar patrones, tendencias y problemas en el sistema o circuito medido. (Manuel Fluke, 2006)

6.4. Metodología para mediciones del servicio eléctrico en baja tensión.

En el presente trabajo se desarrolló un procedimiento de cálculo basado en la regulación ARCERNR-003/2023, esta regulación es un compendio de lo que plantea la mayoría de las normas internacionales relacionadas con la evaluación de la calidad de energía.

6.5. Instalación del equipo Fluke 1744

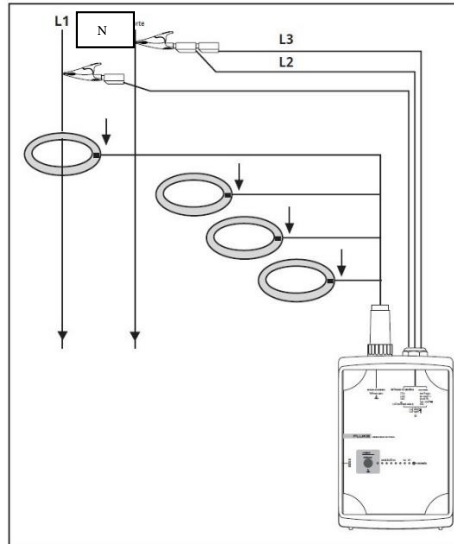
El analizador de redes puede prepararse para trabajar en distintas configuraciones considerando los siguientes parámetros.

- Tensión monofásica.
- Tensión monofásica, corriente, potencia.
- Tensión trifásica.
- Tensión trifásica, corriente trifásica, potencia.
- Tensión trifásica, corriente trifásica, neutro, potencia.

Para la presente investigación se utiliza la conexión: Tensión monofásica en la figura 16 se presenta como se debe conectar el analizador en un sistema monofásico.

Figura 16.

Analizador de redes conectado a un sistema monofásico.



Nota. Fuente: Manual Fluke1744.

Una vez configurada e instalada como se muestra en la figura 17; se procede a realizar las lecturas en este caso es un periodo de 3 días continuos para verificar el comportamiento de la red en el Taller.

Figura 17.

Instalación del analizador Fluke en el taller MIF.



Nota. Fuente: El autor.

6.6. Exportar datos de programa PQ log.

Terminado el tiempo de lectura se procede a exportar los datos guardados en el analizador, mediante procedimientos ofimáticos, se obtiene la hoja de cálculo con los datos que se exportó desde el programa.

De los cuales se tienen en cuenta los siguientes parámetros:

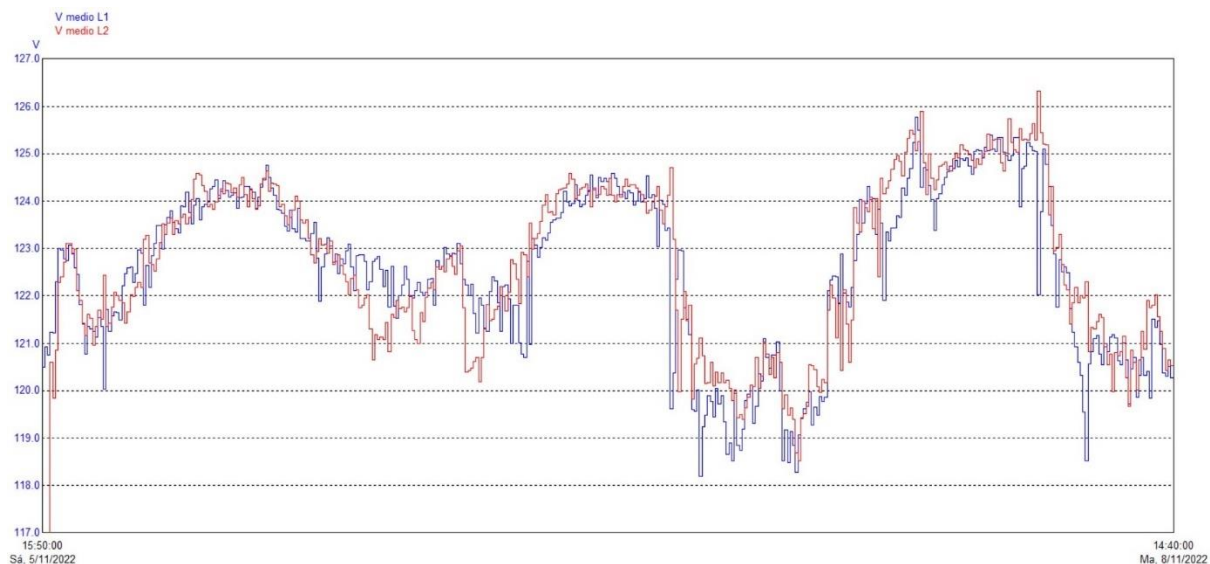
- Tensión.
- Intensidad.
- Factor de potencia.
- Potencia.
- Energía.

6.6.1. Tensión

De acuerdo con la EERSSA en la zona de Loja el sistema de distribución a baja tensión opera a una tensión 240/120 V de acuerdo con la medición del analizador tenemos la siguientes mediciones en la figura 18.

Figura 18.

Gráfica de medición de la tensión mínima, media y máxima



Nota: Fuente: Simulación realizada por Tipán (2023) en el software PQ Log (2006), a partir de los datos adquiridos por el analizador de redes Fluke 1744.

La captura de datos en el analizador se llevó a cabo desde el sábado 5 de noviembre a las 15:50 h, hasta el martes 8 de noviembre a las 14:40 h del 2022. Cabe mencionar que el taller MIF trabaja de lunes a sábado, en horarios de 7:00 a.m. a 6:00 p.m. en relación con lo

anterior, en la figura 18 se puede apreciar una notable disminución en la tensión tanto en la línea 1 (L1) como en la línea 2 (L2), la cual oscila entre 120 V a 110 V.

Estas caídas de tensión se dan en los días laborables del lunes 07 y martes 08 de noviembre.

Teniendo como valores promedio solo de las horas laborables en el periodo analizado se presenta los siguientes valores en la tabla 8.

Tabla 8.

Valores promedio de Tensión.

| Línea | Línea 1 | Línea 2 |
|----------------------|---------|----------|
| Tensión media | 121,4 V | 120,18 V |

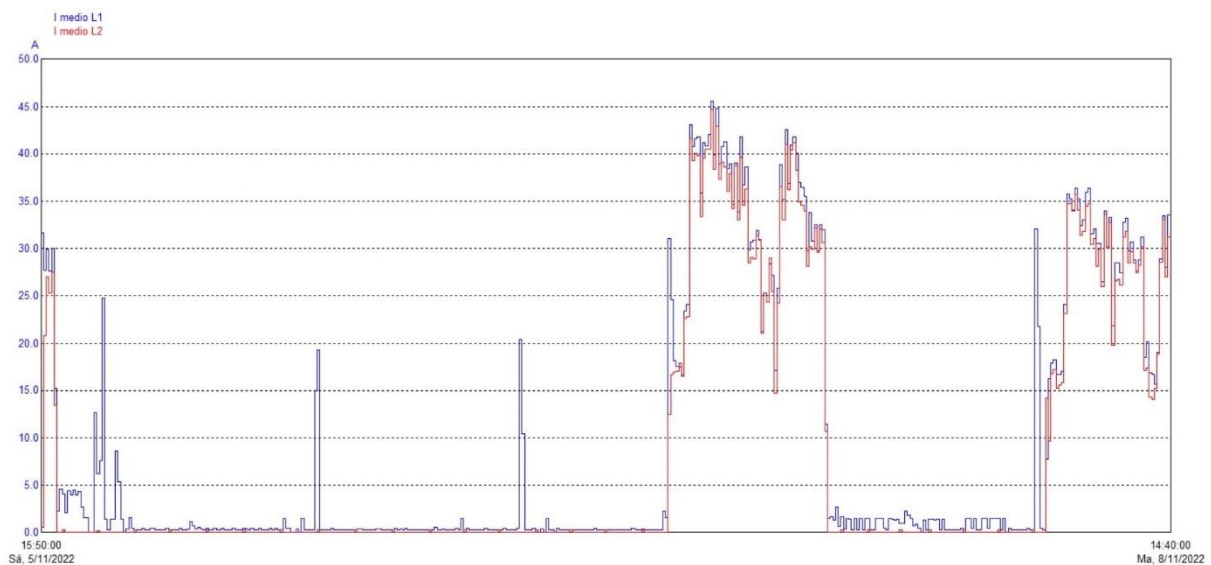
Nota. Fuente: El autor.

Lo reflejado en la tabla 8 se puede apreciar en el anexo 1 en el que se muestran todos los datos de tensión tomados.

6.6.2. Intensidad.

Figura 19.

Diagrama de la Intensidad en el Taller MIF.



Nota: Fuente: Simulación realizada por Tipán (2023) en el software PQ Log (2006), a partir de los datos adquiridos por el analizador de redes Fluke 1744.

La captura de datos en el analizador se llevó a cabo desde el sábado 5 de noviembre a las 15:50 h, hasta el martes 8 de noviembre a las 14:40 h del 2022. Cabe mencionar que el taller MIF trabaja de lunes a sábado, en horarios de 7:00 a.m. a 6:00 p.m. en relación con lo anterior, en la figura 19 se puede apreciar un notable aumento en la intensidad tanto en la línea 1 (L1) como en la línea 2 (L2), la cual oscila entre 0 A a 200 A. Estos aumentos de intensidad se dan en los días laborables de lunes 07 y martes 08 de noviembre.

Tabla 9.

Valores promedio de Intensidad en la L1 y L2.

| Línea | Línea 1 | Línea 2 |
|-------------------------|---------|---------|
| Intensidad media | 18,2 | 16,7 |

Nota. Fuente: El autor.

Lo reflejado en la tabla 9 se puede apreciar en el anexo 1 en la que se muestra todos los datos de tensión registrados.

6.6.3. Factor de potencia.

El factor de potencia permitido por la EERSSA es 0,92, con esta referencia se analizará los valores obtenidos por el analizador, mostrados en la figura 20.

Figura 20.

Diagrama de la Potencia tanto en la L1 y L2



Nota: Fuente: Simulación realizada por Tipán (2023) en el software PQ Log (2006), a partir de los datos adquiridos por el analizador de redes Fluke 1744.

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** 20 se puede apreciar una notable disminución en el factor de potencia, tanto en la línea 1 (L1) como en la línea 2 (L2), la cual oscila entre 0,4 a 1 aproximadamente.

Los valores de menor factor de potencia de mayor notoriedad se dan en los días del lunes 07 y martes 08 de noviembre en horas laborales.

Teniendo como valores promedio solo de las horas laborables en el periodo analizado los siguientes valores:

Tabla 10.

Valor medio del Factor de Potencia en L1 y L2.

| Línea | Línea 1 | Línea 2 |
|---------------------------|---------|---------|
| Factor de potencia | 0,72 | 0,7 |

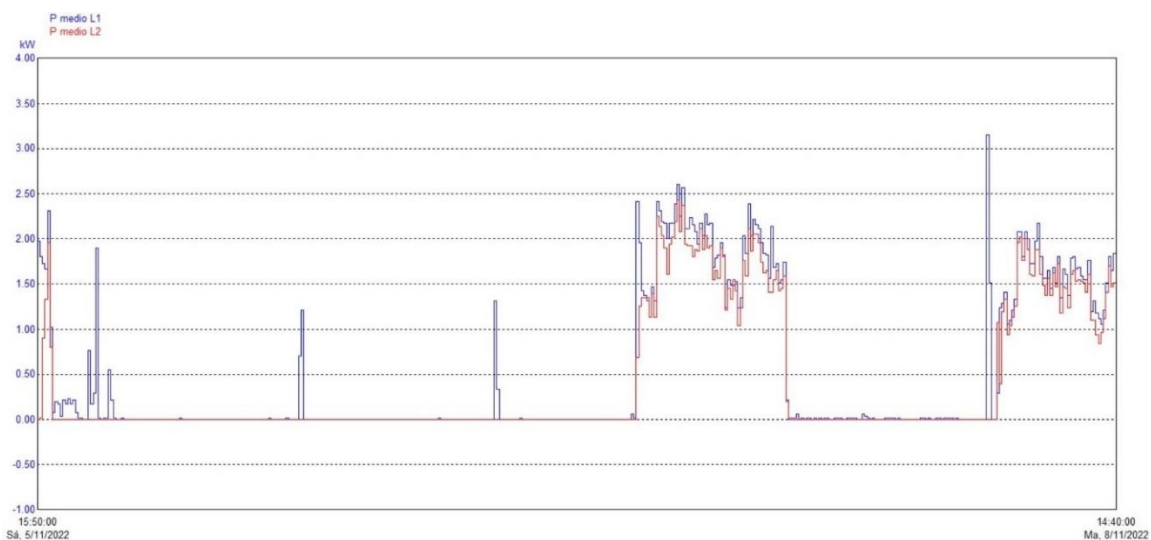
Nota. Fuente: El autor.

Lo reflejado en la tabla 10, se puede apreciar en el anexo 1 donde se encuentra todos los datos de factor de potencia registrados.

6.6.4. Potencia.

Figura 21.

Diagrama de potencia en Li y L2.



Nota: Fuente: Simulación realizada por Tipán (2023) en el software PQ Log (2006), a partir de los datos adquiridos por el analizador de redes Fluke 1744.

En la figura 21 se puede apreciar un notable aumento de potencia, tanto en la línea 1 (L1) como en la línea 2 (L2), la cual oscila entre 0 kW a 5 kW aproximadamente.

Estos valores de potencia se dan en los días laborables del lunes 07 y martes 08 de noviembre en las horas laborales.

Tabla 11.

Valores promedio de la Potencia en la L1 y L2.

| Línea | Línea 1 | Línea 2 |
|-----------------------|----------|---------|
| Potencia media | 1027,4 W | 890,4 W |

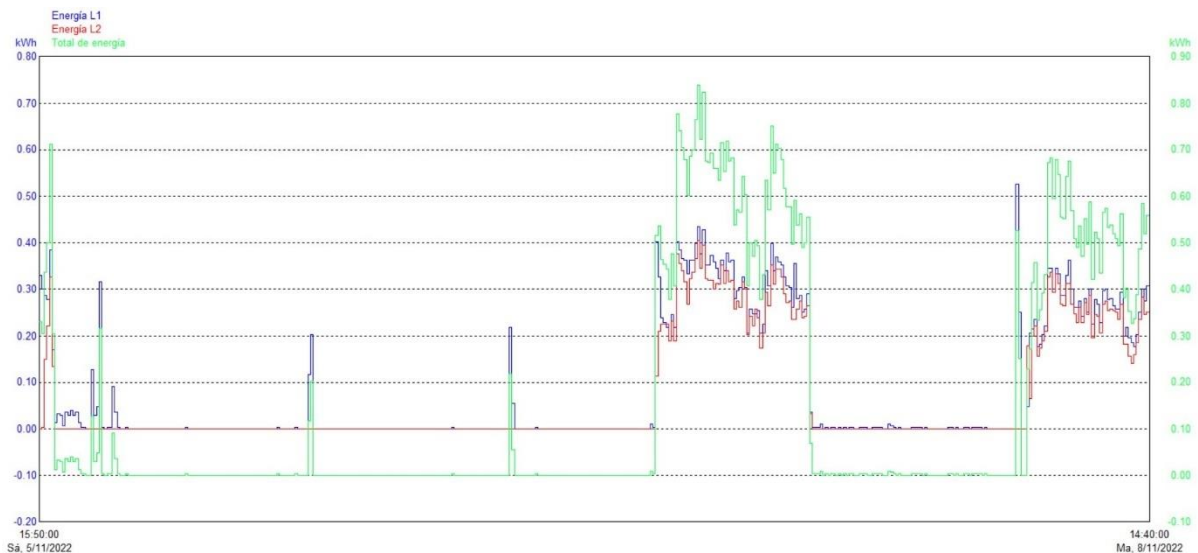
Nota. Fuente: El autor.

Lo reflejado en la tabla 11, se puede apreciar en el anexo 4 donde se encuentra todos los datos de factor de potencia registrados.

6.6.5. Energía.

Figura 22.

Diagrama del consumo de energía en el Taller MIF.



Nota: Fuente: Simulación realizada por Tipán (2023) en el software PQ Log (2006), a partir de los datos adquiridos por el analizador de redes Fluke 1744.

En la figura 22 se puede apreciar un notable aumento de potencia, tanto en la línea 1 (L1) como en la línea 2 (L2), la cual oscila entre 0 kWh a 0.8 kWh aproximadamente.

Estos valores de energía se dan en los días laborables del lunes 07 y martes 08 de noviembre en las horas laborales.

Tabla 12.

Valores consumidos de Energía en L1 y L2.

| Línea | Línea 1 | Línea 2 |
|-----------------------|-----------|-----------|
| Potencia Total | 33390,6 W | 28937,6 W |
| Total | 62,3 kW | |

Nota. Fuente: El autor.

Lo reflejado en la tabla 12, se puede apreciar en el anexo 1 donde se encuentra todos los datos de factor de potencia registrados.

6.7. Diseño eléctrico del Taller MIF

Para el desarrollo de este apartado se emplea las características de la maquinaria con la que cuenta el taller y en las que se desarrollará el estudio, por lo que a continuación se realiza la descripción detallada de cada motor.

6.7.1. Maquinaria.

Tabla 13.

Valores de potencia de maquinaria en el Taller MIF.

| N° | Cantidad | Máquina | Potencia [Hp] | Potencia [kW] | Voltaje [V] | Tiempo de uso [horas diarias] |
|----|----------|---------------------|---------------|---------------|-------------|-------------------------------|
| 1 | 1 | Torno Paralelo | 7 | 5.22 | 220 | 10 |
| 2 | 1 | Torno Revolver | 5 | 3.72 | 220 | 11 |
| 3 | 1 | Taladro de pedestal | 1 | 0.745 | 110 | 4 |
| 4 | 1 | Taladro de pedestal | 0,5 | 0.372 | 110 | 4 |
| 5 | 1 | Soldadoras | | | 110 | 2 |
| 6 | 1 | Soldadora MIG | | | 110 | 4 |
| 7 | 1 | Soldadora TIG | | | 110 | 2 |
| 8 | 1 | Torsionadora | 3 | 2.23 | 220 | 8 |
| 9 | 1 | Sierra de cinta | 1 | 0.745 | 220 | 10 |
| 10 | 1 | Sierra de hoja | 2 | 1.49 | 220 | 4 |
| 11 | 1 | Tronzadora | 3 | 2.23 | 110 | 5 |
| 12 | 1 | Esmeril | 1 | 0.745 | 110 | 1 |

Nota. Fuente: El autor.

6.7.2. Alumbrado.

Tabla 14.

Potencia de alumbrado instalado.

| Alumbrado | Local | Tipo de lámpara | Potencia lámpara (W) | N lámparas | Potencia consumida (kW) |
|------------------|-------------------|------------------------|-----------------------------|-------------------|--------------------------------|
| Interior | Planta 1 Oficinas | Fluorescencia | 60 | 11 | 0,66 |
| | Planta 1 Taller | Fluorescencia | 60 | 3 | 0,18 |
| | Planta 2 Taller | Fluorescencia | 60 | 3 | 0,18 |
| Total | | | | | 1,02 kW |

Nota. Fuente: El autor.

6.7.3. Tomas de corriente.

Tabla 15.

Potencia suministrada a tomas de corriente.

| Elementos alimentados | Cantidad | Potencia consumida individual (kW) |
|------------------------------|-----------------|---|
| Maquinaria de mano | 4 | 2 |
| Total | | 8 kW |

Nota. Fuente: El autor.

Los tomacorrientes de esta zona serán monofásicos 120 V.

6.7.4. Toma de corriente área de oficinas y servicios.

Tabla 16.

Potencia suministrada a tomas de corriente de oficinas y servicios.

| Elementos alimentados | Cantidad | Potencia consumida individual (kW) |
|------------------------------|-----------------|---|
| Computadores | 4 | 0,35 |
| Impresora | 1 | 0,22 |
| Televisor | 1 | 0,3 |
| Nevera | 1 | 1 |
| Microondas | 1 | 0,6 |
| Lavadora | 1 | 0,25 |
| Total | | 2,72 kW |

Nota. Fuente: El autor.

6.8. Esquema de líneas.

En las medidas de las distintas distancias correspondientes a cada línea, se ha tenido en cuenta de manera aproximada tanto al acenso como el descenso, hasta los dispositivos receptores.

Tabla 17.

Elementos suministrados por el cuadro principal (TDP-3) Medidor 1.

| CUADRO PRINCIPAL PARA TALLER | | |
|---|-----------------|---------------------|
| Elementos alimentados por el tablero de distribución principal | Circuito | Longitud (m) |
| TDS 1 | TDS 1 | 40 |
| Torno Paralelo | CE-1 | 7 |
| Taladro pedestal | CT-1 | 7 |
| Taladro pedestal | CT-1 | 10 |
| Soldadora | CE-2 | 5 |
| Soldadora MIG | CE-3 | 13 |
| Soldadora TIG | CE-4 | 9 |
| Sierra de cinta | CE-5 | 7 |
| Tronzadora | CT-2 | 9 |
| Esmeril | CT-1 | 3 |
| Alumbrado Taller | CI-1 | 20 |
| Tomacorrientes | CT-2 | 22 |

Nota. Fuente: El autor

6.8.1. Tablero de distribución secundario 1.

Tabla 18.

Elementos suministrados por el tablero de distribución secundario 1(TDS1) medidor 1.

| TABLERO DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIO 1 | | |
|---|---------------------------|---------------------|
| Elementos alimentados por el TDS 1 | Nombre de la línea | Longitud (m) |
| Torno revolver | CE-1 | 8 |
| Torsionadora | CE-2 | 13 |
| Sierra de hoja | CE-3 | 3 |
| Luminaria | CI-1 | 8 |
| Toma corrientes | CT-2 | 10 |

Nota. Fuente: El autor.

6.8.2. Tablero de distribución principal medidor 2.

Tabla 19.

Elementos suministrados por el tablero de distribución principal medidor 2(TDP-2).

| TABLERO DE DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL RESIDENCIAL | | |
|--|--------------------|--------------|
| Elementos alimentados por el TDS 2 | Nombre de la línea | Longitud (m) |
| Alumbrado de oficinas | CI-1 | 45 |
| Tomas de corriente de oficinas | CT-1 | 20 |

Nota. Fuente: El autor.

6.9. Proceso de cálculo de las líneas.

Para calcular la sección de los conductores, se establece los criterios de cálculo y normativas en el reglamento eléctrico para baja tensión.

Las fórmulas utilizadas son

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\phi} \quad (\text{Ecuación 21})$$

$$e = \frac{2 * l * P}{C * S * V} \quad (\text{Ecuación 22})$$

6.10. Cálculo de las líneas de alumbrado.

Los circuitos de alimentación de lámparas deben estar previstos para transportar y soportar la carga debida a los propios receptores y a sus elementos asociados, por esta razón según la NEC en su apartado de circuitos literal a) establece que los conductores de alimentación y circuitos deben dimensionarse para soportar una corriente no menor al 125% de la corriente de carga máxima a servir.

Para el cálculo de luminarias fluorescentes se considera que cada luminaria posee los elementos necesarios para compensar el factor de potencia y por ello se considera $\cos\phi = 1$.

El valor crítico de la caída de tensión viene dado por la NEC 210-10 la cual indica que la diferencia entre la tensión en origen de la instalación y cualquier punto de utilización sea menor del 3%.

En este caso, como se trata de una línea monofásica entre neutro y fase de 120 V, la caída de tensión máxima que se permite es de:

$$e_{admisible} = 3\% \text{ de } 120 = 3,6 \text{ V}$$

De acuerdo con la normativa NEC-SB-IE, se clasifica a la vivienda según su área de construcción de acuerdo con la tTabla 20, y se considera como una vivienda mediana, por lo tanto, el número de circuitos mínimo recomendado tanto para iluminación y tomacorrientes es de 2.

Tabla 20.

Clasificación de las viviendas según el área de construcción.

| TIPO DE VIVIENDA | AREA DE CONSTRUCCIÓN | Número mínimo de circuitos | |
|------------------|----------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | | Iluminación | Tomacorrientes |
| Pequeña | A<80 | 1 | 1 |
| Mediana | 81<A<200 | 2 | 2 |
| Mediana Grande | 201<A>300 | 3 | 3 |
| Grande | 301<A<100 | 4 | 4 |
| Especial | A>400 | 1 por cada 100 m ² | 1 por cada 100 m ² |

Nota. Fuente: (NEC, 2018)

De la misma manera la NEC-SB-IE estable un factor de demanda de 0,70 para la luminaria y 0,50 para tomacorrientes, de igual manera para las cargas especiales en el taller.

6.10.1.Línea de alumbrado segunda planta oficinas.

Para el cálculo de luminaria la CENTROSUR recomienda considerar una potencia de 60 W ó 100 W por punto de instalación.

- Potencia consumida.

$$P_c = 60 * 11 = 660 \text{ W}$$

- Intensidad de la instalación.

$$I = \frac{660}{110} = 6 \text{ A}$$

Cálculo del calibre del conductor: 1x14(14) AWG de cobre. Escogemos este cable ya que se precisa una instalación monofásica de tensión 110 V (fase-Neutro), y la toma de tierra debe ser, según la CPE – 19, de una sección mínima del mismo valor de los conductores fase.

Hay que recalcar que en la tabla 310-17 de la CPE – 19; se escoge el calibre 14 AWG, puesto que la misma norma nos indica que el calibre mínimo para luminaria es 14 AWG.

Para las próximas elecciones del calibre del conductor se basa en la tabla del anexo 3, y para la elección de la tubería misma que se ve en Anexo 4.

- Caída de tensión.

$$e = \frac{2 * 25 * 660}{56 * 2,08 * 110} = 2,57 V < 3,6 V$$

Tubo: ½ pulgada. Tubería eléctrica no metálica, con la capacidad de alojar 3 conductores. Por lo tanto, según la CPE – 19, el tubo tendrá la dimensión establecida.

6.10.2. Línea de alumbrado segunda planta, taller.

Para el cálculo de luminaria la CENTROSUR recomienda considerar una potencia de 60 W ó 100 W.

- Potencia consumida.

$$P_c = 60 * 3 = 180 W$$

- Intensidad de la instalación.

$$I = \frac{180}{110} = 1,63 A$$

Calibre del conductor: 1x14(14) AWG de cobre. Escogemos este cable ya que se precisa una instalación monofásica de tensión 110 V (fase-Neutro), y la toma de tierra debe ser, según la CPE – 19, de una sección mínima del mismo valor de los conductores fase.

- Caída de tensión.

$$e = \frac{2 * 20 * 180}{56 * 2,08 * 110} = 0,56 V < 3,6 V$$

Tubo: ½ pulgada. Tubería eléctrica no metálica, con la capacidad de alojar 3 conductores. Por lo tanto, según la CPE – 19, el tubo tendrá la dimensión establecida.

6.10.3. Línea de alumbrado planta baja, taller.

Para el cálculo de luminaria la CENTROSUR recomienda considerar una potencia de 60 W ó 100 W por punto de conexión.

- Potencia consumida.

$$P_c = 60 * 3 = 180 W$$

- Intensidad de la instalación.

$$I = \frac{180}{110} = 1,63 A$$

Calibre del conductor: 1x14(14) AWG de cobre. Escogemos este cable ya que se precisa una instalación monofásica de tensión 110 V (fase-Neutro), y la toma de tierra debe ser, según la CPE – 19, de una sección mínima del mismo valor de los conductores fase.

- Caída de tensión.

$$e = \frac{2 * 8 * 180}{56 * 2,08 * 110} = 0,22 < 3,6 V$$

Tubo: ½ pulgada. Tubería eléctrica no metálica, con la capacidad de alojar 3 conductores. Por lo tanto, según la CPE – 19, el tubo tendrá la dimensión establecida.

6.11. Cálculo línea de tomas de corriente.

Según la NEC, para tomacorrientes se debe considerar por cada salida de tomacorrientes una carga de 200 W y se considera cargas especiales aquellas que sobrepasen los 1500 W, además los circuitos de toma de corriente deben ser diseñadas considerando salidas polarizadas (fase, neutro, tierra) para soportar una capacidad máxima de 20 amperios.

La caída de tensión permitida viene fijada por la instrucción CPE 19-215-2(d) la cual marca que la caída máxima de voltaje de los circuitos alimentador y ramales hasta la salida más lejana que no supere el 5%. En este caso, como se trata de una línea monofásica con una tensión entre neutro y fase de 120 V la caída de tensión máxima que se permite es de:

$$e_{admisible} = 5\% \text{ de } 120 = 6 V$$

6.11.1. Línea de toma de corriente segunda plata, oficinas.

- Potencia consumida.

$$P_c = 2000 W$$

- Intensidad de la instalación.

$$I = \frac{2000}{110} = 18,18 A$$

Calibre del conductor: 1x12(12)+1x12 AWG de cobre. Escogemos este cable ya que se precisa una instalación monofásica de tensión 110 V (fase-Neutro), y la toma de tierra debe ser, según la CPE – 19, de una sección mínima del mismo valor de los conductores fase.

- Caída de tensión

$$e = \frac{2 * 20 * 2000}{56 * 3,31 * 110} = 3,93 < 6$$

Tubo: ½ pulgada. Tubería eléctrica no metálica, con la capacidad de alojar 3 conductores. Por lo tanto, según la CPE – 19, el tubo tendrá la dimensión establecida.

6.11.2. Línea de tomas de corriente segunda planta, taller.

Se considerará para cada circuito de tomacorrientes una potencia de 2000 W para cada circuito.

- Potencia consumida.

$$P_c = 2000 = 2000 \text{ W}$$

- Intensidad de la instalación.

$$I = \frac{2000}{110} = 18,18 \text{ A}$$

Calibre del conductor: 1x12(12)+1x12 AWG de cobre. Escogemos este cable ya que se precisa una instalación monofásica de tensión 120 V (fase-Neutro), y la toma de tierra debe ser, según la CPE – 19, de una sección mínima del mismo valor de los conductores fase.

- Caída de tensión.

$$e = \frac{2 * 22 * 2000}{56 * 3,31 * 120} = 4,32 < 6 \text{ V}$$

Tubo: ½ pulgada. Tubería eléctrica no metálica, con la capacidad de alojar 3 conductores. Por lo tanto, según la CPE – 19, el tubo tendrá la dimensión establecida.

6.11.3. Línea tomacorrientes planta baja taller.

Para el cálculo de tomacorrientes según la CENTROSUR recomienda considerar una potencia de 2000 W; para el circuito de esta planta.

- Potencia consumida.

$$P_c = 2000 = 2000 \text{ W}$$

- Intensidad de la instalación.

$$I = \frac{2000}{110} = 18,18 \text{ A}$$

Calibre del conductor: 1x12(12)+1x12 AWG de cobre. Escogemos este cable ya que se precisa una instalación monofásica de tensión 110 V (fase-Neutro), y la toma de tierra debe ser, según la CPE – 19, de una sección mínima del mismo valor de los conductores fase.

- Caída de tensión

$$e = \frac{2 * 10 * 2000}{56 * 3,3 * 110} = 1,96 < 6 \text{ V}$$

Tubo: ½ pulgada. Tubería eléctrica no metálica, con la capacidad de alojar 3 conductores. Por lo tanto, según la CPE – 19, el tubo tendrá la dimensión establecida.

6.12. Cálculo de las líneas de fuerza.

Los circuitos de las máquinas, o circuitos de fuerza, los cuales alimentan a un solo motor, deben estar dimensionados para soportar una intensidad no inferior al 125% de la intensidad a plena carga del motor en cuestión según marca la CPE-19 y para los conductores que alimentan varios motores, serán dimensionados para una intensidad no superior a la suma del 125% de la intensidad del motor con mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

El valor crítico de la caída de tensión viene marcado por la NEC la cual marca que la diferencia entre la tensión en origen de la instalación y cualquier punto de utilización sea menor del 5%. En este caso se trata de una línea monofásica, con una tensión de línea fase-fase 240 V, la caída de tensión máxima que se permite es de:

$$e_{admissible} = 5\% \text{ de } 240 = 12 \text{ V}$$

$$e_{admissible} = 5\% \text{ de } 120 = 6 \text{ V}$$

6.12.1. Línea toro de paralelo (CE-1).

- Potencia consumida.

$$P_c = 1,25 * 5500 = 6875 \text{ W}$$

- Intensidad de la instalación.

$$I = \frac{6875}{220 * 0,94} = 33,24 \text{ A}$$

Calibre del conductor: 2x10(10)+1x10 AWG de cobre. Escogemos este cable ya que se precisa una instalación monofásica de tensión 220 V (fase-fase), y la toma de tierra debe ser, según la CPE – 19, de una sección mínima del mismo valor de los conductores fase.

- Caída de tensión.

$$e = \frac{2 * 7 * 6875}{56 * 5,25 * 240} = 1,48 < 12 \text{ V}$$

Tubo: ½ pulgada. Tubería eléctrica no metálica, con la capacidad de alojar 4 conductores. Por lo tanto, según la CPE – 19, el tubo tendrá la dimensión establecida.

6.12.2. Línea taladro pedestal (CT-1).

- Potencia consumida.

$$P_c = 1,25 * 372,85 = 466,06 \text{ W}$$

- Intensidad de la instalación.

$$I = \frac{466,06}{110 * 0,8} = 5,30 \text{ A}$$

Calibre del conductor: 1x12(12)+1x12 AWG de cobre. Escogemos este cable ya que se precisa una instalación monofásica de tensión 110 V (fase-Neutro), y la toma de tierra debe ser, según la CPE – 19, de una sección mínima del mismo valor de los conductores fase.

- Caída de tensión.

$$e = \frac{2 * 7 * 466,06}{56 * 3,3 * 110} = 0,32 < 6 \text{ V}$$

Tubo: ½ pulgada. Tubería eléctrica no metálica, con la capacidad de alojar 3 conductores. Por lo tanto, según la CPE – 19, el tubo tendrá la dimensión establecida.

6.12.3. Línea taladro pedestal (CET-1).

- Potencia consumida.

$$P_c = 1,25 * 745,7 = 932,13 \text{ W}$$

- Intensidad de la instalación.

$$I = \frac{932,13}{110 * 0,9} = 8,63 \text{ A}$$

Calibre del conductor: 1x12(12)+1x12 AWG de cobre. Escogemos este cable ya que se precisa una instalación monofásica de tensión 110 V (fase-Neutro), y la toma de tierra debe ser, según la CPE – 19, de una sección mínima del mismo valor de los conductores fase.

- Caída de tensión.

$$e = \frac{2 * 10 * 932,13}{56 * 3,3 * 110} = 0,91 < 6 \text{ V}$$

Tubo: ½ pulgada. Tubería eléctrica no metálica, con la capacidad de alojar 3 conductores. Por lo tanto, según la CPE – 19, el tubo tendrá la dimensión establecida.

6.12.4. Línea de soldadora Lincon Ac – 225GJM (CE-2).

Para la selección del calibre de los conductores el equipo de soldar según la normativa CPE – 19 en su sección 630 - 11 literal a). establece que la capacidad de los conductores de suministro no debe ser menor a la corriente calculada multiplicando la corriente nominal del

primario A que aparece en la placa de características de la soldadora, por el siguiente factor basado en el ciclo de utilización o tiempo nominal de uso de la soldadora.

Tabla 21.

Factor basado en el ciclo de utilización o tiempo nominal de uso del soldador.

| | | | | | | | | | |
|-----------------------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------------|
| Ciclo de trabajo en% | 100 | 90 | 80 | 70 | 60 | 50 | 40 | 30 | 20 o menos |
| Factor | 1,0 | 0,95 | 0,89 | 0,84 | 0,78 | 0,71 | 0,63 | 0,55 | 0,45 |

Nota. Fuente: (CPE, 2019)

- Intensidad de la instalación.

$$I = 55 * 1 = 55 A$$

Calibre del conductor: 2x6(6)+1x6 AWG de cobre. Escogemos este cable ya que se precisa una instalación monofásica de tensión 220 V (fase-fase), y la toma de tierra debe ser, según la CPE – 19, de una sección mínima del mismo valor de los conductores fase.

- Caída de tensión.

$$e = 2 * \frac{0,018 * 55 * 5}{13,29} = 0,7 < 12 V$$

Tubo: 3/4 pulgada. Tubería eléctrica no metálica, con la capacidad de alojar 4 conductores. Por lo tanto, según la CPE – 19, el tubo tendrá la dimensión establecida.

6.12.5. Línea de soldadora MIG (CE-3).

- Intensidad de la instalación.

$$I = 22 * 1 = 22 A$$

Calibre del conductor: 2x12(12)+1x12 AWG de cobre. Escogemos este cable ya que se precisa una instalación monofásica de tensión 220 V (fase-fase), y la toma de tierra debe ser, según la CPE – 19, de una sección mínima del mismo valor de los conductores fase.

- Caída de tensión.

$$e = 2 * \frac{0,018 * 22 * 13}{3,3} = 3,12 < 12 V$$

Tubo: 1/2 pulgada. Tubería eléctrica no metálica, con la capacidad de alojar 4 conductores. Por lo tanto, según la CPE – 19, el tubo tendrá la dimensión establecida.

6.12.6. Línea de soldadora TIG (CE-4).

- Intensidad de la instalación.

$$I = 10 * 1 = 10 A$$

Calibre del conductor: 2x12(12)+1x12 AWG de cobre. Escogemos este cable ya que se precisa una instalación monofásica de tensión 220 V (fase-fase), y la toma de tierra debe ser, según la CPE – 19, de una sección mínima del mismo valor de los conductores fase.

- Caída de tensión.

$$e = 2 * \frac{0,018 * 10 * 9}{3,3} = 0,98 < 12 V$$

Tubo: ½ pulgada. Tubería eléctrica no metálica, con la capacidad de alojar 4 conductores. Por lo tanto, según la CPE – 19, el tubo tendrá la dimensión establecida.

6.12.7. Línea para sierra de cinta (CE-5).

- Potencia consumida.

$$P_c = 1,25 * 745,7 = 932,13 W$$

- Intensidad de la instalación.

$$I = \frac{932,13}{220 * 0,8} = 5,30 A$$

Calibre del conductor: 2x12(12)+1x12 AWG de cobre. Escogemos este cable ya que se precisa una instalación monofásica de tensión 220 V (fase-Neutro), y la toma de tierra debe ser, según la CPE – 19, de una sección mínima del mismo valor de los conductores fase.

- Caída de tensión.

$$e = \frac{2 * 7 * 932,13}{56 * 3,3 * 220} = 0,32 < 12 V$$

Tubo: ½ pulgada. Tubería eléctrica no metálica, con la capacidad de alojar 4 conductores. Por lo tanto, según la CPE – 19, el tubo tendrá la dimensión establecida.

6.12.8. Línea para tronadora (CT-2).

- Potencia consumida.

$$P_c = 1,25 * 2000 = 2500 W$$

- Intensidad de la instalación.

$$I = \frac{2500}{110 * 0,8} = 28,41 A$$

Calibre del conductor: 1x10(10)+1x10 AWG de cobre. Escogemos este cable ya que se precisa una instalación monofásica de tensión 110 V (fase-Neutro), y la toma de tierra debe ser, según la CPE – 19, de una sección mínima del mismo valor de los conductores fase.

- Caída de tensión.

$$e = \frac{2 * 9 * 2500}{56 * 5,25 * 110} = 1,39 < 6 V$$

Tubo: ½ pulgada. Tubería eléctrica no metálica, con la capacidad de alojar 3 conductores. Por lo tanto, según la CPE – 19, el tubo tendrá la dimensión establecida.

6.12.9. Línea para esmeril (CT-1).

- Potencia consumida.

$$P_c = 1.25 * 745,7 = 932,13 W$$

- Intensidad de la instalación.

$$I = \frac{932,13}{110 * 0,9} = 9,42 A$$

Calibre del conductor: 1x12(12)+1x12 AWG de cobre. Escogemos este cable ya que se precisa una instalación monofásica de tensión 110 V (fase-Neutro), y la toma de tierra debe ser, según la CPE – 19, de una sección mínima del mismo valor de los conductores fase.

- Caída de tensión

$$e = \frac{2 * 3 * 932,13}{56 * 3,3 * 110} = 0,27 < 6 V$$

Tubo: ½ pulgada. Tubería eléctrica no metálica, con la capacidad de alojar 3 conductores. Por lo tanto, según la CPE – 19, el tubo tendrá la dimensión establecida.

6.12.10. Línea para torno revolver (CE-1).

- Potencia consumida.

$$P_c = 1,25 * 3700 = 4625 W$$

- Intensidad de la instalación.

$$I = \frac{4625}{220 * 0,9} = 23,36 A$$

Calibre del conductor: 2x12(12)+1x12 AWG de cobre. Escogemos este cable ya que se precisa una instalación monofásica de tensión 220 V (fase-fase), y la toma de tierra debe ser, según la CPE – 19, de una sección mínima del mismo valor de los conductores fase.

- Caída de tensión.

$$e = \frac{2 * 8 * 4625}{56 * 3,3 * 220} = 1,8 < 12 V$$

Tubo: ½ pulgada. Tubería eléctrica no metálica, con la capacidad de alojar 4 conductores. Por lo tanto, según la CPE – 19, el tubo tendrá la dimensión establecida.

6.12.11. Línea de Torsionadora (CE-2).

- Potencia consumida.

$$P_c = 1,25 * 2237 = 2796,38 W$$

- Intensidad de la instalación.

$$I = \frac{2796,1}{220 * 0,68} = 17,13 A$$

Calibre del conductor: 2x12(12)+1x12 AWG de cobre. Escogemos este cable ya que se precisa una instalación monofásica de tensión 220 V (fase-fase), y la toma de tierra debe ser, según la CPE – 19, de una sección mínima del mismo valor de los conductores fase.

- Caída de tensión.

$$e = \frac{2 * 13 * 2796,1}{56 * 3,31 * 220} = 1,78 < 12 V$$

Tubo: ½ pulgada. Tubería eléctrica no metálica, con la capacidad de alojar 4 conductores. Por lo tanto, según la CPE – 19, el tubo tendrá la dimensión establecida.

6.12.12. Línea para sierra de hoja (CE-3).

- Potencia consumida.

$$P_c = 1,25 * 1500 = 1875 W$$

- Intensidad de la instalación.

$$I = \frac{1875}{220 * 0,9} = 9,47 A$$

Calibre del conductor: 12x12(12)+1x12 AWG de cobre. Escogemos este cable ya que se precisa una instalación monofásica de tensión 220 V (fase-fase), y la toma de tierra debe ser, según la CPE – 19, de una sección mínima del mismo valor de los conductores fase.

- Caída de tensión.

$$e = \frac{2 * 3 * 1875}{56 * 3,3 * 220} = 0,27 < 12 V$$

Tubo: ½ pulgada. Tubería eléctrica no metálica, con la capacidad de alojar 4 conductores. Por lo tanto, según la CPE – 19, el tubo tendrá la dimensión establecida.

6.13. Cálculo de las líneas de alimentación a los sub-cuadros.

Para el cálculo de la sección de los conductores que alimentan los diferentes sub-cuadros, se tomará como potencia consumida o potencia que necesita el panel, aquella que resulta de la suma de todas las potencias calculadas para los diferentes dispositivos que se alimenta a dicho cuadro, teniendo en cuenta también los coeficientes aplicados en cada caso.

6.13.1. Línea del tablero de distribución secundario 1.

Tabla 22.

Elementos que alimenta el TDS-1, medidor1.

| Elementos alimentados por el TDS1 | Intensidad consumida (A) |
|--|---------------------------------|
| Torno revolver | 21,41 |
| Torsionadora | 17,13 |
| Sierra de hoja | 8,68 |
| Luminaria | 1,5 |
| Toma corrientes | 16,66 |
| INTENSIDAD TOTAL (A) | 65,37 A |

Nota. Fuente: El autor.

El factor de simultaneidad de este cuadro se ha considerado que es 0,9 ya que los consumos tienen probabilidad media de producirse en el mismo instante. el factor de utilización se ha considerado 0,8 ya que se prevé que las máquinas no funcionen siempre a la máxima potencia.

$$I_c = I_t * F_s * F_u$$

$$I_c = 65,37 * 0,9 * 0,8 = 47,06 A$$

Donde:

I_c = Intensidad que consumirá el cuadro (A)

I_t = Intensidad correspondiente a la suma de cada elemento alimentado con el cuadro (A)

F_s = Factor de simultaneidad

F_u = Factor de utilización

Calibre del conductor: 2x8(8)+1x8 AWG de cobre. Escogemos este cable ya que se precisa una instalación monofásica de tensión 220 V (fase-fase), y la toma de tierra debe ser, según la CPE – 19, de una sección mínima del mismo valor de los conductores fase.

- Caída de tensión.

$$e = 2 * \frac{0,018 * 47,06 * 20}{8,36} = 4,05 V < 12 V$$

Tubo: ¾ pulgada. Tubería eléctrica no metálica, con la capacidad de alojar 4 conductores. Por lo tanto, según la CPE – 19, el tubo tendrá la dimensión establecida.

6.14. Línea del tablero de distribución principal.

Tabla 23.

Elementos que alimenta el TDP-3 medidor 1.

| Elementos alimentados por el tablero de distribución principal | Intensidad consumida (A) |
|---|---------------------------------|
| TDS-1 | 65,37 |
| Torno Paralelo | 30,47 |
| Taladro pedestal | 4,85 |
| Taladro pedestal | 8,63 |
| Soldadoras | 49,50 |
| Soldadora MIG | 31,24 |
| Soldadora TIG | 12,60 |
| Sierra de cinta | 4,85 |
| Tronzadora | 26,04 |
| Esmeril | 8,63 |
| Alumbrado Taller | 1,5 |
| Tomacorrientes CT-2 | 16,66 |
| TOTAL | 260,28 A |

Nota. Fuente: El autor.

El factor de simultaneidad de la tabla 23 se ha considerado que es 0,9 ya que los consumos tienen probabilidad media de producirse en el mismo instante. el factor de utilización se ha considerado 0,8 ya que se prevé que las máquinas no funcionen siempre a la máxima potencia.

$$I_c = I_t * F_s * F_u$$

$$I_c = 260,28 * 0,9 * 0,8 = 187,4 A$$

Calibre del conductor: 2x3/0(3/0)+1x3/0 AWG de cobre. Escogemos este cable ya que se precisa una instalación monofásica de tensión 220 V (fase-fase), y la toma de tierra debe ser, según la CPE – 19, de una sección mínima del mismo valor de los conductores fase.

- Caída de tensión.

$$e = 2 * \frac{0,018 * 145,75 * 7}{85,02} = 0,42 V < 12 V$$

Tubo: 1½ pulgada. Tubería eléctrica no metálica, con la capacidad de alojar 3 conductores. Por lo tanto, según la CPE – 19, el tubo tendrá la dimensión establecida.

6.15. Línea del tablero de distribución principal medidor 2.

Al considerar como factor de potencia 1 el mismo para todas las instalaciones de este cuadro, la intensidad total consumida es igual a la suma de todas las potencias a las que alimenta el cuadro.

Tabla 24.

Elementos que alimenta el TDP-2 medidor 2

| Elementos alimentados por el TDS1 | Intensidad consumida (A) |
|-----------------------------------|--------------------------|
| Luminaria | 5,5 |
| Tomacorrientes | 16,67 |
| Tomacorrientes | 16,67 |
| INTENSIDAD TOTAL (A) | 38,84 A |

Nota. Fuente: El autor.

El factor de simultaneidad de este cuadro se ha considerado que es 0,9 ya que los consumos tienen alta probabilidad producirse en el mismo instante, el factor de utilización se ha considerado 0,8 ya que se prevé que tanto el circuito de alumbrado como tomas de corriente se utilizan espontáneamente

$$I_c = I_t * F_s * F_u$$

$$I_c = 38,84 * 0,9 * 0,8 = 27,96 A$$

Calibre del conductor: 1x10(10)+1x10 AWG de cobre. Escogemos este cable ya que se precisa una instalación monofásica de tensión 240 V (fase-fase), y la toma de tierra debe ser, según la CPE – 19, de una sección mínima del mismo valor de los conductores fase.

- Caída de tensión.

$$e = 2 * \frac{0,018 * 27,96 * 15}{5,25} = 2.87 V < 12 V$$

Tubo: ½ pulgada. Tubería eléctrica no metálica, con la capacidad de alojar 3 conductores. Por lo tanto, según la CPE – 19, el tubo tendrá la dimensión establecida.

6.16. Protección de la Instalación.

La idea de la distribución de las protecciones es aislar cada circuito o línea, descrito en el apartado de esquema de líneas, pudiendo garantizar el funcionamiento independiente de cualquier línea en el caso de que se produjese alguna anomalía en el funcionamiento normal de la nave.

6.17. Protección contra contactos indirectos.

La protección contra contactos indirectos utilizada es la puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte el corte automático de la alimentación después de la aparición de un fallo destinado a impedir que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal como puede dar como resultado un riesgo.

6.18. Protección de instalación contra sobrecargas.

Una sobrecarga se produce cuando la intensidad que circula es superior a la admisible o nominal, pero sin que haya defecto de aislamiento.

Este efecto puede producirse por diversas razones:

- Por fenómenos transitorios debidos al funcionamiento de algunos receptores.
- Sobreutilización de receptores de una misma línea, los cuales solicitan más potencia de la nominal.
- Sobreutilización de la instalación, que tiene conectada receptores con más potencia de la que se había previsto en un principio.

El efecto de la sobrecarga es que produce, aumenta la temperatura en los conductores pudiendo llegar a ser superior a la admisible, y por tanto implica el deterioro de aislamientos y se reduce el tiempo de vida de los cables. (Sánchez, 2014)

6.18.1.1. Solución adoptada.

En la presente instalación se ha utilizado como medida preventiva breaker de caja moldeada en la caja principal del medidor por parte de la compañía eléctrica EERSSA.

Sea cual sea el dispositivo, debe considerar la línea antes de que se alcance la máxima temperatura admisible. según la norma UNE 20-460, estos dispositivos de protección deben cumplir que:

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

Donde:

I_B = Intensidad de utilización o nominal

I_n = Intensidad nominal del dispositivo de protección

I_z = Intensidad máxima admisible por el conductor

Los interruptores magnetotérmicos prevalecen sobre los fusibles convencionales puesto que presentan una mayor seguridad y prestaciones, ya que interrumpen los circuitos con mayor rapidez y tienen más capacidad de ruptura. Otra ventaja es que, a la hora de restablecer el circuito, no se precisa de ningún material ni persona experta, ya que es suficiente con presionar un botón o mover un muelle que se halla perfectamente señalizado.

Para este trabajo se toma el catálogo de GEDISA (Anexo 5), el cual nos presenta las características técnicas de sus interruptores magnetotérmicos escogidos por su intensidad máxima admisible y mostrados en la **Tabla 25** en el que muestra el resumen de datos técnicos de la instalación.

6.19. Resumen del cálculo de las líneas.

Tabla 25.

Resumen cálculos cuadros principal y secundario.

| DESCRPCIÓN | | Fase | Voltaje (Voltios) | Carga Total Instalada (W) | Factor de potencia $\cos\phi$ | Factor de coincidencia | Demanda coincidente | Intensidad Nominal (A) | Factor de Seguridad | Intensidad Máxima admisible (A) | Conductor | Protección Breakers) (A/P) | |
|----------------|--------------------------------|-------------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------|------------------------|---------------------|------------------------|---------------------|---------------------------------|----------------------|----------------------------|-----------------|
| MED. 2 | TDP2 | Luminarias oficinas | 1fases | 110 | 660 | 1 | 1 | 660 | 6 | 1,25 | 7,50 | 2x14(14) AWG Cu | 16 A-1p |
| | | Toma corriente oficinas CT-1 | 1fases | 110 | 2000 | 1 | 0,7 | 1400 | 18,18 | 1,25 | 22,73 | 1x10(10)+1X10 AWG Cu | 25 A-1p |
| | | Toma corriente oficinas CT-1 | 1fases | 110 | 2000 | 1 | 0,7 | 1400 | 18,18 | 1,25 | 22,73 | 1x10(10)+1X10 AWG Cu | 25 A-1p |
| MEDIDOR 1 | TDP3 | Luminaria Taller planta 1 | 1fases | 220 | 180 | 1 | 1 | 180 | 0,82 | 1,25 | 1,02 | 1x14(14) AWG Cu | 16 A-1p |
| | | Tomacorriente taller planta 1 | 1 fases | 110 | 2000 | 1 | 0,7 | 1400 | 18,18 | 1,25 | 22,73 | 1x10(10)+1X10 AWG Cu | 25 A-1p |
| | | Torno paralelo | 2 fase | 220 | 5500 | 0,94 | 1 | 5500 | 26,60 | 1,25 | 33,24 | 2x8(8)+1X8 AWG Cu | 40 A-2p |
| | | Taladro pedestal | 1 fase | 110 | 372,85 | 0,9 | 1 | 372,85 | 3,77 | 1,25 | 4,71 | 1x12(12)+1X12 AWG Cu | 16 A-1p |
| | | Taladro pedestal | 1 fase | 110 | 745,7 | 0,8 | 1 | 745,7 | 8,47 | 1,25 | 10,59 | 1x12(12)+1X12 AWG Cu | 16 A-1p |
| | | Soldadora | 2 fase | 220 | 6500 | 0,7 | 1 | 6500 | 42,21 | 1,25 | 52,76 | 2x6(6)+1X6 AWG Cu | 60 A-2p |
| | | Soldadora MIG | 2 fase | 220 | 5000 | 0,92 | 1 | 5000 | 24,70 | 1,25 | 30,88 | 2x10(10)+1X10 AWG Cu | 32 A-2p |
| | | Soldadora TIG | 2 fases | 220 | 2400 | 0,9 | 1 | 2400 | 12,12 | 1,25 | 15,15 | 2x12(12)+1X12 AWG Cu | 16 A-2p |
| | | Sierra de cinta | 2 fases | 220 | 745,7 | 0,8 | 1 | 745,7 | 4,24 | 1,25 | 5,30 | 2x12(12)+1X12 AWG Cu | 16 A-2p |
| | | Tronzadora | 1 fase | 110 | 2000 | 0,8 | 1 | 2000 | 22,73 | 1,25 | 28,41 | 1x10(10)+1X10 AWG Cu | 32 A-1p |
| | | Esmeril | 1 fases | 110 | 745,7 | 0,9 | 1 | 745,7 | 7,53 | 1,25 | 9,42 | 1x12(12)+1X12 AWG Cu | 16 A-1p |
| | | TDSI | Luminaria taller planta 2 | 1 fases | 110 | 180 | 1 | 1 | 180 | 1,64 | 1,25 | 2,05 | 1x14(14) AWG Cu |
| | Toma corriente taller planta 2 | | 1 fases | 110 | 2000 | 1 | 0,7 | 1400 | 18,18 | 1,25 | 22,73 | 1x10(10)+1X10 AWG Cu | 25 A-1p |
| | Torno revolver | | 2 fases | 220 | 3700 | 0,9 | 1 | 3700 | 18,69 | 1,25 | 23,36 | 2x10(10)+1X10 AWG Cu | 25 A-2p |
| | Torcionadora | | 2 fases | 220 | 2237,1 | 0,68 | 1 | 2237,1 | 14,95 | 1,25 | 18,69 | 2x12(12)+1X12 AWG Cu | 20 A-2p |
| Sierra de hoja | 2 fases | | 220 | 1500 | 0,9 | 1,00 | 1500 | 7,58 | 1,25 | 9,47 | 2x12(12)+1X12 AWG Cu | 16 A-2p | |

Nota. Fuente: El autor.

6.19.1. Cuadro de cargas de Taller MIF.

Tabla 26.

Cuadro de cargas Medidor 2.

| Circuito eléctrico Medidor 2 | Denominación | Fase | Voltaje Nominal (Voltios) | Carga Total Instalada (W) | Factor de coincidencia | Demanda Coincidente | Intensidad Máxima admisible (A) | Conductor AWG | Protección Breakers) (A/P) | Fases |
|-------------------------------|--------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------|---------------------|---------------------------------|-----------------------|----------------------------|-----------|
| Iluminación | CI-1 | 1F | 120 | 1320 | 0,7 | 924 | 7,7 | 2x14 (14) AWG Cu | 16 A - 1P | R |
| Fuerza | CT-1 | 1F | 120 | 8000 | 0,35 | 2800 | 23,3 | 2x12 (2) AWG Cu | 32 A - 1P | S |
| Acometida Principal M1 | | Carga Instalada= | | 9320 | | 3724 | 31 | 2x12(12)AWG Cu | 40 A - 2P | RS |

Nota. Fuente: El autor.

Tabla 27.

Cuadro de cargas Medidor 1.

| Circuito eléctrico Medidor 1 | Denominación | Fase | Voltaje Nominal (Voltios) | Carga Total Instalada (W) | Factor de coincidencia | Demanda Coincidente | Intensidad Máxima admisible (A) | Conductor AWG | Protección Breakers) (A/P) | Fases |
|-------------------------------|--------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------|---------------------|---------------------------------|-----------------------|----------------------------|-----------|
| Iluminación | CI-1 | 1F | 120 | 360 | 1 | 360 | 3 | 2x14 (14) AWG Cu | 16 A - 1P | R |
| Fuerza | CT-1 | 2F | 240 | 42427,05 | 1 | 42427,05 | 176,77 | 2x2 (2) AWG Cu | 200 A - 2P | RS |
| Acometida Principal M1 | | Carga Instalada= | | 42787,05 | | 42787,05 | 179,77 | 2x2 (2) AWG Cu | 200 A - 2P | RS |

Nota. Fuente: El autor.

Tabla 28.

Cálculo de la demanda proyectada.

| | |
|--|---------|
| DEMANDA DE LA INSTALACIÓN (kW) | 52,1 kW |
| DEMANDA COINCIDENTE DEL TALLER | 46,5 kW |
| FACTOR DE SIMULTANEIDAD EN LOS TDS | 1 |
| DEMANDA DIVERSIFICADA EN (kW) DEL TALLER MIF | 46,5 kW |
| FACTOR DE SIMULTANEIDAD EN MEDIDORES | 0,80 |
| DEMANDA DIVERSIFICADA EN (kW) COMERCIALES | 37,2 kW |
| FACTOR DE POTENCIA | 0,92 |
| Demanda Proyectada Total del taller (kVA) | 40,43 |

Fuente: Autor

6.20. Puesta a tierra.

Los conductores de las instalaciones y circuitos se ponen a tierra para limitar los voltajes debido a rayos, subidas de voltaje en la red o contacto accidental con líneas de alto voltaje y para estabilizar el voltaje a tierra durante su funcionamiento normal. El sistema de puesta a tierra de los equipos se conecta equipotencialmente al conductor del sistema de puesta a tierra de modo que ofrezca un camino de baja impedancia para las corrientes de falla, que facilite el funcionamiento de los dispositivos de protección contra sobrecorrientes en caso de falla a tierra. (CPE-INEN-19, 2001).

Requisitos de un sistema de puesta a tierra:

- Garantizar condiciones de seguridad de los seres vivos
- Presentar mínima variación de la resistencia debida a cambios ambientales.
- Permitir a los equipos de protección despejar rápidamente las fallas.
- Tener suficiente capacidad de conducción y disipación de corrientes de falla.
- Evitar ruidos eléctricos.
- Ser resistente a la corrosión.
- Tener Facilidad de mantenimiento.
- Se debe tener en cuenta las normas técnicas relacionadas con el tema.

Según la NEC – 10 parte 9-1-76, el electrodo tipo varilla debe tener mínimo 1.8 m de longitud.

Por lo tanto, se planifica que se instale un electrodo tipo varilla copperweld de 16 mm de diámetro por 1,8 m de longitud, con un conductor de cobre de calibre 6 AWG y este debe ser conectado al tablero general de medición.

6.21. Alimentación de los tableros de distribución.

La alimentación de cada tablero de distribución se la realiza directamente desde la protección del contador de energía al respectivo tablero de distribución, mediante un circuito monofásico, configuración 2F3C, para lo cual se utiliza conductores de Cu con aislamiento tipo THHN para 600 V.

6.22. Tablero de distribución secundarios

Para una adecuada distribución de los circuitos interiores se instalan tableros de distribución secundarios, tipo SQUARE´D normalizado, de capacidad, características y número de polos concordantes a la cantidad y capacidad de circuitos que controlan y protegen.

7. Discusión

La calidad de las instalaciones eléctricas es esencial para garantizar un suministro de energía seguro y eficiente. En muchos casos, las instalaciones eléctricas existentes pueden presentar deficiencias que afectan la estabilidad y la confiabilidad del sistema.

Para llevar a cabo el estudio de instalaciones eléctricas, es fundamental realizar mediciones y lecturas que permitan posteriormente realizar los cálculos necesarios para su diseño. En muchos casos, se emplean analizadores de redes, como se describe en la tesis "Metodología para efectuar mediciones de calidad del servicio eléctrico en baja tensión" del autor Curipoma Quizhpe publicado en el 2017, donde se lleva a cabo un análisis detallado de las instalaciones. En el presente estudio, se utilizó el mismo analizador, pero con una configuración diferente en su conexión, adaptándonos a las necesidades específicas del entorno eléctrico. Se identificaron los puntos críticos tales como un factor de potencia bajo y un alto consumo energético que contribuyen a la falta de eficiencia y confiabilidad en el sistema eléctrico, brindando así una perspectiva más precisa y adaptada a las condiciones particulares del caso.

En consonancia con el Código de Prácticas Ecuatorianas (NEC), se proponen normas aplicativas destinadas a facilitar la creación de un diseño eléctrico seguro y eficiente. Estas normativas pueden incidir de manera significativa en el rendimiento de los equipos. Por lo que se aplican estas mismas normas en la elaboración del diseño eléctrico del taller, con el objetivo de prevenir interrupciones no programadas y mitigar el riesgo de daños a los dispositivos conectados.

Frente a los problemas identificados en el análisis eléctrico del taller y tras realizar los correspondientes cálculos y revisar la literatura pertinente, la instalación de transformadores como una solución viable para abordar las deficiencias identificadas. La incorporación de transformadores permitirá la regulación de la tensión, reduciendo las pérdidas y mejorando la eficiencia del sistema. Adicionalmente, contribuirá a fortalecer la estabilidad del voltaje, manteniendo la tensión en rangos aceptables y minimizando la posibilidad de caídas de tensión. (Sánchez, 2014)

Se debe realizar un análisis costo-beneficio para evaluar la viabilidad económica de la instalación de transformadores en comparación con los costos asociados con las interrupciones no planificadas y las pérdidas de energía continuas.

8. Conclusiones

La planificación y organización mejoradas en la distribución de cargas resultarán en una utilización más eficiente de la energía eléctrica. Esto no solo se traducirá en una reducción de costos operativos asociados con pérdidas de energía innecesarias, sino que también contribuirá a una mayor sostenibilidad al minimizar el desperdicio de recursos energéticos.

La realización de mediciones detalladas mediante el analizador de redes FLUKE ha proporcionado una comprensión profunda de la red monofásica existente en el taller de mecánica industrial "MIF". Este análisis ha permitido identificar áreas de mejora tal como lo es el factor de potencia ya que este valor tiene un promedio de 0.72.

El diseño del sistema eléctrico en función de las necesidades técnicas específicas del taller "MIF" es un paso esencial para optimizar la distribución de cargas y garantizar un suministro eléctrico eficiente y confiable, dando como resultados la implementación de un transformador trifásico de 50 kVA. La consideración de los requisitos técnicos contribuirá significativamente a la mejora de la infraestructura eléctrica.

La determinación de costos basada en el estudio eléctrico propuesto es esencial para evaluar la viabilidad financiera del proyecto. Esta fase permite una planificación adecuada, identificando los recursos necesarios y proporcionando una base sólida para la toma de decisiones, dando como total un valor de \$8362.90.

9. Recomendaciones

- Se sugiere la implementación de un plan de monitoreo continuo en el caso de implementar las mejoras para evaluar el rendimiento a largo plazo del sistema eléctrico mejorado.
- La integración de tecnologías de gestión de energía podría ofrecer oportunidades adicionales para optimizar aún más la eficiencia y reducir los costos operativos a lo largo del tiempo.
- Asegurar de contar con personal técnico y experimentado para llevar a cabo la implementación del diseño eléctrico, garantizando un trabajo preciso y conforme a las normativas.
- Realizar pruebas en cada etapa de la implementación para asegurar el correcto funcionamiento de los componentes eléctricos. Esto incluye pruebas de continuidad, pruebas de carga y verificaciones de seguridad.

10. Bibliografía.

Allan H. Robbins, W. C. (2008). *Análisis de circuitos*. México: CENGAGE Learning.

Cervantes, J. D. (1995). *Sistemas de distribución de energía eléctrica*. Azcapotzalco.

Charles K. Alexander, M. N. (2004). *Fundamentos de circuitos eléctricos*. México: McGraw-Hill Interamericana.

Conejo, A., Arrollo, J., Milano, F., Alguacil, N., Polo, J., García, R., & Contreras, J. (2007). *Instalaciones Eléctricas*. MC Graw Hill.

COSUEDE, C. (5 de enero de 2001). *SlideShare*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/CiclismoNaserra/manual-de-torno-mecanico-vol-244797758>

CPE-INEN-19. (2001). *Código de práctica ecuatoriana*.

Díaz, R. F. (2019). *SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD BASADO EN LA ISO: 9001 2015 PARA LA EMPRESA "INGEAUTO"*. Ambato.

Electrocables. (2021). *Catálogo Eléctrico*. Guayaquil.

https://www.celec.gob.ec/transselectric/images/stories/baners_home/mapas/unifilar/DIAG%20UNIFILAR%20SNT%20201606-A0H.pdf. Obtenido de https://www.celec.gob.ec/transselectric/images/stories/baners_home/mapas/unifilar/DIAG%20UNIFILAR%20SNT%20201606-A0H.pdf

EP., C. (2014). www.celec.gob.ec: Obtenido de <https://www.celec.gob.ec/termopichincha/index.php/noticias/vigente-el-mecanismo-para-subsidio-electrico>

EURE(Santiago=, (2019). *Scielo*. Obtenido de Scielo: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-71612019000100259

- Gómez, A. (s.f.). *Análisis y operación de sistemas de energía eléctrica*. México: McGraw Hill.
- Harper, E. (1996). *Guía Práctica para el Cálculo de Instalaciones Eléctricas*. LIMUSA.
- Julian Rodrigues Fernández, L. M. (2014). *Automatismos Industriales*. Paraninfo.
- Lazaro, R. V. (21 de MAYO de 2013). *SCRIBD*. Obtenido de SCRIBD: <https://es.scribd.com/document/142700515/Brocas-de-Centrar>
- NEC. (2018). Norma ecuatoriana de construcción.
- NEC-10. (1996). *Normativa Ecuatoriana de Construcción*. Quito.
- Pozueta, & A, M. (2018). *Circuito de corriente alterna trifásica*.
- PROMESA. (s.f.). www.promelsa.com.pe › pdf › fitec_trans_trifasico.
- S.A., F. f. (s.f.). Manual de coordinación. *elementos fusibles positrol*.
- Sadiku, C. K. (2013). *Fundamentos de circuitos eléctricos*. McGraw-Hill Interamericana.
- Sánchez, R. B. (2014). *Automatismos industriales*. Madrid: Paraninfo, SA.
- SANDVIK. (s.f.). Obtenido de https://www.sandvik.coromant.com/es-es/knowledge/milling/application_overview/profile_milling/generation_of_sculptured_surfaces/pages/default.aspx
- U., G. B. (2014). *Introducción a la ingeniería industrial*. México: PATRIA.
- Universidad Católica de Santa María. (2015). *coursehero*. Obtenido de coursehero: <https://www.coursehero.com/file/p56gvybh/Descendiendo-el-contrapunto-o>
- Vasquez, D. (21 de 06 de 2013). *ISSUU*. Obtenido de <https://issuu.com/torno/docs/torneado>
- William H. Hayt, J. (2007). *Análisis de circuito en ingeniería*. México: McGraw-Hill Interamericana.

11. Anexos

Anexo 1. Datos de medición realizador por analizador de redes Fluke en horas laborables L1.

Tabla 29.

Datos de medición de intensidad en horas laborables L1.

| Fecha | Hora | V medio L1 | I medio L1 | Cos Phi L1 | P medio L1 | Energía L1 |
|-----------|----------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | | V | A | | W | Wh |
| 5/11/2022 | 16:00:00 | 120,5 | 31,6 | 0,59 | 1979,83 | 329,97 |
| 5/11/2022 | 16:10:00 | 120,93 | 27,7 | 0,58 | 1803,41 | 300,57 |
| 5/11/2022 | 16:20:00 | 120,75 | 29,9 | 0,51 | 1725 | 287,5 |
| 5/11/2022 | 16:30:00 | 121,23 | 27,6 | 0,55 | 1666,19 | 277,7 |
| 5/11/2022 | 16:40:00 | 121,22 | 30 | 0,74 | 2313,07 | 385,51 |
| 5/11/2022 | 16:50:00 | 122,31 | 15,3 | 0,68 | 1019,32 | 169,89 |
| 5/11/2022 | 17:00:00 | 123 | 2,3 | 0,97 | 78,41 | 13,07 |
| 5/11/2022 | 17:10:00 | 122,97 | 4,6 | 0,98 | 196,02 | 32,67 |
| 5/11/2022 | 17:20:00 | 122,79 | 4,1 | 0,99 | 176,42 | 29,4 |
| 5/11/2022 | 17:30:00 | 122,75 | 2,1 | 1 | 39,2 | 6,53 |
| 5/11/2022 | 17:40:00 | 123,08 | 4,4 | 0,99 | 215,63 | 35,94 |
| 5/11/2022 | 17:50:00 | 122,88 | 4 | 1 | 176,42 | 29,4 |
| 5/11/2022 | 18:00:00 | 122,59 | 4,5 | 1 | 235,23 | 39,2 |
| 6/11/2022 | 7:00:00 | 123,74 | 0,3 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 7:10:00 | 123,47 | 1,5 | 1 | 19,6 | 3,27 |
| 6/11/2022 | 7:20:00 | 123,36 | 0,5 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 7:30:00 | 123,81 | 0,5 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 7:40:00 | 123,42 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 7:50:00 | 123,35 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 8:00:00 | 123,85 | 0,4 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 8:10:00 | 123,21 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 8:20:00 | 123,21 | 1,5 | 1 | 19,6 | 3,27 |
| 6/11/2022 | 8:30:00 | 123,17 | 0,3 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 8:40:00 | 123,15 | 0,3 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 8:50:00 | 123,31 | 0,3 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 9:00:00 | 123,55 | 0,3 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 9:10:00 | 122,8 | 15 | 0,99 | 705,68 | 117,61 |
| 6/11/2022 | 9:20:00 | 121,89 | 19,3 | 1 | 1215,34 | 202,56 |
| 6/11/2022 | 9:30:00 | 122,61 | 0,3 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 9:40:00 | 122,88 | 0,3 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 9:50:00 | 123,23 | 0,3 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 10:00:00 | 123,06 | 0,3 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 10:10:00 | 122,71 | 0,5 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 10:20:00 | 122,88 | 0,3 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 10:30:00 | 122,47 | 0,3 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 10:40:00 | 122,78 | 0,3 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 10:50:00 | 122,68 | 0,3 | 1 | 0 | 0 |

| | | | | | | |
|-----------|----------|--------|------|------|---------|--------|
| 6/11/2022 | 11:00:00 | 122,96 | 0,3 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 11:10:00 | 123,09 | 0,3 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 11:20:00 | 122,61 | 0,3 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 11:30:00 | 122,11 | 0,3 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 11:40:00 | 122,85 | 0,3 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 11:50:00 | 122,87 | 0,4 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 12:00:00 | 122,87 | 0,4 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 12:10:00 | 122,74 | 0,3 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 12:20:00 | 122,12 | 0,3 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 12:30:00 | 122,31 | 0,3 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 12:40:00 | 122,72 | 0,3 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 12:50:00 | 122,78 | 0,3 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 13:00:00 | 122,84 | 0,4 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 13:10:00 | 122,55 | 0,4 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 13:20:00 | 122,2 | 0,3 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 13:30:00 | 122,54 | 0,3 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 13:40:00 | 121,77 | 0,3 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 13:50:00 | 122,62 | 0,3 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 14:00:00 | 121,78 | 0,3 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 14:10:00 | 121,52 | 0,5 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 14:20:00 | 122 | 0,3 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 14:30:00 | 122,24 | 0,4 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 14:40:00 | 122,62 | 0,3 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 14:50:00 | 122,34 | 0,5 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 15:00:00 | 121,99 | 0,3 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 15:10:00 | 121,97 | 0,3 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 15:20:00 | 122,11 | 0,3 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 15:30:00 | 122,28 | 0,3 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 15:40:00 | 122,07 | 0,3 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 15:50:00 | 122 | 0,3 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 16:00:00 | 122,08 | 0,3 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 16:10:00 | 122,36 | 0,3 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 16:20:00 | 122,37 | 0,3 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 16:30:00 | 121,8 | 0,3 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 16:40:00 | 122,75 | 0,6 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 16:50:00 | 122,55 | 0,3 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 17:00:00 | 122,62 | 0,3 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 17:10:00 | 123,02 | 0,4 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 17:20:00 | 122,89 | 0,3 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 17:30:00 | 122,83 | 0,3 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 17:40:00 | 122,91 | 0,3 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 17:50:00 | 122,88 | 0,3 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 18:00:00 | 123,1 | 0,5 | 1 | 0 | 0 |
| 7/11/2022 | 7:00:00 | 123,38 | 2,3 | 1 | 58,81 | 9,8 |
| 7/11/2022 | 7:10:00 | 123,43 | 1,6 | 1 | 19,6 | 3,27 |
| 7/11/2022 | 7:20:00 | 119,63 | 31 | 0,92 | 2411,08 | 401,85 |
| 7/11/2022 | 7:30:00 | 120,38 | 24,6 | 0,77 | 1960,23 | 326,7 |
| 7/11/2022 | 7:40:00 | 122,34 | 18,2 | 0,66 | 1430,97 | 238,49 |

| | | | | | | |
|-----------|----------|--------|------|------|---------|--------|
| 7/11/2022 | 7:50:00 | 122,97 | 17,6 | 0,65 | 1372,16 | 228,69 |
| 7/11/2022 | 8:00:00 | 122,95 | 17,5 | 0,63 | 1313,35 | 218,89 |
| 7/11/2022 | 8:10:00 | 121,76 | 16,5 | 0,57 | 1136,93 | 189,49 |
| 7/11/2022 | 8:20:00 | 121,51 | 23,4 | 0,52 | 1470,17 | 245,03 |
| 7/11/2022 | 8:30:00 | 121,18 | 24,1 | 0,48 | 1313,35 | 218,89 |
| 7/11/2022 | 8:40:00 | 119,6 | 43,1 | 0,48 | 2411,08 | 401,85 |
| 7/11/2022 | 8:50:00 | 119,57 | 40,7 | 0,49 | 2313,07 | 385,51 |
| 7/11/2022 | 9:00:00 | 120,02 | 41,6 | 0,45 | 2195,45 | 365,91 |
| 7/11/2022 | 9:10:00 | 118,19 | 41,8 | 0,45 | 2175,85 | 362,64 |
| 7/11/2022 | 9:20:00 | 119,25 | 35,9 | 0,49 | 1999,43 | 333,24 |
| 7/11/2022 | 9:30:00 | 119,48 | 41,2 | 0,46 | 2175,85 | 362,64 |
| 7/11/2022 | 9:40:00 | 119,9 | 40,8 | 0,46 | 2175,85 | 362,64 |
| 7/11/2022 | 9:50:00 | 119,77 | 42 | 0,49 | 2391,48 | 398,58 |
| 7/11/2022 | 10:00:00 | 119,46 | 45,6 | 0,49 | 2607,1 | 434,52 |
| 7/11/2022 | 10:10:00 | 120,06 | 39,9 | 0,5 | 2254,26 | 375,71 |
| 7/11/2022 | 10:20:00 | 119,73 | 44,8 | 0,49 | 2567,9 | 427,98 |
| 7/11/2022 | 10:30:00 | 119,9 | 38,9 | 0,48 | 2117,05 | 352,84 |
| 7/11/2022 | 10:40:00 | 119,34 | 40,7 | 0,45 | 2117,05 | 352,84 |
| 7/11/2022 | 10:50:00 | 118,66 | 41,3 | 0,48 | 2234,66 | 372,44 |
| 7/11/2022 | 11:00:00 | 118,89 | 38,4 | 0,49 | 2156,25 | 359,38 |
| 7/11/2022 | 11:10:00 | 118,53 | 38,9 | 0,46 | 2077,84 | 346,31 |
| 7/11/2022 | 11:20:00 | 119,94 | 34,7 | 0,49 | 1940,63 | 323,44 |
| 7/11/2022 | 11:30:00 | 118,84 | 39 | 0,49 | 2175,85 | 362,64 |
| 7/11/2022 | 11:40:00 | 118,74 | 33,9 | 0,54 | 2038,64 | 339,77 |
| 7/11/2022 | 11:50:00 | 119,19 | 41,8 | 0,47 | 2273,86 | 378,98 |
| 7/11/2022 | 12:00:00 | 119,8 | 36,7 | 0,51 | 2156,25 | 359,38 |
| 7/11/2022 | 12:10:00 | 119,93 | 38,6 | 0,49 | 2175,85 | 362,64 |
| 7/11/2022 | 12:20:00 | 120,12 | 29,8 | 0,51 | 1685,8 | 280,97 |
| 7/11/2022 | 12:30:00 | 119,31 | 30,7 | 0,52 | 1783,81 | 297,3 |
| 7/11/2022 | 12:40:00 | 119,68 | 30,9 | 0,52 | 1823,01 | 303,84 |
| 7/11/2022 | 12:50:00 | 120,36 | 31,9 | 0,54 | 1960,23 | 326,7 |
| 7/11/2022 | 13:00:00 | 120,2 | 30,9 | 0,52 | 1823,01 | 303,84 |
| 7/11/2022 | 13:10:00 | 121,1 | 21,1 | 0,52 | 1234,94 | 205,82 |
| 7/11/2022 | 13:20:00 | 120,7 | 25,3 | 0,58 | 1548,58 | 258,1 |
| 7/11/2022 | 13:30:00 | 120,48 | 24,4 | 0,56 | 1489,77 | 248,3 |
| 7/11/2022 | 13:40:00 | 120,75 | 28,4 | 0,47 | 1489,77 | 248,3 |
| 7/11/2022 | 13:50:00 | 120,75 | 27,2 | 0,49 | 1528,98 | 254,83 |
| 7/11/2022 | 14:00:00 | 121,04 | 17,1 | 0,59 | 1234,94 | 205,82 |
| 7/11/2022 | 14:10:00 | 119,99 | 25,8 | 0,48 | 1352,56 | 225,43 |
| 7/11/2022 | 14:20:00 | 118,53 | 38,9 | 0,46 | 2038,64 | 339,77 |
| 7/11/2022 | 14:30:00 | 119,18 | 35,2 | 0,46 | 1842,61 | 307,1 |
| 7/11/2022 | 14:40:00 | 118,49 | 42,5 | 0,49 | 2391,48 | 398,58 |
| 7/11/2022 | 14:50:00 | 119,14 | 36,9 | 0,49 | 2038,64 | 339,77 |
| 7/11/2022 | 15:00:00 | 118,84 | 40,9 | 0,47 | 2215,06 | 369,18 |
| 7/11/2022 | 15:10:00 | 118,28 | 41,8 | 0,45 | 2156,25 | 359,38 |
| 7/11/2022 | 15:20:00 | 119,08 | 40,1 | 0,46 | 2117,05 | 352,84 |
| 7/11/2022 | 15:30:00 | 119,42 | 37 | 0,46 | 1960,23 | 326,7 |
| 7/11/2022 | 15:40:00 | 119,63 | 36,5 | 0,45 | 1842,61 | 307,1 |

| | | | | | | |
|-----------|----------|--------|------|------|---------|--------|
| 7/11/2022 | 15:50:00 | 119,76 | 35,5 | 0,46 | 1823,01 | 303,84 |
| 7/11/2022 | 16:00:00 | 119,98 | 29,7 | 0,49 | 1568,18 | 261,36 |
| 7/11/2022 | 16:10:00 | 119,27 | 33,8 | 0,58 | 2136,65 | 356,11 |
| 7/11/2022 | 16:20:00 | 119,65 | 30,8 | 0,49 | 1685,8 | 280,97 |
| 7/11/2022 | 16:30:00 | 119,48 | 32,6 | 0,48 | 1725 | 287,5 |
| 7/11/2022 | 16:40:00 | 119,87 | 29,7 | 0,44 | 1509,38 | 251,56 |
| 7/11/2022 | 16:50:00 | 119,78 | 32,6 | 0,43 | 1548,58 | 258,1 |
| 7/11/2022 | 17:00:00 | 119,86 | 32 | 0,49 | 1744,6 | 290,77 |
| 7/11/2022 | 17:10:00 | 122,11 | 11,5 | 0,48 | 215,63 | 35,94 |
| 7/11/2022 | 17:20:00 | 122,33 | 1,5 | 1 | 19,6 | 3,27 |
| 7/11/2022 | 17:30:00 | 122,42 | 1,7 | 1 | 19,6 | 3,27 |
| 7/11/2022 | 17:40:00 | 122,4 | 1,4 | 1 | 19,6 | 3,27 |
| 7/11/2022 | 17:50:00 | 121,83 | 2,7 | 0,83 | 58,81 | 9,8 |
| 7/11/2022 | 18:00:00 | 122,88 | 0,7 | 1 | 0 | 0 |
| 8/11/2022 | 7:00:00 | 124,32 | 7,8 | 0,99 | 294,03 | 49,01 |
| 8/11/2022 | 7:10:00 | 123,48 | 16,3 | 0,95 | 1234,94 | 205,82 |
| 8/11/2022 | 7:20:00 | 122,88 | 17,9 | 0,6 | 1293,75 | 215,63 |
| 8/11/2022 | 7:30:00 | 121,77 | 18,2 | 0,65 | 1411,36 | 235,23 |
| 8/11/2022 | 7:40:00 | 122,76 | 16,7 | 0,51 | 1058,52 | 176,42 |
| 8/11/2022 | 7:50:00 | 122,51 | 16,7 | 0,54 | 1097,73 | 182,95 |
| 8/11/2022 | 8:00:00 | 122,61 | 17 | 0,59 | 1215,34 | 202,56 |
| 8/11/2022 | 8:10:00 | 122,49 | 24,1 | 0,50 | 1332,95 | 222,16 |
| 8/11/2022 | 8:20:00 | 121,73 | 35,8 | 0,51 | 2077,84 | 346,31 |
| 8/11/2022 | 8:30:00 | 121,23 | 35,3 | 0,51 | 2077,84 | 346,31 |
| 8/11/2022 | 8:40:00 | 120,92 | 34,1 | 0,46 | 1803,41 | 300,57 |
| 8/11/2022 | 8:50:00 | 120,59 | 36,4 | 0,50 | 2077,84 | 346,31 |
| 8/11/2022 | 9:00:00 | 120,33 | 35,3 | 0,50 | 1999,43 | 333,24 |
| 8/11/2022 | 9:10:00 | 119,55 | 32,5 | 0,47 | 1725 | 287,5 |
| 8/11/2022 | 9:20:00 | 118,52 | 33,1 | 0,47 | 1725 | 287,5 |
| 8/11/2022 | 9:30:00 | 120,57 | 36 | 0,48 | 1979,83 | 329,97 |
| 8/11/2022 | 9:40:00 | 120,82 | 36,4 | 0,52 | 2175,85 | 362,64 |
| 8/11/2022 | 9:50:00 | 121,09 | 31,5 | 0,50 | 1803,41 | 300,57 |
| 8/11/2022 | 10:00:00 | 121,17 | 32 | 0,43 | 1568,18 | 261,36 |
| 8/11/2022 | 10:10:00 | 120,76 | 30,5 | 0,45 | 1568,18 | 261,36 |
| 8/11/2022 | 10:20:00 | 120,55 | 30,5 | 0,47 | 1646,59 | 274,43 |
| 8/11/2022 | 10:30:00 | 121 | 26,5 | 0,47 | 1450,57 | 241,76 |
| 8/11/2022 | 10:40:00 | 120,83 | 34 | 0,44 | 1685,8 | 280,97 |
| 8/11/2022 | 10:50:00 | 121,13 | 30,2 | 0,44 | 1509,38 | 251,56 |
| 8/11/2022 | 11:00:00 | 121,18 | 33,3 | 0,48 | 1803,41 | 300,57 |
| 8/11/2022 | 11:10:00 | 121,12 | 21,9 | 0,53 | 1352,56 | 225,43 |
| 8/11/2022 | 11:20:00 | 120,63 | 28,5 | 0,54 | 1666,19 | 277,7 |
| 8/11/2022 | 11:30:00 | 120,54 | 28,5 | 0,52 | 1607,39 | 267,9 |
| 8/11/2022 | 11:40:00 | 121,01 | 27,4 | 0,46 | 1372,16 | 228,69 |
| 8/11/2022 | 11:50:00 | 120,65 | 32,8 | 0,49 | 1783,81 | 297,3 |
| 8/11/2022 | 12:00:00 | 119,73 | 33,2 | 0,50 | 1803,41 | 300,57 |
| 8/11/2022 | 12:10:00 | 120,46 | 29,7 | 0,52 | 1666,19 | 277,7 |
| 8/11/2022 | 12:20:00 | 120,7 | 30,7 | 0,51 | 1685,8 | 280,97 |
| 8/11/2022 | 12:30:00 | 119,86 | 28,8 | 0,51 | 1587,78 | 264,63 |

| | | | | | | |
|-----------------|----------|---------------|--------------|-------------|----------------|---------------|
| 8/11/2022 | 12:40:00 | 120,32 | 27,6 | 0,53 | 1548,58 | 258,1 |
| 8/11/2022 | 12:50:00 | 120,71 | 28,8 | 0,51 | 1548,58 | 258,1 |
| 8/11/2022 | 13:00:00 | 120,32 | 31,2 | 0,53 | 1764,2 | 294,03 |
| 8/11/2022 | 13:10:00 | 120,41 | 18,5 | 0,54 | 1195,74 | 199,29 |
| 8/11/2022 | 13:20:00 | 119,85 | 20,1 | 0,55 | 1313,35 | 218,89 |
| 8/11/2022 | 13:30:00 | 121,51 | 16,9 | 0,57 | 1176,14 | 196,02 |
| 8/11/2022 | 13:40:00 | 121,34 | 16,7 | 0,55 | 1117,33 | 186,22 |
| 8/11/2022 | 13:50:00 | 121,48 | 15,7 | 0,55 | 1058,52 | 176,42 |
| 8/11/2022 | 14:00:00 | 120,99 | 19 | 0,53 | 1215,34 | 202,56 |
| 8/11/2022 | 14:10:00 | 120,38 | 28,9 | 0,49 | 1509,38 | 251,56 |
| 8/11/2022 | 14:20:00 | 120,31 | 33,5 | 0,49 | 1803,41 | 300,57 |
| 8/11/2022 | 14:30:00 | 120,51 | 28 | 0,55 | 1646,59 | 274,43 |
| 8/11/2022 | 14:40:00 | 120,27 | 33,6 | 0,52 | 1842,61 | 307,1 |
| PROMEDIO | | 121,38 | 18,20 | 0,72 | 1027,40 | 171,23 |

Nota. Fuente: PQ Log

Tabla 30.

Datos de medición de intensidad en horas laborables L2.

| Fecha | Hora | V medio L2 | I medio L2 | Cos Phi L2 | P medio L2 | Energía L2 |
|-----------|----------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | | V | A | | W | Wh |
| 5/11/2022 | 16:00:00 | 4,69 | 0,6 | 1 | 0 | 0 |
| 5/11/2022 | 16:10:00 | 4,73 | 20,8 | -0,31 | 19,6 | 3,27 |
| 5/11/2022 | 16:20:00 | 100,74 | 27 | 0,43 | 901,7 | 150,28 |
| 5/11/2022 | 16:30:00 | 120,61 | 25,3 | 0,48 | 1332,95 | 222,16 |
| 5/11/2022 | 16:40:00 | 119,84 | 27,5 | 0,71 | 1960,23 | 326,7 |
| 5/11/2022 | 16:50:00 | 120,85 | 13,5 | 0,61 | 803,69 | 133,95 |
| 5/11/2022 | 17:00:00 | 122,28 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 5/11/2022 | 17:10:00 | 122,41 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 5/11/2022 | 17:20:00 | 122,71 | 0,3 | 1 | 0 | 0 |
| 5/11/2022 | 17:30:00 | 123,1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 5/11/2022 | 17:40:00 | 123,1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 5/11/2022 | 17:50:00 | 122,91 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 5/11/2022 | 18:00:00 | 122,98 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 7:00:00 | 123,93 | 0,3 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 7:10:00 | 123,69 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 7:20:00 | 123,51 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 7:30:00 | 123,66 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 7:40:00 | 123,82 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 7:50:00 | 124,11 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 8:00:00 | 124 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 8:10:00 | 123,61 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 8:20:00 | 123,53 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 8:30:00 | 123,61 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 8:40:00 | 123,22 | 0 | 1 | 0 | 0 |

| | | | | | | |
|-----------|----------|--------|-----|---|---|---|
| 6/11/2022 | 8:50:00 | 122,87 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 9:00:00 | 122,7 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 9:10:00 | 122,93 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 9:20:00 | 123,21 | 0,3 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 9:30:00 | 123,08 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 9:40:00 | 123,09 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 9:50:00 | 122,91 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 10:00:00 | 123,15 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 10:10:00 | 122,66 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 10:20:00 | 122,74 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 10:30:00 | 122,87 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 10:40:00 | 122,64 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 10:50:00 | 122,46 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 11:00:00 | 122,31 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 11:10:00 | 122,02 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 11:20:00 | 122,37 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 11:30:00 | 122,44 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 11:40:00 | 122,12 | 0,3 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 11:50:00 | 121,74 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 12:00:00 | 121,8 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 12:10:00 | 121,95 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 12:20:00 | 122,02 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 12:30:00 | 121,3 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 12:40:00 | 120,66 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 12:50:00 | 121,18 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 13:00:00 | 121,08 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 13:10:00 | 121,13 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 13:20:00 | 121,08 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 13:30:00 | 121,44 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 13:40:00 | 120,83 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 13:50:00 | 121,61 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 14:00:00 | 121,55 | 0,3 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 14:10:00 | 121,91 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 14:20:00 | 121,73 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 14:30:00 | 121,77 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 14:40:00 | 121,66 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 14:50:00 | 121,74 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 15:00:00 | 122 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 15:10:00 | 121,27 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 15:20:00 | 121,08 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 15:30:00 | 121 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 15:40:00 | 121,65 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 15:50:00 | 121,46 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 16:00:00 | 121,98 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 16:10:00 | 122,16 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 16:20:00 | 122,29 | 0,3 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 16:30:00 | 122,12 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 16:40:00 | 122,61 | 0 | 1 | 0 | 0 |

| | | | | | | |
|-----------|----------|--------|------|-------|---------|--------|
| 6/11/2022 | 16:50:00 | 122,57 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 17:00:00 | 122,62 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 17:10:00 | 122,5 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 17:20:00 | 122,78 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 17:30:00 | 122,85 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 17:40:00 | 122,62 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 17:50:00 | 122,45 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6/11/2022 | 18:00:00 | 122,96 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 7/11/2022 | 7:00:00 | 123,87 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 7/11/2022 | 7:10:00 | 124,12 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 7/11/2022 | 7:20:00 | 124,71 | 12,5 | 0,56 | 686,08 | 114,35 |
| 7/11/2022 | 7:30:00 | 123,19 | 16,7 | 0,62 | 1254,55 | 209,09 |
| 7/11/2022 | 7:40:00 | 121,7 | 17 | 0,66 | 1352,56 | 225,43 |
| 7/11/2022 | 7:50:00 | 119,98 | 17 | 0,68 | 1352,56 | 225,43 |
| 7/11/2022 | 8:00:00 | 121,51 | 17,9 | 0,63 | 1352,56 | 225,43 |
| 7/11/2022 | 8:10:00 | 122,1 | 16,7 | 0,56 | 1136,93 | 189,49 |
| 7/11/2022 | 8:20:00 | 121,47 | 22,7 | 0,51 | 1391,76 | 231,96 |
| 7/11/2022 | 8:30:00 | 121,8 | 22,8 | 0,44 | 1136,93 | 189,49 |
| 7/11/2022 | 8:40:00 | 119,82 | 41,6 | 0,47 | 2254,26 | 375,71 |
| 7/11/2022 | 8:50:00 | 120,57 | 39,3 | 0,47 | 2136,65 | 356,11 |
| 7/11/2022 | 9:00:00 | 120,68 | 40,1 | 0,43 | 2038,64 | 339,77 |
| 7/11/2022 | 9:10:00 | 121,12 | 39,8 | 0,41 | 1901,42 | 316,9 |
| 7/11/2022 | 9:20:00 | 120,74 | 33,4 | 0,42 | 1607,39 | 267,9 |
| 7/11/2022 | 9:30:00 | 120,15 | 39,5 | 0,42 | 1940,63 | 323,44 |
| 7/11/2022 | 9:40:00 | 120,16 | 40,5 | 0,43 | 2019,03 | 336,51 |
| 7/11/2022 | 9:50:00 | 120,61 | 40,5 | 0,47 | 2195,45 | 365,91 |
| 7/11/2022 | 10:00:00 | 120,1 | 44,7 | 0,46 | 2430,68 | 405,11 |
| 7/11/2022 | 10:10:00 | 120,4 | 38,4 | 0,48 | 2077,84 | 346,31 |
| 7/11/2022 | 10:20:00 | 120,16 | 43 | 0,48 | 2371,88 | 395,31 |
| 7/11/2022 | 10:30:00 | 120,38 | 37,3 | 0,45 | 1940,63 | 323,44 |
| 7/11/2022 | 10:40:00 | 120,16 | 39,1 | 0,43 | 1921,02 | 320,17 |
| 7/11/2022 | 10:50:00 | 120,21 | 38,6 | 0,435 | 1921,02 | 320,17 |
| 7/11/2022 | 11:00:00 | 120,04 | 36,1 | 0,438 | 1803,41 | 300,57 |
| 7/11/2022 | 11:10:00 | 119,8 | 37,9 | 0,429 | 1881,82 | 313,64 |
| 7/11/2022 | 11:20:00 | 120,02 | 34,3 | 0,47 | 1862,22 | 310,37 |
| 7/11/2022 | 11:30:00 | 119,43 | 38,8 | 0,47 | 2117,05 | 352,84 |
| 7/11/2022 | 11:40:00 | 119,51 | 33,1 | 0,51 | 1881,82 | 313,64 |
| 7/11/2022 | 11:50:00 | 119,39 | 39,6 | 0,44 | 2038,64 | 339,77 |
| 7/11/2022 | 12:00:00 | 119,64 | 34,6 | 0,48 | 1901,42 | 316,9 |
| 7/11/2022 | 12:10:00 | 119,86 | 36,3 | 0,46 | 1921,02 | 320,17 |
| 7/11/2022 | 12:20:00 | 120,12 | 28,5 | 0,49 | 1548,58 | 258,1 |
| 7/11/2022 | 12:30:00 | 120,08 | 29,1 | 0,50 | 1646,59 | 274,43 |
| 7/11/2022 | 12:40:00 | 120,7 | 28,9 | 0,48 | 1568,18 | 261,36 |
| 7/11/2022 | 12:50:00 | 120,06 | 31,4 | 0,53 | 1901,42 | 316,9 |
| 7/11/2022 | 13:00:00 | 120,31 | 30,9 | 0,52 | 1803,41 | 300,57 |
| 7/11/2022 | 13:10:00 | 121,02 | 21,2 | 0,512 | 1215,34 | 202,56 |
| 7/11/2022 | 13:20:00 | 120,78 | 25,1 | 0,55 | 1450,57 | 241,76 |
| 7/11/2022 | 13:30:00 | 120,34 | 24,4 | 0,50 | 1332,95 | 222,16 |

| | | | | | | |
|-----------|----------|--------|------|-------|---------|--------|
| 7/11/2022 | 13:40:00 | 120,71 | 29 | 0,48 | 1548,58 | 258,1 |
| 7/11/2022 | 13:50:00 | 120,28 | 25,5 | 0,49 | 1430,97 | 238,49 |
| 7/11/2022 | 14:00:00 | 120,8 | 14,7 | 0,59 | 1038,92 | 173,15 |
| 7/11/2022 | 14:10:00 | 120,61 | 24,3 | 0,46 | 1234,94 | 205,82 |
| 7/11/2022 | 14:20:00 | 119,61 | 36,6 | 0,42 | 1764,2 | 294,03 |
| 7/11/2022 | 14:30:00 | 119,91 | 33,1 | 0,42 | 1587,78 | 264,63 |
| 7/11/2022 | 14:40:00 | 119,48 | 41 | 0,44 | 2117,05 | 352,84 |
| 7/11/2022 | 14:50:00 | 119,64 | 36,2 | 0,45 | 1862,22 | 310,37 |
| 7/11/2022 | 15:00:00 | 119,39 | 40,4 | 0,45 | 2058,24 | 343,04 |
| 7/11/2022 | 15:10:00 | 118,69 | 41,2 | 0,44 | 2058,24 | 343,04 |
| 7/11/2022 | 15:20:00 | 118,52 | 38,3 | 0,45 | 1960,23 | 326,7 |
| 7/11/2022 | 15:30:00 | 119,43 | 34,9 | 0,44 | 1744,6 | 290,77 |
| 7/11/2022 | 15:40:00 | 119,52 | 34,6 | 0,42 | 1626,99 | 271,16 |
| 7/11/2022 | 15:50:00 | 119,68 | 34 | 0,44 | 1646,59 | 274,43 |
| 7/11/2022 | 16:00:00 | 120,55 | 28,1 | 0,47 | 1411,36 | 235,23 |
| 7/11/2022 | 16:10:00 | 120,53 | 30,2 | 0,4 | 1411,36 | 235,23 |
| 7/11/2022 | 16:20:00 | 120,45 | 29,9 | 0,466 | 1548,58 | 258,1 |
| 7/11/2022 | 16:30:00 | 120,08 | 32,1 | 0,46 | 1646,59 | 274,43 |
| 7/11/2022 | 16:40:00 | 119,97 | 29,6 | 0,42 | 1430,97 | 238,49 |
| 7/11/2022 | 16:50:00 | 120,24 | 32 | 0,40 | 1450,57 | 241,76 |
| 7/11/2022 | 17:00:00 | 120,16 | 30,6 | 0,46 | 1587,78 | 264,63 |
| 7/11/2022 | 17:10:00 | 121,7 | 10,7 | 0,46 | 196,02 | 32,67 |
| 7/11/2022 | 17:20:00 | 122,24 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 7/11/2022 | 17:30:00 | 121,95 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 7/11/2022 | 17:40:00 | 121,12 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 7/11/2022 | 17:50:00 | 121,86 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 7/11/2022 | 18:00:00 | 120,42 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 8/11/2022 | 7:00:00 | 123,72 | 14,2 | 1 | 1078,13 | 179,69 |
| 8/11/2022 | 7:10:00 | 124,32 | 9,6 | 0,78 | 392,05 | 65,34 |
| 8/11/2022 | 7:20:00 | 122,95 | 16,8 | 0,59 | 1195,74 | 199,29 |
| 8/11/2022 | 7:30:00 | 123,02 | 17,2 | 0,64 | 1332,95 | 222,16 |
| 8/11/2022 | 7:40:00 | 123,3 | 15,3 | 0,49 | 940,91 | 156,82 |
| 8/11/2022 | 7:50:00 | 122,66 | 15,6 | 0,54 | 1038,92 | 173,15 |
| 8/11/2022 | 8:00:00 | 122,24 | 15,9 | 0,59 | 1136,93 | 189,49 |
| 8/11/2022 | 8:10:00 | 122,12 | 23,2 | 0,49 | 1254,55 | 209,09 |
| 8/11/2022 | 8:20:00 | 121,4 | 34,8 | 0,49 | 1960,23 | 326,7 |
| 8/11/2022 | 8:30:00 | 121,85 | 34,8 | 0,50 | 2019,03 | 336,51 |
| 8/11/2022 | 8:40:00 | 122,17 | 34 | 0,45 | 1764,2 | 294,03 |
| 8/11/2022 | 8:50:00 | 121,86 | 35,7 | 0,48 | 1999,43 | 333,24 |
| 8/11/2022 | 9:00:00 | 122 | 34,1 | 0,48 | 1881,82 | 313,64 |
| 8/11/2022 | 9:10:00 | 121,95 | 31,4 | 0,44 | 1607,39 | 267,9 |
| 8/11/2022 | 9:20:00 | 122,31 | 31,8 | 0,43 | 1587,78 | 264,63 |
| 8/11/2022 | 9:30:00 | 120,83 | 34,5 | 0,47 | 1881,82 | 313,64 |
| 8/11/2022 | 9:40:00 | 121,34 | 34,8 | 0,47 | 1881,82 | 313,64 |
| 8/11/2022 | 9:50:00 | 121,31 | 30,4 | 0,46 | 1607,39 | 267,9 |
| 8/11/2022 | 10:00:00 | 121,46 | 31 | 0,42 | 1489,77 | 248,3 |
| 8/11/2022 | 10:10:00 | 121,61 | 28,1 | 0,43 | 1372,16 | 228,69 |
| 8/11/2022 | 10:20:00 | 121,55 | 29,9 | 0,46 | 1568,18 | 261,36 |

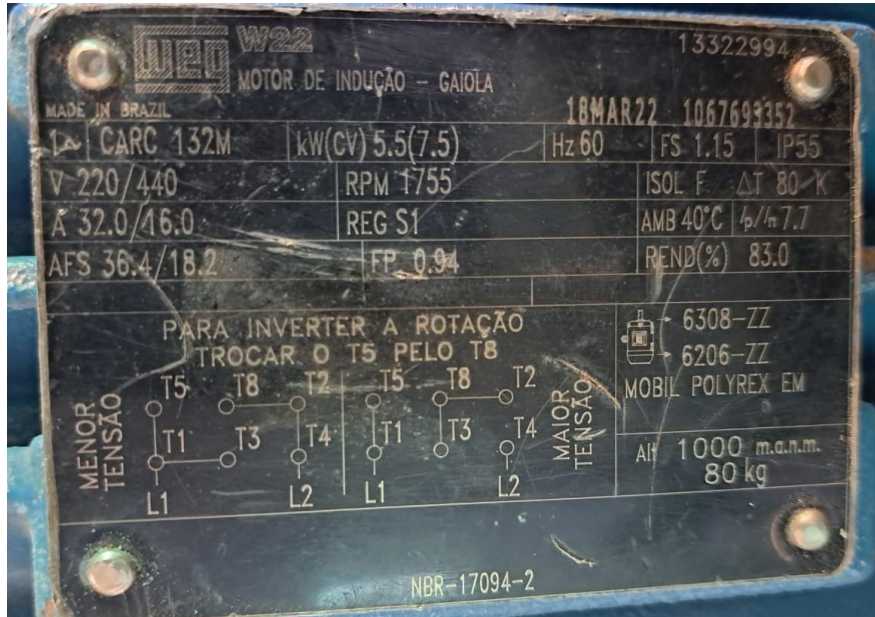
| | | | | | | |
|-----------------|----------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|
| 8/11/2022 | 10:30:00 | 120,93 | 26 | 0,46 | 1372,16 | 228,69 |
| 8/11/2022 | 10:40:00 | 120,55 | 33,7 | 0,43 | 1626,99 | 271,16 |
| 8/11/2022 | 10:50:00 | 120,78 | 30 | 0,43 | 1470,17 | 245,03 |
| 8/11/2022 | 11:00:00 | 119,98 | 32,8 | 0,47 | 1725 | 287,5 |
| 8/11/2022 | 11:10:00 | 120,8 | 19,8 | 0,52 | 1176,14 | 196,02 |
| 8/11/2022 | 11:20:00 | 120,74 | 26,6 | 0,51 | 1470,17 | 245,03 |
| 8/11/2022 | 11:30:00 | 120,82 | 26,8 | 0,50 | 1450,57 | 241,76 |
| 8/11/2022 | 11:40:00 | 121,16 | 26,2 | 0,44 | 1234,94 | 205,82 |
| 8/11/2022 | 11:50:00 | 120,28 | 31,2 | 0,47 | 1607,39 | 267,9 |
| 8/11/2022 | 12:00:00 | 119,68 | 31,8 | 0,48 | 1646,59 | 274,43 |
| 8/11/2022 | 12:10:00 | 120,85 | 28,5 | 0,50 | 1528,98 | 254,83 |
| 8/11/2022 | 12:20:00 | 120,59 | 29,7 | 0,49 | 1548,58 | 258,1 |
| 8/11/2022 | 12:30:00 | 120,02 | 28,5 | 0,49 | 1528,98 | 254,83 |
| 8/11/2022 | 12:40:00 | 120,66 | 27,4 | 0,51 | 1509,38 | 251,56 |
| 8/11/2022 | 12:50:00 | 121,26 | 28,2 | 0,47 | 1411,36 | 235,23 |
| 8/11/2022 | 13:00:00 | 120,88 | 30,2 | 0,5 | 1607,39 | 267,9 |
| 8/11/2022 | 13:10:00 | 121,91 | 17,1 | 0,53 | 1097,73 | 182,95 |
| 8/11/2022 | 13:20:00 | 121,76 | 17,4 | 0,53 | 1097,73 | 182,95 |
| 8/11/2022 | 13:30:00 | 121,8 | 14,3 | 0,53 | 940,91 | 156,82 |
| 8/11/2022 | 13:40:00 | 122,03 | 14,1 | 0,49 | 842,9 | 140,48 |
| 8/11/2022 | 13:50:00 | 121,56 | 15,3 | 0,52 | 960,51 | 160,09 |
| 8/11/2022 | 14:00:00 | 121,25 | 18,8 | 0,49 | 1117,33 | 186,22 |
| 8/11/2022 | 14:10:00 | 120,89 | 28,6 | 0,47 | 1411,36 | 235,23 |
| 8/11/2022 | 14:20:00 | 120,42 | 33,1 | 0,47 | 1705,4 | 284,23 |
| 8/11/2022 | 14:30:00 | 120,66 | 27 | 0,5 | 1470,17 | 245,03 |
| 8/11/2022 | 14:40:00 | 120,53 | 31,2 | 0,46 | 1509,38 | 251,56 |
| PROMEDIO | | 120,18799 | 16,702061 | 0,7043711 | 890,38799 | 148,397938 |

Nota. Fuente: PQ Log

Anexo 2. Placas de características técnicas de la maquinaria del taller “MIF”.

Figura 23.

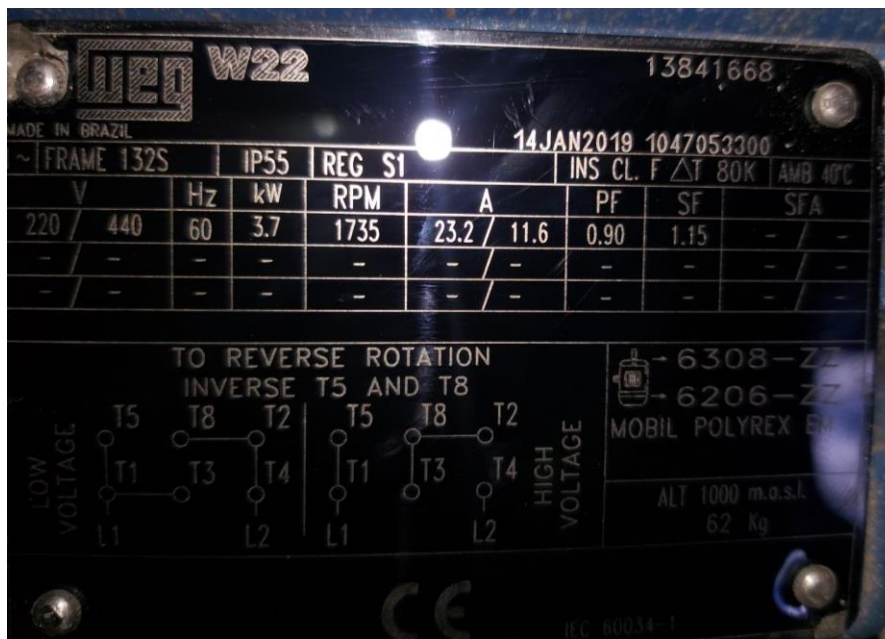
Placa de características de torno paralelo.



Nota. Fuente: El autor.

Figura 24.

Placa de características de torno revolver.



Nota. Fuente: El autor.

Figura 25.

Placa de características taladro pedestal.



Nota. Fuente: El autor.

Figura 26.

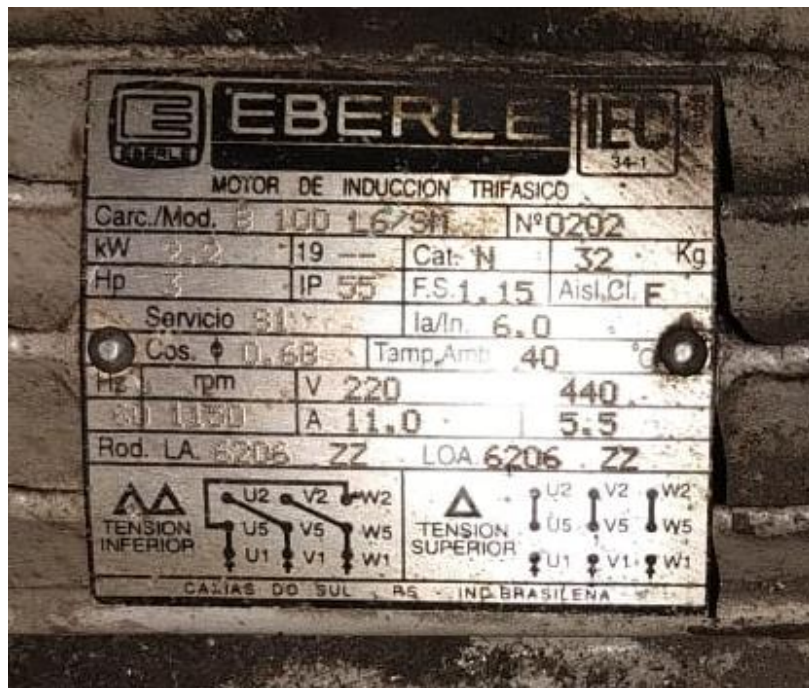
Placa de características taladro pedestal.



Nota. Fuente: El autor.

Figura 27.

Placa de características de Torsionadora.



Nota. Fuente: El autor.

Figura 28.

Placa de características sierra de cinta.



Nota. Fuente: El autor.

Figura 29.

Placa de características de sierra de hoja

| INDUCTION MOTOR | | | |
|-----------------|---------|--------|----------|
| OUTPUT | 2 | KW | 1.5 |
| VOLT | 110/220 | AMP | 31/15.5 |
| HZ | 60 | FP | 0.9 |
| RPM | 1720 | POLE | 4 |
| CLASS | A | HEAT | 60°C |
| DATE | CH.1997 | SER NO | CH 02885 |

Nota. Fuente: El autor.

Figura 30.

Cuadro de características soldadora TIG.

| INDURARC 200 Pro-2 | | Máquina Inversora MMA | | | |
|--------------------|---|-----------------------------|----------------------|----------------------|-------|
| | | N° de Serie: IEC 60974-1 | | | |
| | Input: AC110V Output: 10A/10.4V -140A/15.6V | X | 40% | 60% | 100% |
| | U ₀ 15 V | I ₂ | 140A | 114A | 89A |
| | | U ₂ | 15.6V | 14.5V | 13.5V |
| | Input: AC220V Output: 10A/10.4V -200A/18V | X | 40% | 60% | 100% |
| | U ₀ 15 V | I ₂ | 200A | 163A | 126A |
| | | U ₂ | 18V | 16.5V | 15V |
| | Input: AC 110V Output: 10A/20.4V -140A/25.6V | X | 40% | 60% | 100% |
| | U ₀ 80 V | I ₂ | 140A | 114A | 89A |
| | | U ₂ | 25.6V | 24.5V | 23.5V |
| | Input: AC 220V Output: 10A/20.4V -200A/28V | X | 40% | 60% | 100% |
| | U ₀ 80 V | I ₂ | 200A | 163A | 126A |
| | | U ₂ | 28V | 26.5V | 25V |
| 1 ~ 60Hz | U ₁ | | I _{1max} /A | I _{1eff} /A | |
| | | 110 V | 54 A | 34 A | |
| | | 220 V | 44 A | 27.8 A | |
| IP21S | Clase de Aislación : F | | | | |

Nota. Fuente: Catalogo INDURA.

Figura 31.

Cuadro de características soldadora MIG.

| EQUIPO | AMIGO 282 | AMIGO 453 |
|----------------------------|-----------|---------------|
| Alimentación | 220V 60Hz | 220/440V 60Hz |
| Fases | 1 ph | 3 ph |
| Fusibles | T40A | T50A / T25A |
| Corriente de salida @ 30% | 260A | / |
| Corriente de salida @ 60% | 180A | 400A |
| Corriente de salida @ 100% | 140A | 310A |
| Factor de potencia | 0,97 | 0,9 |
| Tensión en vacío | 18÷43 | 18÷45 |
| Clase de protección | IP22 | IP 22 |
| Clase aislante | H | H |

Nota. Fuente: Catálogo INDURA.

Anexo 3. Tablas para la elección de conductor.

Tabla 31.

Tabla para la elección del calibre del conductor.

| Sección Transversal | Temperatura nominal del conductor | | | | | | Calibre |
|-----------------------------------|--|---|--|-------------------------------------|---|---|-----------------------------------|
| | 60°C | 75°C | 90°C | 60°C | 75°C | 90°C | |
| | Tipo S TW, UF | Tipos FEPW* RH, RHW* THHW* THW THWN* XHHW* USE-ZW* | Tipos TBS SA, SIS, FEP* FEPB, MI, RHH*, RHW-2*, THHN* THHW* THW-2*, USE-E, XHH, XHHW* XHHW-2, ZW-2 | Tipos TW, UF* | Tipos RH* RHW* THHW* THW THWN* XHHW* USE | Tipos TBS SA, SIS THHN* THW-2 RHH, RHW- 2, USE-2 XHH,XHHW, XHHW-2, ZW-2 | |
| mm² | | COBRE | | ALUMINIO O ALUMINIO DE COBRE | | | AWG o kcmil |
| 0,82 | - | - | 14 | - | - | - | 18 |
| 1,31 | - | - | 18 | - | - | - | 16 |
| 2,08 | 20* | 20* | 25 | - | - | - | 14 |
| 3,3 | 25* | 25* | 30* | 20* | 20* | 25* | 12 |
| 5,25 | 30 | 35* | 40* | 25 | 25* | 35* | 10 |
| 8,36 | 40 | 50 | 55 | 30 | 30 | 45 | 8 |
| 13,29 | 55 | 65 | 75 | 40 | 40 | 60 | 6 |
| 21,14 | 70 | 85 | 95 | 55 | 50 | 75 | 4 |
| 26,66 | 85 | 100 | 110 | 65 | 65 | 85 | 3 |
| 33,62 | 95 | 115 | 130 | 75 | 75 | 100 | 2 |
| 42,2 | 110 | 130 | 150 | 85 | 90 | 115 | 1 |
| 53,5 | 125 | 150 | 170 | 100 | 100 | 135 | 1/0 |
| 67,44 | 145 | 175 | 195 | 115 | 120 | 150 | 2/0 |
| 85,02 | 165 | 200 | 225 | 130 | 135 | 175 | 3/0 |
| 107,21 | 195 | 230 | 260 | 150 | 155 | 205 | 4/0 |
| 126,67 | 215 | 255 | 290 | 170 | 180 | 230 | 250 |
| 152,01 | 240 | 285 | 320 | 190 | 205 | 255 | 300 |
| 177,34 | 260 | 310 | 350 | 210 | 2530 | 280 | 350 |
| 202,68 | 280 | 335 | 380 | 225 | 250 | 305 | 400 |
| 253,35 | 320 | 380 | 430 | 260 | 270 | 350 | 500 |
| FACTORES DE CORRECCIÓN | | | | | | | |
| Temperatura Ambiente en °C | Para temperaturas ambientes distintas de 30 °C, multiplicar las anteriores corrientes por el correspondiente factor de los siguientes | | | | | | Temperatura ambiente en °C |
| 21-25 | 1,08 | 1,05 | 1,04 | 1,08 | 1,05 | 1,04 | 21-25 |
| 26-30 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 26-30 |
| 31-35 | 0,91 | 0,94 | 0,96 | 0,91 | 0,94 | 0,96 | 31-35 |
| 36-40 | 0,82 | 0,88 | 0,91 | 0,82 | 0,88 | 0,91 | 36-40 |
| 41-45 | 0,71 | 0,82 | 0,87 | 0,71 | 0,82 | 0,87 | 41-45 |
| 46-50 | 0,58 | 0,75 | 0,82 | 0,58 | 0,75 | 0,82 | 46-50 |
| 51-55 | 0,41 | 0,67 | 0,76 | 0,41 | 0,67 | 0,76 | 51-55 |
| 56-60 | | 0,58 | 0,71 | | 0,58 | 0,71 | 56-60 |

| | | | | | |
|-------|------|------|------|------|-------|
| 61-70 | 0,33 | 0,58 | 0,33 | 0,58 | 61-70 |
| 71-80 | | 0,41 | | 0,41 | 71-80 |

Nota. Fuente: (CPE-INEN-19, 2001)

Anexo 4. Tabla para la elección del diámetro de tubería.

Tabla 32.

Tabla para elección del diámetro de tuberías.

| Tamaño Comercial | | | Tuberías eléctricas metálicas (EMT) | | | | Tuberías eléctricas no metálicas | | | | |
|------------------|-----|------------------------|-------------------------------------|-------------------|---------------------------------------|------------------------------|----------------------------------|----------------------|-------------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| Pulgadas | mm | Diámetro interior (mm) | Sección Total 100% mm ² | Dos hilos 31 % mm | Más de dos hilos, 40% mm ² | Un hilo 53%, mm ² | Diámetro o interior mm | Sección total 100% m | Dos hilos 31% mm ² | Más de dos hilos.40% mm.2 | Un hilo 53%, mm ² . |
| 1/2 | 16 | 15,8 | 196,1 | 60,65 | 78,71 | 103,87 | 14,22 | 158,71 | 49,03 | 63,87 | 84,52 |
| 3/4 | 21 | 20,93 | 343,9 | 106,45 | 137,42 | 182,58 | 19,3 | 292,9 | 90,96 | 116,77 | 154,84 |
| 1 | 27 | 26,64 | 557,4 | 172,9 | 223,23 | 295,48 | 25,4 | 506,45 | 156,77 | 202,58 | 268,39 |
| 1 1/4 | 35 | 35,05 | 965,2 | 299,35 | 385,81 | 511,61 | 34,04 | 909,68 | 281,93 | 363,87 | 481,93 |
| 1 1/2 | 41 | 40,89 | 1313,6 | 407,1 | 525,16 | 696,13 | 39,88 | 1249,03 | 387,1 | 499,35 | 661,93 |
| 2 | 53 | 52,5 | 2165,2 | 670,97 | 865,8 | 1147,09 | 51,31 | 2067,64 | 641,29 | 827,1 | 1096,13 |
| 2 1/2 | 63 | 69,37 | 3779,3 | 1171,61 | 1511,61 | 2003,22 | | | | | |
| 3 | 78 | 85,24 | 5707,1 | 1123,87 | 2282,58 | 3024,51 | | | | | |
| 3 1/2 | 91 | 97,38 | 7448,4 | 2309,03 | 2979,35 | 3947,73 | | | | | |
| 4 | 104 | 110,08 | 9518 | 1014,84 | 3807,09 | 5044,51 | | | | | |

Nota. Fuente: (CPE-INEN-19, 2001).

Anexo 5. Tabla para la elección de protección termomagnética.

Tabla 33.

Tabla para elección de protección termomagnética.

| NÚMERO DE CATÁLOGO | MODELO | No. Polos | Capacidad Amp | Capacidad de cortocircuito en kArms | | | |
|--------------------------|------------|--------------|------------------|-------------------------------------|------------|------------|---------|
| | | | | 120 VAC | 240 VAC | 480 VAC | 600 VAC |
| IN27I1015 | TQC1215WL | 1 | 15 | 10 | 10 | - | - |
| IN27I1020 | TQC1220WL | 1 | 20 | 10 | 10 | - | - |
| IN27I1030 | TQC1230V/L | 1 | 30 | 10 | 10 | - | - |
| IN27I1040 | TQC1240WL | 1 | 40 | 10 | 10 | - | - |
| IN27I1050 | TQC1250WL | 1 | 50 | 10 | 10 | - | - |
| IN27I1060 | TQC1260WL | 1 | 60 | 10 | 10 | - | - |
| IN27I1070 | TQC1270WL | 1 | 70 | 10 | 10 | - | - |
| IN27I2015 | TQC2415WL | 2 | 15 | 10 | - | - | - |
| IN27I2020 | TQC2420WL | 2 | 20 | 10 | - | - | - |
| IN27I2030 | TQC2430WL | 2 | 30 | 10 | - | - | - |
| IN27I2040 | TQC2440WL | 2 | 40 | 10 | - | - | - |
| IN27I2050 | TQC2450WL | 2 | 50 | 10 | - | - | - |
| IN27I2060 | TQC2460WL | 2 | 60 | 10 | - | - | - |
| IN27I2070 | TQC2470WL | 2 | 70 | 10 | - | - | - |
| IN27I2090 | TQC2490WL | 2 | 90 | 10 | - | - | - |
| IN27I2100 | TQC24100WL | 2 | 100 | 10 | - | - | - |
| IN27I3015 | TQC34015WL | 3 | 15 | - | 10 | - | - |
| IN27I3020 | TQC34020WL | 3 | 20 | - | 10 | - | - |
| IN27I3030 | TQC34030WL | 3 | 30 | - | 10 | - | - |
| IN27I3040 | TQC34040WL | 3 | 40 | - | 10 | - | - |
| IN27I3050 | TQC34050WL | 3 | 50 | - | 10 | - | - |
| IN27I3060 | TQC34060WL | 3 | 60 | - | 10 | - | - |
| IN27I3070 | TQC34070WL | 3 | 70 | - | 10 | - | - |
| IN27I3090 | TQC34090WL | 3 | 90 | - | 10 | - | - |
| NUMERO DE CATALOGO | MODELO | No. Polos | Capacidad Amp | Capacidad de cortocircuito en kArms | | | |
| | | | | 120 VAC | 240 VAC | 480 VAC | 600 VAC |
| ING052125 | TQD22125WL | 2 | 125 | 10 | 10 | - | - |
| ING052150 | TQD22150WL | 2 | 150 | 10 | 10 | - | - |
| ING052175 | TQD22175WL | 2 | 175 | 10 | 10 | - | - |
| ING052200 | TQD22200WL | 2 | 200 | 10 | 10 | - | - |
| ING052225 | TQD22225WL | 2 | 225 | 10 | 10 | - | - |
| ING053125 | TQD32125WL | 3 | 125 | - | 10 | - | - |
| ING053150 | TQD32150WL | 3 | 150 | - | 10 | - | - |
| ING053175 | TQD32175WL | 3 | 175 | - | 10 | - | - |
| ING053200 | TQD32200WL | 3 | 200 | - | 10 | - | - |
| ING053225 | TQD32225WL | 3 | 225 | - | 10 | - | - |

Nota. Fuente: (Gedisa, 2023)

Anexo 6. Memoria técnica.

1. MEMORIA TÉCNICA Y DESCRIPTIVA: MONTAJE DE UN TRANSFORMADOR DE 50 kVA, PARA EL TALLER “MIF”.

1.1. Memoria técnica descriptiva.

CANTÓN: Loja

UBICACIÓN: Calles: Canadá y Francia

PROPIETARIO: Ángel Fernández

1.1.1. Antecedentes.

En la ciudad de Loja, parroquia Sucre, calle Francia y Canadá, se encuentra ubicado el taller, Metal Industrias Fernández “MIF”, este taller requiere poder contar con su propio centro de transformación debido al equipo y maquinaria que dispone, para lo cual se establece la necesidad del presente estudio eléctrico; tomando como base las regulaciones para la presentación de proyectos eléctricos que mantiene vigente la Empresa Eléctrica Regional del Sur S.A.

1.1.2. Red eléctrica actual.

En la actualidad, existe una red trifásica que llega hacia un poste con denominación PO0-0HC11_500 (P#139162) una configuración de conductores 3F4C, CO0-0B3x2/0(2), (P#139162), perteneciente al alimentador Chontacruz.

Para los requerimientos del proyecto en el taller “MIF” se hace necesaria la instalación de un transformador trifásico, cuya capacidad se determinó en el presente estudio.

1.2. Red eléctrica proyectada.

1.2.1. Consideraciones generales de diseño.

El diseño del centro de transformación proyectado seguirá las normas establecidas por la Empresa Eléctrica Regional del Sur (EERSSA).

Para cubrir las necesidades de la totalidad de carga instalada en el taller, se hace necesaria la implementación de una estación de transformación.

El transformador será trifásico de 50 kVA. Tipo convencional aéreo, clase distribución, auto refrigerado para una tensión de 220/127 V, para montaje en poste, y funcionamiento a la intemperie a una altura de 2600 m.s.n.m. será montado en un poste de hormigón armado de 12 m tipo C, utilizando los respectivos elementos de sujeción.

1.2.2. Estudio de la demanda.

Una vez realizado el estudio de demanda se llegó a determinar una carga instalada de 40,43 kVA, toda la demanda será alimentada por un transformador trifásico de 50 kVA, a montarse en su respectivo poste y ubicarse en las coordenadas que se

describe en anexos, el transformador que alimentará toda la carga tendrá una relación de transformación de 13800/ 220-127 V.

Se ha determinado la demanda máxima de cada circuito aplicando el factor de demanda para cada uno de los circuitos.

Una vez determinada la demanda máxima del tablero con su respectivo factor de coincidencia y simultaneidad, se calculó la demanda máxima total como la suma de las demandas parciales, obteniendo un valor en kW, para obtener la demanda en kVA se aplica un factor de potencia de 0,92 y se obtuvieron los resultados que se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 34.

Estudio de demanda.

| | |
|--|----------|
| DEMANDA DE LA INSTALACIÓN (kW) | 59,5 kW |
| DEMANDA COINCIDENTE DEL TALLER | 51,9 kW |
| FACTOR DE SIMULTANEIDAD EN LOS TDS | 1 |
| DEMANDA DIVERSIFICADA EN (kW) DEL TALLER MIF | 51,9 kW |
| FACTOR DE SIMULTANEIDAD EN MEDIDORES | 0,80 |
| DEMANDA DIVERSIFICADA EN (kW) COMERCIALES | 41,52 kW |
| FACTOR DE POTENCIA | 0,92 |
| DEMANDA PROYECTADA TOTAL DEL TALLER (kVA) | 45,13 |

Nota. Fuente: El autor.

1.2.3. Derivación trifásica.

La derivación de la red de media tensión trifásica, se la realizará desde la red existente en el poste P#139162, las estructuras utilizadas son las establecidas por la Empresa Eléctrica, se emplean conductores CO0-0B3x2/0(2),

1.2.3.1. Poste.

Se utilizará un poste con denominación PO0-0HC12_500, es decir de sección circular, de hormigón armado de 12 m, con una tensión de rotura de 500 kg/cm² para su conexión a la red media tensión se utilizará los respectivos elementos de sujeción, ver plano de implementación, se utilizará un juego de tres seccionadores fusibles y un juego de tres pararrayos. Los seccionadores se conectarán a la red de M/T mediante grapas para línea energizada CO0-0J3x6 AWG. En B/T, se lo protegerá con un disyuntor termomagnético 3P-200A, ubicada en caja de hierro de tool como se muestra en la lámina de detalle de acometida en B/T anexa a esta memoria.

Cabe indicar que, en la conexión del transformador, seccionadores y pararrayos se utilizarán chaquetas aislantes (protección).

1.2.4. Diseño de la acometida en baja tensión:

La acometida en baja tensión nace desde los bornes del transformador, será aérea trifásica (Ver detalle de implementación en B/T), y parte de la estructura, conformada por conductor de Aluminio ACO0-0P3x4/0(4/0); en una longitud aproximada de 23 m, desde su arranque hasta conectar con el tablero de distribución principal y medición, ubicado en la parte frontal del taller; se utilizará tubería EMT de 2" y reversible de 2" para su conexión.

1.2.5. Instalaciones en baja tensión:

1.2.5.1. Tablero principal y de medición:

El tablero de distribución principal y de medición (TDP), de dimensiones 95*50*20 cm, estará empotrado y adosado en la verja del taller que da hacia la calle Canadá. Contará con tres compartimientos que están destinados, el primero para alojar la protección principal en baja tensión, un interruptor termomagnético 3P/200 A, y las barras colectoras de mínimo 300 A; el segundo compartimiento (central) servirá para instalar dos medidores de energía electrónicos, uno trifásico y uno monofásico. El tercer compartimiento es para los interruptores termomagnéticos de protección de los tableros que se sirven del correspondiente medidor de energía. Conforme se establece en el diagrama unifilar. Los medidores de energía serán de tipo electrónico.

1.2.6. Puesta a tierra.

Con la intención de evitar descargas eléctricas riesgosas y llevar al mínimo la diferencia de potencial entre el neutro y la tierra, se ha previsto instalar un electrodo tipo varilla copperweld de 16 mm de diámetro por 1,8 m de longitud, como puesta a tierra, ubicada al pie de la estructura donde se va a montar el transformador y una varilla al piso del tablero de distribución. Además, se utilizará conductor de cobre 2 AWG y este se conectará a la varilla cooperweld por medio de un conector.

1.3. Resumen de la obra.

El presente diseño eléctrico, se ha efectuado bajo consideraciones de orden técnico, ajustado a las normas que la EERSSA exige y se resume como sigue:

1.3.1. Media tensión:

1.3.1.1. Centro de transformación:

Un transformador trifásico, tipo CONVENCIONAL; de 50 kVA, 13800 - 220/127 V.

1.3.1.2. Baja tensión:

- La acometida de baja tensión tendrá una longitud de 23 m, y será de conductor de Aluminio tipo preensamblada. Tipo ACO0-0P3x50(50).
- Medición: un medidor de energía trifásico 220/127 V electrónico, y un medidor monofásico 127 V electrónico; todos de medición directa, Clase 200 forma 16.

1.4. Adjunto.

Tabla 35.

Análisis de carga y distribución de fases.

| DESCRPCIÓN | Fase | Voltaje (Voltios) | Carga Total Instalada (W) | Factor de potencia cosφ | Factor de coincidencia | Demanda coincidente | Intensidad Máxima admisible (A) | Conductor | Protección Breakers) (A/P) | Tubería (no metálica para cables TW y THW) | FASE | | | | |
|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|------------------------------|------------------------|---------------------------------------|-----------|----------------------------------|--|----------|---------|---------|--------|--|
| | | | | | | | | | | | A | B | C | | |
| MED. 2 TDP2 | Luminarias oficinas | 1fases | 110 | 660 | 1 | 1 | 660 | 6,00 | 2x14(14) AWG Cu | 10 A-1p | 1/2" | 660 | | | |
| | Toma corriente oficinas CT-1 | 1fases | 110 | 2000 | 1 | 0,7 | 1400 | 12,73 | 1x12(12)+1X12 AWG Cu | 16 A-1p | 1/2" | 1400 | | | |
| | Toma corriente oficinas CT-1 | 1fases | 110 | 2000 | 1 | 0,7 | 1400 | 12,73 | 1x12(12)+1X12 AWG Cu | 16 A-1p | 1/2" | 1400 | | | |
| MEDIDOR 1 TDP3 | Luminaria Taller planta 1 | 1fases | 220 | 180 | 1 | 1 | 180 | 0,82 | 1x14(14) AWG Cu | 10 A-1p | 1/2" | 180 | | | |
| | Tomacorriente taller planta 1 | 1fases | 110 | 2000 | 1 | 0,7 | 1400 | 12,73 | 1x12(12)+1X12 AWG Cu | 16 A-1p | 1/2" | 1400 | | | |
| | Torno paralelo | 2 fase | 220 | 5500 | 0,94 | 1 | 5500 | 25,00 | 2x10(10)+1X10 AWG Cu | 30 A-2p | 1/2" | | 2750 | 2750 | |
| | Taladro pedestal | 1 fase | 110 | 372,85 | 0,9 | 1 | 372,85 | 3,39 | 1x12(12)+1X12 AWG Cu | 10 A-1p | 1/2" | | | 372,85 | |
| | Taladro pedestal | 1 fase | 110 | 745,7 | 0,8 | 1 | 745,7 | 6,78 | 1x12(12)+1X12 AWG Cu | 10 A-1p | 1/2" | 745,7 | | | |
| | Soldadora | 2 fase | 220 | 13200 | | 1 | 13200 | 60,00 | 2x6(6)+1X16 AWG Cu | 60 A-2p | 3/4" | | 6600 | 6600 | |
| | Soldadora MIG | 2 fase | 220 | 5280 | 0,92 | 1 | 5280 | 24,00 | 2x12(12)+1X12 AWG Cu | 30 A-2p | 1/2" | | 2640 | 2640 | |
| | Soldadora TIG | 2 ases | 220 | 2400 | | 1 | 2400 | 10,91 | 2x12(12)+1X12 AWG Cu | 16 A-2p | 1/2" | 1200 | 1200 | | |
| | Sierra de cinta | 2fases | 220 | 745,7 | 0,8 | 1 | 745,7 | 3,39 | 2x12(12)+1X12 AWG Cu | 10 A-2p | 1/2" | | 372,5 | 372,5 | |
| | Tronzadora | 1 fase | 110 | 2000 | 0,8 | 1 | 2000 | 18,18 | 1x10(10)+1X10 AWG Cu | 20 A-1p | 1/2" | 2000 | | | |
| | Esmeril | 1 ases | 110 | 745,7 | 0,9 | 1 | 745,7 | 6,78 | 1x12(12)+1X12 AWG Cu | 10 A-1p | 1/2" | 745,7 | | | |
| | TDS1 | Luminaria taller planta 2 | 1fases | 110 | 180 | 1 | 1 | 180 | 1,64 | 1x14(12) AWG Cu | 10 A-1p | 1/2" | 180 | | |
| | | Toma corriente taller planta 2 | 1fases | 110 | 2000 | 1 | 0,7 | 1400 | 12,73 | 1x12(12)+1X12 AWG Cu | 16 A-1p | 1/2" | 1400 | | |
| Torno revolver | | 2fases | 220 | 3700 | 0,9 | 1 | 3700 | 16,82 | 2x12(12)+1X12 AWG Cu | 20 A-2p | 1/2" | 1850 | | 1850 | |
| Torcionadora | | 2fases | 220 | 2237,1 | 0,68 | 1 | 2237,1 | 10,17 | 2x12(12)+1X12 AWG Cu | 16 A-2p | 1/2" | 1118,55 | 1118,55 | | |
| Sierra de hoja | | 2 ases | 220 | 1500 | 0,9 | 1,00 | 1500 | 6,82 | 2x12(12)+1X12 AWG Cu | 10 A-2p | 1/2" | 750 | 750 | | |
| POTENCIA SUMINISTRADA POR FASE | | | | | | | | | | | 14279,95 | 14681,4 | 14585,7 | | |
| DISTRIBUCIÓN DE CARGA EN % | | | | | | | | | | | 32,79 | 33,71 | 33,49 | | |

1.4.1. Cálculo de caída de tensión en B/T.

Tabla 36

Tabla de caída de tensión.

| CAÍDA DE TENSIÓN | | | | | | | |
|-------------------|------------|-------------|-----------------------|--------------|----------------------------|----------|-----|
| CARGA | # FASES | I FASE A | COND. ALIMENTACIÓN | VOLTAJE V | SECCIÓN mm ² | LONGITUD | %dV |
| TRANSFORMADOR TGM | 3F4C | 231,38 | ACO0-0P3x50(50) | 127/220 | 33,62 | 23 | 2,1 |

Nota. Fuente: El autor.

1.4.2. Presupuesto aproximado de la obra.

Tabla 37.

Presupuesto para la instalación eléctrica de taller.

| MATERIALES Y MANO DE OBRA PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS | | | | |
|---|--|----------|----------|-------------|
| TALLER "METAL INDUSTRIAS FERNANDEZ" | | | | |
| U | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | P. UNIT. | P. TOTAL |
| U. | Breaker Enchufable, Bifásico de 50 Amperios | 1 | 56,66 | 56,66 |
| U. | Breaker Enchufable, Bifásico de 40 Amperios | 2 | 30,50 | 61,00 |
| U. | Breaker Enchufable, Bifásico de 30 Amperios | 2 | 20,00 | 40,00 |
| U. | Breaker Enchufable, Bifásico de 20 Amperios | 1 | 8,50 | 8,50 |
| U. | Breaker enchufable, Monofásico de 15 Amperios | 13 | 4,00 | 52,00 |
| U. | Cinta Aislante Plástica, Rollo de 18x18000 mm. | 3 | 0,75 | 2,25 |
| R. | Conductor de Cu. # 14 AWG, tipo THHN | 5 | 47,40 | 237,00 |
| R. | Conductor de Cu. # 12 AWG, tipo THHN | 2 | 71,30 | 142,60 |
| R. | Conductor de Cu. # 10 AWG, tipo THHN | 3 | 104,00 | 312,00 |
| U. | Cajetín Rectangular Profundo | 19 | 0,80 | 15,20 |
| M. | Interruptor Simple, con placa | 3 | 2,60 | 7,80 |
| U | Lamparas fluorescente | 3 | 12,00 | 36,00 |
| U. | Tomacorriente Doble, Polarizado, con placa 127 V | 8 | 1,60 | 12,80 |
| U. | Tomacorriente Especial 50 A | 8 | 7,50 | 60,00 |
| M. | Politubo de 1/2" de di. | 100 | 0,60 | 60,00 |
| M. | Politubo de 3/4" de di. | 100 | 0,90 | 90,00 |
| U. | Varilla de Cobre de 5/8*1.8 m. de long. | 1 | 7,80 | 7,80 |
| U. | Tablero para 3 Medidores y 3 compartimentos | 1 | 240,00 | 240,00 |
| U. | Taco Fisher N° 6 con Tornillo Tripepato | 200 | 0,10 | 20,00 |
| U | Grapas Tipo U Para Politubo de 1/2" | 50 | 1,40 | 70,00 |
| U. | Grapas Tipo U Para Politubo de 3/4" | 50 | 1,90 | 95,00 |
| TOTAL, MATERIAL PARA TALLER | | | | 1627 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| MANO DE OBRA CALIFICADA | | | | |

| U | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | P. UNIT. | P. TOTAL |
|---|--|----------|----------|------------|
| U. | Sum. Inst.Centro de Carga monofásico | 1 | 50 | 50 |
| U. | Sum. Inst.Centro de Carga Bifásico | 2 | 60 | 120 |
| U. | Sum. Inst.Puesta a Tierra | 1 | 20 | 30 |
| U. | Sum. Inst.Luminaria Colgante | 6 | 5 | 30 |
| U. | Sum. Inst.Tomacorriente doble, polarizado, con placa, 127V | 8 | 5 | 40 |
| U. | Sum. Inst.Tomacorriente doble, polarizado, con placa, 220V | 8 | 5 | 40 |
| U. | Sum. Inst. interruptor Simple | 3 | 5 | 15 |
| U. | Puntos de Instalación | 19 | 5 | 95 |
| U. | Conexionado en Cajetines de Derivación | 2 | 25 | 50 |
| U. | Sum. Inst. Acometida a TGM | 1 | 60 | 60 |
| U. | Sum. Inst. Acometida Bifásica a Subtableros | 1 | 25 | 25 |
| TOTAL, INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE TALLER | | | | 555 |

Nota. Fuente: El autor.

Tabla 38.

Presupuesto para la instalación de transformador de 50 kVA.

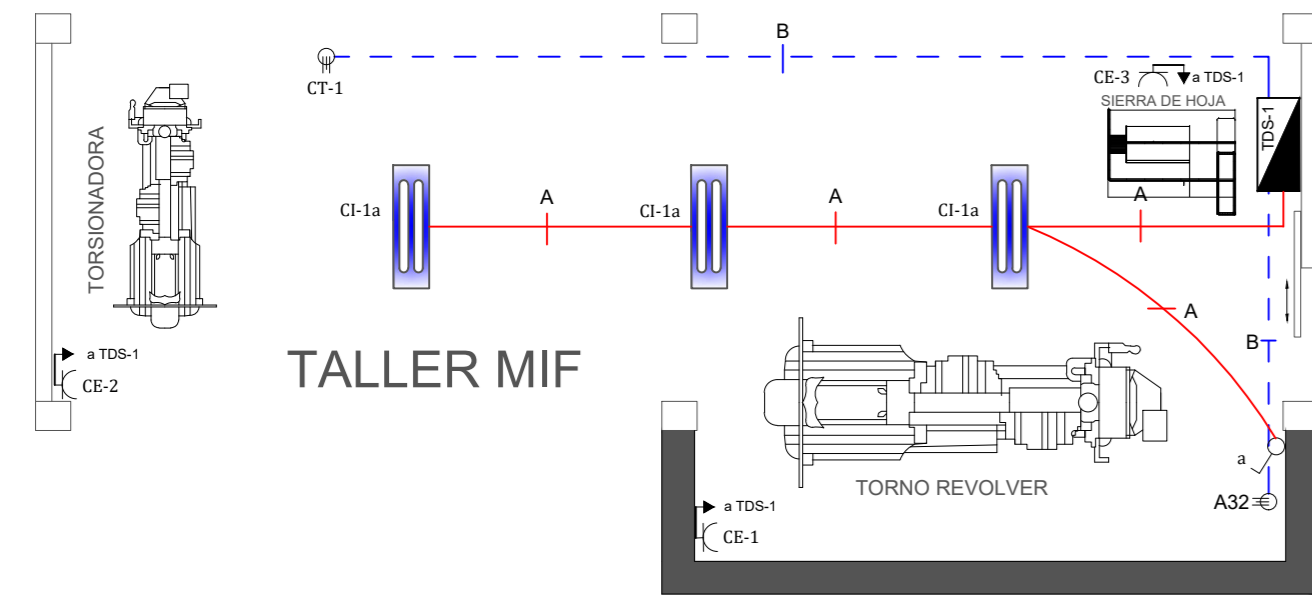
| INSTALACIÓN DE TRANSFORMADOR | | | | |
|--|---|----------|----------|-----------------|
| U | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | P. UNIT. | P. TOTAL |
| U. | Transformador trifásico 50 kVA | 1 | 4600 | 4600 |
| U. | Pararrayos autoválvula clase distribución | 3 | 72 | 216 |
| U. | Interruptor termomagnético 3P-200A | 1 | 180 | 180 |
| U. | Seccionador fusible monofásico | 3 | 83 | 249 |
| M. | Conductor de cobre eléctrico cableado 7hilos #4 | 11 | 3,90 | 42.90 |
| U. | Abrazadera metálica para transformador | 2 | 17,50 | 35 |
| U. | Cruceta metálica | 1 | 63 | 63 |
| U. | Pie de amigo perfil L | 2 | 35 | 70 |
| TOTAL, MATERIAL PARA MONTAJE DE TRANSFORMADOR | | | | 5455,9 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| U | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | P. UNIT. | P. TOTAL |
| U. | Conexión de acometida | 3 | 50 | 150 |
| U. | Montaje e instalación de pararrayos con tierra | 3 | 45 | 135 |
| U. | Montaje e instalación de seccionador de fusible | 3 | 45 | 135 |
| U. | Montaje e instalación de transformador trifásico y accesorios | 1 | 140 | 140 |
| U. | Instalación de puesta a tierra | 1 | 20 | 20 |
| U. | Armado de cruceta metálica | 1 | 25 | 25 |
| U. | Armado de pie de amigo perfil L | 2 | 25 | 50 |
| TOTAL, INSTALACIÓN DE TRANSFORMADOR | | | | 655 |
| PRESUPUESTO TOTAL | | | | |
| DESCRIPCIÓN | | | | P. TOTAL |
| TOTAL, MATERIAL PARA TALLER | | | | 1627 |
| TOTAL, INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE TALLER | | | | 555 |

| | |
|--|------------------|
| TOTAL, MATERIAL PARA MONTAJE DE TRANSFORMADOR | 5455.9 |
| TOTAL, INSTALACIÓN DE TRANSFORMADOR | 655 |
| TRASPORTE DE TRANSFORMADOR Y MATERIAL | 80 |
| TOTAL, INSTALACIÓN DE TRANSFORMADOR | \$ 8372,9 |

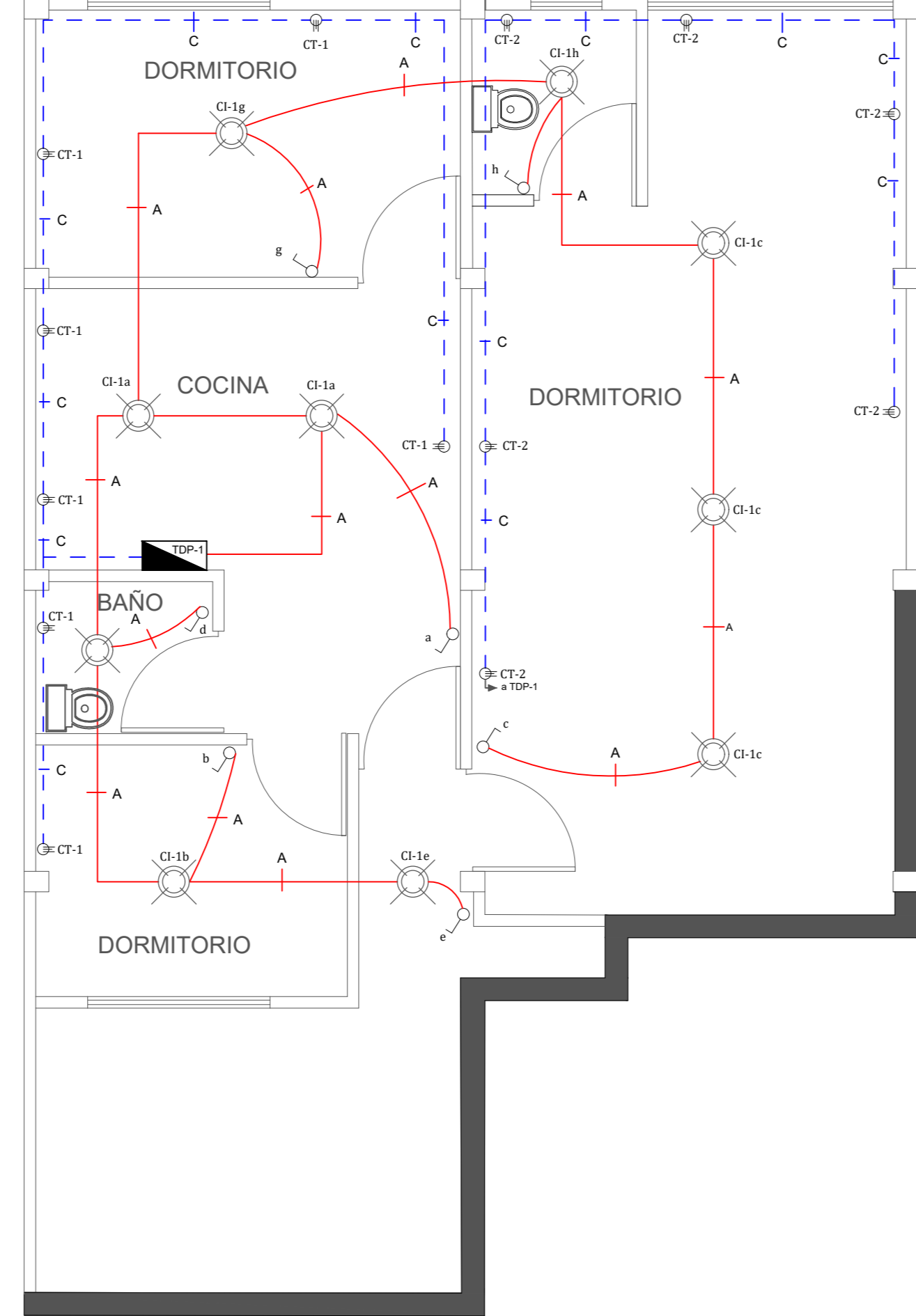
Nota. Fuente: El autor.

Anexo 7. Planos de diseño eléctrico.

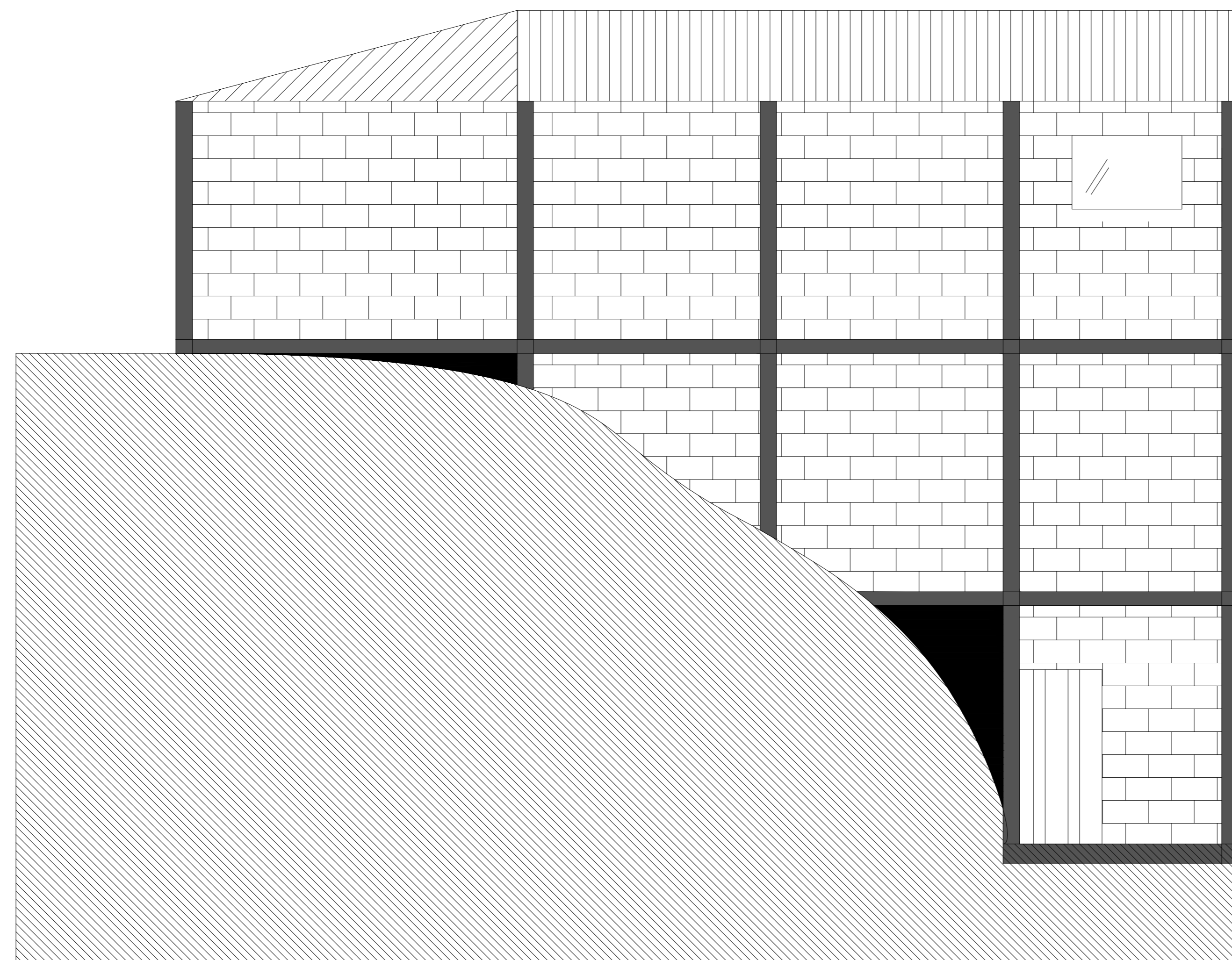
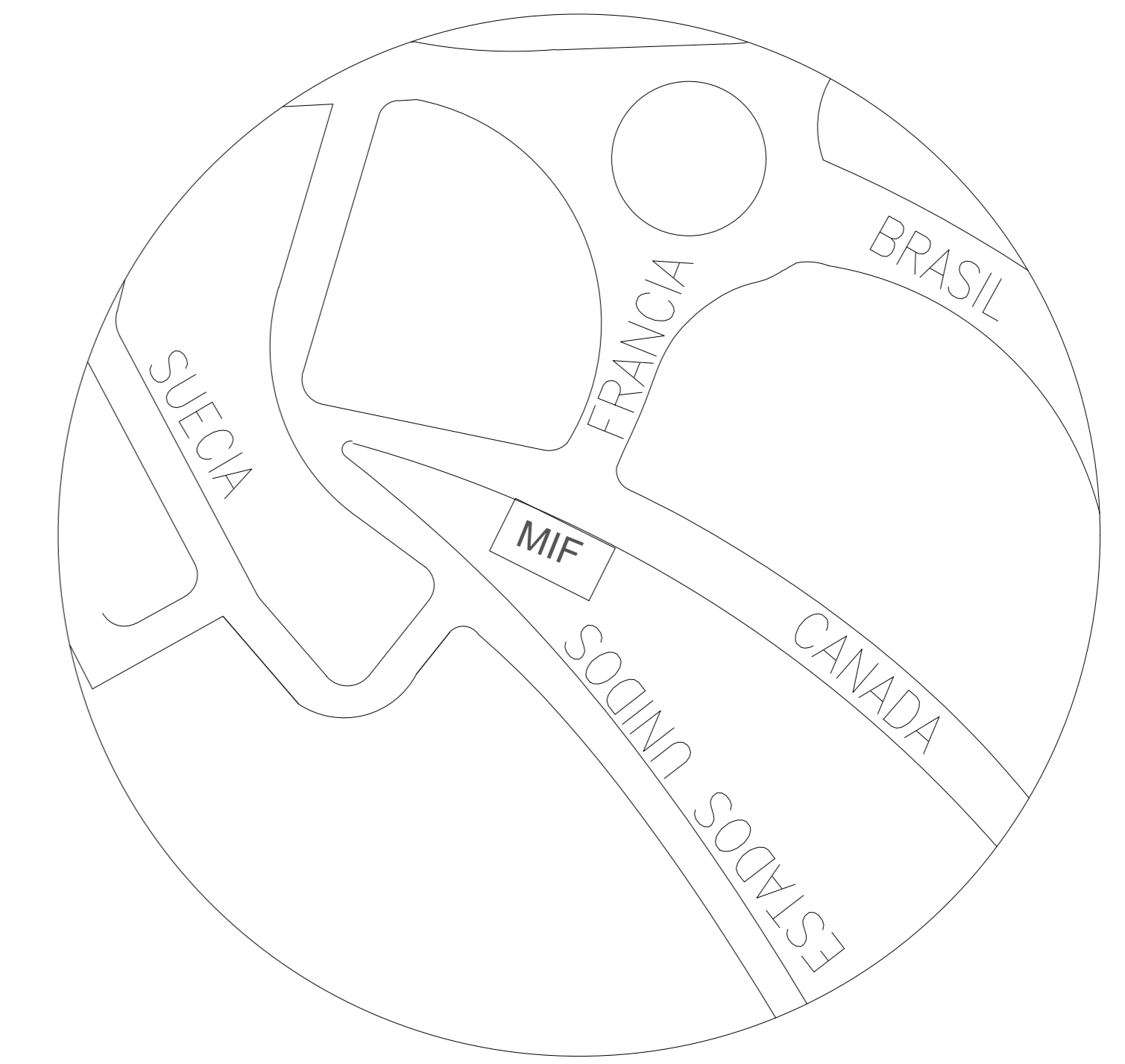
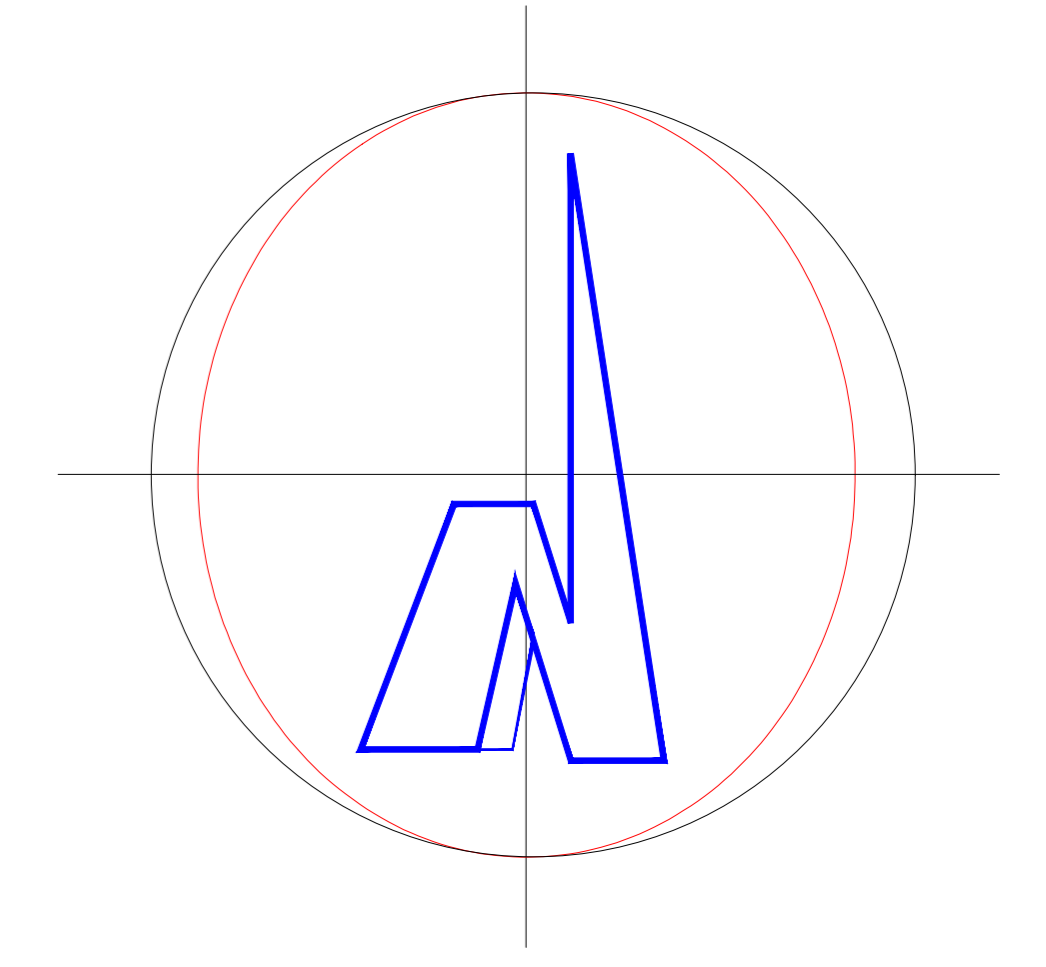
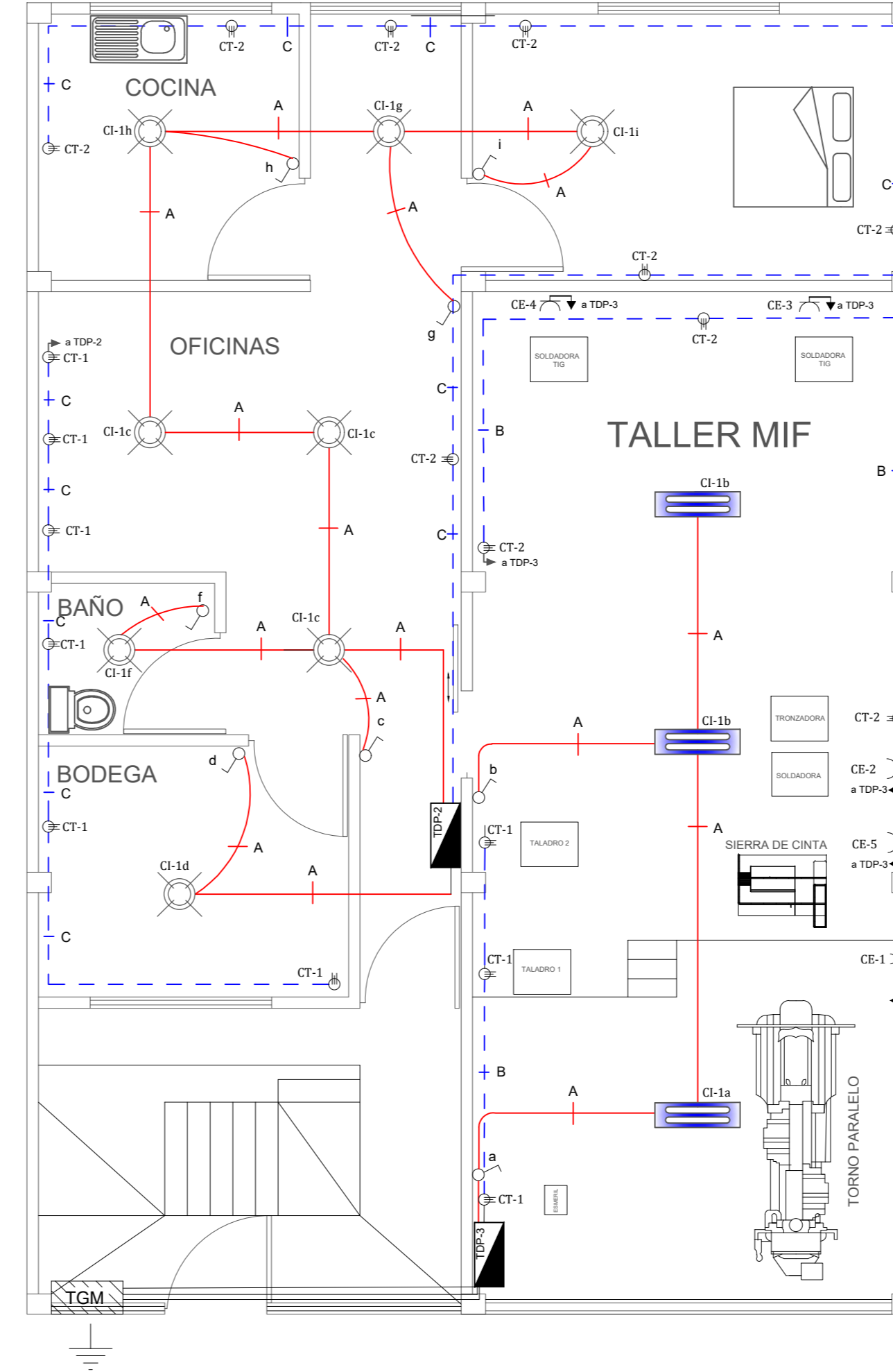
PLANTA BAJA



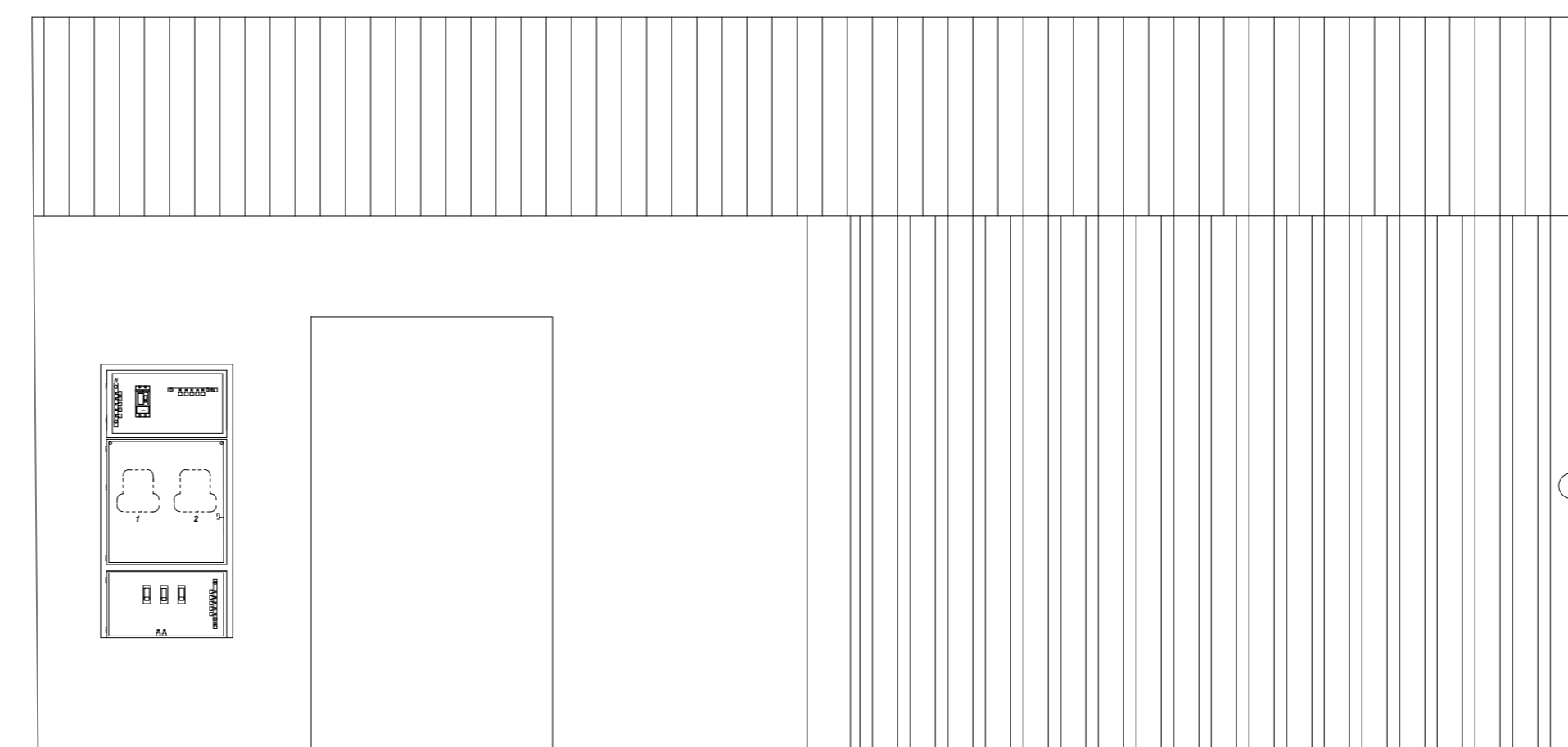
PRIMERA PLANTA-VIVIENDA



SEGUNDA PLANTA-TALLER



VISTA LATERAL



VISTA FRONTAL

SIMBOLOGÍA

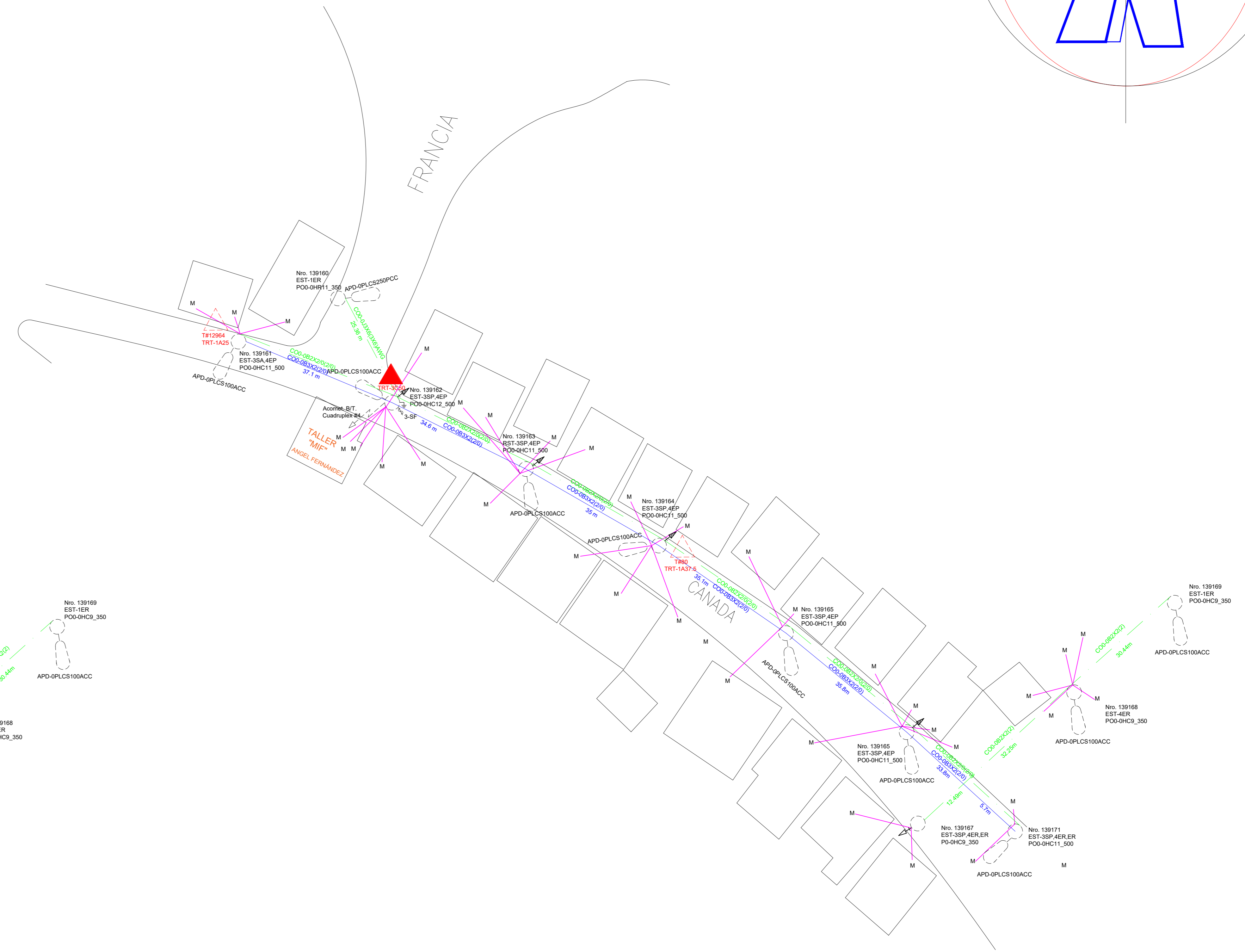
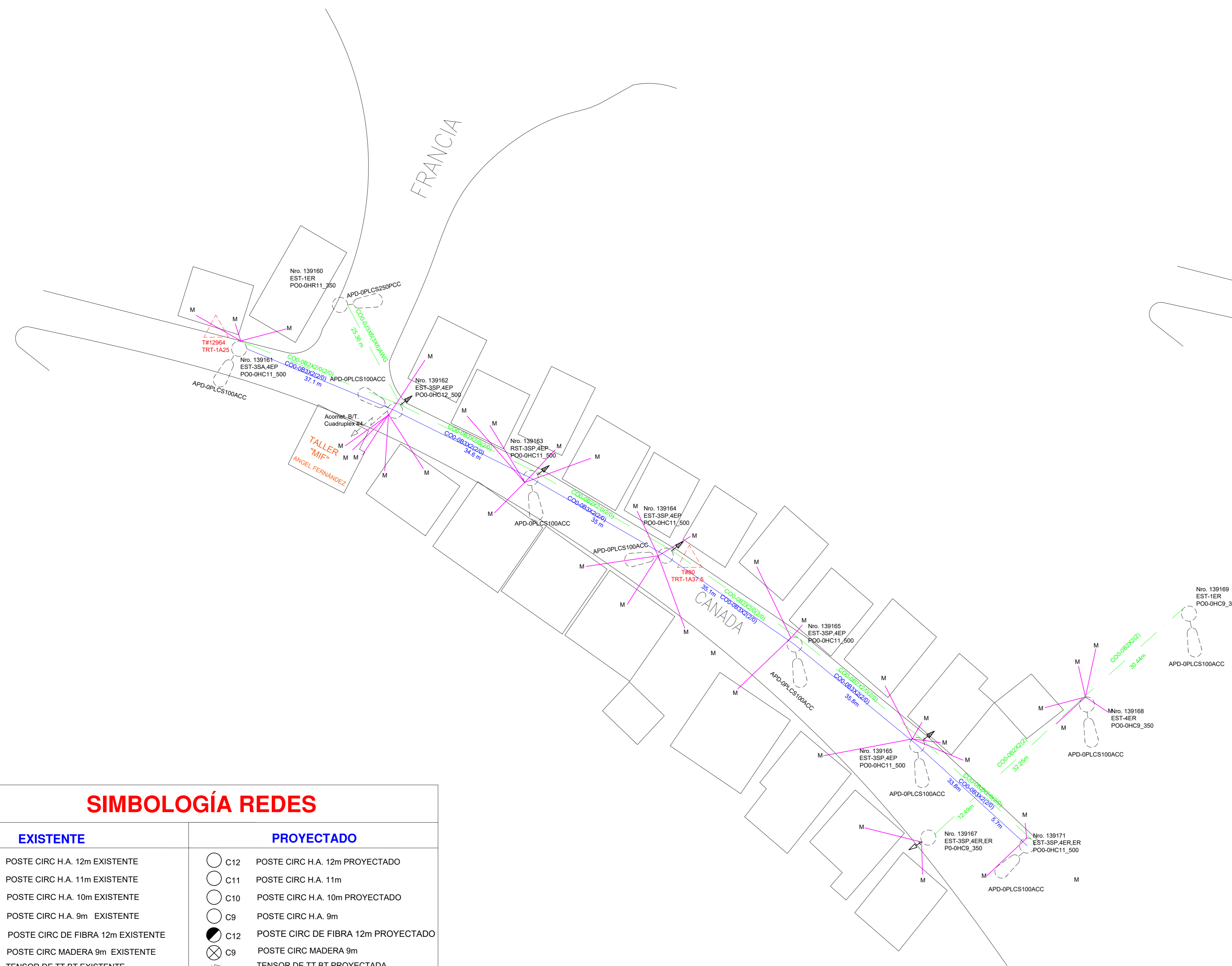
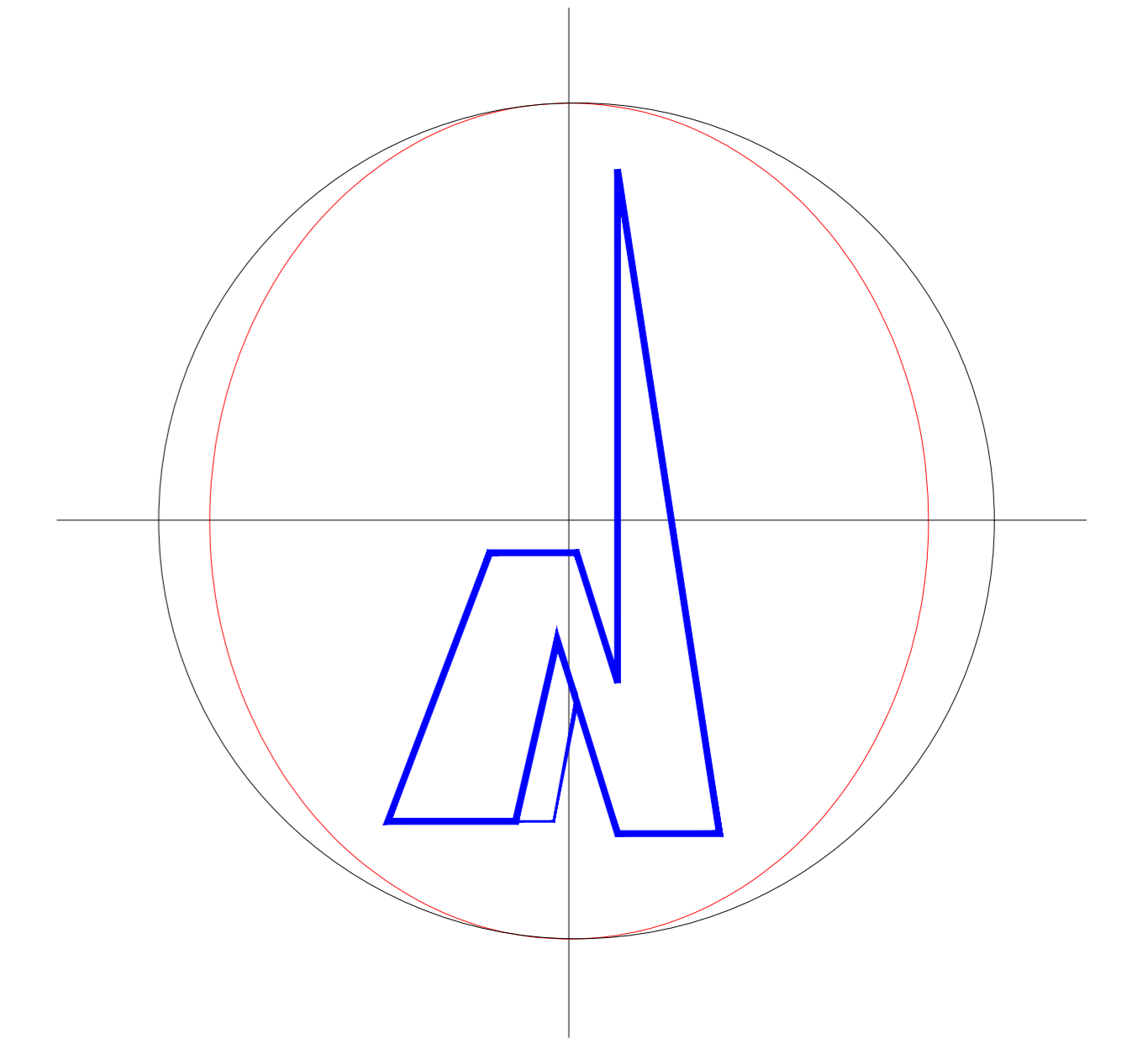
- LÁMPARA TIPO PLAFÓN
- LÁMPARA FLUORESCENTE
- TOMA POLARIZADO DOBLE
- BASE MONOFÁSICA CON TOMA A TIERRA
- INTERRUPTOR SIMPLE
- TABLERO GENERAL DE MEDICIÓN
- TABLERO DE DISTRIBUCIÓN
- CONTADOR DE ENERGÍA
- PUESTA A TIERRA
- CIRCUITO DE FUERZA
- CIRCUITO DE ILUMINACIÓN
- 2X14(14) - 3/4"
- 2X10(10) - 1"
- 2X12(12) - 3/4"



| | | |
|---|----------------|--|
| UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA | | |
| F.E.I.R.N.N.R. | | INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA |
| DISEÑO ELÉCTRICO DEL TALLER METAL INDUSTRIAS FERNÁNDEZ "MIF" | | |
| Provincia: Loja | Cantón: Loja | Parroquia: Sucre |
| Autor: Geovanny Alexander Tipan Fernández | | Tutor: Ing. Iván Alberto Coronel Villavicencio |
| Fecha: Marzo 2023 | Lámina: Lámina | Escala: 1/100 |

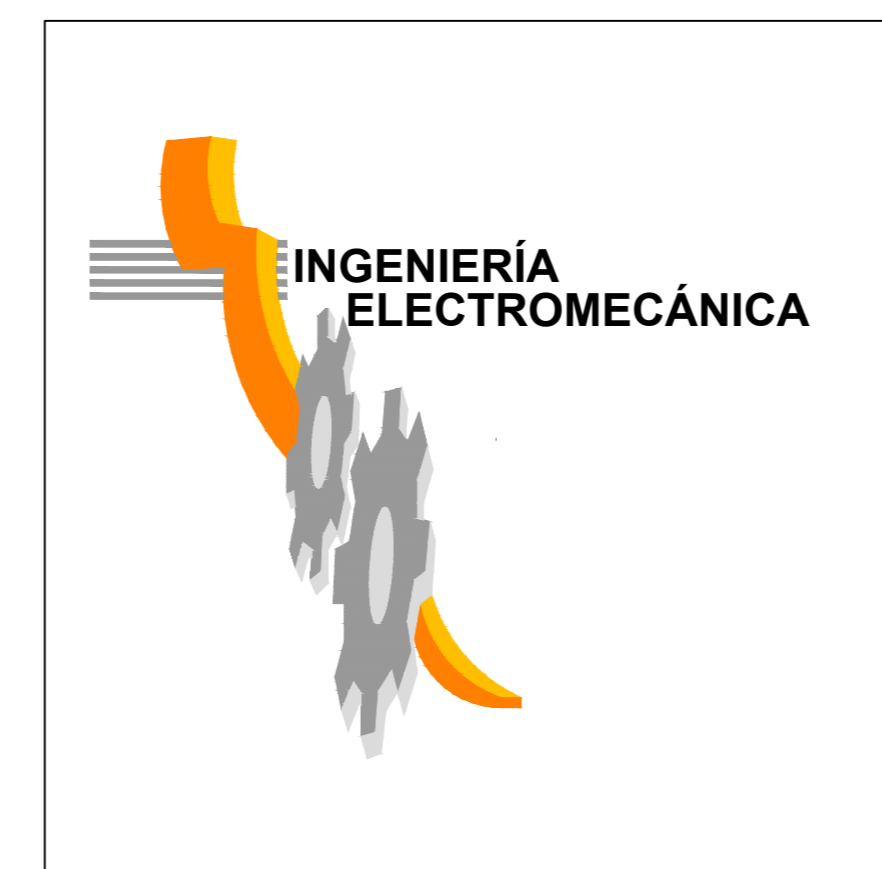
RED ELÉCTRICA EXISTENTE

RED ELÉCTRICA PROYECTADA

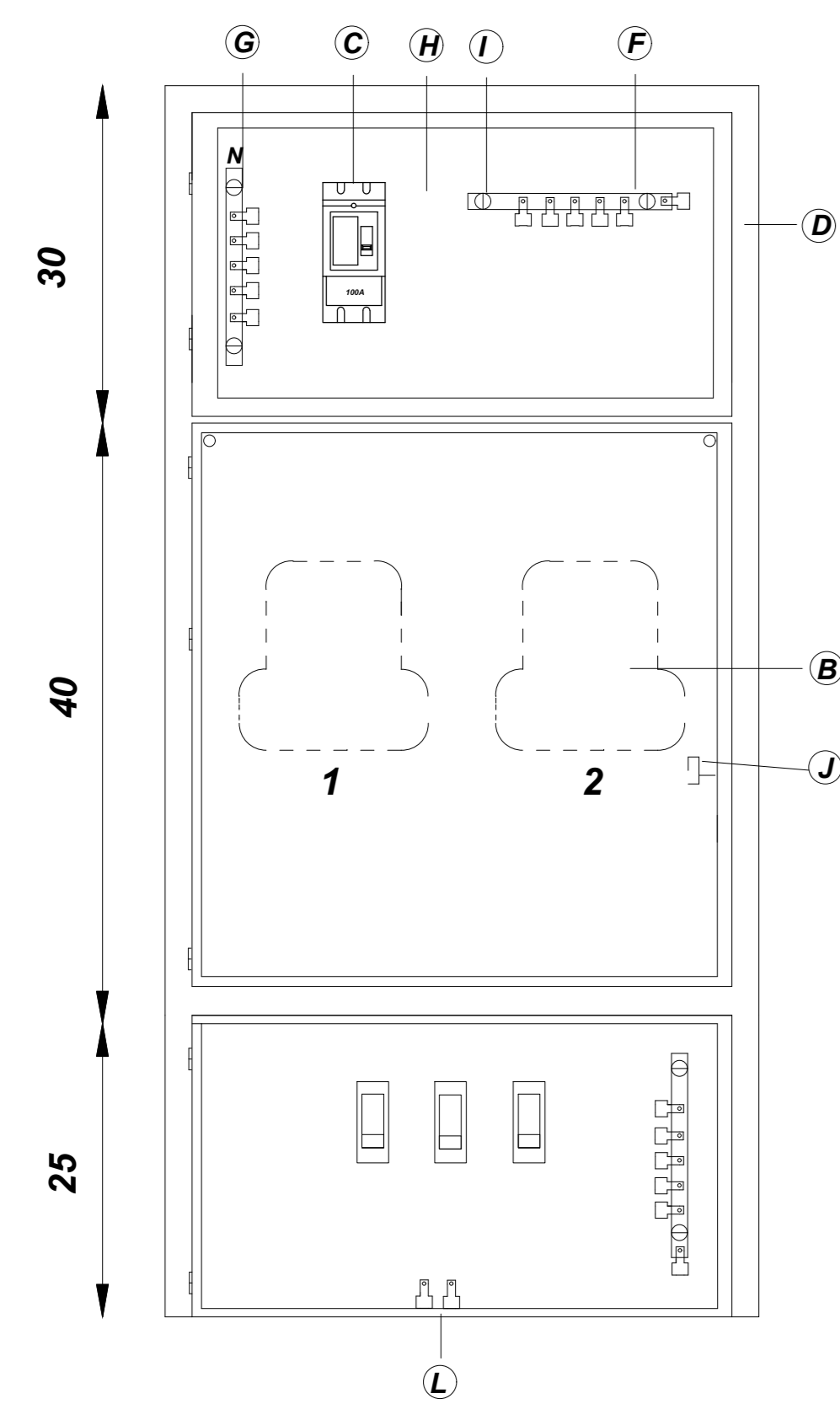
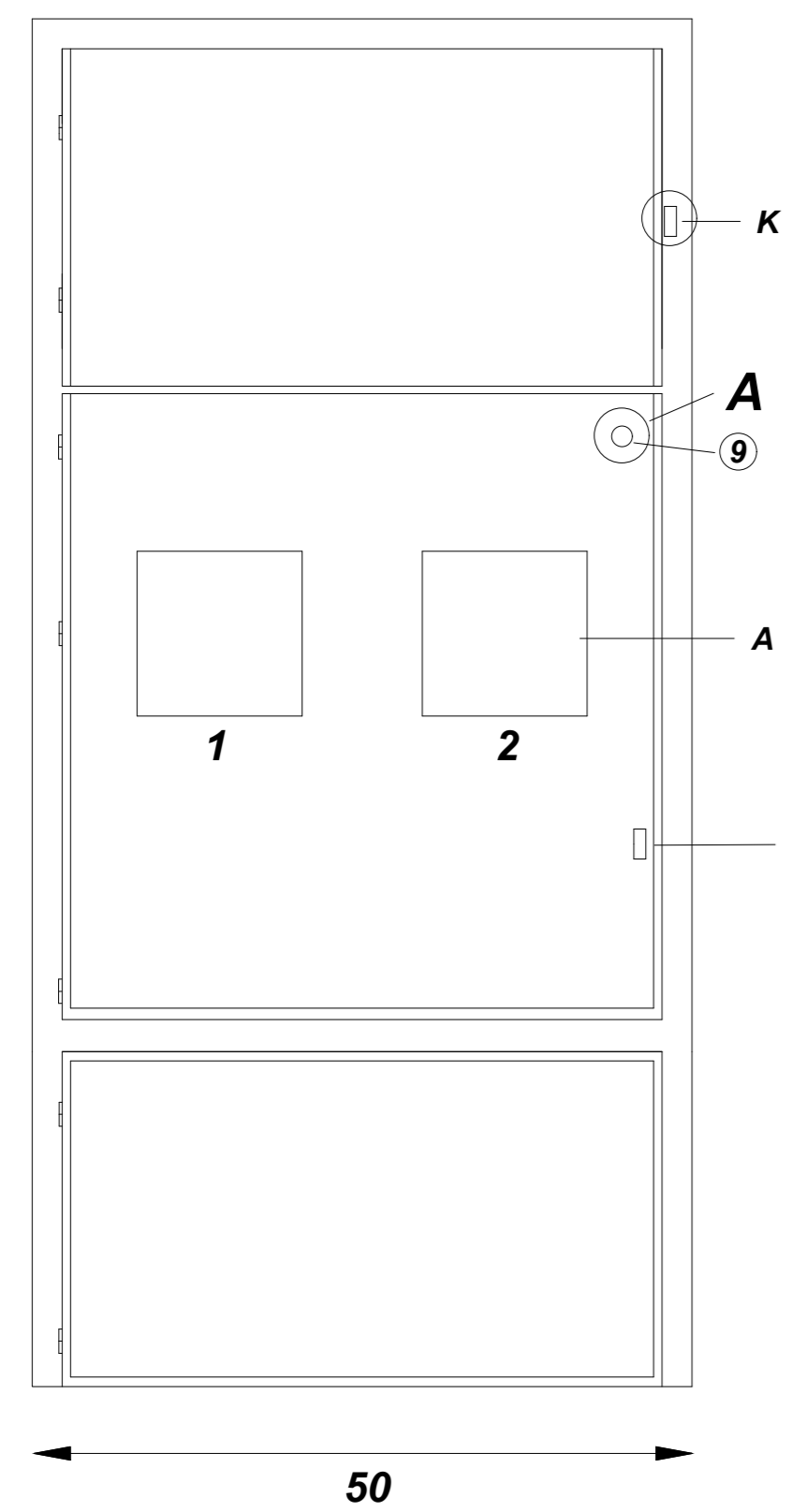


SIMBOLOGÍA REDES

| EXISTENTE | PROYECTADO |
|--|---|
| C12 POSTE CIRC H.A. 12m EXISTENTE | C12 POSTE CIRC H.A. 12m PROYECTADO |
| C11 POSTE CIRC H.A. 11m EXISTENTE | C11 POSTE CIRC H.A. 11m PROYECTADO |
| C10 POSTE CIRC H.A. 10m EXISTENTE | C10 POSTE CIRC H.A. 10m PROYECTADO |
| C9 POSTE CIRC H.A. 9m EXISTENTE | C9 POSTE CIRC H.A. 9m PROYECTADO |
| C12 POSTE CIRC DE FIBRA 12m EXISTENTE | C12 POSTE CIRC DE FIBRA 12m PROYECTADO |
| C9 POSTE CIRC MADERA 9m EXISTENTE | C9 POSTE CIRC MADERA 9m PROYECTADO |
| TENSOR DE TT BT EXISTENTE | TENSOR DE TT BT PROYECTADA |
| TENSOR DE TT MT EXISTENTE | TENSOR DE TT MT PROYECTADA |
| TENSOR DOBLE A TIERRA EXISTENTE | TENSOR DOBLE A TIERRA PROYECTADA |
| TENSOR FAROL DE TT EXISTENTE | TENSOR FAROL DE TT BT PROYECTADO |
| TENSOR FAROL DE TT MT EXISTENTE | TENSOR FAROL DE TT MT PROYECTADO |
| TENSOR POSTE DE BT EXISTENTE | TENSOR POSTE DE BT PROYECTADO |
| TENSOR POSTE DE MT EXISTENTE | TENSOR POSTE DE MT PROYECTADO |
| TENSOR POSTE DOBLE EXISTENTE | TENSOR POSTE DOBLE PROYECTADO |
| LUMINARIA CERRADA SODIO nW AUTOCENTRALADA DOBLE NIVEL DE POTENCIA | LUMINARIA CERRADA SODIO nW AUTOCENTRALADA DOBLE NIVEL DE POTENCIA PROYECTADA |
| nM VIVIENDA-ABONADO - n MEDIDORES | nM VIVIENDA-ABONADO - n MEDIDORES |
| TRANSFORMADOR TRIFÁSICO CONVENCIONAL EXISTENTE | TRANSFORMADOR TRIFÁSICO CONVENCIONAL PROYECTADO |
| TRANSFORMADOR MONOFÁSICO CONVENCIONAL EXISTENTE | TRANSFORMADOR MONOFÁSICO CONVENCIONAL PROYECTADO |
| TRANSFORMADOR 1F PADMOUNTED AUTOPROTEGIDO EXISTENTE | TRANSFORMADOR 1F PADMOUNTED AUTOPROTEGIDO PROYECTADO |
| SECCIONADOR FUSIBLE ABIERTO EXISTENTE | SECCIONADOR FUSIBLE ABIERTO PROYECTADO |
| SECCIONADOR CUCHILLA CAM-APAG. CHISPAS EXISTENTE | POZO DE REVISION PROYECTADO TIPO B. PARA MV-BV (L=0.90; A=0.90; P=0.90m) |
| RED DE MT EXISTENTE | BANCO DE DUCTO CONFIG. 1X3B; (L=0.60m; A=0.47m; P=0.87m) |
| RED DE BT EXISTENTE | PUESTA A TIERRA |
| RED SUBTERRANEA BT EXISTENTE | PROYECTADA |
| RED SUBTERRANEA MT EXISTENTE | RED DE BT PROYECTADA |
| RED DE BT EXISTENTE | RED DE BT PROYECTADA |
| e EXISTENTE | e EXISTENTE |
| r REUTILIZADO | r REUTILIZADO |
| u REUBICADO | u REUBICADO |
| a CONDUCTOR DE CU-TTU 6 AWG-2F3C | A CONDUCTOR DE ALUMINIO ASC |
| b CONDUCTOR DE CU-TTU 6 AWG-3F4C | B CONDUCTOR DE ALUMINIO ACSR |
| c CONDUCTOR DE CU-TTU 6 AWG-2F2C | G CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO |

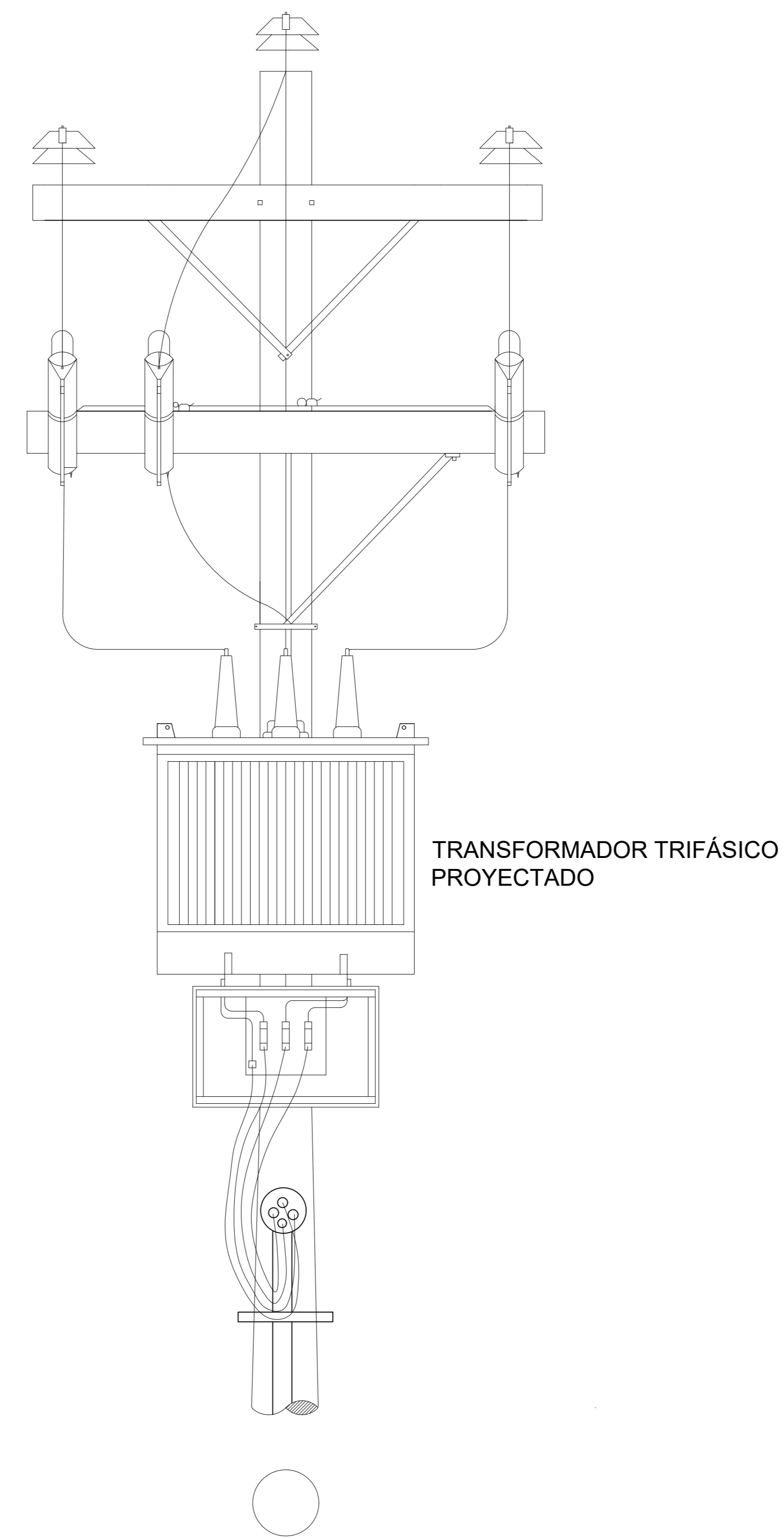
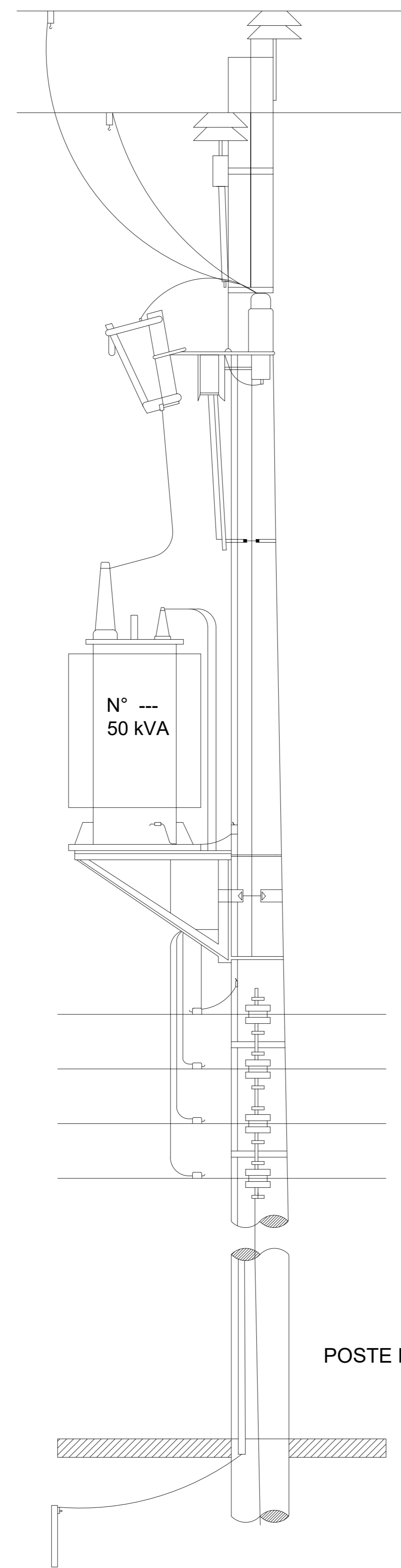


| | | |
|--|----------------|--|
| UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA | | |
| F.E.I.R.N.N.R. | | INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA |
| DISEÑO ELÉCTRICO DEL TALLER METAL INDUSTRIAS FERNÁNDEZ "MIF" | | |
| Provincia: Loja | Cantón: Loja | Parroquia: Sucre |
| Autor: Geovanny Alexander Tipan Fernández | | Tutor: Ing. Iván Alberto Coronel Villavicencio |
| Fecha: Marzo 2023 | Lámina: Lámina | Escala: 1/100 |

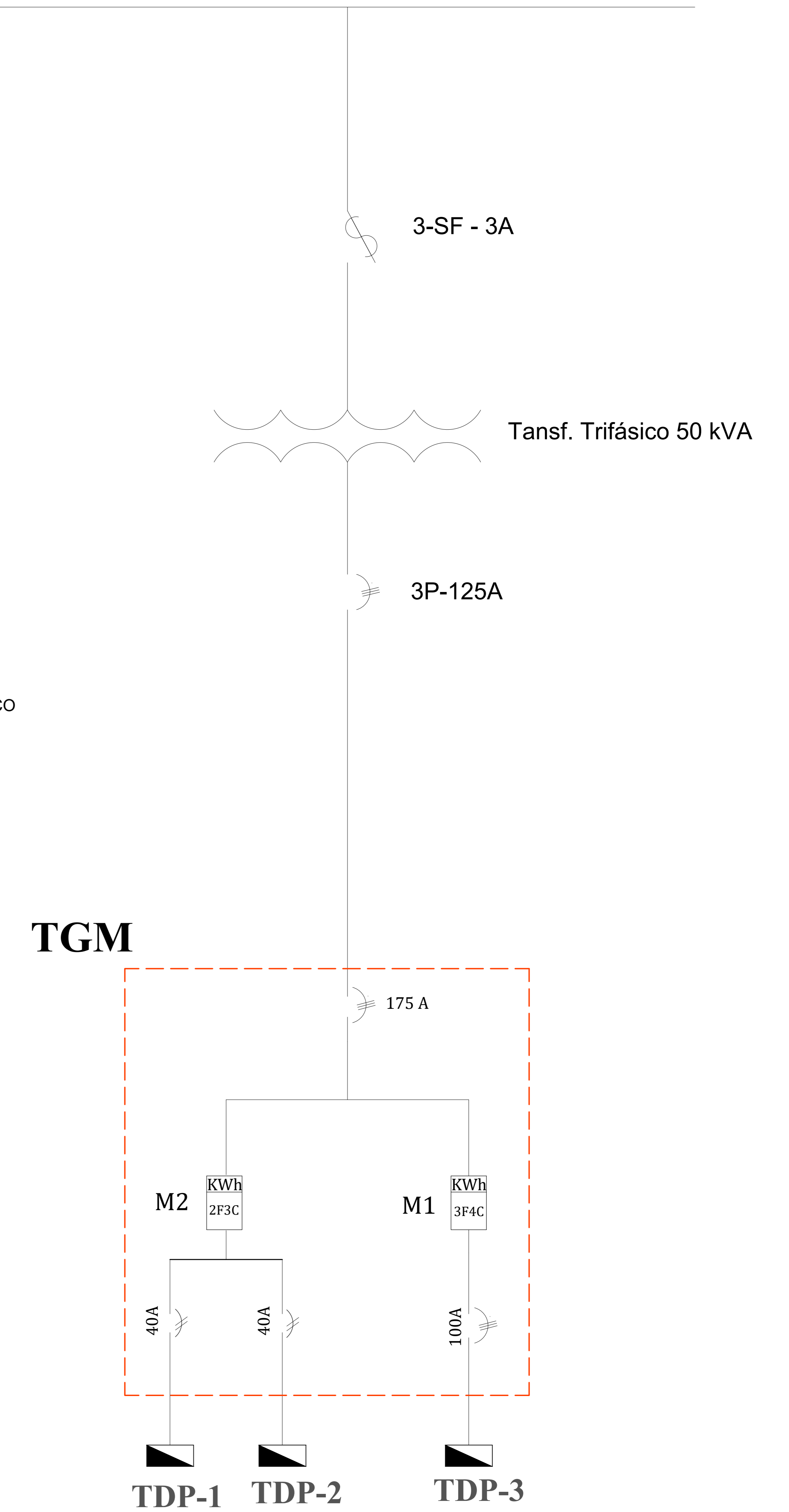


LEYENDA

- A.- Visor de lectura
- B.- Medidor de energía
- C.- Interruptor termomagnético
- D.- Marco de hierro de 1/2"
- E.- Conector metálico EMT 2 1/2"
- F.- Barra de cobre para fases
- G.- Barra de cobre para el neutro 20x2 mm
- H.- Sobrefondo
- I.- Aislador de barra de 30 mm 600 V.
- J.- Armella de Seguridad
- K.- Bisagras
- L.- Borne para puesta a tierra



Alimentador trifásico



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

F.E.I.R.N.N.R.

INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

DISEÑO ELÉCTRICO DEL TALLER METAL INDUSTRIAS FERNÁNDEZ "MIF"

Provincia: Loja

Cantón: Loja

Parroquia: Sucre

Autor: Geovanny Alexander Tipan Fernández

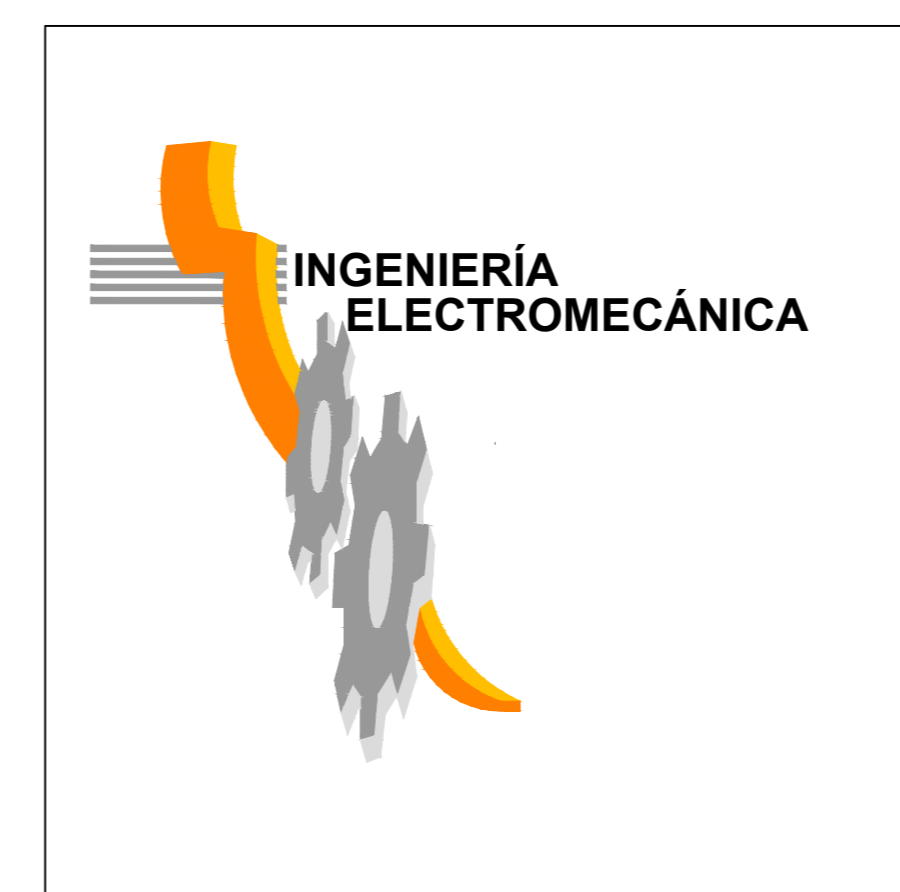
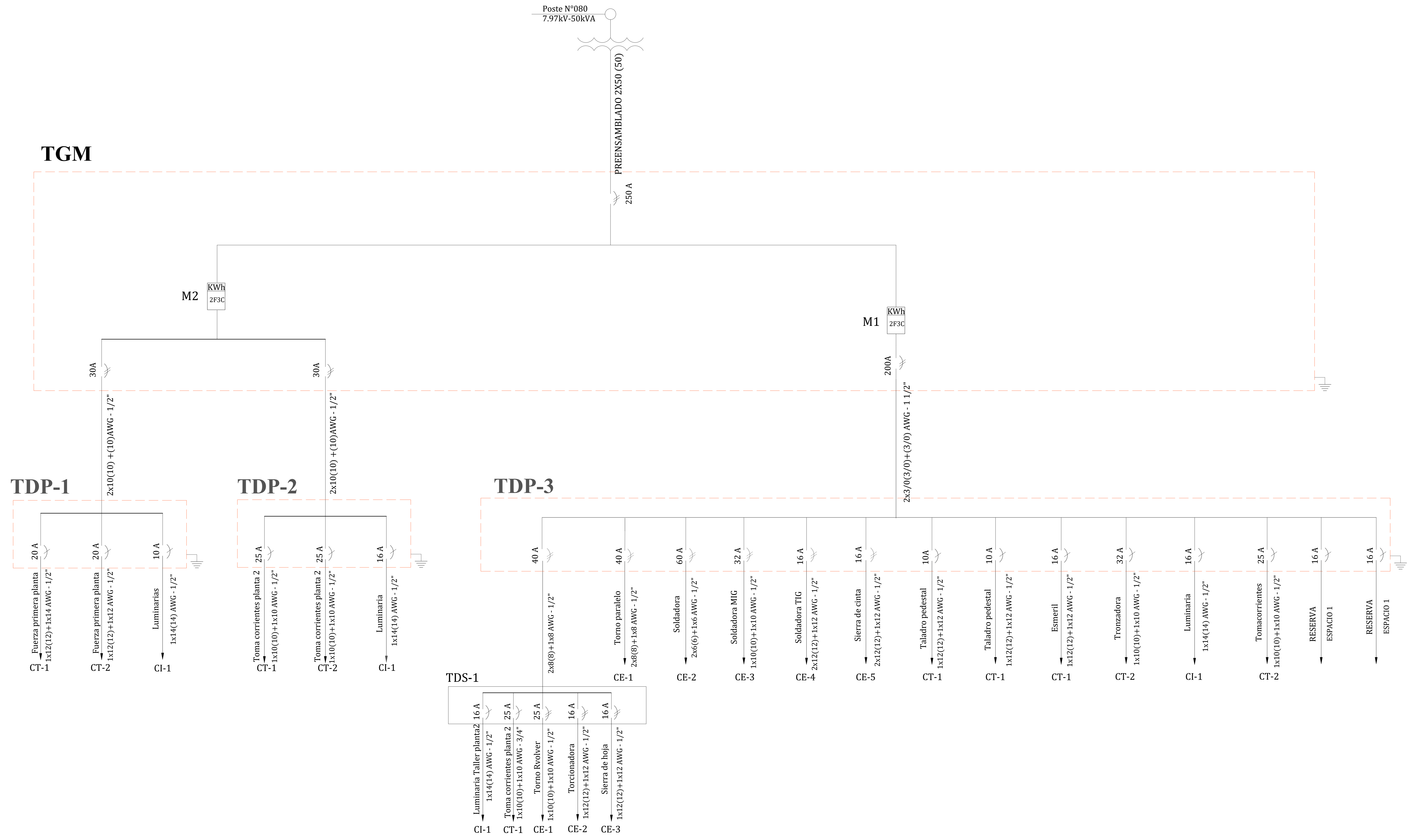
Tutor: Ing. Iván Alberto Coronel Villavicencio

Fecha: Marzo 2023

Lámina:

Lámina

Escala: 1/100



| | | |
|---|--------------|--|
| UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA | | |
| F.E.I.R.N.N.R. | | INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA |
| DISEÑO ELÉCTRICO DEL TALLER METAL INDUSTRIAS FERNÁNDEZ "MIF" | | |
| Provincia: Loja | Cantón: Loja | Parroquia: Sucre |
| Autor: Geovanny Alexander Tipan Fernández | | Tutor: Ing. Iván Alberto Coronel Villavicencio |
| Fecha: Marzo 2023 | Lámina: | Lámina |
| | | Escala: 1/100 |

Anexo 8. Certificado de traducción del resumen.



Loja, 25 de octubre de 2024

Lic. Karina Yajaira Martínez Luzuriaga

LICENCIADA EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN MENCIÓN INGLÉS

CERTIFICO:

Yo, Karina Yajaira Martínez Luzuriaga con cédula de identidad Nro. 1104902679, **Licenciada en Ciencias de la Educación Mención Inglés** por la Universidad Técnica Particular de Loja, con número de registro 1031-2022-2574017 en la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación, señalo que el presente documento es fiel traducción del idioma español al idioma inglés del resumen del Trabajo de Integración Curricular denominado **ANÁLISIS DE LA RED MONOFÁSICA DEL TALLER DE MECÁNICA INDUSTRIAL "MIF" Y SU DISEÑO ELÉCTRICO.**, elaborado por el Sr. **Geovanny Alexander Tipán Fernández**, con cédula de identidad Nro. **1104864879**, estudiante egresado de la carrera de **Ingeniería Electromecánica** de la Universidad Nacional de Loja.



Lic. Karina Yajaira Martínez Luzuriaga

C.I. 1104902679

REGISTRO SENESCYT N°: 1031-2022-2574017