



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA
PROPUESTA TECNOLÓGICA

TEMA:

Repotenciación del Sistema de Control y Distribución de Cargas Eléctricas para las Bombas de Vacío de la Hacienda “El Futuro S.A.”

Tesis de grado presentada previo a la obtención del Título de Ingeniero Electromecánico

Autores:

Tipan Caisa Luis Wilmer

Toaquiza Toaquiza José Abelardo

Tutora:

Ing. Ms.C. Freire Andrade Verónica Paulina

LATACUNGA - ECUADOR

MARZO 2023



DECLARACIÓN DE AUDITORÍA

“Nosotros, Tipan Caisa Luis Wilmer y Toaquiza Toaquiza José Abelardo, declaramos ser autores de la presente Propuesta Tecnológica: **Repotenciación del Sistema de Control y Distribución de Cargas Eléctricas para las Bombas de Vacío de la Hacienda “El Futuro S.A.”**, siendo la Ing. Ms.C. Freire Andrade Verónica Paulina, tutora del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad

Atentamente,

Tipan Caisa Luis Wilmer
C.I. 0550026249

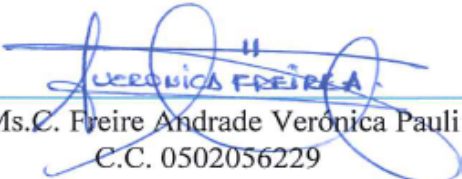
Toaquiza Toaquiza José Abelardo
C.I. 0504116161



AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título: **Repotenciación del Sistema de Control y Distribución de Cargas Eléctricas para las Bombas de Vacío de la Hacienda “El Futuro S.A”**, de Tipan Caisa Luis Wilmer y Toaquiza Toaquiza José Abelardo, de la carrera de Ingeniería Electromecánica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, febrero 2023


Ing. Ms.C. Freire Andrade Verónica Paulina
C.C. 0502056229



APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA y aplicadas; por cuanto, el o los postulantes: Tipan Caisa Luis Wilmer, Toaquiza Toaquiza José Abelardo, con el título de Proyecto de titulación: **Repotenciación del Sistema de Control y Distribución de Cargas Eléctricas para las Bombas de Vacío en la Hacienda “El Futuro S.A”** han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, febrero 2023

Para constancia firman:

Lector 1 (Presidente)
Ing. Reinoso Peñaherrera Héctor Raúl
CC: 0502150899

Lector 2
Ing. Torres Tamayo Enrique
CC: 1757121940

Lector 3
Ing. Pacheco Mena Carlos Francisco
CC: 0503072902



AVAL DE IMPLEMENTACIÓN

Latacunga, febrero del 2023

Ing. Cristian Gallardo

**DOCENTE DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
COORDINADOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**

Presente. -

En calidad de Coordinador de Área Mantenimiento, ubicado en la provincia de Tungurahua – Ambato, confirmo la realización del proyecto como Propuesta Tecnológica **Repotenciación del Sistema de Control y Distribución de Cargas Eléctricas para las Bombas de Vacío en la Hacienda “El Futuro S.A”**. Implementado por los señores estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi, carrera de Ingeniería Electromecánica; Luis Wilmer Tipan Caisa con C.I. 055002624-9 y José Abelardo Toaquiza Toaquiza con C.I. 050411616-1.

Es cuanto puedo certificar en honor a la verdad, se expide el presente para el interesado pueda hacer uso para los fines que crea conveniente.

Atentamente,

Ing. Miguel Ángel Taípe
Coordinador de Área Mantenimiento
C.C. 1715636211



AGRADECIMIENTO

Todo mi agradecimiento le doy a Dios por haberme otorgado una familia maravillosa, quienes creyeron en mí siempre, dándome ejemplo de humildad, sacrificio y perseverancia, las mismas que me ayudaron a cumplir todas mis metas propuestas.

A mis padres María Tipan y José Caisa, por brindarme su apoyo incondicional en todo momento, quienes han creído en mí, dándome aliento de seguir adelante para cumplir esta meta.

A mi esposa Perla Huambio, quien estuvo apoyándome en todo momento, ayudándome a levantar de cada tropiezo que pone la vida.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi por abrirme sus puertas, por darme la oportunidad de mejorar mis conocimientos en su entidad, como no agradecer a los docentes y a mi tutora, quienes, con esmero y dedicación, compartieron sus conocimientos para cumplir con y desarrollar este trabajo.

LUIS



AGRADECIMIENTO

Hacia las personas que Dios puso en mi camino y que colaboraron de manera directa e indirecta en el presente trabajo.

Para todas las personas que forman parte de mi vida; padre, madre, hermanos y hermanas quien me brindo todos los consejos para realizar este proyecto, gracias por su sencillez, humildad, colaboración y amistad hacia mi persona.

Un agradecimiento especial a todos mis profesores y en especial a mi tutora Ing. Ms.C. Freire Andrade Verónica Paulina, por haber sido quien respaldó y creyó en el proyecto realizado. A todos ustedes gracias, Dios los cuide siempre.

JOSE



DEDICATORIA

Este logro lo dedico a toda mi familia por todo el apoyo que brindaron y pusieron su confianza en mí y mis capacidades.

A mis padres José Caisa y María Tipan, quienes con su esfuerzo y sacrificio me brindaron la oportunidad de obtener esta carrera.

A mis hermanos Alexis Caisa y Karla Caisa, quienes con sus palabras de aliento no me dejaron decaer para seguir adelante y siempre sea perseverante y cumpla con sus ideales.

A mi esposa Perla Huambio, por creer en mí y mis capacidades, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre ha estado regalándome su cariño y comprensión.

LUIS



DEDICATORIA

Este logro está dedicado a:

En primer lugar, a Dios quien me ha llenado de sabiduría y me ha cuidado durante todo el trayecto de mi vida, hasta el día de hoy.

A mis padres Julio Toaquiza y María Toaquiza quienes, con todo su amor, sus consejos, su paciencia, su esfuerzo y dedicación, me han permitido alcanzar este sueño, gracias a su ejemplo de valentía, superación y nunca darse por vencido a pesar de las adversidades en la vida.

A todos mis familiares y amigos quienes siempre me han llenado de palabras de motivación y aliento para seguir luchando y no darme por vencido.

JOSÉ

ÍNDICE DE CONTENIDO

PORTADA	i
DECLARACIÓN DE AUDITORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	iv
AVAL DE IMPLEMENTACIÓN	v
AGRADECIMIENTO	vi
AGRADECIMIENTO	vii
DEDICATORIA	viii
DEDICATORIA	ix
ÍNDICE DE CONTENIDO	x
ÍNDICE TABLAS	xiii
ÍNDICE FIGURAS	xiv
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
AVAL DE TRADUCCIÓN	xvii
INFORMACIÓN GENERAL	1
1. INTRODUCCIÓN	2
1.1. EL PROBLEMA	2
1.1.1. Planteamiento del problema	2
1.1.1. Diagrama Ishikawa	3
1.1.2. Formulación del problema	4
1.2. OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN	4
1.2.1. Objeto	4
1.2.2. Campo de acción	5
1.3. BENEFICIARIOS	5
1.3.1. Beneficiarios directos	5
1.3.2. Beneficiarios indirectos	5
1.4. JUSTIFICACIÓN	6

1.5.	ALCANCE	6
1.6.	HIPÓTESIS.....	7
1.7.	VARIABLE INDEPENDIENTE.....	7
1.8.	VARIABLE DEPENDIENTE.....	7
1.9.	OBJETIVOS	7
1.9.1.	Objetivo general	7
1.9.2.	Objetivos específicos.....	7
1.10.	SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	8
2.	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	9
2.1.	ANTECEDENTES.....	9
2.2.	MARCO REFERENCIAL	11
2.2.1.	Acometida	12
2.2.2.	Caída de tensión	12
2.2.3.	Tablero de control y fuerza.....	13
2.2.4.	Elementos de fuerza	13
2.2.5.	Barra de distribución eléctrico	13
2.2.6.	Transformador reductor.....	14
2.2.7.	Interruptor termomagnético.....	14
2.2.8.	Guardamotor.....	15
2.2.9.	Contactador	15
2.2.10.	Relé	15
2.2.11.	Temporizador	16
2.2.12.	Elementos de control	16
2.2.13.	Pulsadores.....	16
2.2.14.	Luz piloto	17
2.2.15.	Selectores de tres posiciones	17
2.2.16.	UPS (Fuente de Poder Interrumpible)	17
2.2.17.	Distribución de cargas eléctricas.....	17
2.2.18.	Banco de condensador.....	18

2.2.19.	Sistema de puesta a tierra	21
2.2.20.	Sistema de Refrigeración	24
2.2.21.	Bombas de vacio	24
2.3.	METODOLOGÍA	25
2.3.1.	Técnicas e Instrumentos	25
2.4.	Flujograma de la Metodología	26
2.5.	DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPOS ELÉCTRICOS	27
2.6.	INGRESO DE CARGAS	27
2.6.1.	Formulación para el dimensionamiento del conductor	27
2.7.	TABLEROS DE CONTROL	28
2.7.1.	Formulación para el dimensionamiento del guardamotor	30
2.7.2.	Formulación para la distribución de cargas eléctricas.....	31
2.7.3.	Formulación para el dimensionamiento de una puesta a tierra	31
2.7.4.	Formulación para el dimensionamiento del banco de condensares.....	33
2.8.	SELECCIÓN DE EQUIPOS.....	34
2.9.	HERRAMIENTAS Y EQUIPOS DE PPP	35
3.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	36
3.1.	Análisis de la caída de tensión	37
3.2.	Diagrama de caída de tensión.....	39
3.3.	Datos de la corriente nominal del relé.....	40
3.4.	Análisis de distribución de cargas eléctricas	40
3.5.	Diagrama de cargas eléctricas	41
3.6.	Análisis del sistema de puesta a tierra.....	42
3.7.	Análisis corrección de factor de potencia.....	43
3.8.	Diagrama de corrección de factor de potencia	43
3.9.	Análisis medidas de la radiación calorífica con cámara termográfica	45
3.10.	EVALUACIÓN TÉCNICO, SOCIAL, AMBIENTAL Y/O ECONÓMICA	45
3.10.1.	Evaluación Técnico	45
3.10.2.	Ambiental	46

3.10.3.Económico.....	46
3.10.4.Gatos de los proyectos directos e indirectos	47
3.11. VAN Y TIR.....	49
3.11.1.Diagrama de VAN y TIR.....	50
4. CONCLUSIONES DEL PROYECTO	51
4.1. CONCLUSIONES	51
4.2. RECOMENDACIONES	51
5. BIBLIOGRAFÍA.....	52
6. ANEXO 1. INFORME ANTIPLAGIO PROYECTO DE TITULACIÓN.....	55
7. ANEXOS DE IMPLEMENTACIÓN.....	57
7.1. MEMORIA DE CÁLCULO.....	57
7.1.1. Anexo 2: Dimensionamiento del conductor	57
7.1.2. Anexo 3: Dimensionamiento del guardamotor.....	58
7.1.3. Anexo 4. Distribución de cargas eléctricas	60
7.1.4. Anexo 5. Dimensionamiento de un sistema de puesta a tierra	61
7.1.5. Anexo 6. Dimensionamiento del banco de condensadores	62
7.2. ANEXOS DE TRABAJO	65
7.3. ANEXOS.....	80

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1. Beneficiarios directos.	5
Tabla 2. Beneficiarios indirectos.	5
Tabla 3. Sistema de tareas.	8
Tabla 4. Norma de técnica ecuatoriana (INEN).	13
Tabla 5. Resistividad de la tierra según el tipo de terreno.	22
Tabla 6. Resistividad del terreno.	22
Tabla 7. Capacidad del dispositivo automático.	23
Tabla 8. Valores máximos de resistencia.	23
Tabla 9. Selección de equipos que existe en el mercado.	35
Tabla 10. Herramientas y equipos de PPP.	35
Tabla 11. Medida de las tensiones	38
Tabla 12. Datos monofásicos para conductor AWG calibre N ° 2.	38
Tabla 13. Medidas de tensión en cada una de las líneas.	39
Tabla 14. Medida de las tensiones	40
Tabla 15: Cargas Eléctricas conectadas al tablero de control.	40
Tabla 16. Medidas de corriente en cada línea.	41
Tabla 17. Resistencia del terreno.	42
Tabla 18. Análisis de sistema puesta tierra.	43
Tabla 19. Análisis de corrección de factor de potencia.	43
Tabla 20. Análisis de pérdidas de producción.	46
Tabla 21. Análisis de pérdidas por penalización en la planilla eléctrica.	46
Tabla 22. Análisis pérdidas.	46
Tabla 23. Listado de materiales para la repotenciación y corrección de factor de potencia.	47
Tabla 24. Gasto de materiales para sistema de puesta tierra.	48
Tabla 25. Gasto de repotenciación del sistema eléctrico	48
Tabla 26. Ganancia de la producción de leche por cada mes.	49
Tabla 27. Conductores con calibre AWG.	65

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1. Diagrama Ishikawa.	3
Figura 2. Diagrama de flujo (Problemas).....	11
Figura 3. Barra de distribución eléctrica.	14
Figura 4. Fuente de alimentación.	14
Figura 5. Interruptor termomagnético.	14
Figura 6. Guardamotor (Siemens).....	15
Figura 7. Contactor.....	15
Figura 8. Relé.....	16
Figura 9. Temporizador.	16
Figura 10. Pulsador iluminado.	17
Figura 11. Triangulo de potencia.....	19
Figura 12. Diagrama de flujo (Problemas).....	26
Figura 13. Caída de tensión.....	39
Figura 14. Distribución eléctrica mediante la corriente.	41
Figura 15. Distribución eléctrica mediante la POTENCIA.....	42
Figura 16. Corrección de factor de potencia.	44
Figura 17. Costo de penalización.	44
Figura 18. Punto caliente del tablero eléctrico.....	45
Figura 19. Ganancia de la producción de leche por cada mes.	50
Figura 20. Corrección de factor de potencia.	63



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TEMA: Repotenciación del Sistema de Control y Distribución de Cargas Eléctricas para las Bombas de Vacío en la Hacienda “El Futuro S.A.”

Autores:

Tipan Caisa Luis Wilmer
Toaquiza Toaquiza José Abelardo

RESUMEN

La Hacienda “El Futuro S.A.” antes de la implementación de la propuesta tecnológica los sistemas eléctricos estaban mal diseñadas al igual que la distribución de cargas eléctricas, dejando inhabilitados a los equipos electromecánicos, las mismas que fueron causadas por una inadecuada instalación eléctrica en el tablero de distribución lo, cual influía negativamente en el factor de potencia y la existencia de un mal dimensionamiento de los equipos eléctricos, por lo que surgió la oportunidad de repotenciar el tablero de control eléctrico y la distribución de cargas eléctricas a los equipos de ordeño, mediante la implementación de un banco de condensadores para corregir el factor de potencia e implementar el sistema de puesta tierra para proteger a los equipos de ordeño de descargas eléctricas en la Hacienda “El Futuro S.A.”, dicha investigación corresponde a la modalidad de propuesta tecnológica, que se llevó a cabo mediante métodos de investigación inductiva, científica y experimental, que permitieron obtener las estrategias necesarias para el desarrollo del rediseño de los sistemas eléctricos a instalar, obteniendo como resultados del conductor AWG de calibre N° 2, guardamotors de (20 – 25) A, banco de condensador de 6,66 kVAR, y sistema de puesta tierra con una resistencia de 5 ohmios para evitar pérdidas de equipos electrónicos sensibles. Mediante las instalaciones de equipos eléctricos se logró a corregir del factor de potencia que anteriormente era de 0,87 a 0,94 y se logró obtener una disminución de caídas de tensión para el funcionamiento de todos los equipos eléctricos, creando una producción continua en el ordeño.

Palabras clave:

Sistema eléctrico, Factor de potencia, Puesta tierra, Producción, y Caída de tensión.



TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES

SUBJECT: "Repowering the Electrical Load Control and Distribution System for the Vacuum Pumps at the "El Futuro S.A." Farm."

Authors:

Tipan Caisa Luis Wilmer
Toaquiza Toaquiza José Abelardo

ABSTRACT

The "El Futuro S.A." Farm. Before the implementation of the technological proposal, the electrical systems were poorly designed as well as the distribution of electrical loads, leaving the electromechanical equipment disabled, which were caused by an inadequate electrical installation in the distribution board, which had a negative influence on the power factor and the existence of a bad sizing of electrical equipment. Therefore, the opportunity arose to repower the electrical control panel and the distribution of electrical loads to the milking equipment, through the implementation of a capacitor bank to correct the power factor and implement the grounding system to protect the milking equipment from electrical discharges at the Hacienda "El Futuro S. A.". A.", this research corresponds to the modality of technological proposal, which was carried out by means of inductive, scientific and experimental research methods, which allowed obtaining the necessary strategies for the development of the redesign of the electrical systems to be installed, receiving as results the AWG conductor of caliber No. 2, motor protectors of (20 - 25) A, capacitor bank of 6.66 kVAR, and grounding system with a resistance of 5 ohms to avoid losses of sensitive electronic equipment. Through the installation of electrical equipment, it was possible to correct the power factor, which previously was 0.87 to 0.94, and to obtain a decrease in voltage drops for the operation of all electrical equipment, creating a continuous production in the milking plant.

Keywords: Electrical system, Power factor, Grounding, Production, and Voltage drop.



UNIVERSIDAD
TÉCNICA DE
COTOPAXI



CENTRO
DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“REPOTENCIACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL Y DISTRIBUCIÓN DE CARGAS ELÉCTRICAS PARA LAS BOMBAS DE VACÍO EN LA HACIENDA “EL FUTURO S.A.”** presentado por: **Tipan Caisa Luis Wilmer y Toaquiza Toaquiza José Abelardo**, egresados de la Carrera de: **Ingeniería Electromecánica**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, Febrero del 2023

Atentamente,



MAYRA CLEMENCIA
NOROÑA HEREDIA



CENTRO
DE IDIOMAS

Lic. Mayra Clemencia Noroña Heredia, Mg.
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC
CI:0501955470

INFORMACIÓN GENERAL

Título:	Repotenciación del Sistema de Control y Distribución de Cargas Eléctricas para las Bombas de Vacío en la Hacienda “El Futuro S.A.”
Fecha de inicio:	Octubre 2022.
Fecha de finalización:	Marzo 2023.
Lugar de ejecución:	Zona 3, Tungurahua, Ambato, Camino Real - Samanga.
Facultad que auspicia:	Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas.
Carrera que auspicia:	Ingeniería Electromecánica.
Proyecto de investigación vinculado:	No aplica.
Equipo de Trabajo:	
Tutor:	Ing. Ms.C. Freire Andrade Verónica Paulina
Postulantes:	Tipan Caisa Luis Wilmer Toaquiza Toaquiza José Abelardo
Área de Conocimiento:	07 Ingeniería, industria y construcción / 071 Ingeniería y profesiones afines / 0713 Electricidad y energía.
Línea de investigación:	Procesos Industriales.
Sublínea de investigación de la Carrera:	Energética en sistemas electromecánicos y uso de fuentes renovables de energía.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. EL PROBLEMA

1.1.1. Planteamiento del problema

La Hacienda “El Futuro S.A.” no contaba con un buen funcionamiento del sistema de control eléctrico y distribución cargas eléctricas a los equipos de ordeño, dejando inhabilitados a los equipos electromecánicos, debido a que las instalaciones eléctricas y de control eléctrico no se encuentran dimensionadas correctamente por lo que surgió la oportunidad de mejorar dicha etapa, esto permitirá tener una mejoría del tiempo y la producción continua del ordeño, de tal razón la hacienda abre las puertas a los tesistas para la propuesta tecnológica de la repotenciación del sistema de control y distribución cargas eléctricas a los equipos de ordeño.

La Hacienda “El Futuro S.A.” no cuenta con eficiente de producción por la existencia de paros no planificados en la producción. Mediante un previo estudio se logró identificar el problema que se presenta y de esta manera crear estrategias que permitan recolectar información concreta para implementar una solución, para efectuar el buen funcionamiento del tablero de control eléctrico, la creación de espacios de trabajo seguros y cómodos, promueve ambientes seguro y ergonómico, así el colaborador podrá sentirse comprometido generando una identidad en la Hacienda “El Futuro S.A.” esto generará entre otros muchos beneficios como dando el aseguramiento de la calidad de los productos que serán entregados al cliente.

Para un preciso diagnóstico, se tomó en cuenta la condición actual en la que se encuentra el tablero de control eléctrico y sus instalaciones, adquiriendo como resultado los siguientes puntos a mejorar:

- Implementación de protecciones electromecánicos a las bombas de vacío.
- Mejoramiento del tablero control eléctrico.
- Implementación de banco de condensadores para la corrección de factor de potencia.
- Implementación de un sistema puesta a tierra.

Ventajas

- Tiempo producción continúa
- Bajo costo en la tarifa eléctrica
- Protecciones de las descargas eléctricas

- La protección de los equipos sensibles

Desventajas

- Inadecuado conocimiento técnico
- Mala manipulación de equipos eléctricos

Inadecuada distribución de cargas eléctricas a los equipos de ordeño que influye negativamente en el factor de potencia en la Hacienda “El Futuro S.A.” ubicada en la provincia de Tungurahua, Ambato Camino Real – Samanga.

La disponibilidad continua de distribución de cargas eléctricos, permite mejorar el control de las cargas energéticas hacia las máquinas, por esta razón se ha propuesto la implementación de los equipos de protección para el correcto funcionamiento de las bombas de vacío.

1.1.1. Diagrama Ishikawa

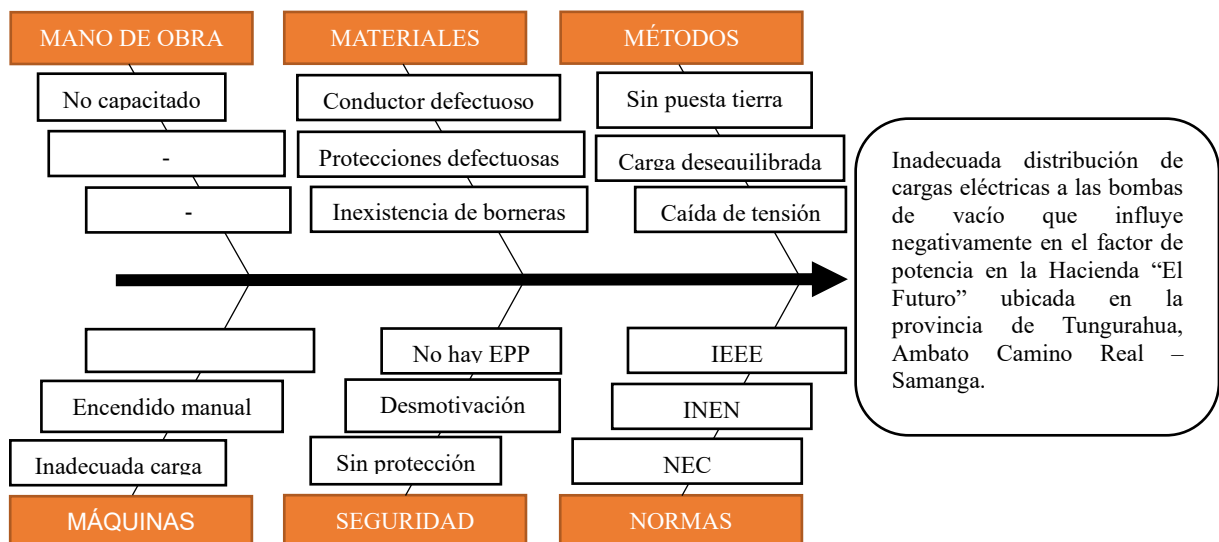


Figura 1. Diagrama Ishikawa.

Debido a la inexistencia de la mano de obra no calificada y personal no capacitado de la Hacienda “El Futuro S.A” se mantenía en malas condiciones, por la misma razón que el personal administrativo, no contaba con conocimientos necesarios en la parte eléctrica para mejorar el tablero de control eléctrico.

La existencia de conductores defectuosos, protecciones defectuosas y la mala distribución de cargas, fueron unas de las causas principales para el mal funcionamiento de los equipos de ordeño.

La metodología utilizada no era la más adecuada, debido a que no existía un control adecuado en el tablero de control eléctrico, una mala distribución de cargas y un mal dimensionamiento de conductores la cual ocasionó un porcentaje elevado de caída de tensión.

La mala distribución de carga a crear paros de producción no planificados en las máquinas de ordeño, dando al operador como única opción de manipular los equipos de protección y encenderlos manualmente.

La falta de espacio seguros en el tablero de control, ayudo a desmotivar a los personales de trabajo, a no rendir la producción correctamente.

No tenía en conocimiento la Norma Internacional IEC 60947-5-1:2003, Aparata de baja tensión y las disposiciones de las reglas generales de la Norma IEC 60947-1. La maniobra de Condensadores de Corrección de Factor de Potencia. La línea de contactores CWMC para maniobra de condensadores fue proyectada de acuerdo a la selección. Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2 – 345 para la normalización de conductores [1].

1.1.2. Formulación del problema

Inadecuada instalación eléctrica en el tablero de distribución lo cual influye negativamente en el factor de potencia en la Hacienda “El Futuro S.A.” ubicada en la provincia de Tungurahua, Ambato Camino Real – Samanga.

1.2. OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN

1.2.1. Objeto

Campo amplio

07. Ingeniería, Industria y construcción

Campo Específico

071. Ingeniería y profesiones afines

Campo detallado

0713. Electricidad y energía

1.2.2. Campo de acción

Repotenciar el tablero del control eléctrico de la Hacienda “El Futuro S.A.” para que el propietario y los trabajadores tengan una mayor seguridad y confiabilidad en la producción. El campo de acción de este estudio se basa en la nomenclatura internacional de UNESCO, será 330000 Ciencias tecnológicas, Ingeniería y tecnología eléctricos, 330602 Aplicaciones eléctricas, 3306.03 Motores Eléctricos, y 3306.08 Interruptores.

1.3. BENEFICIARIOS

1.3.1. Beneficiarios directos

Los beneficiarios directos de la propuesta tecnológica son el propietario y administrador de la Hacienda “El Futuro S.A.”

En la siguiente tabla se detalla los beneficiarios directos:

Tabla 1. Beneficiarios directos.

Puntos de trabajo	Cantidad	Sexo
Propietario de la Hacienda “El Futuro S.A.”	1	Masculino
Administrador de la Hacienda “El Futuro S.A.”	1	Masculino

Elaborado por: Autores.

1.3.2. Beneficiarios indirectos

Los beneficiarios indirectos son las demás áreas que conforma a la Hacienda “El Futuro S.A.” con un total de 5 personas, contribuyendo a la mejora de la producción en el ordeño.

También se consideran como beneficiarios indirectos las futuras promociones de estudiantes de la Carrera de Ingeniería Electromecánica que deseen investigar sobre este objeto y campo de acción, relacionado a la mejora del factor de potencia.

Tabla 2. Beneficiarios indirectos.

Hombres	Mujeres	Total
2	3	5

Elaborado por: Autores.

1.4. JUSTIFICACIÓN

Se desea repotenciar el tablero de control eléctrico y la distribución de cargas eléctricas a los equipos de ordeño en la Hacienda “El Futuro S.A.” e implementar un banco de condensadores para la corrección de factor de potencia.

En la actualidad el sistema eléctrico, que distribuye las cargas eléctricas a cada una de los equipos de ordeño, se encuentra desequilibrada, y es importante dar un mantenimiento preventivo en cuanto a las instalaciones eléctricas. Las mismas que contarán, con acometidas, tablero de control eléctrico, contactores, interruptores termomagnéticos e implementación de dos guardamotors, para alargar la vida útil de los equipos, de tal manera que la producción sea continua y no exista paros de producción no planificadas.

Es factible la repotenciación e implementar banco de condensadores en el tablero de control eléctrico para acreditar la seguridad en las protecciones de las máquinas y equipos. Todo consumidor de energía eléctrica, debe ser dimensionado correctamente, asegurando que la energía eléctrica sea estable, seguro y eficiente.

Un estudio de calidad y distribución de energía nos brinda información útil, preciso y eficaz, donde nos permite evaluar y despejar inconvenientes en el sistema eléctrico, así podemos mejorar y repotenciar el tablero eléctrico y distribución de cargas eléctricas a las bombas de vacío.

Los parámetros de estudio realizado nos permiten ayudar con una visión al alcance de la integridad, de las distribuciones y uso adecuado de la energía eléctrica, con el objetivo de equilibrar las cargas y la producción sea de calidad en la Hacienda “El Futuro S.A.” de la ciudad de Ambato.

1.5. ALCANCE

El trabajo cubre las siguientes áreas que a continuación detallamos:

- Repotenciar el tablero eléctrico y la distribución de cargas eléctricas e implementar equipos de protección.
- Planos eléctricos del tablero de control – fuerza.
- Implementar banco de condensadores.
- Implementar sistema de puesta tierra.

1.6. HIPÓTESIS

Al repotenciar el tablero de control eléctrico y la distribución de cargas eléctricas a las bombas de vacío mediante la implementación de un banco de condensadores se logrará corregir el factor de potencia en la Hacienda “El Futuro S.A.” ubicada en la provincia de Tungurahua, Ambato Camino Real – Samanga.

1.7. VARIABLE INDEPENDIENTE.

La repotenciación del tablero de control eléctrico y la distribución de cargas eléctricas a los equipos de ordeño de la Hacienda “El Futuro S.A.” ubicada en la provincia de Tungurahua, Ambato Camino Real – Samanga.

1.8. VARIABLE DEPENDIENTE.

Disminuir la caída de tensión y corregir el factor de potencia en la Hacienda “El Futuro S.A.” ubicada en la provincia de Tungurahua, Ambato Camino Real – Samanga.

1.9. OBJETIVOS

1.9.1. Objetivo general

Repotenciar el tablero de control eléctrico y la distribución de cargas eléctricas a las bombas de vacío, mediante la implementación del banco de condensadores para corregir el factor de potencia en la Hacienda “El Futuro S.A.” ubicada en la provincia de Tungurahua, Ambato Camino Real – Samanga.

1.9.2. Objetivos específicos

- Investigar en fuentes bibliográficas sobre todos los aspectos que intervienen con su problemática de repotenciación del tablero de control eléctrico, corrección de factor de potencia y sistema puesta a tierra.
- Mejorar el sistema de control y la distribución de cargas eléctricas a las bombas de vacío mediante la implementación de un banco de condensadores para corregir el factor de potencia en la Hacienda “El Futuro S.A.”
- Implementar equipos de protección para el sistema del control eléctrico y distribución de cargas eléctricas.

- Validar y comprobar el funcionamiento para determinar la corrección del factor de potencia y evitar las penalizaciones por la EEASA.

1.10. SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 3. Sistema de tareas.

Objetivos	Actividad	Resultado de la actividad	Descripción de la actividad
Investigar en fuentes bibliográficas sobre todos los aspectos que intervienen con su problemática de repotenciación del tablero de control eléctrico, corrección de factor de potencia y sistema puesta a tierra.	Revisión de antecedentes de la ingeniería y tecnología eléctrica. Análisis de concepto de repotenciación de control eléctrico.	Seleccionar los calibres de conductores eléctricos y equipos de protección basando en la normativa.	Levantamiento de información, Inspección visual, y fotografías.
Mejorar el sistema de control y la distribución de cargas eléctricas a las bombas de vacío mediante la implementación de un banco de condensadores para corregir el factor de potencia en la Hacienda “El Futuro S.A.”	Identificación de las conexiones eléctricas para realizar los planos.	Desarrollo de los planos eléctricos del sistema de control – fuerza.	Software AutoCAD, donde se desarrollará los planos.
	Análisis del banco de condensadores para la corrección de factor de potencia de la red eléctrica.	Corrección del factor de potencia y evitar las penalizaciones por parte de la empresa eléctrica	Levantamiento de información. Dimensionamiento de condensador.
Implementar equipos de protección para el sistema del control eléctrico y distribución de cargas eléctricas.	Selección de los equipos de protección. Análisis de los equipos de ordeño.	Verificar el buen funcionamiento de los equipos.	Cableado eléctrico y protecciones. Correcto funcionamiento de los equipos.
Validar o comprobar el funcionamiento para determinar la corrección del factor de potencia y evitar las penalizaciones por la EEASA.	Selección de un banco de condensadores para evitar penalizaciones	Verificar el factor de potencia en la planilla eléctrica.	Análisis y ejecución.

Elaborado por: Autores.

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES

En el desarrollo de esta investigación, tomamos como base de información de los proyectos realizados por diferentes autores, basados en la eficiencia energética y control de energía eléctrica, donde tenga relación con el estudio, metodología que sea similares a la propuesta desarrollada.

- Se ha tomado como referencia bibliográfica una tesis publicada en la Universidad Técnica de Cotopaxi Sede La Matriz, previo a la obtención de Título de la Carrera de Ingeniería, Eléctrica con el siguiente tema, Repotenciación de un sistema automatizado de riego del centro experimental Salache, en la Universidad Técnica de Cotopaxi, la investigación fue basada en repotenciar el sistema de control y distribución eléctricas para las bombas de vacío en la Hacienda “El Futuro S.A.” e implementar banco de condensadores para la corrección de factor de potencia de la red eléctrica, donde el funcionamiento de las cargas sea automática y realizar los planos eléctricos de sistema de control y fuerza [2].
- Se propone una mejora de la calidad del servicio eléctrico de la Universidad Técnica de Cotopaxi La Maná mediante la elaboración de nuevas instalaciones eléctricas, se instaló un nuevo tablero secundario para alojarlas, tomando en consideración facilidad de acceso y seguridad, además se implementa un generador eléctrico para evitar pérdidas de actividades académicas y administrativas por falta de energía [3].
- Aplicación y evaluación de las metodologías para el cálculo de pérdidas técnicas en baja tensión para redes de distribución de energía eléctrica de El Salvador según, Munguía Aguilera Josué Israel (2016) en la Universidad De El Salvador (El Salvador) Escuela De Ingeniería Eléctrica. En el presente proyecto los autores proponen, esta investigación está orientada hacia el estudio de los diferentes métodos para la estimación de las pérdidas técnicas en las redes que componen el sistema eléctrico de distribución en BT de diferentes países. Para ello se aplicaron cuatro métodos de suma relevancia explicados detalladamente en los capítulos del proyecto. Las metodologías se aplicaron en una red de distribución de BT real de una empresa distribuidora en El Salvador, donde se evalúan las ventajas y desventajas, así como el nivel de confianza y practicidad de cada uno, para estimar y proponer oficialmente un método en El Salvador [4].

- Determinación de la demanda en transformadores, para los servicios de comercialización en base a los usos de energía, en la empresa eléctrica regional, centro sur para la ciudad de Cuenca según, Campoverde Villavicencio Darwin (2017) en la Universidad de Cuenca (Ecuador) Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería.

En el presente trabajo de investigación los autores nos mencionan que las pérdidas de energía y potencia en los transformadores de energía eléctrica siempre han sido un problema que todos los sectores residencial, comercial, industrial e institucional presentan en gran medida al alto consumo de energía. Para lo cual, se realizarán constataciones físicas, mediciones, registros del consumo actual de los clientes, considerando las pérdidas en acometidas; y, sobre esta base, se analizaron los datos para diseñar una metodología que permita estimar con un alto grado de confiabilidad la demanda en los transformadores de distribución, desde el punto de vista de los usos de energía por parte de los usuarios, tomando como base de cálculo los registros reales de venta de energía por parte de la Empresa a los usuarios, la tarifa de cada usuario, su ubicación y alimentado [5].

- El presente trabajo de tesis nace debido a la necesidad que tenía el colegio industrial Gualaceo con la elaboración de puesta a tierra en sus diferentes dependencias, de tal manera que se cumplan las normas y recomendaciones emitidas por la IEEE, con la finalidad de brindar garantías, a personas, a equipos e instalaciones eléctricas. El desarrollo de este proyecto inicia con la recopilación de información necesaria y adecuada, en función de la base teórica establecida se procede al levantamiento eléctrico de la institución, ya que con el avance del tiempo el espacio físico ha sufrido cambios en su diseño original, los cuales no han sido debidamente documentados.

Finalizado el levantamiento eléctrico se concluyó que el establecimiento no cumple con la normativa y las especificaciones establecidas en el IEEE, motivo por el cual se determinó las dependencias que necesita un sistema de puesta a tierra, la ubicación física de estos sistemas y el tipo de puesta a tierra adecuado para cada uno de ellas; esto se realizó tomando en cuenta los siguientes parámetros: clasificación, uso y ubicación de los ambientes. Los datos establecidos anteriormente nos dan la pauta para iniciar con la construcción de los diferentes sistemas de puesta a tierra, e punto de partida es la determinación de la resistividad del terreno, con la aplicación de las fórmulas correspondiente se diseñó y se construyó cuatro mayas [6].

2.2. MARCO REFERENCIAL

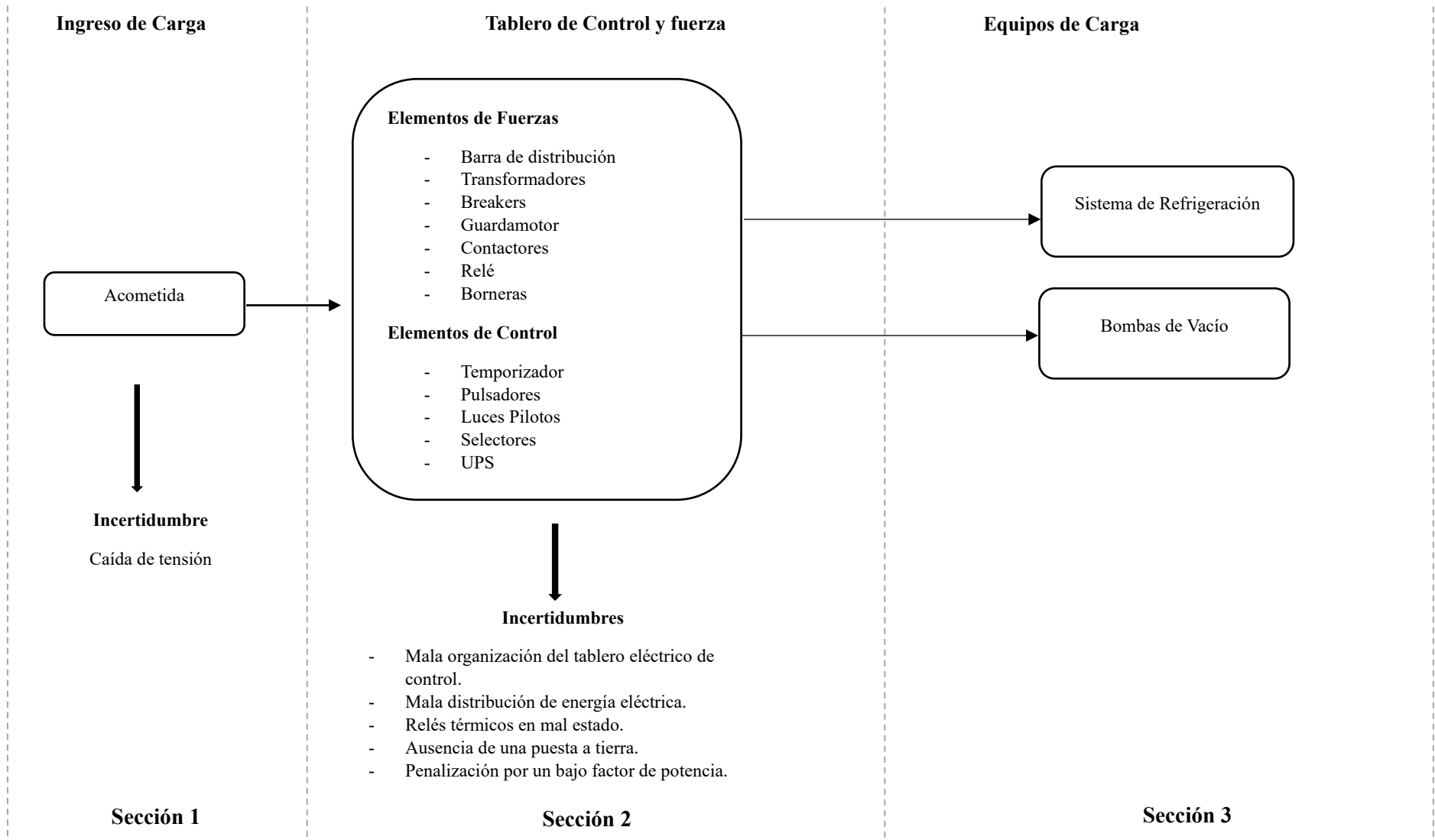


Figura 2. Diagrama de flujo (Problemas).

2.2.1. Acometida

Se denomina acometida al punto de distribución eléctrica que procede de la empresa eléctrica hacia las cajas de protección. Dado a conocer la definición se realiza el estudio para el dimensionamiento del conductor desde la acometida del sistema eléctrico de la Hacienda “El Futuro S.A.”, hasta el medidor ubicado en la residencia, la cual la acometida de la hacienda está compuesta por conductores AWG. Los conductores instalados en la hacienda constan de calibre N° 2 que procede desde el medidor hasta llegar al tablero de distribución [7].

2.2.2. Caída de tensión

La caída de tensión es una diferencia de voltaje que se tiene en los extremos del conductor debido a un paso de la corriente y genera como hoy se le conoce la caída de tensión.

La caída de tensión se puede generar por diversas causas como son:

- La longitud que está extendido el conductor
- La corriente que circula por dicho conductor
- El mal dimensionamiento del conductor
- Temperaturas altas en el conductor

En los conductores de la acometida, en este caso en tablero eléctrico de control – fuerzas se produce caídas de tensión del 10 % con respecto a la tensión nominal, que es diferencia de potencial que existe en cualquier punto, así como en los motores existe caída de tensión, debido a la circulación de la corriente que se genera al poner en funcionamiento de los motores y equipos de protección eléctrico, implica pérdida de energía [8].

Es importante reducir las caídas de tensión en conductores eléctricos, y categorizarlo de acuerdo a tablas predefinidas en la Tabla 27, se toma exactamente la longitud que tendrá la acometida medida desde el poste más cercano hasta el lugar donde se instalará el medidor [9].

Los valores admisibles máximos de caída de tensión según la norma de Comisión Electrotécnica Internacional IEC son del 2% de la mufa al tablero de control y 3 % del tablero hacia las cargas, entonces se puede deducir que el total de la caída máxima admisible en una instalación debe ser un total del 5%.

Según la Norma Técnica Ecuatoriana (INEN) los voltajes normalizados para tensiones nominales de 100 V a 1000 V se deben tomar de entre los valores siguiente:

Tabla 4. Norma de técnica ecuatoriana (INEN).

Sistemas trifásicos de tres hilos	Sistemas trifásicos de cuatro hilos	Sistemas monofásicos de tres hilos
Voltaje nominal V		Voltaje nominal V
60 Hz		60 Hz
208	120/208	120/240
240	120/240	--
--	277/480	--
--	347/600	--
480	--	--
600	--	--

Fuente: NTE INEN 3098 [10].

Entonces se llega a una conclusión de que los voltajes superiores a 120/208 Voltios normalmente están destinados a trabajos en industriales como, por ejemplo, para poner en funcionamiento los equipos de alta potencia [10].

2.2.3. Tablero de control y fuerza

La importancia del tablero de control eléctrico se basa en principalmente control de mando hacia los equipos de ordeño, se trata también en realizar mejoras en cada uno de los puntos necesarios para el buen funcionamiento de todo el sistema.

2.2.4. Elementos de fuerza

Son los equipos que se va a realizar su proceso de trabajo, en la producido, durante un ciclo. [11].

2.2.5. Barra de distribución eléctrico

La barra de distribución de cargas eléctricas en la Hacienda “El Futuro S.A.” Estos elementos son confiables por los conductores que se instala, y tiene muchas entradas de conductor para distribuir cargas eléctricas.

VENTAJAS Y CARACTERÍSTICAS

- Rapidez, simplicidad y flexibilidad en la planificación e instalación.
- Capacidades de distintos amperios.
- Variedad de tramos y elementos para la distribución de cargas eléctricas.

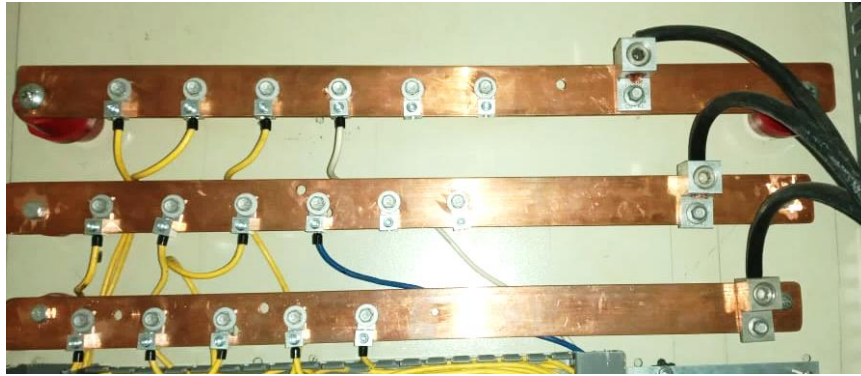


Figura 3. Barra de distribución eléctrica.

2.2.6. Transformador reductor

Los transformadores eléctricos reductores tienen la capacidad de disminuir el voltaje de salida en relación al voltaje de entrada [12].

- Flexibilidad de montaje: fijo en la pared en la Hacienda “El Futuro S.A.”,
- Eficiencia energética: 90 % de rendimiento



Figura 4. Fuente de alimentación.

2.2.7. Interruptor termomagnético

Este dispositivo es aquel componente que es capaz de cortar la corriente en milésimas de segundos al existir alguna falla en el circuito y proteger a los equipos eléctricos, electrónicos y sistemas eléctricos. [13].



Figura 5. Interruptor termomagnético.

2.2.8. Guardamotor

Es un elemento de protección de equipos electromecánicos, sobre los cortocircuitos, si la corriente supera a la corriente nominal de los motores u otros [14].

Factores que protege un guardamotor:

- Sobrecarga en equipos electromecánicos
- Sobrecarga y sobredimensionamiento
- Cortocircuito



Figura 6. Guardamotor (Siemens).

2.2.9. Contactor

Es un mecanismo encargado de cerrar los contactos, para poder permitir la circulación de la corriente a través del mismo, son similares a los relés, y ambos permiten controlar en forma manual o automática, ya sea localmente o a distancia toda clase de circuitos. Además, posee contactos auxiliares (NA / NC) para realizar acciones de enclavamiento [15].



Figura 7. Contactor.

2.2.10. Relé

Un relé es un dispositivo que es capaz de permitir el paso de la corriente eléctrica al estar cerrado e interrumpe la corriente al estar sus contactos abiertos. Este elemento consta de una

bobina que al inducir una corriente eléctrica se produce un campo electromagnético la cual pone sus contactos en normalmente abierto o normalmente cerrado, estos pueden ser utilizados para encender lámparas o arrancar un motor [16].

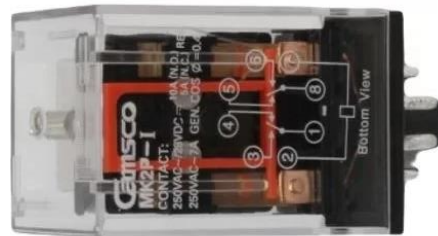


Figura 8. Relé.

2.2.11. Temporizador

Es un dispositivo que tiene la capacidad de interrumpir o permitir el paso de la corriente de forma automática o en un tiempo determinado, a lo que este programado por el operador al tiempo establecido [17].



Figura 9. Temporizador.

2.2.12. Elementos de control

Es el control de cualquier dispositivo electromecánico mediante la programación a largas distancias, pueden ser el encendido o apagado a los equipos electromecánicos.

2.2.13. Pulsadores

Es un componente de indicador de baja potencia, donde tiene la acción de indicar al operador que se tiene en funcionamiento un equipo electromecánico este encendido o de lo contrario este apagado.

Los pulsadores interrumpen o permiten el paso de la corriente eléctrica mientras están pulsados la corriente sigue el trayecto, si el operador deja pulsar esto vuelve a su posición inicial y es importante realizar el sistema de control para el enclavamiento del pulsador [18].



Figura 10. Pulsador iluminado.

2.2.14. Luz piloto

Estos elementos son dispositivos de iluminación, las cual actúan como indicadores en un tablero de control, estos pueden mostrar el funcionamiento del equipo, fallas y apagones de cualquier equipo conectado a él.

2.2.15. Selectores de tres posiciones

Son dispositivos que permiten controlar un dispositivo eléctrico a larga distancia, consta de una perilla manual la cual permite el paso de la corriente o interrumpirla dependiendo el caso para el cual sea utilizada.

2.2.16. UPS (Fuente de Poder Interrumpible)

Es un dispositivo que tiene batería interna donde se almacena la energía eléctrica, que puede proporcionar energía eléctrica por un tiempo limitado y durante un apagón eléctrico a todos los dispositivos que tenga conectados seguirá en funcionamiento, la UPS también es un regulador de energía eléctrica filtrando subidas y bajadas de tensión y eliminando armónicos de la red eléctrica [12].

2.2.17. Distribución de cargas eléctricas

En el tablero eléctrico, la distribución de cargas eléctricas suele existir un excesivo consumo de los equipos electromecánicos conectados, esto sucede por el desequilibrio de distribución eléctrica en las tres líneas, esto puede causar el bajo factor de potencia y penalización a la Hacienda “El Futuro S.A.”

Desequilibrio en el suministro trifásico

El desequilibrio de corriente no debe exceder de 5% de sin conexión a la carga del factor de servicio o de 10% a plena carga. [19].

Los problemas relacionados con estas inconsistencias de la energía eléctrica son principalmente: sobrecalentamiento en terminales y conexión de los conductores, alimentaciones a las distintas cargas, protección para equipos eléctricos, electrónicos, y

electromecánicos, y son importante la circulación de corriente por el conductor neutro. El desbalance provoca pérdidas adicionales por calentamiento de equipos y máquinas, de acuerdo con la norma IEEE-1159, un desbalance de 3.5% en la tensión podría resultar hasta en un 25% de aumento en el calentamiento de algunos de estos, impactando de manera directa en la producción de un proceso y en la confiabilidad de los equipos [20].

2.2.18. Banco de condensador

Es un componente que almacena energía eléctrica, esa energía almacenada se lo utiliza en caso de que no hay suficiente energía, el banco de condensadores mantiene la energía estable y no existe bajo factor de potencia, los bancos de condensadores se utilizan en todas las empresas industriales y también el comercio. Los condensadores absorben la energía reactiva, los cuales estabilizan la carga y evitan que sea transmitida a la red eléctrica.

Ventajas de instalar un banco de condensadores:

- Cuentan con una vida útil muy larga
- Protección en la red eléctrica, equipos y maquinaria
- Elimina la penalización por bajo factor de potencia y reduce las caídas de tensión.
- Disminuye las pérdidas de la red eléctrica por calentamientos en sus componentes.

Eficiencia energética

Es la obtención de los mismos resultados en el sector industrial es muy importante porque permite optimizar recursos y brindar un producto de calidad, deseable tanto para el proveedor del servicio como para el consumidor.

Potencias

Es la cantidad de trabajo por unidad de tiempo, que interviene en el funcionamiento equipos electromecánicos:

Potencia activa: $P = (W)$

Es la energía que realmente se aprovecha cuando entra en funcionamiento un equipo eléctrico, electromecánico y electrónico además es la capacidad que tiene un circuito de poder transformar la energía eléctrica en trabajo útil.

Potencia reactiva: $Q = (\text{VAR})$

la potencia reactiva es ocasionada máquinas electromecánicas AC, perjudicando la transmisión de energía en las líneas de distribución, esta potencia fluctúa por la red entre el transformador y las maquinas ya que no produce vatios (W).

Potencia aparente: $S = (\text{VA})$.

Es la potencia total consumida por la carga y se obtiene mediante la suma vectorial de la potencia activa y la potencia reactiva, esta potencia es la capacidad que tienen los transformadores y generadores [21].

Triángulo de potencia

Es la Figura 11 se muestra la representación de la potencia activa, reactiva y aparente que intervienen en el funcionamiento de los diferentes elementos eléctricos en C.A, para las cargas inductivas [22].

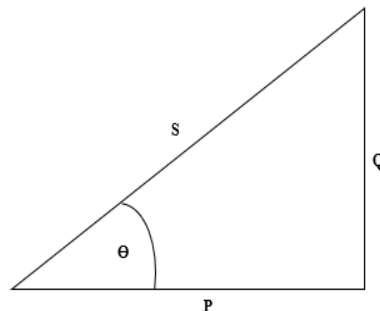


Figura 11. Triangulo de potencia.

Factor de potencia

A la energía suministrada a un sistema se le conoce como energía aparente. El problema es que no toda la energía que se suministra es aprovechada en los procesos operativos. A la energía aprovechada en los equipos se le conoce como potencia activa, mientras que a la energía perdida se conoce como potencia reactiva. El factor de potencia es la relación existente entre la energía absorbida y la energía útil neta obtenida. Los receptores eléctricos convierten la energía eléctrica en algún otro tipo de energía como la mecánica, luminosa, calorífica, y entre otros. El detalle es que estos receptores no logran transformar toda la energía demandada en energía útil.

El factor de potencia es la relación existente entre la potencia aparente y la potencia activa, tratando siempre de que la potencia activa se acerque lo más posible a la potencia aparente. Es

decir: a mayor potencia activa y menor potencia reactiva, tendremos un factor de potencia más cercano a 1 el ideal [23].

Consecuencias de un bajo factor de potencia

Las consecuencias de operar con un bajo factor de potencia produciendo caídas de voltaje que ocasiona sobrecargas en los equipos electromecánicos, hay que mantenerlo en un mínimo de 0,92 pueden afectar la producción y la eficiencia del sistema de forma considerable, sin mencionar que pueden llegar a ser muy costosas.

- Sobrecalentamiento de los conductores
- Sobrecarga en líneas de distribución
- Reducción de vida útil en los equipos
- Caídas de tensión
- Aumento en la factura de consumo eléctrico

Beneficios de corregir el factor de potencia

- Disminución de la tarifa eléctrica
- Mejor disponibilidad del transformador, generador y líneas.
- Menor dimensionamiento de cables y elementos de protección
- Disminución en la caída de voltaje
- Reducción en pérdidas de los conductores
- Aumento en la vida de las instalaciones

Penalización por bajo factor de potencia

Según el ente regulador en el siguiente artículo establece que: Art. 27.- Cargos por bajo factor de potencia. Para aquellos consumidores a los cuales el Sistema de Medición fijado por el Consejo Nacional de Electricidad, CONELEC, considere la medición de energía reactiva, el distribuidor registrará mensualmente el factor de potencia.

Para la penalización por bajo fp cuando este es inferior a 0,92.

Corrección del factor de potencia:

- Se debe a una alta cantidad de potencia reactiva dentro de la potencia aparente.

- Esta potencia reactiva es ocasionada por equipos inductivos.
- Los capacitores, al igual que las cargas inductivas, generan potencia reactiva, con la única diferencia de que la potencia reactiva generada por estos va en contra de la potencia reactiva de las cargas reactivas, provocando que la potencia reactiva de la potencia aparente sea menor.

2.2.19. Sistema de puesta a tierra

Se desea implementar un sistema puesto a tierra en la Hacienda “El Futuro S.A.” por la cual se hace la propuesta para instalar un sistema puesto a tierra que permita la protección de elementos electromecánicos y que la actividad de las personas sea segura y confiable. Para ello se realiza el estudio de los elementos que serán necesarios para el dimensionamiento de la puesta a tierra, las cuales se tomaron en cuenta los siguientes datos:

Puesta a tierra

Una puesta a tierra es aquellas que se encuentran conectadas a todas las partes metálicas donde existe una instalación eléctrica. Uno de los principales objetivos de este sistema es proteger a las instalaciones, evitar interferencias a los equipos electrónicos y garantizar la seguridad de las personas al entrar en contacto con las instalaciones eléctricas [24].

Resistividad de la tierra

La resistividad de la tierra se refiere específicamente a la resistividad que contiene la tierra a ciertas profundidades, para saber la resistencia de la tierra se debe medir la resistencia del suelo en el lugar donde implementara este sistema. Su medida esta expresada en $(\Omega \cdot m)$ o $(\Omega \cdot cm)$, es inversa a la conductividad, entonces la resistividad (ρ) es la relación que se puede dar entre el diferencial de potencial en un material.

Propósito de la instalación de un sistema puesta a tierra

- Garantizar la seguridad de los equipos eléctricos y electromecánicos.
- Permitir las descargas eléctricas a la tierra
- Garantizar niveles seguros en equipos que se vean afectados accidentalmente energizados.

Elementos que intervienen en la resistividad de la tierra

Los factores que intervienen y afectan a la resistividad de la tierra son considerados como elementos que afectan directamente a la resistencia del suelo estos pueden ser la naturaleza del

terreno, humedad, temperatura, Salinidad, variaciones estacionales y del medio ambiente, factores de naturales y entre otros.

Resistencia de la naturaleza del terreno

Los suelos normalmente se pueden clasificar en buenos, regulares o malos conductores dependiendo a su naturaleza, para implementar un sistema de puesta a tierra es importante saber a nivel de naturaleza que se ve expuesta, por lo general la resistividad de la tierra se suelen clasificarse según el tipo de tierra. [25].

Tabla 5. Resistividad de la tierra según el tipo de terreno.

Naturaleza del terreno	Resistividad ($\Omega \cdot m$)
Terrenos pantanosos	De algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y arcillas compactas	100 a 200
Margas del jurásico	30 a 40
Arena arcillosa	50 a 500
Arena silícea	200 a 3000

Fuente. Resistividad. [25].

Para realizar cálculos precisos para el dimensionamiento de las varillas o electrodos se utilizan las siguientes resistencias medidas.

Tabla 6. Resistividad del terreno.

Naturaleza del terreno	Resistividad ($\cdot m$)
Terrenos cultivables, fértiles, terraplenes compactos y húmedos	50
Terraplenes cultivables poco fértiles, terraplenes	500
Suelos pedregosos desnudos, arenas secas permeables	3000

Fuente. Resistividad del terreno.

Un análisis rápido se puede deducir que el suelo compacto y dura contiene mayor resistencia debido a que sus partículas son grandes y duras.

Varilla o electrodo de puesta a tierra

En los sistemas de puesta a tierra es muy importante tomar en cuenta que los electrodos de puesta a tierra deben estar accesibles. Según la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC)

los electrodos normalmente deben tener un diámetro de 16 milímetros, con una longitud de 1.80 metros

Calibre del conductor de puesta a tierra

La norma ecuatoriana de la construcción establece que, los conductores de puesta a tierra deben ser de cobre, solidos o cables aislados. La sección mínima debe estar de acuerdo con la sección del conductor mayor de la acometida.

- No. 8 AWG para conductor de acometida hasta No. 2 AWG
- No. 6 AWG para conductores de acometida desde No. 1 AWG hasta 1/0 AWG
- No. 4 AWG para conductores de acometida desde No. 2/0 AWG hasta 3/0 AW

En inmuebles de interés social y viviendas suburbanas, la sección mínima del conductor de puesta a tierra debe ser No. 8 AWG de cobre. [26].

Tabla 7. Capacidad del dispositivo automático.

Capacidad o ajuste del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, canalizaciones, etc. Sin exceder de:	Tamaño nominal mm ² (AWG o kcmil)	
	(A)	Conductor de cobre
15	2,08 (14)	---
20	3,31 (12)	---
30	5,26 (10)	---
40	5,26 (10)	---
60	5,26 (10)	---
100	8,37 (8)	13,3 (6)
200	13,3 (6)	21,2 (4)
300	21,2 (4)	33,6 (2)
400	33,6 (2)	42,4 (1)

Fuente. Capacidad del dispositivo. [26].

Requerimientos usuales para una puesta a tierra

La principal función de la puesta a tierra es garantizar la seguridad de las personas y equipos electrónicos conectados en una instalación. Para una instalación de la puesta a tierra es muy importante tener en cuenta los valores a consideran que están establecidas en las normas establecidas., En la Tabla 8 se muestra los valores máximos de la resistencia de puesta a tierra.

Tabla 8. Valores máximos de resistencia.

Utilizadas para	Valores máximos de resistencia de puesta a tierra Ω
Estructuras de líneas de transmisión	20
Subestaciones de alta y extra alta tensión V > 115KV	1

Subestaciones de media tensión de uso exterior en postes	10
Sub estación de media tensión de uso interior	10
Protección contra rayos	4
Neutro de acometida en baja tensión	25
Descargas electrostáticas	25
Equipos electrónicos sensibles	5

Fuente. Resistencia de sistema puesta tierra.

2.2.20. Sistema de Refrigeración

La leche de buena calidad es un alimento excelente. Una de las condiciones que defieren la calidad de la leche es su contenido microbiano.

Elementos de sistema de refrigeración.

- Compresor: Aumenta la presión de cierto tipo de fluidos llamados compresibles.
- Condensador: Almacena energía eléctrica
- Válvula de estrangulamiento: Regulan la velocidad del avance y del retroceso del émbolo de actuadores neumáticos.
- Evaporador: Intercambiador de calor donde se produce la transferencia de energía térmica desde un medio a ser enfriado hacia el fluido refrigerante que circula en el interior del dispositivo.
- Sensores: Dispositivo que capta magnitud del medio.

2.2.21. Bombas de vacío

La bomba de vacío evacua el aire desde la tubería y de las unidades de ordeño y crea el vacío necesario para ordeño las vacas. Para prevenir que el material sólido o líquido sea absorbido dentro de la bomba, un interceptor debe ser ubicado en la línea de vacío principal, adyacente a la bomba.

2.3. METODOLOGÍA

La presente investigación corresponde a una modalidad de propuesta tecnológica, que llevó a cabo mediante métodos de investigación inductiva, científica y experimental.

Método inductivo: Se consultaron fuentes de información sobre la repotenciación de sistema de control y distribución de cargas eléctricas a los equipos de ordeño.

Método científico: Se realizó la determinación de variables de la investigación, así como, las técnicas, instrumentos y fuentes de información.

Método experimental: Se realizó el análisis de la comparación de los resultados obtenidos, mediante la interpretación del resultado anterior.

2.3.1. Técnicas e Instrumentos

El trabajo de investigación demanda en el análisis a la distribución de cargas eléctricas, como técnica se utilizó la medición y la comparación del comportamiento antes y después de implementada la propuesta tecnológica.

Se utilizó para la comparación y selección de los diferentes componentes que son empleados en la repotenciación de sistema de control y distribución de cargas eléctricos en la Hacienda “El Futuro S.A.”

Medición

Esta técnica se empleó para la generación de datos, mediante los siguientes instrumentos:

Pinza amperimétrica: Es un dispositivo de medición muy importante en el área de electricidad, ya que con la ayuda de este dispositivo se pudo medir y obtener los siguientes datos: la corriente, voltaje y la resistencia de componentes eléctricos y electromecánicos.

Telurómetro: Este equipo de medición ayuda a obtener la resistencia de una puesta a tierra ayudando a medir la resistividad que contiene el terreno y cuenta con 4 picas de 40 cm la cual ayuda a la obtención de la resistencia de la tierra al enterrarlos a una longitud determinada.

Cámara termográfica: Es un dispositivo que ayudó a medir la temperatura de los equipos que funcionan eléctricamente, debido a que este dispositivo tiene la capacidad de medir la temperatura existente en cualquier equipo sin la necesidad de tener un contacto físico con la máquina.

2.4. Flujograma de la Metodología

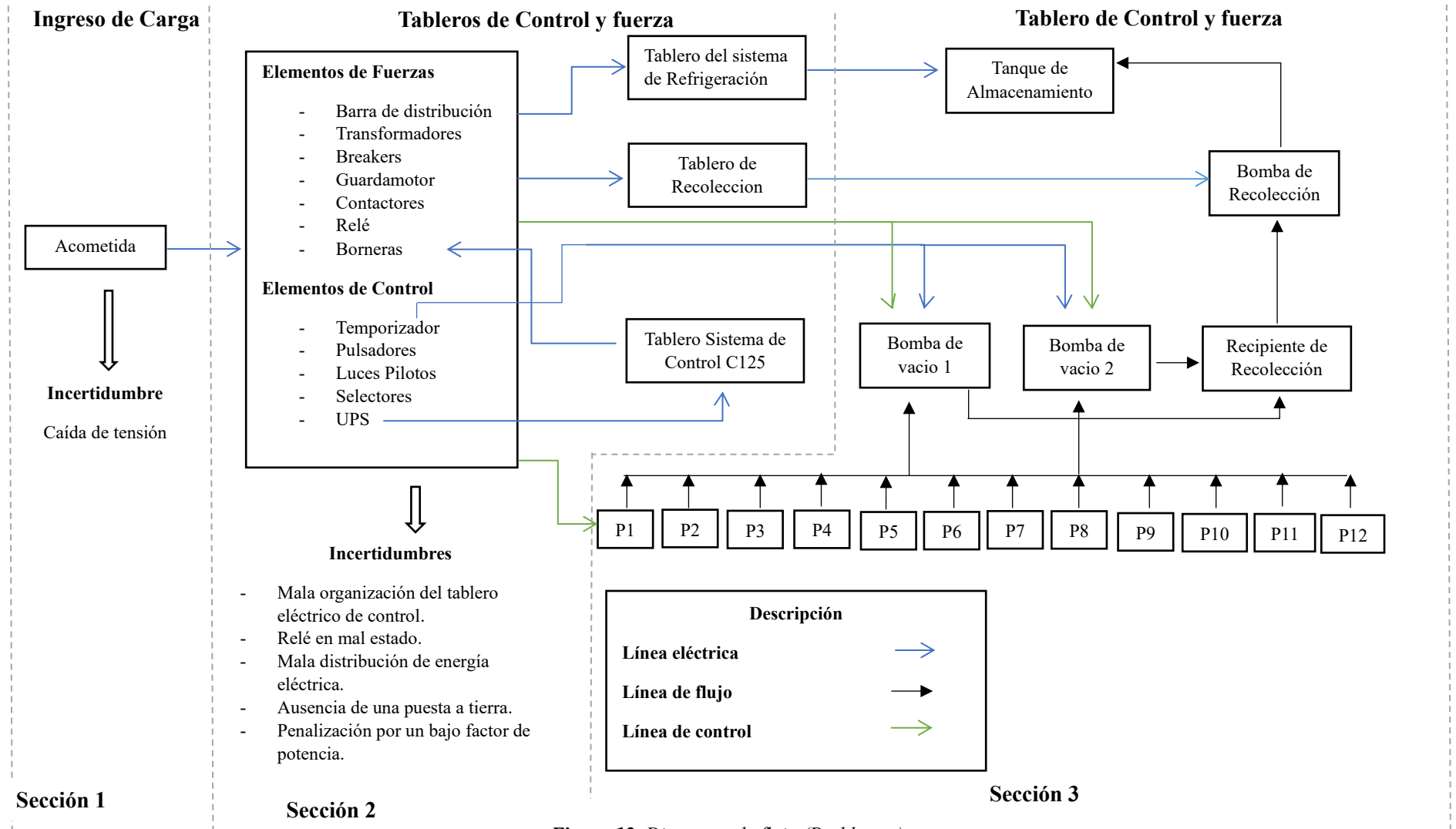


Figura 12. Diagrama de flujo (Problemas).

2.5. DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPOS ELÉCTRICOS

La metodología implementada en el presente trabajo estará centrada principalmente en los siguientes puntos, la cual permitirá ejecutar las actividades presentadas en el Figura 12.

- Ingreso de cargas
- Tableros de control
- Equipos de carga

Para repotenciar el tablero de control eléctrico se observó que los problemas que afectan negativamente al tablero de control, se encuentran principalmente en la sección 1 y 2. Por lo cual se implementó las actividades de mejora en las secciones ya mencionadas.

2.6. INGRESO DE CARGAS

En esta sección se puede observar que al poner en marcha todos los equipos de ordeño, las bombas de vacío solían apagarse repentinamente al estar en producción. Por la cual con la ayuda de un multímetro se procedió a hacer las mediciones de los puntos estratégicos que va desde la acometida al tablero de distribución y se obtuvieron los valores que se muestran la Tabla 11.

Una vez medido los voltajes tanto en el centro de cargas como en el tablero de distribución se observó que existía una pérdida de 34 voltios en el trascurso del transporte de energía eléctrica que va desde la acometida hasta el tablero de distribución, dejando como resultado la existencia una alta caída de tensión, lo cual generaba que los equipos de protección actuaran, por tanto existían las paradas de producción no deseadas debido a que los relés térmicos impedían el paso de la corriente al instante de superar la corriente nominal de la bomba, esto suele ocurrir debido a la existencia de una caída de tensión muy alta lo cual generaba que las bombas trabajaran más allá de su corriente nominal. Según el Código Eléctrico Nacional (NEC), en el artículo 210 – 19 (a) recomienda que la caída de tensión máxima en un circuito eléctrico no debe superar los 5%, esto incluye que desde el circuito de alimentación debe existir un máximo de 2% de caída de tensión y en el circuito de distribución no debe exceder los 3% en caída de tensión. Dejando un total del 5% de caída de tensión en todo el sistema.

2.6.1. Formulación para el dimensionamiento del conductor

Para resolver el problema de la caída de tensión se propone realizar los cambios de los conductores defectuosos las cuales están generando dichos problemas. Para la cual se hace el uso de las siguientes ecuaciones que ayudarán a seleccionar el conductor adecuado para el transporte de energía eléctrica sin que exista una alta caída de tensión.

Para el cálculo de la caída de tensión se utilizó la siguiente ecuación

$$AE = Vn * \frac{\%}{100\%} \quad (\text{Ecuación 1})$$

AE = Caída de tensión

Vn = Tensión nominal

% = porcentaje de caída de tensión

Para calcular el calibre de conductor mediante la corriente nominal se utilizó la siguiente ecuación.

$$In = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \cos \varphi} \quad (\text{Ecuación 2})$$

In = Intensidad

P = Potencia

V = Tensión

Cos φ = Factor de potencia

Para determinar el calibre del conductor necesario para este sistema se debe implementó la siguiente ecuación.

$$S_3 = \frac{\sqrt{3} * \rho * L * In * fp}{AE} \quad (\text{Ecuación 3})$$

S = Sección transversal del conductor

ρ = Resistividad del cobre

L = Longitud

In = Corriente nominal

fp = Factor de potencia

AE = Caída de tensión

Las ecuaciones ya mencionadas ayudarán al dimensionamiento y a la elección del conductor AWG, las mismas que se encuentran calculadas en la memoria de cálculo, Anexo 2.

2.7. TABLEROS DE CONTROL

En el diagnostico de esta sección, se pudo notar la existencia de varios factores que afectan el funcionamiento de los equipos Electromecánicos, las mismas que se encuentran en la Figura 12, sección 2. Para solucionar las actividades existentes en el tablero de distribución, se realizó

la adquisición de la documentación y toma medidas necesarias, las cuales se presentan a continuación.

Mal dimensionamiento del relé térmico: Es muy indispensable realizar un estudio técnico las cuales ayudarán a identificar el problema y posteriormente solucionarlos. Para realizar el cambio de dicho equipo se observó que el relé térmico estaba en malas condiciones debido a que esta fue manipulada con mucha frecuencia al existir paros de producción, además en la Tabla 14 se puede notar que el equipo estaba mal dimensionado, debido a que el corriente nominal proporcionado por la bomba es de 22 A y la corriente del relé térmico de 23 A lo cual generaba a que el motor trabaje forzosamente y reduzca la vida útil de la bomba. El relé térmico que se encontraba en malas condiciones se muestra en Anexo de trabajo (Imagen 9).

Mala distribución de energía eléctrica: En esta actividad se notó que las cargas eléctricas que estaban conectadas en el tablero de distribución estaban plenamente desequilibradas, las cuales generaban a que los equipos consumieran la energía eléctrica solo en las dos líneas y generen caídas de tensión en el sistema. Según Franklin electric el desequilibrio de corriente no debe exceder de 5% de la carga del factor de servicio o de 10% a plena carga. En la Tabla 16 se muestra las cargas conectadas y las corrientes medidas en cada una de las líneas, las cuales en la línea 1 la medida es de 40 A, línea 2 la medida es de 37 y en la línea 3 no existía carga.

Ausencia de una puesta a tierra: En la Hacienda “El Futuro S.A.” se notó la ausencia de un sistema de puesta a tierra, por tanto, se implementó una puesta a tierra la cual se encargará a la protección del tablero. Para dicha instalación se tomó Para medir la resistencia que contenía dicho terreno se inició enterrando las picas de 40 cm a una distancia de 3 metros y una profundidad de 30 centímetros, posteriormente se hizo la elección de las 4 picas que se va a utilizar en el telurómetro y se obtuvo que la resistencia la cual se presenta en la Tabla 17 Las mismas que oscilaba entre los 2,39 Ω , 2,33 Ω , y 3,69 Ω para realizar los cálculos pertinentes se obtuvo un promedio que ayudó a los cálculos de la resistencia de la tierra. Las medidas se presentan en Anexo de trabajo (Imagen 18).

Penalización por bajo factor de potencia: Según el decreto Ejecutivo N° 2713, Artículo 27 señala que todos aquellos consumidores que registren un bajo factor de potencia medido mensualmente sean inferiores a los 0,92 la empresa recargará un valor adicional a la factura eléctrica, identificada como penalización por bajo factor de potencia. Una vez definida la causa de la penalización se notó que la empresa contaba con un factor de potencia de 0.8777 la misma que no cumple con los parámetros establecidos del artículo 27 por tal razón la empresa está

siendo penalizada por un bajo factor de potencia. Para verificar los datos la planilla eléctrica se muestra en Anexo de trabajo (Imagen 23).

Para corregir los problemas existentes en el tablero de control se implementa implementan dos guardamotores, se distribuye las cargas, se implementa un sistema de puesta a tierra y la instalación de un banco de condensadores.

2.7.1. Formulación para el dimensionamiento del guardamotor

Para corregir el mal dimensionamiento y proteger correctamente a las bombas de vacío realizó el dimensionamiento de los guardamotores que ayudaran a la protección de las bombas de vacío. Para el cálculo de los guardamotores fueron necesarios las siguientes ecuaciones.

Ecuación para el cálculo de la potencia eléctrica

$$Pe = \frac{Pm}{Ef} \quad (\text{Ecuación 4})$$

Pe = Potencia eléctrica

Pm = Potencia mecánica

Ef = Eficiencia

Ecuación para el cálculo de la corriente nominal de la bomba

$$In = \frac{Pe}{V * fp} \quad (\text{Ecuación 5})$$

Pe = Potencia eléctrica

In = corriente nominal

V = voltaje

fp = factor de potencia

Ecuación para el cálculo del factor de servicio

$$Is = In + sf * In \quad (\text{Ecuación 6})$$

Is = Intensidad con factor de servicio

In = Corriente nominal

sf = Factor de servicio

Los cálculos pertinentes para el dimensionamiento del guardamotor se pueden hallar en la memoria de cálculos, Anexo 3.

2.7.2. Formulación para la distribución de cargas eléctricas

Para tener realizar la distribución de cargas eléctricas hacia los equipos de ordeño, fue necesario utilizar las siguientes ecuaciones.

Ecuación para el cálculo del desbalance de Corriente

$$\% \text{ Desbalance} = \frac{(\text{Corriente promedio} - \text{Diferencia de la corriente})}{\text{Corriente Promedio}} * 100\% \quad (\text{Ecuación 7})$$

Ecuación para el cálculo de la corriente promedio

$$I_p = \frac{I_1 + I_2 + I_3}{3} \quad (\text{Ecuación 8})$$

I_p = Corriente promedio

Los cálculos correspondientes a la distribución de cargas se pueden encontrar en la memoria de cálculos del Anexo 4.

2.7.3. Formulación para el dimensionamiento de una puesta a tierra

Para la implementación de un sistema puesta a tierra fue necesario utilizar las siguientes ecuaciones las cuales ayudaron a la instalación de una puesta a tierra.

Ecuación para calcular la resistividad de la tierra

$$\rho = 2\pi * aR \quad (\text{Ecuación 9})$$

Donde:

ρ = Resistividad del terreno

a = Distancia entre pica a pica, método de medición

R = Resistencia de la tierra

El NEC indica que es necesario “asegurarse de que la impedancia del sistema a tierra sea menor de 25 Ohmios, tal y como se especifica en la norma NEC 250.56. En instalaciones con equipos sensibles, debería ser de 5,0 Ohmios o menos”.

Para realizar el cálculo del conductor se realizó el cálculo de la corriente de falla; dicho cálculo se realiza con las Ecuaciones.

Ecuación para el cálculo de corriente de falla

$$If = \frac{KVA*1000}{\sqrt{3}*VAt} \quad (\text{Ecuación 10})$$

KVA = Capacidad del transformador

VAt = Voltaje entre fase en el lado de alta tensión

Cálculo del conductor desnudo

$$Ac = If \left(\frac{33t}{\log\left(\frac{Tm-Ta}{234-ta}\right)+1} \right) \quad (\text{Ecuación 11})$$

Ac = Sección del conductor CM

If = Corriente de falla

Tm = Temperatura máxima en los nodos

Ta = Temperatura ambiente

T = tiempo máximo de despeje de falla (s)

En función de los datos obtenidos de la resistencia de la tierra se inicia al cálculo, tomando como referencia la norma IEEE Std. 142-1991 que proporciona las varillas de puestas a tierra conectadas lineamento de forma vertical, para dicho cálculo utilizaremos Método Dwight una varilla enterrada de forma vertical.

$$R = \frac{\rho}{2\pi l} \left(\ln \frac{4l}{r} - 1 \right) \quad (\text{Ecuación 12})$$

R = Resistencia a tierra

ρ = Resistividad (Ω *m)

l = longitud del electrodo

Dos varillas enterradas de forma vertical

$$R = \frac{\rho}{4\pi l} \left(\ln \frac{4l}{a} - 1 \right) + \frac{\rho}{4\pi s} \left(1 - \frac{l^2}{3s^2} + \frac{l^4}{5s^4} \right) \quad (\text{Ecuación 13})$$

s = Espacio de separación entre las varillas

Tres o más Varillas enterradas de forma vertical

$$Rn \text{ var} = \frac{1}{n} * \left(R1var + \frac{\rho}{\pi * D} \sum_{i=2}^n \frac{1}{i} \right) \quad (\text{Ecuación 14})$$

Rn var = resistencia de las varillas de electrodo

n = número de electrodos

D = Distancia de separación entre anillo a anillo

Para el cálculo de número de varillas necesarios que se debe instalar en la Hacienda “El Futuro S.A.”, se tomó en cuenta el valor de resistencia para equipos electrónicos y sensibles por el motivo de que en el tablero de control existen dispositivos eléctricos y sensibles que pueden verse afectado por una descarga eléctrica accidental. Los cálculos para la elección del conductor se les puede encontrar en la memoria técnica de Anexos 5

2.7.4. Formulación para el dimensionamiento del banco de condensares.

Uno de los problemas que tienen la mayoría de las industrias pequeñas es que, al no tener conocimiento sobre la implementación de bancos de condensadores, suelen pagar un monto adicional debido a que la Empresa Eléctrica penaliza a industrias que tienen un bajo factor de potencia, cuyo valor de acuerdo a la normativa según el decreto Ejecutivo N° 2713, Artículo 27, menciona a todos aquellos consumidores que registren un bajo factor de potencia medido mensualmente sean inferiores a los 0,92.

La corrección del factor de potencia trae excelentes beneficios de reducción en los costos de facturación, penalización por bajo factor de potencia, disminución de pérdidas eléctricas y caídas de tensión. Para lo cual se hicieron el uso de las siguientes ecuaciones.

Ecuación para el dimensionamiento de banco de condensadores

$$P = V * I * \cos\varphi \quad (\text{Ecuación 15})$$

$$S = V * I \quad (\text{Ecuación 16})$$

$$S = \sqrt{Q^2 + P^2} \quad (\text{Ecuación 17})$$

$$Q = V * I * \sen\varphi \quad (\text{Ecuación 18})$$

$\cos\varphi$ = Factor de potencia

$$Q = \tan\varphi * P \quad (\text{Ecuación 19})$$

Potencia necesaria del condensador:

$$Qc = Q1 - Q2 \quad (\text{Ecuación 20})$$

Intensidad nominal del condensador:

$$In = \frac{Qc}{\Delta V} \quad (\text{Ecuación 21})$$

Factor de servicio de 25% para futuras instalaciones

$$Is = Ic + Sf * Ic \quad (\text{Ecuación 22})$$

Especificaciones de las formulas

P= Potencia activa (W)

Q= Potencia reactiva (VAR)

S= Potencia aparente (VA)

V = Tensión (V)

I = Intensidad (A)

In = Corriente nominal (A)

Ic = Corriente condensador (A)

Qc = Potencia de condensador (kVAR)

Is = Intensidad de servicio

sf = Factor de servicio

Para lo cual se propone instalar un banco de condensar para evitar la penalización por parte de la empresa eléctrica. Para verificar los datos la planilla eléctrica se muestra en Anexo de trabajo (Imagen 23).

Ecuación para el cálculo el breaker del condensador

$$I = \frac{P}{V} \quad (\text{Ecuación 23})$$

I = Corriente

C = Tensión

P = Potencia

Ecuación corriente nominal del condensador

$$I = \frac{Qc}{\sqrt{3} * V} \quad (\text{Ecuación 24})$$

El dimensionamiento del banco de condensadores se puede encontrar en la memoria de cálculo en el Anexo 6.

2.8. SELECCIÓN DE EQUIPOS

Para la repotenciación de sistema de control eléctrico de la Hacienda “El Futuro S.A.” se seleccionó equipos que existen en el mercado, todo equipo eléctrico utilizado en las instalaciones eléctricas debe cumplir con la norma del Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN) para garantizar su funcionamiento, seguridad y calidad. Todo equipo eléctrico seleccionado debe corresponder a las condiciones y debe ser adecuado para el ambiente y condiciones de operación que será manipulado por el operador de la Hacienda “El Futuro S.A.”, si no se cumple con la Normativa puede provocar accidente en el trabajo poniendo en

riesgo la vida e integridad de las personas que conforman el equipo de trabajo de la Hacienda “El Futuro S.A.”. Mediante esa información seleccionamos los equipos eléctricos mediante la placa del motor y basando en la norma del Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN), que se muestra en la Tabla 9.

Tabla 9. Selección de equipos que existe en el mercado.

EQUIPOS A SELECCIONAR		EQUIPOS SELECCIONADOS	
Pulsador iluminado verde NA, con módulo LED integrado 220 VAC	220 V	Pulsador iluminado verde NA, con módulo LED integrado 220 VAC	220 V
Pulsador iluminado rojo NC, con módulo LED integrado 220 VAC	220 V	Pulsador iluminado rojo NC, con módulo LED integrado 220 VAC	220 V
Luz piloto	220 V	Luz piloto	220 V
Guardamotor regulable. Tamaño S0	23 – 29 A	Guardamotor regulable. Tamaño S0	20-25 A
Guardamotor regulable. Tamaño S0	22 – 28 A	Guardamotor regulable. Tamaño S0	20-25 A
Condensador trifásico	5 kVAr	Condensador trifásico	6,66 kVAr
Interruptor termomagnético tripolar	21,73 A	Interruptor termomagnético tripolar	25 A
Contactador para maniobra de condensadores	25.1 A	Contactador para maniobra de condensadores	30 A
Conductor calibre 2 AWG	S=20,21 mm ²	Conductor calibre 2 AWG	S=33,62 mm ²
Conductor desnudo calibre 8 AWG		Conductor desnudo calibre 8 AWG	
Conductor calibre 10 AWG		Conductor calibre 10 AWG	
Conductor calibre 18 AWG	S=0,82 mm ²	Conductor calibre 18 AWG	S=0,82 mm ²
Luz 22 mm LED CSC rojo.	220 V AC/DC	Luz 22 mm LED CSC rojo.	220 V AC/DC
Luz 22 mm LED CSC verde.	220 V AC/DC	Luz 22 mm LED CSC verde.	220 V AC/DC
Contacto auxiliar transversal 3RV2901-1E SIEMENS	220 V	Contacto auxiliar transversal 3RV2901-1E SIEMENS	220 V
Varilla 5/8” *1.8 baja camada 25 MC (10)		Varilla 5/8” *1.8 baja camada 25 MC (10)	

Elaborado por: Autores.

2.9. HERRAMIENTAS Y EQUIPOS DE PPP

En esta propuesta tecnología, la importancia de uso de herramientas en la mejora de tablero eléctrico es para este seguro y correctamente instalados todos los circuitos. Es importante también el uso de EPP para evitar accidentes en el trabajo.

Tabla 10. Herramientas y equipos de PPP.

Herramientas	
Cantidad	Descripción
1	Taladro
1	Alicate Universal

1	Juego de hexagonales
1	Broca 3/16"
1	Dado acople 8 mm
1	Escalera extensible
1	Combo 8 Lb
1	Etiquetadora
EPP	
Cantidad	Descripción
2	Botas punta de acero
2	Casco de seguridad
2	Mandil
2	Guantes
2	Tapones auditiva

Elaborado por: Autores.

3. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

- Se dimensionó los conductores adecuados para el transporte de energía eléctrica que parte desde el centro de cargas y llega al tablero de distribución.

Para el cable que va desde la acometida hasta el tablero de distribución se requiere del cable AWG de calibre N° 2, este cable se utilizó en todas las conexiones de la propuesta tecnológica con una corriente máxima de 100 A.

La solución se presenta en la ecuación 2 y la selección del conductor de calibre N° 2, se puede verificar en Anexo de trabajo con Tabla 27.

- La instalación de dos guardamotors hacia las bombas de vacío.

Para la instalación de guardamotors a cada una de las bombas de vacío donde se procedió a calcular mediante el uso de los datos de la placa de la metodología utilizada se puede verificar mediante el uso de la Ecuación 4 obteniendo como resultado la selección del guardamotor regulable (20 – 25 A) existe en el mercado ecuatoriano.

- Se hizo la respectiva distribución de cargas eléctricas a cada una de los equipos y máquinas de ordeño.

La distribución de carga se realizó mediante la medida de corriente y la obtención de la potencia de dichas cargas, la cual se obtuvo como resultado un desbalance del 4,9 %, misma que se encuentra dentro de las recomendaciones que está en la norma Código Eléctrico Nacional (NEC) la cual recomienda que en todo el sistema eléctrico debe tener un desbalance máximo o menos al 5%.

- Se instálalo luces piloto a las bombas de vacío y al condensador la cual mostrará el encendido y apagado de los elementos ya mencionados.

Las luces piloto indica el funcionamiento de la bomba de vacío al instante de entrar en proceso de trabajo se enciende la luz piloto verde de 220 V AC/DC, y en caso de que no esté en proceso de trabajo una bomba se debe encender la luz piloto rojo 220 V AC/DC.

- Se logró implementar el banco de condensador, para evitar penalizaciones por un bajo factor de potencia por parte de la empresa eléctrica.

En la implementación de banco de condensador, anteriormente la Hacienda “El Futuro S.A.” trabajaba 0,877 de factor de potencia y esto presentaba una penalización de costo con \$19,62 y se procedió a realiza la respectiva corrección de factor de potencia a 0,94. La normativa es según el decreto Ejecutivo N° 2713, Artículo 27. Menciona a todos aquellos consumidores que registren un bajo factor de potencia medido mensualmente sean inferiores a los 0,92.

- Se implementó el sistema de puesta a tierra que cumple la función de proteger a las personas y equipos electrónicos sensibles que estén expuestos a sobrecargas en el tablero de control.

Este sistema de puesta a tierra se realizó para cuidar la seguridad de la integridad de los trabajadores y la protección de los equipos de ordeño en la Hacienda el “El Futuro S.A”. Mediante el equipo de medición Telurómetro se determinó que la resistividad del terreno es de $\rho = 52,84$ y la sección transversal del conductor desnudo es de $35,44 \text{ mm}^2$, Aproximado el calibre mínimo permitido por la norma IEEE se elige el calibre AWG 2/0. En función de los datos obtenidos de la resistencia de la tierra se inicia al cálculo, tomando como referencia la norma IEEE Std. 142-1991 que proporciona las varillas de puestas a tierra conectadas lineamento de forma vertical. Para lo cual se instaló 4 varillas cooperweld, debido a que con el número de varillas obtenidas se obtuvo la resistencia de 5 ohmios la cual es la resistencia requerida para este sistema.

3.1. Análisis de la caída de tensión

En este punto se hizo una visita técnica a la Hacienda “El Futuro S.A.” la cual nos ayudará a recolectar información útil para identificar el problema por la cual hace que los equipos no

funcionen. Por la cual con la ayuda de un multímetro se procedió a hacer las mediciones de los puntos estratégicos que va desde la acometida al tablero de distribución y se obtuvieron los siguientes valores. En la Tabla 11 se muestra las tensiones obtenidas en cada una de las líneas, de las cuales tenemos que al estar sin funcionamiento los equipos de ordeño se obtiene como dato de 230 V en la acometida y 228 V en el tablero de distribución, posteriormente se tomó las medidas cuando los equipos empezaban a trabajar y se obtuvo que en la acometida brindaba una tensión de 230 V y en el tableo de distribución llegaba una tensión de 196 voltios, la misma que generaba los paros de producción no deseados.

Tabla 11. Medida de las tensiones

Líneas	Sin Cargas		Con Cargas	
	Tensión en la Acometida	Tablero de distribución	Tensión en la Acometida	Tablero de distribución
L1 y L2	230 V	228 V	230 V	196 V
L2 y L3	230 V	228 V	230 V	196 V
L1 y L3	230 V	228 V	230 V	202 V

Elaborado por: Autores.

Para dimensionar el conductor AWG fue necesario levantar información necesaria que ayudarán en los cálculos para la selección del conductor, las mismas que ayudarán al transporte de energía eléctrica sin que exista altas caídas de tensión, para lo cual se utilizó los datos que se presentan en la Tabla 12. El conductor de mal estado se muestra en el Anexo de trabajo (Imagen 5).

Tabla 12. Datos monofásicos para conductor AWG calibre N ° 2.

Cargas	Potencia en (W)	Potencia en (KW)
Bombas de vacío 1	3500	3,5
Bombas de vacío 2	3500	3,5
Sistema de refrigeración 2	5500	5,5
Sistema de refrigeración 1	2200	2,2
Sistema de iluminación y electrodomésticos	510	0,51
Sistema de recolección y lavado	2390	2,39
Total, de cargas	17600	17,6
Datos adicionales		
Factor de potencia	0,8	
Tensión	230	V
Distancia	250	m
Caída de tensión	5	%
Resistividad en cobre	0,018	

Elaborado por: Autores.

Para cumplir con las actividades propuestas realizadas en la Hacienda “El Futuro S.A” se realizó el estudio correspondiente, posteriormente se propuso a la instalación de un nuevo

conductor para evitar caídas de tensión. Una vez realizado el dimensionamiento de los conductores adecuados se procedió a realizar las mediciones pertinentes de los voltajes, que procede del centro de carga al tablero de distribución, obteniendo los siguientes valores.

- En la línea 1 y línea 2 se obtuvo una tensión de 230 voltios
- En la línea 2 y línea 3 se obtuvo una tensión de 230 voltios
- En la línea 1 y línea 3 se obtuvo una tensión de 230 voltios

Los valores obtenidos anteriormente también se obtuvieron en centro de cargas o mufa. Dejando estable En la siguiente Tabla 13 se muestra los voltajes que contenían con los conductores defectuosos y el voltaje que se obtuvo con la instalación de conductores N 2 AWG.

Tabla 13. Medidas de tensión en cada una de las líneas.

Medidas de tensión en cada línea			
Datos anteriores		Datos Actual	
Línea 1 - Línea 2	196 V	Línea 1 - Línea 2	230 V
Línea 2 - Línea 3	196 V	Línea 2 - Línea 3	230 V
Línea 3 - Línea 1	202 V	Línea 3 - Línea 1	230 V

Elaborado por: Autores.

3.2. Diagrama de caída de tensión

En Figura 13, muestra que existía una pérdida de 32 voltios en todo el trascurso del transporte de energía eléctrica. La barra de color azul muestra el índice de tensión que llegaba al tablero de distribución las cuales oscilaban entre los 196 y 202 voltios, las misma que se pueden notar una alta caída de tensión y en la barra anaranjado se muestra la implementación de los conductores AWG N 2 y se nota que las tensiones llegan correctamente sin caída de tensión a las barras de distribución.

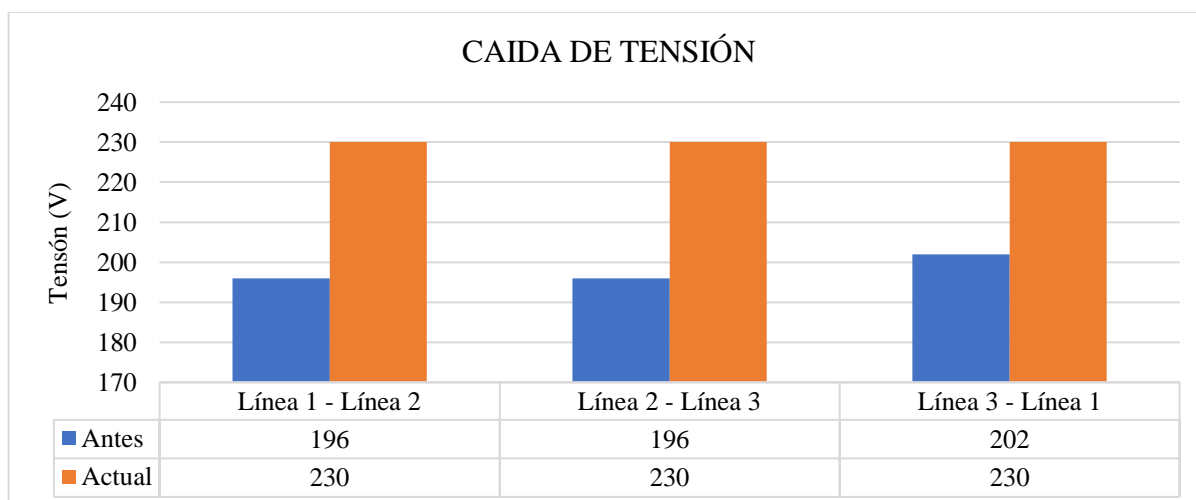


Figura 13. Caída de tensión.

3.3. Datos de la corriente nominal del relé

Para realizar el cambio de dicho equipo se observó que el relé térmico estaba en malas condiciones debido a que esta fue manipulada con mucha frecuencia al existir paros de producción, por la existencia de una alta caída de tensión lo cual generó que el operador manipule el equipo hasta dejarlos con defectos mecánicos, además el equipo no contaba con el dimensionamiento correcto, debido a que la corriente nominal proporcionado por la bomba es de 22 A y la corriente del relé térmico de 23 A lo cual generaba a que el motor trabaje forzosamente y reduzca la vida útil de la bomba, en la Tabla 14 se muestran las corrientes nominales de los relés térmicos. El relé térmico en malas condiciones como se muestra en Anexo de trabajo (Imagen 9).

Tabla 14. Medida de las tensiones

Corriente nominal de la bomba	Corriente nominal del relé térmico
(22 – 28) A	(23 – 32) A
(23 – 29) A	(23 – 32) A

Elaborado por: Autores.

3.4. Análisis de distribución de cargas eléctricas

Para realizar la distribución de las cargas eléctricas se hizo el levantamiento de información valiosa de las cargas de cada uno de los elementos de ordeño que están conectadas en tablero de control eléctrico en la Hacienda “El Futuro S.A.” encontrando las siguientes cargas presentes en el tablero de control. En la siguiente Tabla 15 se muestra las cargas eléctricas de cada equipo.

Tabla 15: Cargas Eléctricas conectadas al tablero de control

Cargas	Potencia en (W)	Potencia en (KW)
Bombas de vacío 1	3500	3,5
Bombas de vacío 2	3500	3,5
Sistema de refrigeración 1	5500	5,5
Sistema de refrigeración 2	2200	2,2
Sistema de iluminación y electrodomésticos	510	0,51
Sistema de recolección y lavado	2390	2,39
Total, de cargas	17600	17,6

Elaborado por: Autores.

En comparación con datos anteriores medidos el valor de la corriente en cada una de la línea, no está las cargas correctamente equilibradas y se observa que en la línea 2 están conectada varias cargas y en la línea 1 y línea 3 no está conectada muchas cargas, con la mejora

implementada se puede observar en los datos que todas las cargas están distribuidas de manera uniforme a cada una de las líneas, la corriente es variable dependiendo las cargas que existe.

Tabla 16. Medidas de corriente en cada línea.

Datos anteriores		Datos actuales	
Línea 1	49 A	Línea 1	28,9 A
Línea 2	37 A	Línea 2	32,8 A
Línea 3	0 A	Línea 3	29,7 A
Desbalance	45,5 %	Desbalance	4,9%

Elaborado por: Autores.

3.5. Diagrama de cargas eléctricas

En la Figura 14, se observa la distribución de cargas eléctricas mediante la medición de la corriente, para ello se realizó la medición de la corriente en cada una de las líneas como se muestra en la Tabla 16, donde podemos verificar que la distribución de energía eléctrica ya se encuentra equilibradas en cada una de las líneas; L1=28,9 A, L2=32,8 A y L3=29,7 A, aunque no siempre marcará el mismo valor de la corriente medida, siempre la corriente será variable a las cargas conectadas. En la Figura 14 se muestra el balance de cargas, la cual se representa con una barra azul y puede notar que existía una excesiva carga en la línea 1 y 2 y en la línea 3 no existían cargas. La barra anaranjada muestra que ya existe una distribución equilibrada de cargas.

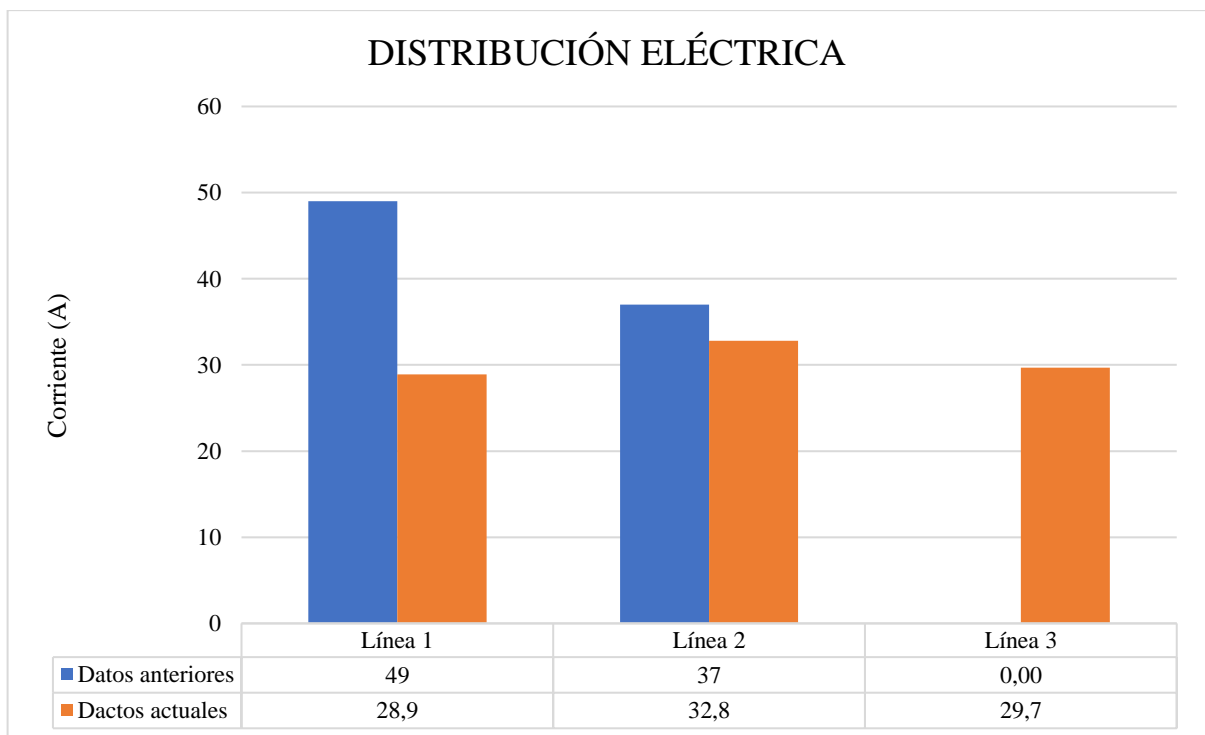


Figura 14. Distribución eléctrica mediante la corriente.

La distribución se realizó a las potencias de cargas en cada línea como se muestra en la Figura 15, se muestra que la barra azul muestra la corriente medida antes de la distribución de carga la cual se puede identificar que las cargas solo estaban conectadas en la línea 1 y 2, dejando inhabilitado la línea 3, provocando la caída de tensión. En la barra anaranjado se muestra la distribución de cargas y se nota que el desbalance de cargas es mínimo y que están dentro de las recomendaciones que propone el código eléctrico nacional.

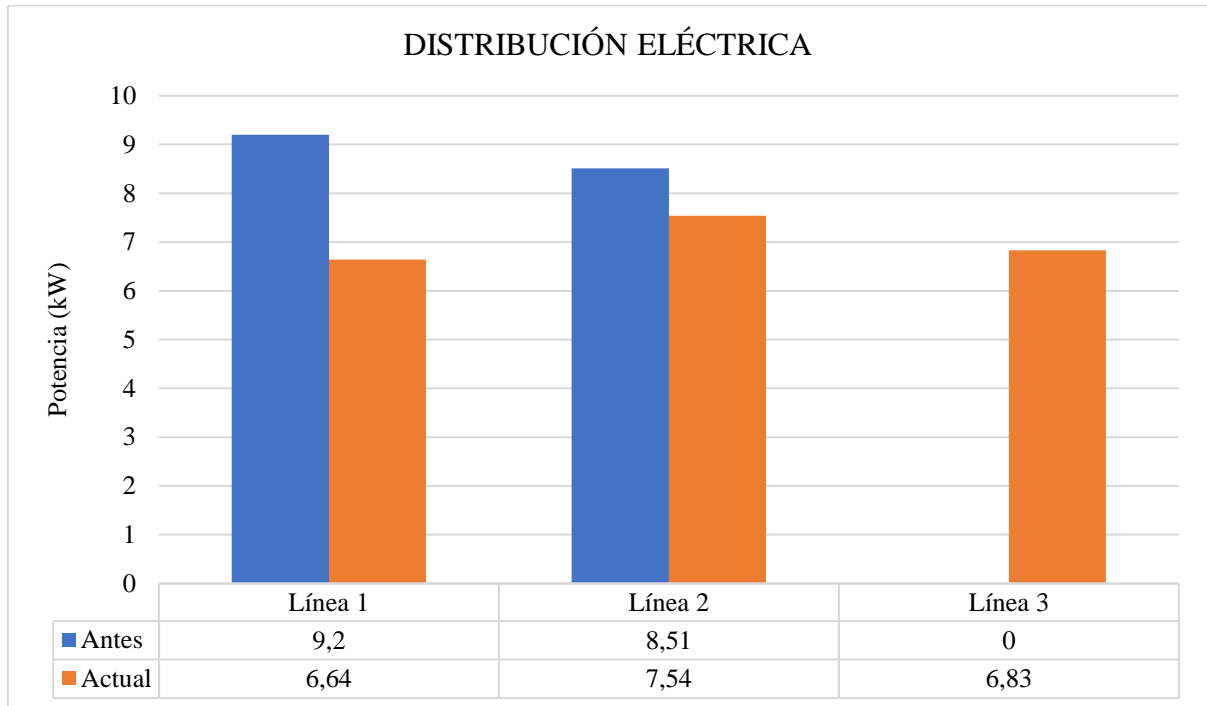


Figura 15. Distribución eléctrica mediante la POTENCIA.

3.6. Análisis del sistema de puesta a tierra

Para medir la resistencia que contenía dicho terreno se inició enterrando las picas de 40 cm a una distancia de 3 metros y una profundidad de 30 centímetros, posteriormente se hizo la elección de las 4 picas que se va a utilizar en el telurómetro y se obtuvo que la resistencia de la tierra oscilaba entre los 2,39 Ω , 2,33 Ω , y 3,69 Ω para realizar los cálculos pertinentes se obtuvo un promedio que ayudó a los cálculos de la resistencia de la tierra. Las medidas se presentan en Anexo de trabajo (Imagen 18).

Tabla 17. Resistencia del terreno.

Resistencia 1	Resistencia 2	Resistencia 3	Resistencia Promedio
2,39 Ω	2,33 Ω	3,69 Ω	2,80 Ω

Elaborado por: Autores.

La inexistencia de una puesta a tierra provoca pérdidas de equipos electrónicos sensibles y hasta pérdidas de personas que operan dicho tablero de distribución. La hacienda carece de un sistema puesta a tierra, esto puede ocasionar pérdidas de equipos electrónicos como humanas ya que pueden existir sobrecargas en el tablero y la persona quede en riegos en electrocutarse. Divido a dicho problema se instala un sistema puesto a tierra para proteger a las personas que operan en el tablero y a los dispositivos electrónicos que está conformado el tablero.

Tabla 18. Análisis de sistema puesta tierra.

Datos anteriores		Datos después	
Causa	Efecto	Causa	Efecto
Sin un sistema puesta a tierra	Peligro de descargas eléctricas hacia el operador Riegos de perder equipos electrónicos sensibles	Con un sistema puesta a tierra	Espacios seguros de trabajo para el operador Protección de equipos sensibles al existir descargas eléctricas.

Elaborado por: Autores.

3.7. Análisis corrección de factor de potencia

La Hacienda “El Futuro”, no contaba con un factor de potencia adecuado, su valor estaba comprendido entre 0.877 y 0.878 por esta razón la Empresa Eléctrica les penalizaba por un bajo factor de potencia. La penalización económica del mes de (Agosto – Septiembre del 2022) fue de \$ 21,16 que pagaba a la Empresa Eléctrica Regional Centro Norte S.A. (EEASA).

La Hacienda “El Futuro S.A.” empezó el proceso de producción desde el mes de Julio del 2022, entonces la penalización por bajo factor de potencia en el año 2022 por 6 meses llegó a un valor estimado de \$ 126,96. Por dicha razón se instaló un banco de condensadores que permitieron elevar el factor de potencia a 0.94 y de esta manera las cargas se lograron equilibrar y ya no hubo pago por las penalizaciones la Empresa Eléctrica Regional Centro Norte S.A. (EEASA), en la Tabla 19 se muestra los datos del antes y después de la corrección del factor de potencia.

Tabla 19. Análisis de corrección de factor de potencia.

Datos anteriores		Datos después	
Factor de potencia	Valor a pagar por penalizaciones por bajo factor de potencia	Factor de potencia	Valor a pagar por penalizaciones por bajo factor de potencia
0.88	21,16	0,94	0

Elaborado por: Autores.

3.8. Diagrama de corrección de factor de potencia

En la Figura 16 se muestra el crecimiento del factor de potencia donde al realizar la instalación un banco de condensador permitió elevar el factor de potencia a 0.94 la cual evito que la

Hacienda siga siendo penalizada por un bajo factor de potencia e ingresando costos adicionales en la planilla eléctrica.

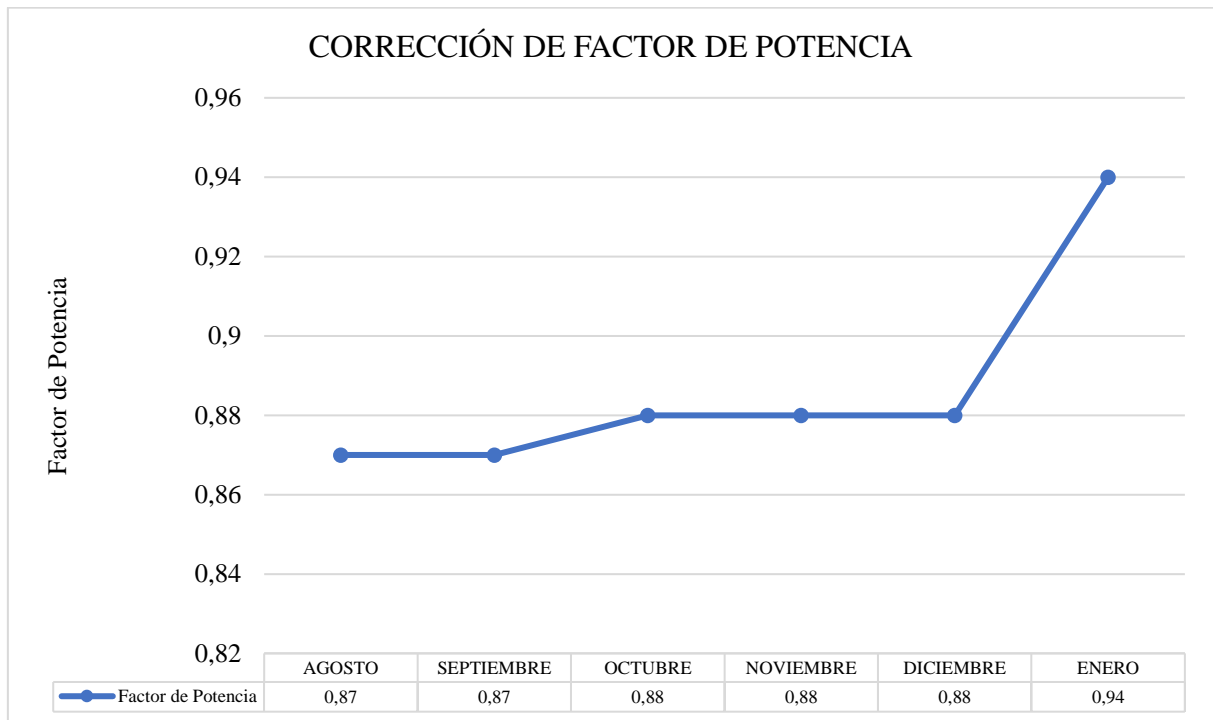


Figura 16. Corrección de factor de potencia.

La Hacienda “El Futuro”, no contaba con un factor de potencia adecuado, su valor estaba comprendido entre 0.877 y 0.878 por esta razón la Empresa Eléctrica Regional Centro Norte S.A. (EEASA), le penalizaba por un bajo factor de potencia, Mientras en los meses anteriores del año 2022 la Empresa Eléctrica estaba siendo penalizada por bajo factor de potencia, como se muestra en la Figura 17.

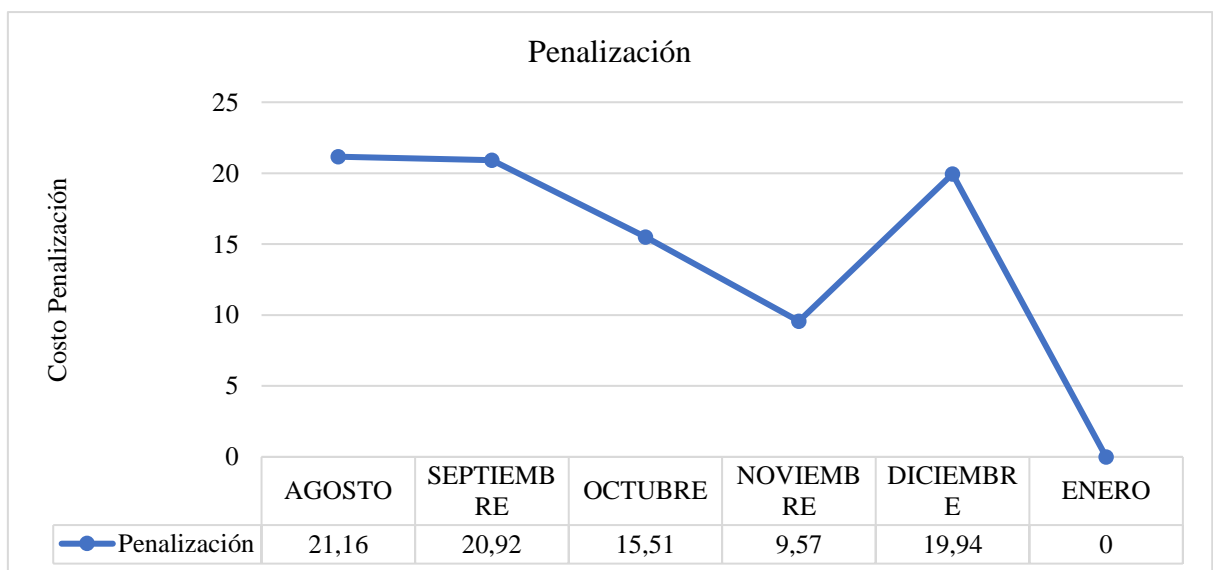


Figura 17. Costo de penalización.

Los costos de la planilla eléctrica son superiores a los \$ 500 en los meses de agosto, septiembre y diciembre y en los meses de octubre, noviembre y enero se logró reducir los costos con las mejoras que se realizó con la propuesta tecnológica.

3.9. Análisis medidas de la radiación calorífica con cámara termográfica

Para poder determinar la radiación calorífica del tablero de control eléctrico se utilizó como equipo de medición la cámara termográfica durante el funcionamiento de los equipos de ordeño, la cámara termográfica muestra en pantalla una imagen de la radiación calorífica. En la Figura 18, se muestra que el tablero no cuenta con puntos altos de radiación calorífica, ya que su valor oscila entre los 14 °C y 17 °C, debido a que estos valores se aproximan a la temperatura ambiente que es de 20 °C a 25 °C Celsius no existen puntos calientes de peligro. Si existiera puntos altos de ración calorífica esto superaría los 35 °C, dejando como resultado el sobrecalentamiento de equipos electromecánicos y la actuación de las protecciones eléctricas.

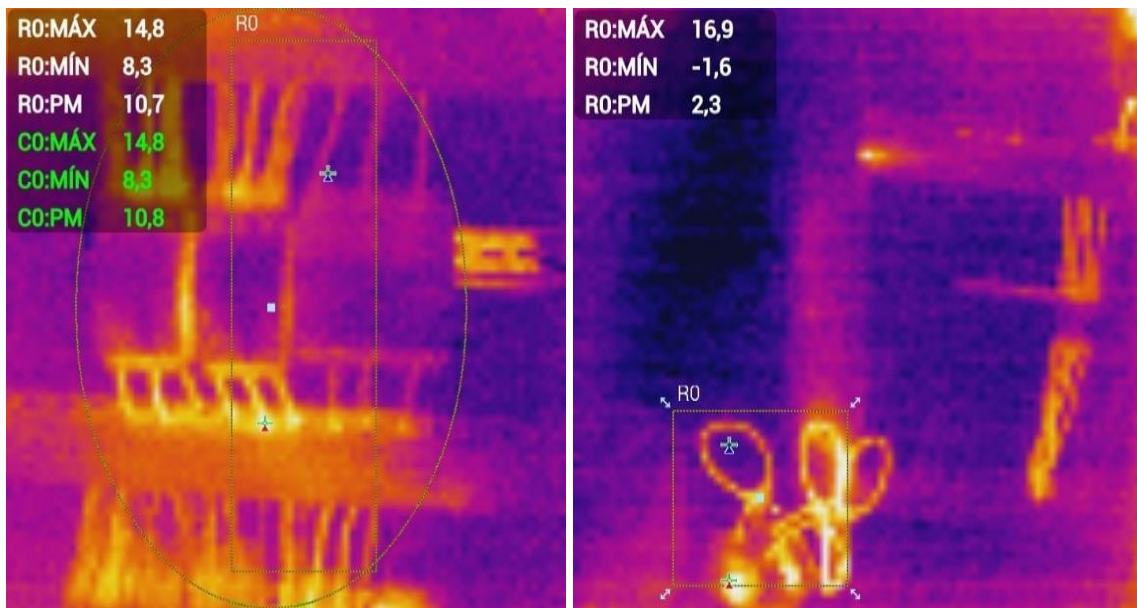


Figura 18. Punto caliente del tablero eléctrico.

3.10. EVALUACIÓN TÉCNICO, SOCIAL, AMBIENTAL Y/O ECONÓMICA

3.10.1. Evaluación Técnico

El Ingeniero Miguel Ángel Taipe, Coordinador de planta de mantenimiento junto al administrador de la hacienda Sr. Luis Alfonso Barba, como administrador de la hacienda “El Futuro S.A.”, realizaron una prueba del funcionamiento del sistema, que estén correctamente dimensionados, los conductores eléctricos, protecciones de los equipos, iluminación LED, y entre otros para que la producción sea de confiabilidad, seguridad y flexibilidad.

3.10.2. Ambiental

Cada día es más importante que los proyectos sean amigables con el medioambiente, por lo que la evaluación ambiental cobra mayor relevancia, tanto en proyectos de inversión privada como en proyectos de inversión social. y que a su vez obedece a las leyes ambientales.

3.10.3. Económico

En la Tabla 20, se muestra las pérdidas económicas que se generaron al existir un alto crecimiento de caída de tensión, la cual genero los paros de producción no deseados, dejando pérdidas económicas en la producción.

Tabla 20. Análisis de pérdidas de producción.

Antes de mejora de la propuesta tecnológica			Antes de mejora de la propuesta tecnológica			Ganancia
Período	Producción (lt)	Costo (lt) * 0,60	Período	Producción (lt)	Costo (lt) * 0,60	
Día	1600	\$ 960,00	Día	1800	\$ 1080,00	\$ 40320,00
Semana	11200	\$ 6720,00	Semana	12600	\$ 7560,00	
Mes	44800	\$ 26880,00	Mes	50400	\$ 30240,00	
Año	537600	\$ 322560,00	Año	604800	\$ 362880,00	

Elaborado por: Autores.

En Tabla 21 se muestra las pérdidas económicas que se generaban por un bajo factor de potencia, que estaba siendo penalizada por parte de la de la empresa eléctrica.

Tabla 21. Análisis de pérdidas por penalización en la planilla eléctrica.

Perdidas por penalización provenientes de la Empresa Eléctrica		
Planilla	Bajo factor de potencia	Valor Económico por la penalización
Mensual	0,88	\$21,16
Anual		\$253,92

Elaborado por: Autores.

En la Tabla 22 se muestra las pérdidas que se generaron tanto en la parte de producción como en la parte eléctrica, dejando a la empresa con pérdidas notorias al existir dichas falencias en el tablero.

Tabla 22. Análisis pérdidas.

Análisis costo de perdidas	
Perdidas por caída de tensión	\$ 21.600,00
Perdidas por bajo factor de potencia	\$ 253,92
Pérdidas totales	\$ 21.853,92

Elaborado por: Autores.

3.10.4. Gatos de los proyectos directos e indirectos

Para el desarrollo de la repotenciación del tablero de control y corrección de factor de potencia en la Hacienda el “Futuro S.A.” se seleccionó todos los materiales y componentes eléctricos para la compra que está dentro de la normativa. Los dispositivos de protección contra sobrecorrientes (sobrecargas y cortocircuitos) deben ser, pulsador led, luz piloto, guardamotor, condensador, contactor e interruptores termomagnéticos fabricados bajo la Norma IEC 60898-1, que cumplan con el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 091.

Presupuesto: Gastos directos.

Tabla 23. Listado de materiales para la repotenciación y corrección de factor de potencia.

Listado de materiales para la repotenciación y corrección de factor de potencia				
Descripción	Cantidad	Unidad	\$ V. Unitario	\$ V. Total
Pulsador iluminado verde NA, con módulo LED integrado 220 VAC	2		\$ 4,00	\$ 8,00
Pulsador iluminado rojo NC, con módulo LED integrado 220 VAC	2		\$ 4,00	\$ 8,00
Luz piloto	2		\$ 2,00	\$ 4,00
Bornes de conexión individual CAGE-CLAMP de 40 A. de conductores 28-10 AWG	25		\$ 1,00	\$ 25,00
Guardamotor regulable de 20-25 A. Tamaño S0	2		\$ 84,00	\$ 168,00
Condensador trifásico	1		\$ 83,77	\$ 83,77
Interruptor termomagnético tripolar	2		\$ 30,03	\$ 60,06
Contactor para maniobra de condensadores	1		\$ 44,58	\$ 44,58
Pinza de Acometida para haz de conductores de 22 mm (2 – 4 AWG) (SENSOR)	1		\$ 17,44	\$ 17,44
Terminales tipo ferrule 1.5mm para cable 18 AWG	100		\$ 3,46	\$ 3,46
Terminales tipo ferrule 6mm para cable 10 AWG	100		\$ 2,80	\$ 2,80
Canaletas ranuradas de 60 x 60 mm	2x2	m	\$ 2,00	\$ 4,00
Canaletas ranuradas de 40 x 40 mm	3x2	m	\$ 1,50	\$ 4,50
Riel Din”	2x1	m	\$ 8,00	\$ 16,00
Conductor calibre 10 AWG	50	m	\$ 0,45	\$ 22,50
Conductor calibre 18 AWG	50	m	\$ 0,25	\$ 12,50
Conductor calibre 14AWG	2	m	\$ 0,35	\$ 0,70
Remaches de 3/16” – 1/2”	1		\$ 3,00	\$ 3,00
Autoperforantes de 1”– 8mm	20		\$ 4,00	\$ 4,00
Total, a Pagar				\$ 492,31

Elaborado por: Autores.

Para el desarrollo de sistema puesta tierra en la Hacienda el “Futuro S.A.” se seleccionó todos los materiales y componentes eléctricos para la compra que está dentro de la normativa. Los dispositivos de protección contra sobrecorrientes (sobrecargas y cortocircuitos) deben ser, led,

luz piloto, contacto auxiliar, varilla y conector de puesta tierra fabricados bajo la Norma IEC 60898-1, que cumplan con el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 091.

Tabla 24. Gasto de materiales para sistema de puesta tierra.

Listado de materiales para sistema de puesta tierra					
Descripción	Cantidad	\$ V. Unitario	% Descuento	Precio	\$ V. Total
Luz 22 mm LED CSC rojo 220 V AC/DC plástica.	1	\$ 1,38	15	\$ 1,17	\$ 1,18
Luz 22 mm LED CSC verde 220 V AC/DC plástica.	1	\$ 1,52	15	\$ 1,29	\$ 1,30
Contacto auxiliar transversal 3RV2901-1E SIEMENS	2	\$ 12,08	15	\$ 10,26	\$ 20,54
Varilla 5/8" *1.8 baja camada 25 MC (10)	4	\$ 8,45	15	\$ 7,18	\$ 28,75
Conector de varilla 5/8" COOPERWELL/AUXILIAR	4	\$ 1,16	15	\$ 0,99	\$ 3,96
Taco Fisher F06 (500)	50	\$ 0,01	15	\$ 0,15	\$ 0,78
Tornillo gris colepato 8*3/4"	50	\$ 0,01	15	\$ 0,16	\$ 0,84
Cinta de vinil 3/4" BL. M21-750-595WT BRADY	1	\$ 44,19	15	\$ 37,56	\$ 37,57
Cinta de vinil 3/4" AMA. M21-750-595YL BRADY	1	\$ 44,19	15	\$ 37,56	\$ 37,57
GEM Mejorador de suelo 11 Kg parres	1	\$ 18,63	15	\$ 15,83	\$ 15,84
Cinta Hilti galvanizado huecos 17 mm*1/4" longitud 10 m	1	\$ 7,56	15	\$ 6,42	\$ 6,43
Transporte	1	\$ 15,00	15	\$ 15,00	\$ 15,00
Total, a Pagar					\$ 197,06
Descuento					\$ 27,30
Tarifa 12 %					\$ 169,76
I.V.A.					\$ 20,37
Total					\$ 190,13

Elaborado por: Autores.

Presupuesto: Gastos indirectos (Mano de obra)

Para la propuesta tecnológica hay un gasto de \$ 2033,08 para que la Hacienda el "Futuro S.A." tenga una mayor seguridad, confianza y la producción sea continua durante todo el tiempo.

Estos gastos en proyecto de mejora dentro del primer año del mes son recuperables en tiempo corto.

Tabla 25. Gasto de repotenciación del sistema eléctrico

Repotenciación de sistema de control y distribución de cargas eléctricas					
Descripción	Personal de trabajo	Hora	\$ Hora	\$ V. Unitario	\$ V. Total

Levantamiento de información	2	8	\$ 2,50	\$ 20,00	\$ 40,00
Plano eléctrico (iluminación)	2	1	\$ 2,50	\$ 2,50	\$ 5,00
Plano Control - Fuerza	2	18	\$ 2,50	\$ 45,00	\$ 90,00
Plano arquitectónico	2	1	\$ 2,50	\$ 2,50	\$ 5,00
Dimensionamientos de los conductores eléctricos	2	2	\$ 2,50	\$ 5,00	\$ 10,00
Dimensionamientos de equipos de protección	2	1	\$ 2,50	\$ 2,50	\$ 5,00
Instalaciones en el tablero eléctrico	2	20	\$ 2,50	\$ 50,00	\$ 100,00
Corrección de factor de potencia					
Descripción	Personal de trabajo	Hora	\$ Hora	\$ V. Unitario	\$ V. Total
Levantamiento de información	2	10	\$ 5,00	\$ 50,00	\$ 100,00
Estudio corrección de factor de potencia	2	2	\$ 225,00	\$ 450,00	\$ 900,00
Dimensionamiento de capacitor	2	1	\$ 2,50	\$ 2,50	\$ 5,00
Dimensionamiento de conductor eléctrico y equipos de protección.	2	1	\$ 2,50	\$ 2,50	\$ 5,00
Instalación de banco de condensadores	2	4	\$ 2,50	\$ 10,00	\$ 20,00
Sistema puesto a tierra					
Descripción	Personal de trabajo	Hora	\$ Hora	\$ V. Unitario	\$ V. Total
Estudio del campo	2	2	\$ 2,50	\$ 5,00	\$ 10,00
Instalación de sistema puesta tierra	2	4	\$ 2,50	\$ 10,00	\$ 20,00
Transporte					
Descripción	Personal de trabajo	Consumo Litros Gasolina	Costo de Gasolina (litro)	\$ V. Unitario	\$ V. Total
Transporte	2	132	\$ 0,27	\$ 35,64	\$ 35,64
Alimentación					
Descripción	Personal de trabajo	Costo Alimentación	\$ V. Unitario	\$ V. Total	
Alimentación	2	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	
Costo total del proyecto					\$ 2033,08

Elaborado por: Autores.

En cuanto al presupuesto del proyecto, se ha podido observar que el gasto es menor con la ventaja de que en este proyecto repotenciado y el factor de potencia corregido, se ahorrara una gran cantidad de dinero durante la vida de producción.

3.11. VAN Y TIR

En esta Tabla 26 se muestra dentro del primer año la Hacienda “El Futuro S.A.” empieza a generar ganancia. La ganancia cuando es mayor a 1 es beneficio para la Hacienda “El Futuro S.A.” entonces dentro del segundo año empieza a genera mayor ingreso.

Tabla 26. Ganancia de la producción de leche por cada mes.

Mes	Leche lt	Ingresos	Egresos	Flujo	TIR MV	Mes	TIR MV	VPN MV
0			\$ 2.033,09	-\$ 2.033,09	12,95%	0		
1	44800	\$ 26.880,00	\$ 562,09	\$ 26.317,91		1	37,95%	\$ 67.212,28
2	44800	\$ 26.880,00	\$ 543,42	\$ 26.336,58		2	32,95%	\$ 76.785,32
3	44800	\$ 26.880,00	\$ 414,67	\$ 26.465,33		3	27,95%	\$ 88.203,35
4	44800	\$ 26.880,00	\$ 299,23	\$ 26.580,77		4	22,95%	\$ 101.125,70
5	44800	\$ 26.880,00	\$ 547,99	\$ 26.332,01		5	17,95%	\$ 114.683,29
6	44800	\$ 26.880,00	\$ 329,95	\$ 26.550,05	VPN MV	6	12,95%	\$ 127.496,04
7	50400	\$ 30.240,00	\$ 329,95	\$ 29.910,05	\$ 245.379,42	7	7,95%	\$ 136.465,18
8	50400	\$ 30.240,00	\$ 329,95	\$ 29.910,05		8	2,95%	\$ 135.158,48
9	50400	\$ 30.240,00	\$ 329,95	\$ 29.910,05		9	-2,05%	\$ 124.013,09
10	50400	\$ 30.240,00	\$ 329,95	\$ 29.910,05	TIO MV	10	-7,05%	\$ 102.019,61
11	50400	\$ 30.240,00	\$ 329,95	\$ 29.910,05	5%	11	-12,05%	\$ 70.647,70
12	50400	\$ 30.240,00	\$ 329,95	\$ 29.910,05		12	-17,05%	\$ 34.026,67

Elaborado por: Autores.

3.11.1. Diagrama de VAN y TIR

Mediante esta grafica se muestra la línea de flujo acumulado es donde la Hacienda “El Futuro S.A.” realizo una inversión para la mejora del tablero eléctrico, y la línea de flujo dentro del primer año genera el ingreso. Si es mayor a 1 es beneficioso para Hacienda “El Futuro S.A.”

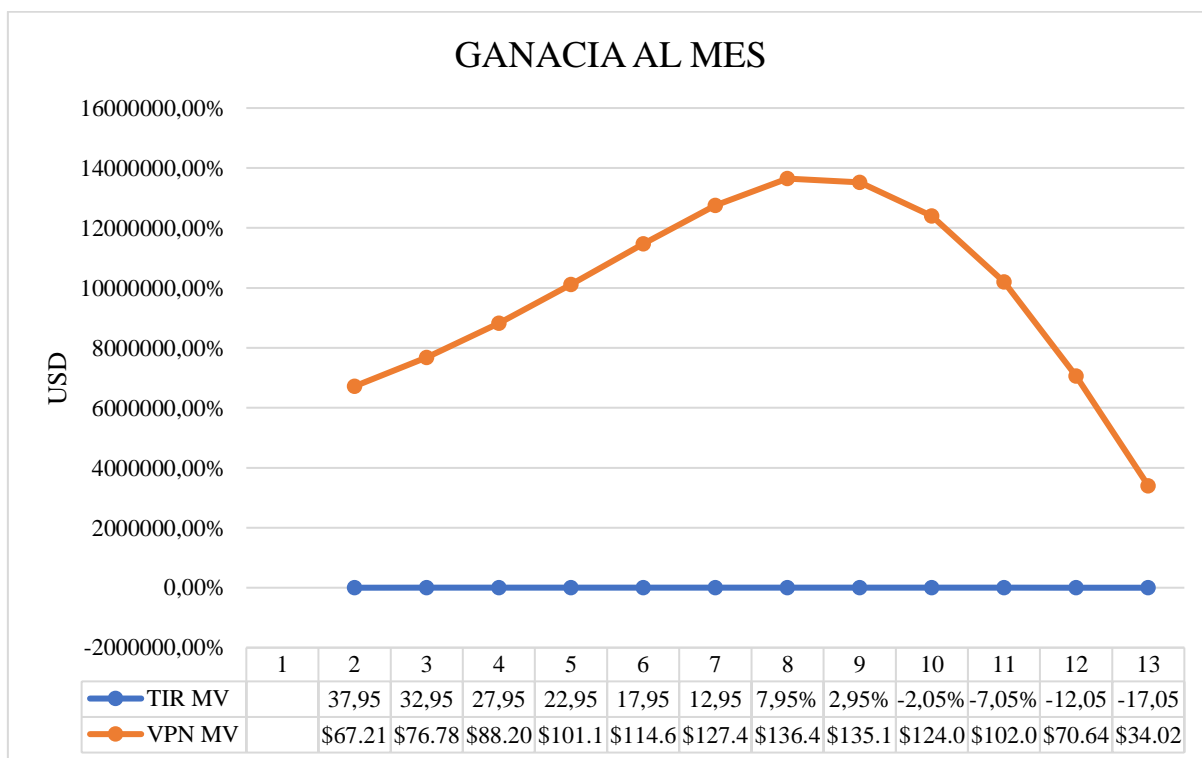


Figura 19. Ganancia de la producción de leche por cada mes.

4. CONCLUSIONES DEL PROYECTO

4.1. CONCLUSIONES

- Mediante la implementación de un banco de condensadores se logró adquirir información valiosa de la corrección del factor de potencia a 0,94 y así evitar que la Hacienda “El Futuro S.A.” pague montos adicionales por tener un bajo factor de potencia. Además, se logró implementar un sistema de puesta a tierra con una resistencia de 5Ω , misma que permitió a que los operadores que manipulaban el equipo laboren con seguridad y confianza.
- Se realizó la distribución de cargas eléctricas obteniendo como resultado un desbalance de un 4,9% de desbalances, misma que está dentro del rango de desbalance recomendado por (NEC), que sugiere que el desbalance máximo debe ser menor o igual a 5% para tener un buen funcionamiento de los equipos electromecánicos.
- Se Implemento los de equipos de protección para el sistema eléctrico y distribución de cargas eléctricas.
- Se logró corregir el factor de potencia a un 0,94, la implementación de un sistema a tierra con una resistencia de 5Ω , y también se verificaron que no existen radiación calorífica en el tablero de control eléctrico, ya que su temperatura máxima oscila entre los 32 °C y 20 °C.

4.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la hacienda “El Futuro S.A.” cuando haya falla en instalaciones eléctricas utilizar el manual que se realizó por los tesisistas de la Universidad Técnica de Cotopaxi, para solucionar problemas.
- Al utilizar instrumentos de medición se recomienda verificar la conexión en los terminales, equipos de protección, etc. Es de suma importancia verificar que el instrumento de medición esté libre de cualquier factor externo ajeno al medio donde se realizara la medición, para esto se debe utilizar diferentes tipos de aislamientos, ya sean térmicos, eléctrico, etc.
- Se logró implementar protección adecuados que contienen una corriente nominal de 20, a 25 amperios las cuales ayudarán a que las bombas trabajen de manera segura y eficiente, alargando así la vida útil de las bombas de vacío.

5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] INEN, NORMA TÉCNICA ECUATORIANA, Quito - Ecuador: Primera Edición.
- [2] L. T. J. T., Repotenciar el sistema de control y distribución eléctrica para las bombas de vacío, La Hacienda (El Futuro S.A.) Ambato, 2022.
- [3] E. G. G. C. a. D. A. R. Rubio, Diseño De Barras Y Tablero De Distribución Eléctrica Secundaria, Para Mejorar La Capacidad De Carga En La Universidad Técnica De Cotopaxi, La Maná, vol. 1, p. 101, año 2018.
- [4] J. Munguía, “Aplicación y evaluación de las metodologías para el cálculo de pérdidas técnicas en baja tensión para redes de distribución de energía eléctrica de El Salvador,”, 2018.
- [5] P. M. C.-N. a. P. A. M. J. C. Maldonado-Chica, “Determinación de pérdidas de energía en transformadores de distribución mediante algoritmo de compensación en sistemas de medición,” pp. 23–25, 2018.
- [6] D. P, Soluciones Prácticas para la Puesta a Tierra de Sistemas Eléctricos de Distribución McGraw-Hill, Cuenca - Gualaceo, 2011. P 297 -310.
- [7] L. Roman, "Proyecto y diseño de instalaciones en media y baja tensión para un edificio", Guayaquil, 2017.
- [8] O. S. d. P. Allan, Estudio de Factibilidad para el sistema de Distribución de Energía Eléctrica en el Centro Histórico de Quetzaltenango con Líneas Subterráneas, Guatemala, 2015.
- [9] M. R. L. y. G. C. Tovar, “Implementación del Sistema de Facturación y Medidores Prepago en la Empresa Eléctrica de la Provincia Cotopaxi - Plan Piloto”, Latacunga, 2017.
- [10] N. I. 3098, «NORMA TÉCNICA ECUATORIANA,» de Servicio Ecuatoriano de normalización. Voltajes normalizados, Quito - Ecuador.
- [11] J. A. y. L. Benavidez, Control Automático de un Sistema de Riego y Fertilización, Nariño, 2015.
- [12] E. S. SYSTEM, «Uninterruptible Power Supply (UPS), Logo, Transformadores,» de Sistema de alimentación ininterrumpida, control eléctrico industrial, reductor de tensión, País - Ecuador.
- [13] SIEMENS, «Interruptor termomagnético,» de Protección Eléctrica, País - Ecuador.

- [14] SIEMENS, «Guardamotor,» de Protección para motores y guardamotors. Protecciones de motores eléctricos, País - Ecuador.
- [15] S. T. M. Electrotécnico., «Contactor,» de Contacto auxiliar. Protecciones de motor eléctrico, País - Ecuador.
- [16] S. T. M. Electrotécnico., de Rele térmico. Protecciones para motores eléctricos, País - Ecuador.
- [17] E. T. Manual, «Temporizador (TIMER),» de Controlador de tiempo, mediante la programación en LOGO, País - Ecuador.
- [18] E. T. SIEMENS. Manual, «Pulsador iluminado 220 V,» de Indicador del funcionamiento de los equipos , País - Ecuador.
- [19] F. E., «Desequilibrio en el Suministro Trifásico,» 01/16/2018.
- [20] V. G. D. Ángel, «Código de Red: Calidad de la Potencia (Desbalance)».
- [21] C. D. Moisés, «Diseño y Construcción de un Tablero de Control Automático para la Corrección de Factor de Potencia,» Quito, (2015).
- [22] R. C. Raúl, «DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO ENERGÉTICO EN EL CAMPUS RODRÍGUEZ LARA – ESPE,» Latacunga, (2014).
- [23] P. Velásquez Moreira, «ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE CONDENSADORES PARA LA MEJORA DEL FACTOR DE POTENCIA EN UNA INDUSTRIA DE RECICLAJE DE PLÁSTICOS,» GUAYAQUIL, (2016).
- [24] IEEE, «Recommended Practice for Grounding of Industrial and Commercial Power Systems,» Standard 42-2019.
- [25] J. MARTÍNEZ R., «“Puesta a Tierra en Edificios y en Instalaciones Eléctricas”,» Editorial Paraninfo. Madrid España. 2016..
- [26] N. E. D. C. (NEC), «Instalaciones eléctricas,» de Capacidad del conductor, Ecuador, Febrero, 2018.
- [27] A. A. S. L. C. G. O. y. Jenny, Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC) "Instalaciones Eléctricas" Código NEC - SB - IE, País; Ecuador, Febrero 2018.

- [28] A. E. Zambrano, Estudio de carga eléctrica para la repotenciación del circuito, barrio Santa Marthe de Chone, vol. 9, 2016.
- [29] [En línea]. Available: <https://elibro.net/es/ereader/utcotopaxi/129998>.
- [30] G. Jorge, «Valores de resistencia maximo.,» 2010..
- [31] S. J. L. J. S. William Moebis, «Física universitaria volumen 2. Resistividad del conductor,» de Resistividad y resistencia, Houston, Texas, volumen-2/pages/1, 17 nov 2021.
- [32] A. Delgado, Bomba de vacio, Univ. Nac. Mayor de San Marcos. PERU.
- [33] WEG, Motor WEG en la Agroindustria, Weg Colombia S.A.S. empresa en Ecuador - Quito.
- [34] E. T. Manual, «Bornera,» de CAGE CLAMP. Tecnologia de interconexion electrica., Pais - Ecuador.
- [35] E. T. Manual, «Terminales tipo ferrule.,» de Tecnologia de union equipotencial de todos los hilos de conductor electrica., Pais - Ecuador.
- [36] E. T. SIEMENS. Manual, «Interruptor de control electrico. Conmutadores,» de Selector de 2 y 3 posiciones, Pais - Ecuador.
- [37] E. T. SIEMENS. Manual, «Luz Piloto,» de Señalizadores de equipos electricos, Pais - Ecuador..



ANEXO 1. INFORME ANTIPLAGIO PROYECTO DE TITULACIÓN

FACULTAD:	Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas												
CARRERA:	Ingeniería Electromecánica												
NOMBRE DEL DOCENTE EVALUADOR QUE EMITE EL INFORME:	Ing. Ms.C. Freire Andrade Verónica Paulina												
DOCUMENTO EVALUADO:	Propuesta tecnológica previo a la obtención del título de Ingeniero Electromecánico.												
AUTORES DEL DOCUMENTO:	Sr. Luis Wilmer Tipan Caisa Sr. José Abelardo Toaquiza Toaquiza												
PROGRAMA DE SIMILITUD UTILIZADO:	Sistema URKUND												
PORCENTAJE DE SIMILITUD SEGUN EL PROGRAMA UTILIZADO:	0 %												
OBSERVACIONES: Calificación de originalidad atendiendo a los siguientes criterios. <ul style="list-style-type: none"> • El documento cumple criterios de originalidad, sin observaciones. • El documento cumple criterios de originalidad, con observaciones. • El documento no cumple criterios de originalidad. 	-X- ----- -----												
FECHA DE REALIZACION DEL INFORME:	02/17/2023 06:30:00 PM												
Captura de pantalla del documento analizado:													
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px auto; width: 80%;"> <p>Document Information</p> <hr/> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 40%;">Analyzed document</td> <td>Tesis_Tipan y Toaquiza.docx (D158927549)</td> </tr> <tr> <td>Submitted</td> <td>2/17/2023 6:30:00 PM</td> </tr> <tr> <td>Submitted by</td> <td>Veronica Freire</td> </tr> <tr> <td>Submitter email</td> <td>veronica.freire@utc.edu.ec</td> </tr> <tr> <td>Similarity</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>Analysis address</td> <td>veronica.freire.utc@analysis.arkund.com</td> </tr> </table> </div>		Analyzed document	Tesis_Tipan y Toaquiza.docx (D158927549)	Submitted	2/17/2023 6:30:00 PM	Submitted by	Veronica Freire	Submitter email	veronica.freire@utc.edu.ec	Similarity	0%	Analysis address	veronica.freire.utc@analysis.arkund.com
Analyzed document	Tesis_Tipan y Toaquiza.docx (D158927549)												
Submitted	2/17/2023 6:30:00 PM												
Submitted by	Veronica Freire												
Submitter email	veronica.freire@utc.edu.ec												
Similarity	0%												
Analysis address	veronica.freire.utc@analysis.arkund.com												
<p>.....</p> <p>Ing. Ms.C. Freire Andrade Verónica Paulina Director del Proyecto de la Propuesta Tecnológica</p>													

Document Information

Analyzed document	Tesis_Tipan y Toaquiza.docx (D158927549)
Submitted	2/17/2023 6:30:00 PM
Submitted by	Veronica Freire
Submitter email	veronica.freire@utc.edu.ec
Similarity	0%
Analysis address	veronica.freire.utc@analysis.arkund.com

Sources included in the report

Entire Document

1. INTRODUCCIÓN UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
TEMA: Repotenciación del Sistema de Control y Distribución de Cargas Eléctricas para las Bombas de Vacío en la Hacienda "El Futuro S.A." Autores: Tipan Caisa Luis Wilmer Toaquiza Toaquiza José Abelardo 1.1. RESUMEN
La Hacienda "El Futuro S.A." antes de la implementación de la propuesta tecnológica los sistemas eléctricos estaban mal diseñados eléctrico y distribución de cargas eléctricas, dejando inhabilitados a los equipos electromecánicos, mismas que fueron causadas por una inadecuada instalación eléctrica en el tablero de distribución lo cual influía negativamente en el factor de potencia y la existencia de un mal dimensionamiento de los equipos eléctricos, por lo que surgió la oportunidad de repotenciar el tablero de control eléctrico y la distribución de cargas eléctricas a los equipos de ordeño, mediante la implementación de un banco de condensadores para corregir el factor de potencia e implementar el sistema de puesta tierra para proteger a los equipos de ordeño de descargas eléctricas en la Hacienda "El Futuro S.A.", dicha investigación corresponde a la modalidad de propuesta tecnológica, que se llevó a cabo mediante métodos de investigación inductiva, científica y experimental, que permitieron obtener las estrategias necesarias para el desarrollo del rediseño de los sistemas eléctricos a instalar, obteniendo como resultados del conductor AWG de calibre N° 2, guardamotors de (20 – 25) A, banco de condensador de 6,66 kVAR, y sistema de puesta tierra con una resistencia de 5 ohmios para evitar pérdidas de equipos electrónicos sensibles. Mediante las instalaciones de equipos eléctricos se logró a corregir del factor de potencia que anteriormente era de 0,87 a 0,94 y se logró obtener una disminución de caídas de tensión para el funcionamiento de todos los equipos eléctricos, creando una producción continua en el ordeño.
Palabras clave: Sistema eléctrico, Factor de potencia, Puesta tierra, Producción, y Caída de tensión.
TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES
SUBJECT: Repowering of the Control and Distribution System of Electrical Loads for the Vacuum Pumps in the Tax authorities "The Future S.A." Authors: Tipan Caisa Luis Wilmer Toaquiza Toaquiza José Abelardo
ABSTRACT

7. ANEXOS DE IMPLEMENTACIÓN

7.1. MEMORIA DE CÁLCULO

7.1.1. Anexo 2: Dimensionamiento del conductor

Para el dimensionamiento del conductor AWG se utilizó los datos de la Tabla 12, la cual ayudó a la obtención del nuevo conductor que transportará la energía eléctrica a la Hacienda “El Futuro”.

Para determinar la corriente nominal se utilizó la (Ecuación 2)

$$I_n = \frac{17600}{\sqrt{3} * 230 * 0,8}$$

$$I_n = 55,22 \text{ A}$$

El resultado obtenido no es la adecuada para seleccionar el conductor debido a que en la ecuación no presenta la caída tensión que se dará al instante de estar funcionando todos los equipos, por lo que se procede a calcular el porcentaje de caída de tensión.

Para determina el porcentaje de caída de tensión se utilizó la (Ecuación 1)

$$AE = 230 \text{ V} * \frac{5\%}{100\%}$$

$$AE = 11,5 \text{ V}$$

Se tomó en cuenta el 5 % caída de tensión recomendado por el código eléctrico Nacional (NEC)

Para la selección del conductor se aplicó la (Ecuación 3)

$$S_3 = \frac{\sqrt{3} * 0,018 * 250 \text{ m} * 55,22 \text{ A} * 0,8}{11 \text{ V}}$$

$$S_3 = 31,30 \text{ mm}^2$$

Con los resultados obtenidos y de la Tabla 27 que se encuentra a Anexo de trabajo, se obtuvo que el calibre necesario para este sistema fue de 31,30 mm² de sección transversal, siendo equivalente al conductor número 2 AWG, la misma que ayudará al transporte de energía eléctrica sin que exceda la caída establecida por el Código Eléctrico Nacional (NEC). Para verificar que no existe caída de tensión, con ayuda de un multímetro se procedió a medir la tensión en el

punto de la acometida y su valor fue de 230 voltios y en el tablero eléctrico midió un voltaje de 230 y con dichos datos se pudo cumplir con las recomendaciones que proporciona la (NEC).

7.1.2. Anexo 3: Dimensionamiento del guardamotor

Para el dimensionamiento de los guardamotores se utilizó los datos de placa la cual se encuentra en Anexo de trabajo (Imagen 10), la misma que ayudó al cálculo y dimensionamiento del guardamotor para un motor monofásico que consume 5 Hp de potencia y que esta funciona a una tensión de 230 V además se muestra los siguientes datos de placa necesarios para el dimensionamiento de dicho equipo.

Motor 1.

Datos:

Potencia mecánica = 5 HP

Voltaje = 230 V

Factor de servicio = 25%

Factor de potencia = 0,8

Intensidad en 220 V = 23 A

Eficiencia = 92%

Para el cálculo de la potencia eléctrica se utilizó la (Ecuación 4)

$$P_e = \frac{3730 \text{ W}}{92 \%}$$

$$P_e = 4054,35 \text{ W}$$

Para el cálculo de la corriente nominal se utilizó la (Ecuación 5)

$$I_n = \frac{4054,35 \text{ W}}{230 \text{ V} * 0,8}$$

$$I_n = 22,03 \text{ A}$$

Para calcular la corriente nominal se utilizó la (Ecuación 6)

$$I_s = 22,03 \text{ A} + 25\% * 22,03 \text{ A}$$

$$I_s = 25,33 \text{ A}$$

Dimensionamiento del guardamotor para un motor monofásico que consume 5 Hp de potencia y que esta funciona a una tensión de 220 V además se muestra los siguientes datos de placa que se encuentran en los Anexos de trabajo (Imagen 10).

Motor 2.

Datos:

Potencia mecánica = 5 HP

Voltage = 220 V

Factor de Servicio = 0,25

Factor de Potencia = 0,8

Intensidad en 220 V = 22 A

Eficiencia = 82,5 %

f.s = 1,15

Se utilizó la (Ecuación 4) para el cálculo de la potencia eléctrica

$$P_e = \frac{3730 \text{ W}}{82,5\%}$$

$$P_e = 4521,21 \text{ W}$$

Se utilizó la (Ecuación 5) para determinar la corriente nominal

$$I_n = \frac{4521,21 \text{ W}}{230 \text{ V} * 0,91}$$

$$I_n = 21,60 \text{ A}$$

Para el cálculo del factor de servicio se utilizó la (Ecuación 5)

$$I_s = 21,60 \text{ A} + 25 \% * 21,60 \text{ A}$$

$$I_s = 27 \text{ A}$$

Con dichos cálculos se procede a elegir dos guardamotors que contengan la misma regulación de la corriente nominal para lo cual se basó en disponibilidad de regulación de la corriente nominal que ofrecen los fabricantes. La disponibilidad que contenían los fabricantes en base a la corriente nominal obtenida en los cálculos se determinó que existían guardamotors de (20 – 25) A y (25 – 32) A.

Los guardamotores están diseñados para actuar al momento de que los motores excedan la corriente nominal a la que están diseñadas y también ofrecen una regulación de la corriente nominal, la cual ayuda a que el motor a su máxima capacidad. Por lo tanto, se seleccionó dos guardamotores de (20 – 25) A, ya que al analizarlos se determinó que si la bomba excede su corriente nominal, el guardamotor empezará a actuar, impidiendo el paso de la corriente a las bombas de vacío y si existe la necesidad de encender la bomba se regulará al guardamotor para que la bomba trabaje a su máxima capacidad, pero se debe tener en cuenta que al realizar dicha regulación estamos esforzando la bomba de vacío, por lo cual disminuimos la vida útil de las bombas. Si existe tal caso se debe realizar acciones preventivas para solucionar el problema del crecimiento del problema. La instalación del guardamotor de (20 – 25) A se muestra en Anexo de trabajo (Imagen 11).

7.1.3. Anexo 4. Distribución de cargas eléctricas

Para la distribución de cargas eléctricas fue indispensable utilizar la Tabla 15 la cual ayudó a la distribución de cargas eléctricas mediante la distribución y posteriormente la obtención de las corrientes en cada una de las líneas las cuales se muestran en la Tabla 16.

Las cargas se distribuyeron de acuerdo a los siguientes puntos.

- En la L1 se conectaron la carga de la bomba de vacío y la carga del sistema de refrigeración 2
- En la L2 se conectó la carga de la bomba de vacío 2 y la carga de la bomba de recolección
- En la L3 se conectó la carga del sistema de refrigeración 1 y la carga del sistema de iluminación

Posteriormente se tomó las medidas de las corrientes en cada una de las líneas y se obtuvieron los resultados en la Tabla 16, con ello se calculó el desbalance de corriente.

Cálculo de la corriente promedio utilizando la (Ecuación 8)

$$I_p = \frac{(28,9 + 32,8 + 29,7) A}{3}$$

$$I_p = 30,4 A$$

Cálculo del desbalance de corriente utilizando la (Ecuación 7)

$$\text{Desbalance} = \frac{(30,4 - 28,9)}{30,4} * 100\% \Rightarrow \frac{1,5}{30,4} * 100\%$$

$$\text{Desbalance} = 4,9 \%$$

Una vez obtenido los resultados se obtiene que cumple el porcentaje de desbalanceo que existe en dicho tablero de control, ya que el porcentaje de desbalance en las cargas es menor al 5 % en plena carga.

7.1.4. Anexo 5. Dimensionamiento de un sistema de puesta a tierra

Para el dimensionamiento de un sistema de puesta a tierra se utilizó los datos obtenidos de la medición del terreno la cual se muestra en la Tabla 17.

Cálculo de la resistividad de la tierra utilizando la (Ecuación 9)

$$\rho = 2\pi * 3 * 2,80$$

$$\rho = 52,84 \Omega\text{m}$$

$$\rho = 53 \Omega\text{m}$$

Cálculo del conductor utilizando las siguientes

Aproximado el calibre mínimo permitido por la norma IEEE se elige el calibre AWG 2/0. En función de los datos obtenidos de la resistencia de la tierra se inicia al cálculo, tomando como referencia la norma IEEE Std. 142-1991 que proporciona las varillas de puestas a tierra conectadas lineamento de forma vertical, para dicho cálculo utilizaremos Método Dwight una varilla enterrada de forma vertical.

Cálculo del número de varilla utilizando las siguientes (Ecuaciones 12 – 13 – 14)

Mediante la Ecuación 31 se procedió a calcular la resistencia de la varilla cooperweld

$$R = \frac{53}{2\pi 1.80} \left(\ln \frac{4 * 1.80}{0,008} - 1 \right)$$

$$R = 27,19 \Omega$$

Como se puede notar no se obtuvo la resistencia deseada con un electrodo enterrado, ya que en Tabla 8 muestra que la resistencia adecuada para la protección de dispositivos electrónicos

sensibles debe ser menor o igual a 5 Ω , por lo que se hace el cálculo utilizando 2 varillas enterradas en línea.

Dos varillas enterradas de forma vertical

$$R = \frac{53}{4\pi(1.80)} \left(\ln \frac{4 * 1.80}{0,008} - 1 \right) + \frac{\rho}{4\pi s} \left(1 - \frac{1.80^2}{3(4)^2} + \frac{1.80^4}{5(4)^4} \right)$$

$$R = 14,6 \Omega$$

Con el resultado obtenido se sigue sin hallar la resistencia que se necesita para este sistema por lo cual se procede a calcular utilizando 4 varillas enterradas linealmente

Cuatro Varillas enterradas de forma vertical

$$R_{n \text{ var}} = \frac{1}{4} * \left(27,19 \Omega + \frac{53 \Omega m}{\pi * 4} \sum_{i=4}^4 \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} \right) \right)$$

$$R = 5 \Omega$$

Con el resultado obtenido utilizando 4 varillas copperweld se obtuvo la resistencia requerida para este sistema, posteriormente se inicia con la instalación del sistema puesta a tierra, las varillas serán enterradas verticalmente y a una distancia de 4 metros debido a que se multiplica 2 por la longitud de la varilla.

Además, se implementó un acondicionador de tierra, la cual ayudará a que el terreno donde se va implementar la puesta a tierra sea mucho más adecuada y genere una resistencia más eficiente. La implementación se muestra en Anexo de trabajo (Imagen 19,20,21 y 22).

7.1.5. Anexo 6. Dimensionamiento del banco de condensadores

Para el dimensionamiento de un banco de condensadores se hizo el uso de la (Imagen 23), (está ubicado en Anexo de Trabajo) se muestra la factura de servicio eléctrico del 29 de agosto – 29 septiembre del 2022, perteneciente a la hacienda ya mencionada, en donde se puede encontrar la potencia activa kWh, potencia reactiva en kVAr, la demanda máxima, factor de potencia etc.

Dándonos a conocer que la hacienda está siendo penalizada por un bajo factor de potencia de 0,877736 con una demanda máxima de 19,62 kW. Para solucionar esta penalización se dimensiona un banco de condensador con los datos siguientes

Datos:

Factor de potencia a corregir

$$\cos \varphi_1 = fp$$

$$\cos \varphi_1 = 0,87736$$

$$\varphi_1 = 28,67^\circ$$

Fator de potencia deseado

$$\cos \varphi_1 = fp$$

$$\cos \varphi_2 = 0,96$$

$$\varphi_2 = 16,26^\circ$$

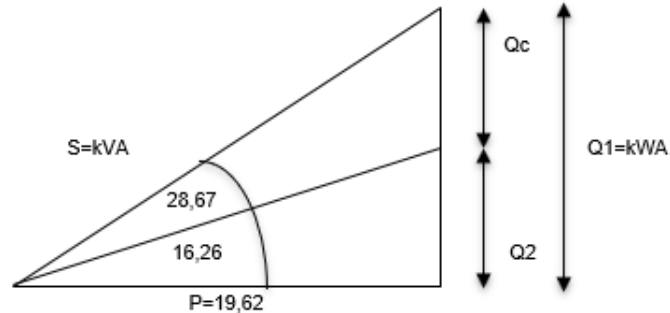


Figura 20. Corrección de factor de potencia.

Para determinar el cálculo de la potencia reactiva 1 se utilizó la (Ecuación 19)

$$Q_1 = \tan \varphi_1 * P$$

$$Q_1 = \tan(28,67) * 19,62 \text{ kW}$$

$$Q_1 = 10,72 \text{ kVAr}$$

Se determinó mediante el uso de la (Ecuación 19) el cálculo de la potencia reactiva 2

$$Q_2 = \tan \varphi_2 * P$$

$$Q_2 = \tan(16,26) * 19,62 \text{ kW}$$

$$Q_2 = 5,72 \text{ kVAr}$$

Mediante la (Ecuación 20) se calculó la potencia necesaria del condensador

$$Q_c = Q_1 - Q_2$$

$$Q_c = 5 \text{ kVAr}$$

Se implementó la (Ecuación 24) para el cálculo de la corriente nominal del condensador

$$I_n = \frac{5 \text{ kVAr}}{\sqrt{3} * 230 \text{ V}}$$

$$I_n = 12,55 \text{ A}$$

La selección del condensador se realizó dependiendo a la disponibilidad y costos que presentaban las marcas y se seleccionó un condensador que sea igual o sea cercana a la potencia que se desea utilizar en este tablero. De tal, manera se ha seleccionado mediante el catálogo que existe en el Ecuador el “CONDENSADOR TRIFÁSICO de 6,66 kVAr 240 V 18 A 60Hz”. Que

se muestra en la Figura 15. También se demuestra la corrección de factor de potencia en la planilla eléctrica en Anexo de trabajo (Imagen 24).

Para elegir el interruptor termomagnético se utilizó la (Ecuación 23) y posteriormente se hizo la selección de dicho dispositivo de protección.

$$I = \frac{5000 \text{ VAr}}{230 \text{ V}}$$

$$I = 21,73 \text{ A}$$

Se ha seleccionado un interruptor termomagnético de acuerdo con los resultados obtenidos la cual se debe elegir un interruptor que este en el rango de 21,73 o una cercana a ella, por lo se seleccionó mediante el catálogo que existe en el Ecuador de la marca Siemens un termomagnético de 25 A. Se muestra en Anexo de trabajo (Imagen 15).

Selección de contactor:

Para seleccionar el contactor adecuado que ayudara el accionamiento de los capacitores para crecimiento del factor de potencia, estos contactores deben soportar una sobrecorriente de $2I_n$, para que su funcionamiento sea adecuado y preciso. Se muestra en Anexo de trabajo (Imagen 16).

Se utilizó la (Ecuación 24) para el cálculo del contactor.

$$C = 2 * I_n$$

$$C = 25 \text{ A}$$

Para la selección de este dispositivo de control se basó en la disponibilidad de los proveedores que proporciona este dispositivo por lo que se ha seleccionado mediante el catálogo que existe en el Ecuador el “CONTACTOR DE CAPACITOR 6,7 kVAr 220 V – 12,5 kVAr 440 V”.

El banco de condensadores se implementó en el tablero de control. Al principio se conectó el breaker, posteriormente se conectó el contactor y al final se conectó el condensador. El banco de condensador actuará en el momento de que todos los equipos de ordeño estén en funcionamiento, ya que se ha considerado que al estar encendido todos los equipos existe el bajo factor de potencia, tal y como se muestra en Anexo de trabajo (Imagen 17).

7.2. ANEXOS DE TRABAJO

El tipo de aislamiento se puede interpretar con las abreviaciones en inglés que tienen inscritas los cables en su cubierta. Los cables utilizados en construcción para las instalaciones internas o externas para viviendas y oficinas son: THN, THW, THHW y THWN. [27].

Tabla 27. Conductores con calibre AWG.

Sección trans.	Temperatura nominal del conductor [Ver tabla 310.104(A).]						Calibre
	60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C	
	Tipos TW, UF	Tipos RHW, THHW, THW, THWN, USE, ZW	Tipos TBS, SA, SIS, FEP, FEPB, MI, RHH, RHW-2, THHN, THW-2, THWN-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	Tipos TW, UF	Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE	Tipos TBS, SA, SIS, THHN, THW-2, THWN-2, RHH, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	
mm ²	COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE			AWG kemil
0,82			14				18**
1,31			18				16**
2,08	15*	20*	25*				14**
3,30	20*	25*	30*	15	20	25	12**
5,25	30	35*	40*	25	30	35	10**
8,36	40	50	55	35	40	45	8
13,29	55	65	75	40	50	55	6
21,14	70	85	95	55	65	75	4
26,66	85	100	115	65	75	85	3
33,62	95	115	130	75	90	100	2
42,2	110	130	145	85	100	115	1
53,5	125	150	170	100	120	135	1/0
67,44	145	175	190	115	135	150	2/0
85,02	165	200	225	130	155	175	3/0
107,21	195	230	260	150	180	205	4/0
126,67	215	255	290	170	205	230	250
152,01	240	285	320	195	230	260	300
177,34	260	310	350	210	250	280	350
202,68	280	335	380	225	270	305	400
253,35	320	380	430	260	310	350	500
304,02	350	420	475	285	340	385	600
354,69	385	460	520	315	375	425	700
380,02	400	475	535	320	385	435	800
405,36	410	490	555	330	395	445	900
456,03	435	520	585	355	425	480	1000
506,7	455	545	615	375	445	500	1250
633,38	495	590	665	405	485	545	1500
760,05	525	625	705	435	520	585	1500
886,73	545	650	735	455	545	615	1750
1013,4	555	665	750	470	560	630	2000

* Para los factores de corrección de la ampacidad de corriente (ampacity), cuando la temperatura ambiente es distinta a 30 °C. Ver sección 310.15(B)(2). Consulte la sección 310.15(B)(3)(a) para más de tres conductores portadores de corriente.

** Para limitaciones de protección contra sobrecorriente del conductor. Ver sección 240.4(D).

La protección contra sobrecorriente de los conductores marcados con un asterisco (*), no debe superar 15 A para 2,08 mm² (14 AWG); 20 A para 3,31 mm² (12 AWG) y 30 A para 5,26 mm² (10 AWG), todos de cobre; o 15 A para 3.3 mm² (12 AWG) y 25 A para 5.25 mm² (10 AWG) de aluminio y aluminio recubierto de cobre, una vez aplicados todos los factores de corrección por temperatura ambiente y por número de conductores.

Fuente: Tabla 310-16 National Electrical Code. [27].

La Propuesta Tecnológica se desarrolló en la Hacienda “El Futuro S.A.” ubicada en la provincia de Tungurahua, Ambato Camino Real – Samanga.



Imagen 1. Ubicación geográfica. Hacienda “El Futuro S.A.”

Cambio de conductor eléctrico, con los resultados obtenidos en la Metodología.

Para cumplir con los objetivos planteados se realizó el estudio de todo el campo eléctrico, mediante las tomas de la medida de tensión Enel tablero eléctrico, que se muestra en la Imagen 2, y realizar su respectivo cambio de conductor AWG de un calibre N° 2.



Imagen 2. Medidas de tensión en tablero eléctrico.

La medida de tensión en la acometida, que se muestra en la Imagen 3, se presenta la misma tensión en cada una de las líneas.



Imagen 3. Medida de tensión en la acometida.

La medida de tensión en el tablero eléctrico, que se muestra en la Imagen 4, se presenta la misma tensión en cada una de las líneas. Es decir, es la misma tensión de la acometida que en el tablero eléctrico.

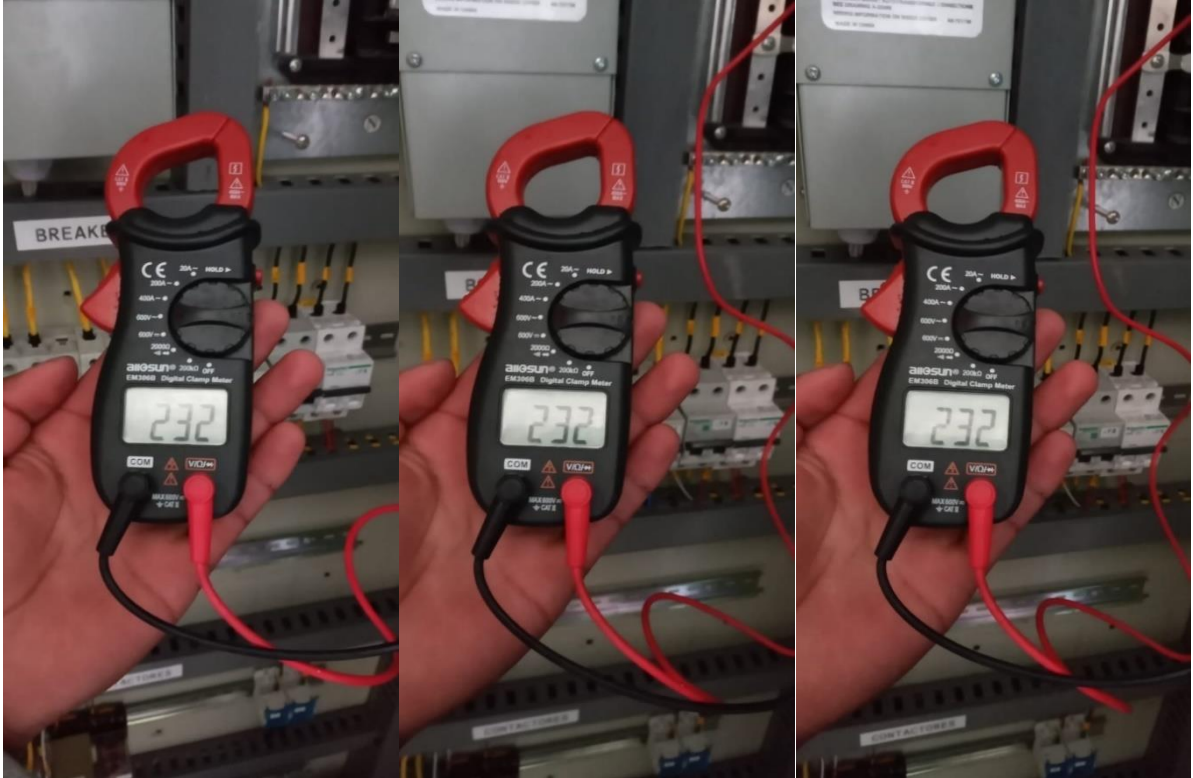


Imagen 4. Medidas actuales de la tensión.

Se realizó el cambio de conductor AWG en la acometida hasta el tablero de control, con una distancia de 250 m, en comparación a las medidas de tensión ya no existe caídas de tensión.



Imagen 5. Conductor defectuoso.

En el cambio de conductor eléctrico, hubo un gran cambio para la hacienda “El futuro S.A.”, ya no hubo caídas de tensión en el conductor eléctrico como se muestra en la Imagen 3 y 4. Se hizo el cambio por nuevo conductor calibre N° 2 AWG.



Imagen 6. Conductor calibre N° 2 AWG.

En cambio, de conductor lo realizamos junto con los ingenieros de empresa industrial CIAUTO y también con estudiantes de otras universidades que tenía la oportunidad de aprender, ya que ellos tenían equipos de protección personal y capacidad en campo eléctrico.



Imagen 7. Equipo de trabajo.

Se ha realizado la verificación del cambio de calibre de conductor AWG en la acometida hasta el tablero de control eléctrico.



Imagen 8. Verificación del cambio del conductor AWG

Se realizó en cambio de relé térmico a guardamotor de (20 - 25) A, la resolución está planteada en la metodología en ítem 3.2.2.

Implementación de guardamotores.

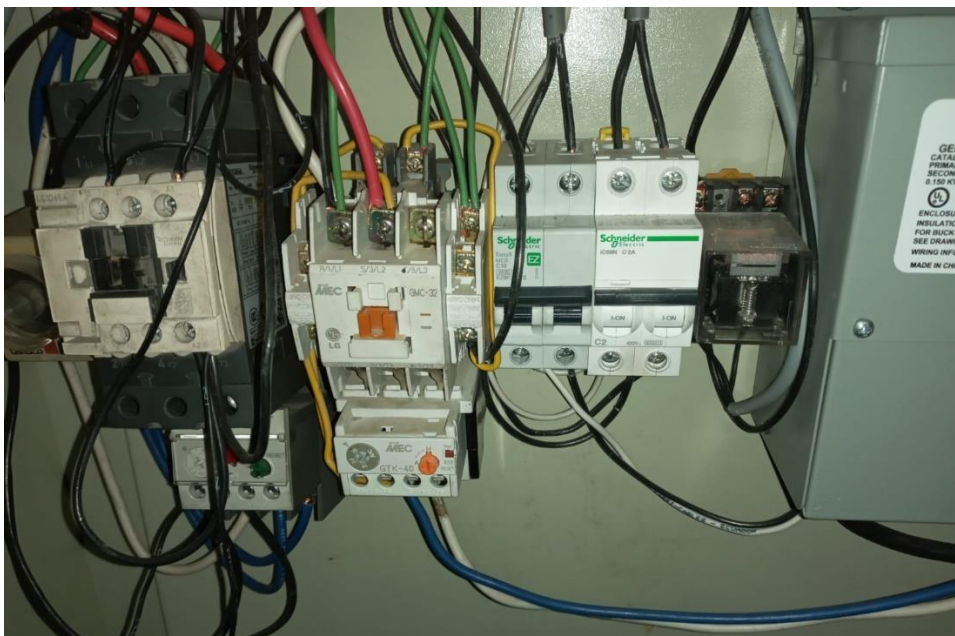


Imagen 9. Relé térmico en malas condiciones.

Con los datos de la placa del motor, se logró realizar el dimensionamiento del guardamotor a cada una de las bombas de vacío. La resolución se muestra en la metodología en ítem 3.2.2.



Imagen 10. Datos de las placas del motor.

El relé térmico fue remplazado por dos guardamotores de (20 - 25) A, a cada una de las bombas de vacío.

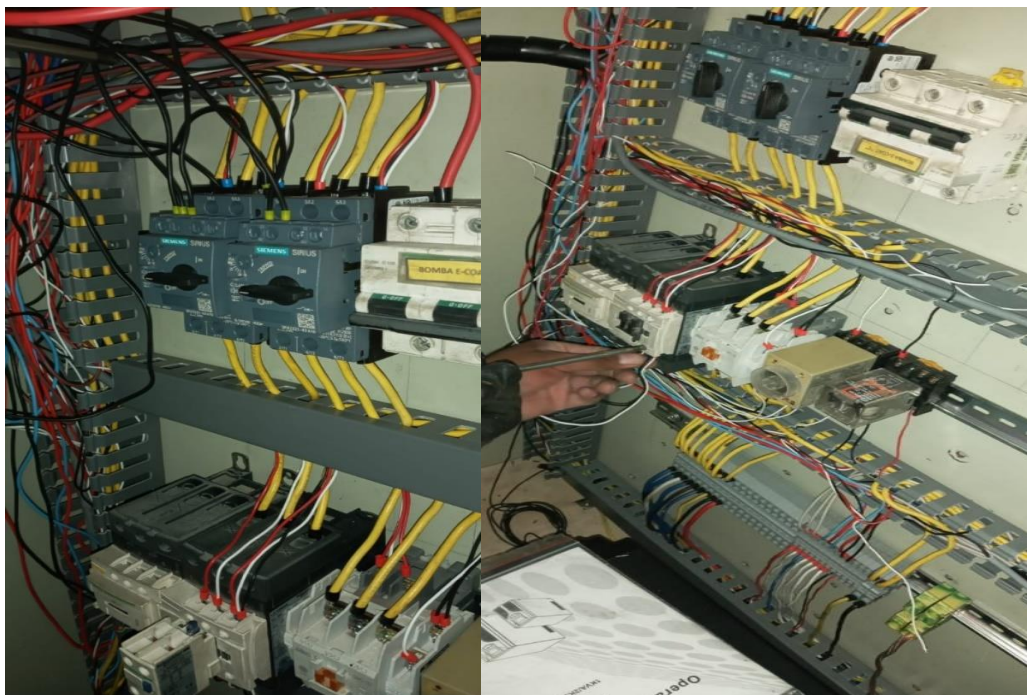


Imagen 11. Instalación de guardamotor.

Para realizar la distribución de las cargas eléctricas se hizo el levantamiento de información valiosa de las cargas eléctricas que están conectadas en tablero de control eléctrico en la Hacienda “El Futuro S.A.” encontrando las siguientes cargas presentes en el tablero eléctrico. Las medidas de la corriente se muestran en la Imagen 13.

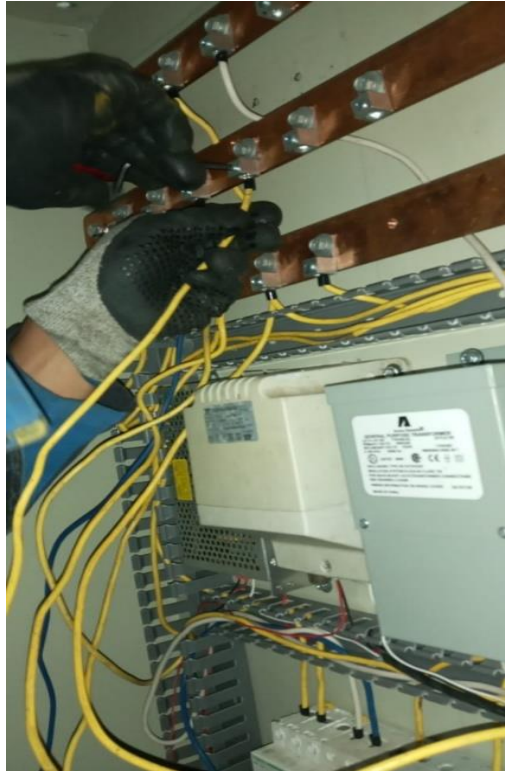


Imagen 12. Distribución de cargas eléctricas.



Imagen 13. Medición de corriente L1. (Carga distribuida a todo el sistema).

Implementación de banco de capacitor para la corrección de factor de potencia

Se implemento un banco de condensador de 6,66 kVAr, por motivos de que la hacienda “El Futuro S.A.”



Imagen 14. Implementación del banco de capacitor.

Se ha seleccionado un interruptor termomagnético de acuerdo con los resultados obtenidos la cual se debe elegir un interruptor que este en el rango de 21,73 o una cercana a ella, por lo se seleccionó mediante el catálogo que existe en el Ecuador de la marca Siemens un termomagnético de 25 A.

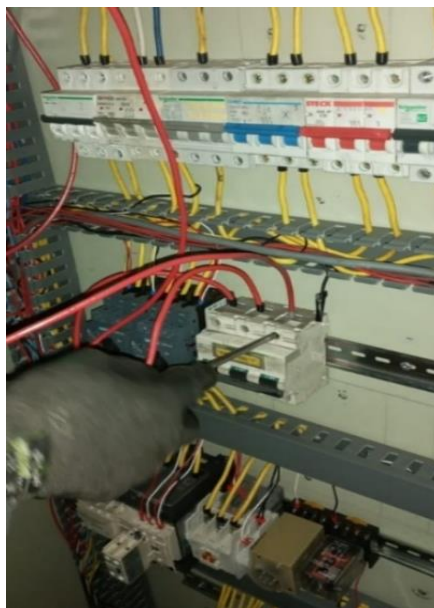


Imagen 15. Instalación de banco de condensador.

Para seleccionar el contactor adecuado que ayudara el accionamiento de los capacitores para crecimiento del factor de potencia, estos contactores deben soportar una sobrecorriente de $2I_n$, para que su funcionamiento sea adecuado y preciso. Se realizo la medida de la corriente en el banco de condensador ($L1= 15,7$ - $L2 = 15,9$ - $L3 = 16$) A, que se muestra en la Imagen 19.

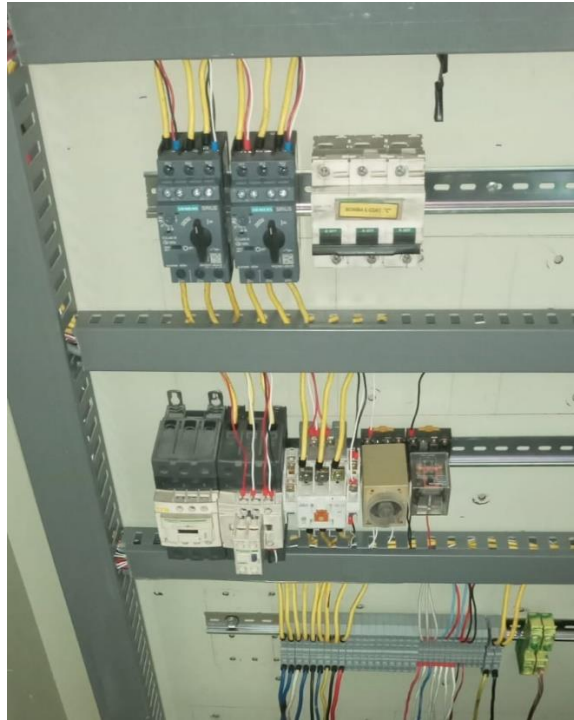


Imagen 16. Contactor.



Imagen 17. Medición de corriente capacitor L1, L2 y L3. (en banco de condensador).

Implementación del sistema de puesta tierra

Se realizo las medidas correspondientes a la resistencia del terreno, los caculos se demuestran en metodología ítem 3.2.5.



Imagen 18. Resistividad del terreno.

Para implementar se hizo el estudio y cálculos para realizar la instalación línea del sistema puesta a tierra, se realizó su respectiva distancia de medida, mediante los resultados obtenidos en la metodología en ítem 3.2.5. En las siguientes (imagen 19, 20 21, y 22) se muestra todo el proceso de implementación de sistema puesta a tierra.



Imagen 19. Sistema puesta tierra.



Imagen 20. Implementación de puesta tierra.



Imagen 21. Aseguramiento de conductor desnudo puesta tierra.

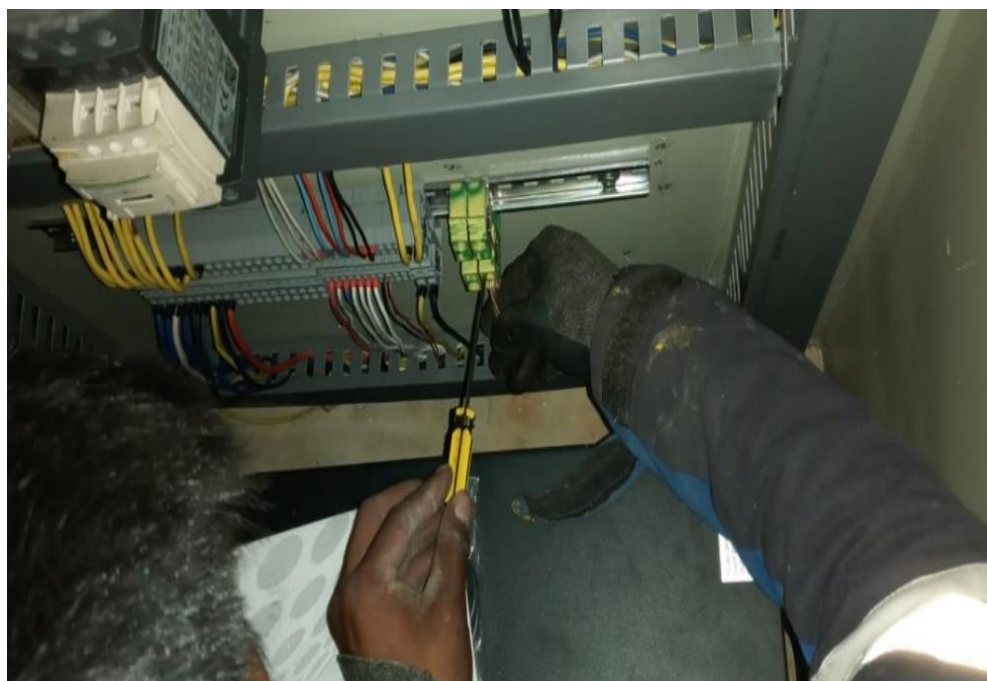


Imagen 22. Bornera de puesta tierra en el tablero de control eléctrico.



EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO REGIONAL CENTRO NORTE S.A.

R.U.C. 1890001439001 CONTRIBUYENTE ESPECIAL RESOLUCIÓN 3368 DEL 2 DE JUNIO DE 1995

Aut. del S.R.L.: 0160202201189000143900120010120198036321980363219 Fecha Aut.: 2022-10-01T16:25:04-05:00

Dirección: 17 de Noviembre 11, 29 y Espejo

Teléfono: 03-2999600

Factura Nro. 001012 - 019803632

Valor a Pagar: 628,64

Fecha Emisión: 01-Oct-2022

Vencimiento: 10-Oct-2022

Mes Consumo: Septiembre 2022

Boque Facturación: 6

INFORMACIÓN DEL CONSUMIDOR

Nombre: NSCONI7108MAN

CUENTA: 160109771701

Dirección del Servicio: CAKIND REAL SAMAZUA

Baja: A-65-13

Provincia/Cantón/Parroquia: TUNGURAHUA/AMBATO

Código Único

0100247389

Vista de Tarifa: INDUSTRIAL CON DEMANDA

Eléctrico Nacional:

Módulo (Número): 1530072

Factor Multiplicación: 1.02

Lectura Desde: 29-01-2022

Lectura Hasta: 28-09-2022

Días Facturados: 30

Factor Penalización: 0.8736

Penalización Factor Potencia: 11.0436

Factor Corrección: 0.355

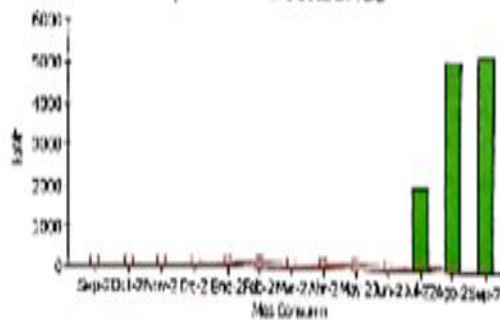
1 FACTURACION SERVICIO ELÉCTRICO Y ALUMBRADO PÚBLICO

Descripción	Actual	Anterior	Consumo	Ud
Activa	12116	7203	3547	kWh
Reactiva	6633	3764	2924.34	kVArh
39000-18000 L-V	4197	2339	1873	kWh
39000-27000 L-V	1470	775	709	kWh
220-080 T/S(D)	5355	3743	2662	kWh
18000-22000 T/D	474	325	101	kWh
Dem. Máxima	19.24	1.1	19.67	kW
Dem. Pico	12.5	13	12.75	kW

Concepto	Valor USD
Valor Consumo	376.61
Valor Comercialización	1.41
Pérdidas Interfas Transformador	3.51
Penalización PF	21.16
Demandas Facturable	48.83
Subtotal Servicio Eléctrico (SE)	456.54
Alumbrado Público	105.55
Subtotal Alumbrado Público (APG)	105.55

Mes	Consumo	Valor
Sep-21	0	28.20
Oct-21	0	28.18
Nov-21	0	28.18
Dic-21	0	28.18
Ene-22	0	28.63
Feb-22	0	29.89
Mar-22	0	28.89
Abr-22	0	28.64
May-22	0	28.69
Jun-22	0	28.78
Jul-22	2121	254.20
Ago-22	1323	812.02
Sep-22	1547	628.84

HISTORIAL DE CONSUMOS



Total IVA 12%	
Total IVA 0%	562.09
IVA 12%	
IVA 0%	0.00
TOTAL SE y APG (1)	562.09

SUBSIDIO DEL GOBIERNO	
Subsidio Tarifa Eléctrica	\$9.60
TOTAL SUBSIDIOS	\$9.60

TOTAL	
Total Servicio Eléctrico (1)	562.09
Valores Pendientes (2)	0.00
Recaudación Terreros (3)	
TOTAL (1)+(2)+(3) Sector Eléctrico	562.09



Clave Acceso: 01160202201189000143900120010120198036321980363219

Imagen 23. Planilla eléctrica con penalización.



Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S.A.
Matriz: 12 de noviembre 11-29 Espejo

RUC: 1890001439001
Contribuyente especial, resolución No. 5368
OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD



Nro. factura 001-030-001159338
Nro. doc. Interno 2971365623
Fecha de emisión 03-02-2023
Fecha de vencimiento INMEDIATO
Número de autorización 0302202301189000143900120010300011593380099453318

VALOR TOTAL: 1002,77

Información del Consumidor

CUENTA CONTRATO 200032505501

Nombre cliente VASCONEZ HERNAN FRANCISCO (VASCONEZ HERNAN)
RUC 1801069787001
Celular 0998008803
Correo Electrónico auxpagos@clauto.ec
Dirección del servicio CAMINO REAL SAMANGA / CAMINO REAL SAMANGA / CUNCHIBAMBA - AMBATO

Código Único Eléctrico 0100247389

Tipo de tarifa Arconel MTCGCD32 - MT Industrial con Dem Hor Dif
Geocódigo 0128E001000048 Unidad de Lectura 0128E001

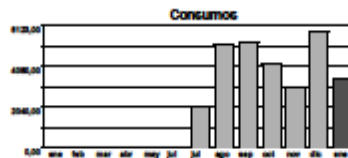
1. Información Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Número de medidor	15585873	Días facturados	29	Factor de corrección	0,5000
Tipo de consumo	leído	Fecha hasta	28-01-2023	Factor de potencia (FP)	0,9385
Fecha desde	28-12-2022			Penalización bajo FP	0,0000

Descripción	Fecha Hasta	Lectura Actual	Lectura Anterior	Diferencia Consumo	Consumo Subtotal	Consumo Interno Transformador	Consumo Total	Unidad Medida	Monto (\$)
Energía act. hor. A (L-V 08h00-18h00)	28-01-2023	9598,00	8554,00	0,00	1042,00	20,84	1062,84	kWh	95,34
Energía act. hor. B (L-V 18h00-22h00)	28-01-2023	2819,00	2335,00	0,00	284,00	5,68	289,68	kWh	30,04
Energía act. hor. C (L-V 22h00-08h00 S,D,F 22h00-18h00)	28-01-2023	13627,00	13592,00	0,00	2035,00	40,70	2075,70	kWh	103,99
Energía act. hor. D (S,D,F 18h00-22h00)	28-01-2023	740,00	860,00	0,00	80,00	1,60	81,60	kWh	7,32
Energía reactiva total	28-01-2023	14948,00	13857,00	0,00	1291,00	0,00	1291,00	kVeh	0,00
Demanda máx. hor. A (L-V 08h00-18h00)	28-01-2023	18,44	0,00	18,44	0,00	0,00	18,44	kW	0,00
Demanda máx. hor. B (L-V 18h00-22h00)	28-01-2023	8,81	0,00	8,81	0,00	0,00	8,81	kW	0,00
Demanda máx. hor. C (L-V 22h00-08h00 S,D,F 22h00-18h00)	28-01-2023	18,87	0,00	18,87	0,00	0,00	18,87	kW	0,00
Demanda máx. hor. D (S,D,F 18h00-22h00)	28-01-2023	8,81	0,00	8,81	0,00	0,00	8,81	kW	0,00
Demanda facturable	28-01-2023	18,87	0,00	18,87	0,00	0,00	18,87	kW	44,04

2. Valores Pendientes

Saldo Planillas Anteriores 1 mes(es)	\$18,42
Subtotal Planillas Anteriores	\$18,42
VALORES PENDIENTES (2)	\$18,42

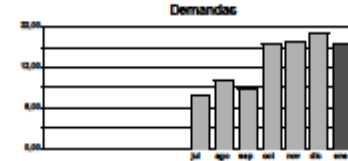


Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Valor Consumo	298,89
Comercialización	1,41
Valor Demanda	44,04
Subtotal Servicio Eléctrico (SE)	282,14
Servicio Alumbrado Público General	45,86
Subtotal Alumbrado Público (APG)	45,86
Intereses por Mora	2,15
Subtotal Otros Rubros	2,15
Base I.V.A. 0%	329,80
I.V.A. 0%	0,00
Base Exento de IVA	2,15
Exento de IVA	0,00
TOTAL SE Y APG (1)	329,80

3. Planes de Financiamiento Autorizados por el Consumidor

PLANES DE FINANCIAMIENTO (3)	0,00
-------------------------------------	-------------



Formas de Pago

FORMA DE PAGO	VALOR	PLAZO	TIEMPO
SIN UTILIZACIÓN DEL SISTEMA FINANCIERO	329,80	15	días

Subsidios del Gobierno

Subsidio Tarifa Eléctrica	74,29
TOTAL	74,29

TOTAL (A)	
Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1)	329,80
Valores Pendientes (2)	618,42
Planes de Financiamiento (3)	0,00
TOTAL SECTOR ELÉCTRICO (1+2+3)	948,22

Mensajes

Recaudación Terceros

ESTOS VALORES NO FORMAN PARTE DE LOS INGRESOS DE LA EMPRESA ELÉCTRICA

4. NOTIFICACIÓN DE PAGO DEL TRIBUTO PARA EL CUERPO DE BOMBEROS DEL CANTÓN AMBATO

Beneficiario	EMP MUN C. BOMBEROS AMBATO
R.U.C Beneficiario	1885033000001
Fecha de Emisión	03-02-2023
Cuenta Contrato	200032505501
RUC	1801069787001
Nombre	VASCONEZ HERNAN FRANCISCO
Dirección Servicio	CAMINO REAL SAMANGA / CAMINO REAL SAMANGA / CUNCHIBAMBA - AMBATO

CONCEPTO	VALOR
Contribución Bomberos	27,00
TOTAL CONTRIBUCIÓN BOMBEROS (4)	27,00

5. NOTIFICACIÓN DE PAGO DEL TRIBUTO PARA LA TASA RECOLECCIÓN DE BASURA DEL MUNICIPIO DEL CANTÓN AMBATO

Beneficiario	EPM-GIDSA
R.U.C Beneficiario	1885033840001
Fecha de Emisión	03-02-2023
Cuenta Contrato	200032505501
RUC	1801069787001
Nombre	VASCONEZ HERNAN FRANCISCO
Dirección Servicio	CAMINO REAL SAMANGA / CAMINO REAL SAMANGA / CUNCHIBAMBA - AMBATO

CONCEPTO	VALOR
Tasa de Recolección Basura	27,40
TOTAL RECOLECCIÓN BASURA (5)	27,40

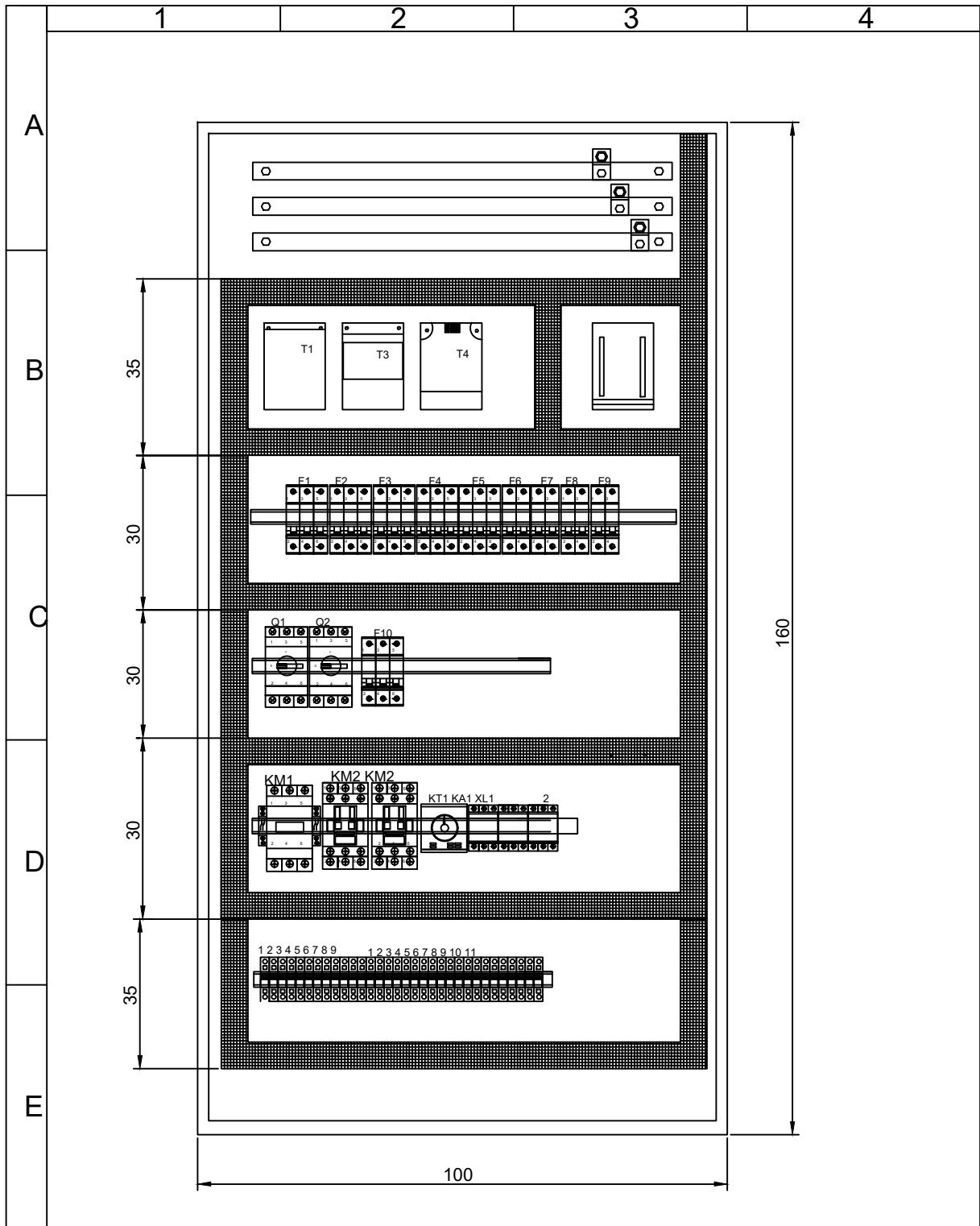
RESUMEN DE VALORES

Total Sector Eléctrico (A)	948,22
Total Recaudación de Terceros (4+5+6)	54,40
VALOR TOTAL (USD)	1002,77

Imagen 24. Planilla eléctrica sin penalización.

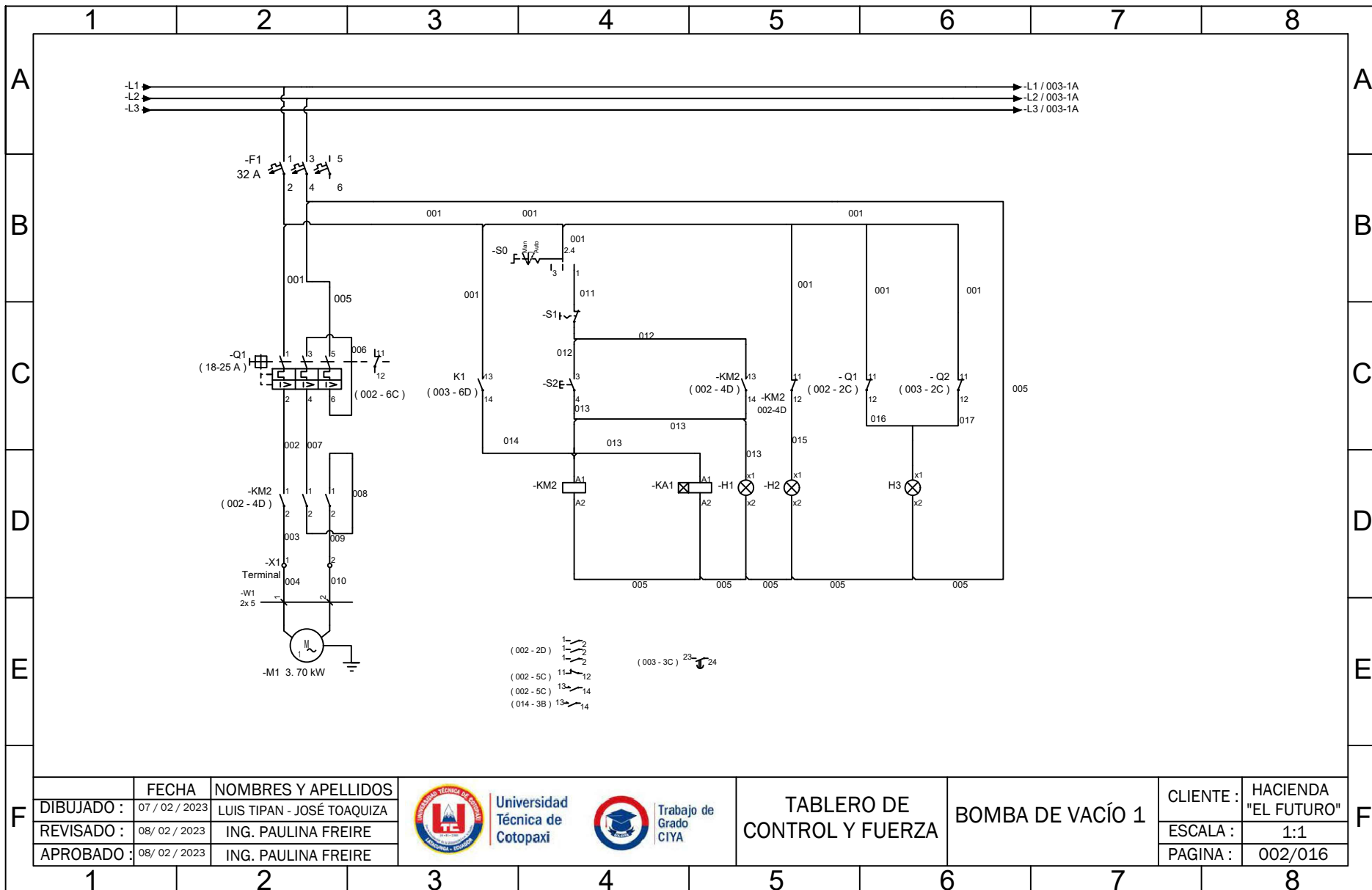
7.3. ANEXOS

PLANOS ELÉCTRICOS



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

	FECHA	NOMBRES Y APELLIDOS	ESCALA	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	
DIB.	12/10/2022	Luis Tipan - José Toaquiiza	1:1		
REV.	15/10/2022	ING. Veronica Freire			
Apro	15/10/2022	ING. Veronica Freire			
CLIENTE			PAGINA	PROYECTO	DENOMINACIÓN
HACIENDA EL FUTURO S.A.			001/016	DE TESIS	REDISEÑO DEL TABLERO DE CONTROL



	FECHA	NOMBRES Y APELLIDOS
DIBUJADO :	07 / 02 / 2023	LUIS TIPAN - JOSÉ TOAQUIZA
REVISADO :	08 / 02 / 2023	ING. PAULINA FREIRE
APROBADO :	08 / 02 / 2023	ING. PAULINA FREIRE

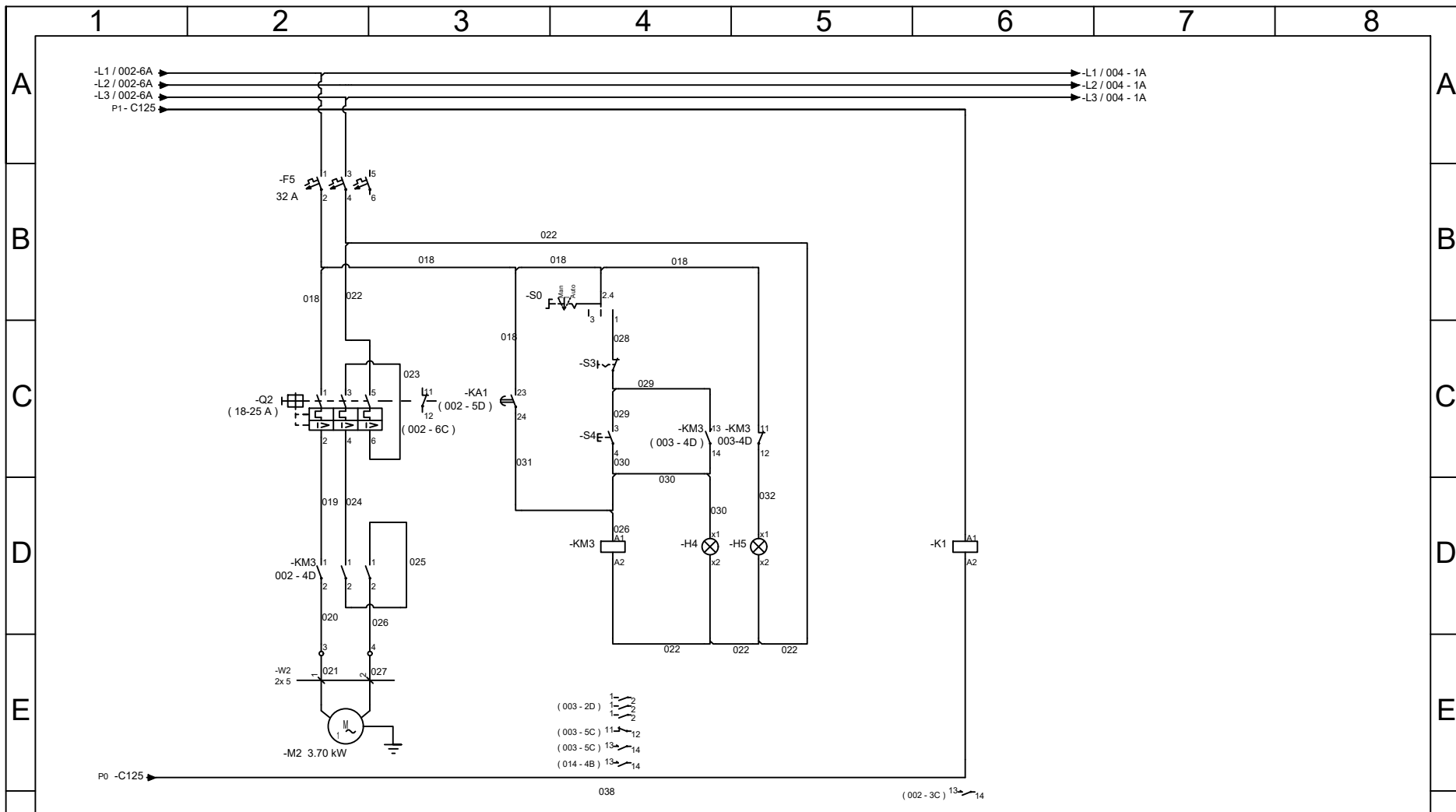


Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Trabajo de
Grado
CIYA

F	TABLERO DE CONTROL Y FUERZA	BOMBA DE VACÍO 1	CLIENTE :	HACIENDA "EL FUTURO"
			ESCALA :	1:1
			PAGINA :	002/016



	FECHA	NOMBRES Y APELLIDOS
DIBUJADO :	07 / 02 / 2023	LUIS TIPAN - JOSÉ TOAQUIZA
REVISADO :	08 / 02 / 2023	ING. PAULINA FREIRE
APROBADO :	08 / 02 / 2023	ING. PAULINA FREIRE



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

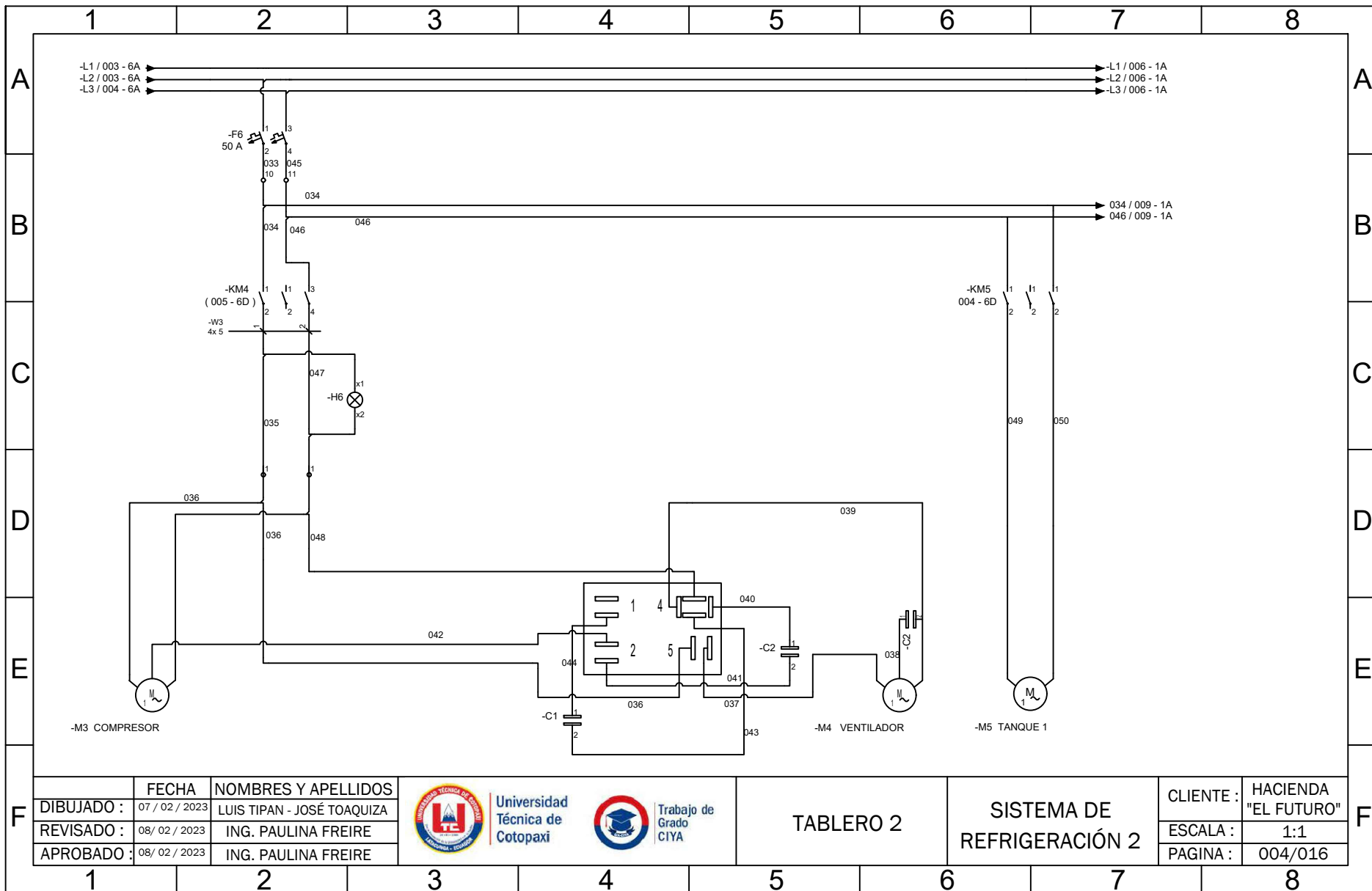


Trabajo de
Grado
CIYA

**TABLERO DE
CONTROL Y FUERZA**

BOMBA DE VACÍO 2

CLIENTE :	HACIENDA "EL FUTURO"
ESCALA :	1:1
PAGINA :	003/016



	FECHA	NOMBRES Y APELLIDOS
DIBUJADO :	07 / 02 / 2023	LUIS TIPAN - JOSÉ TOAQUIZA
REVISADO :	08 / 02 / 2023	ING. PAULINA FREIRE
APROBADO :	08 / 02 / 2023	ING. PAULINA FREIRE



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

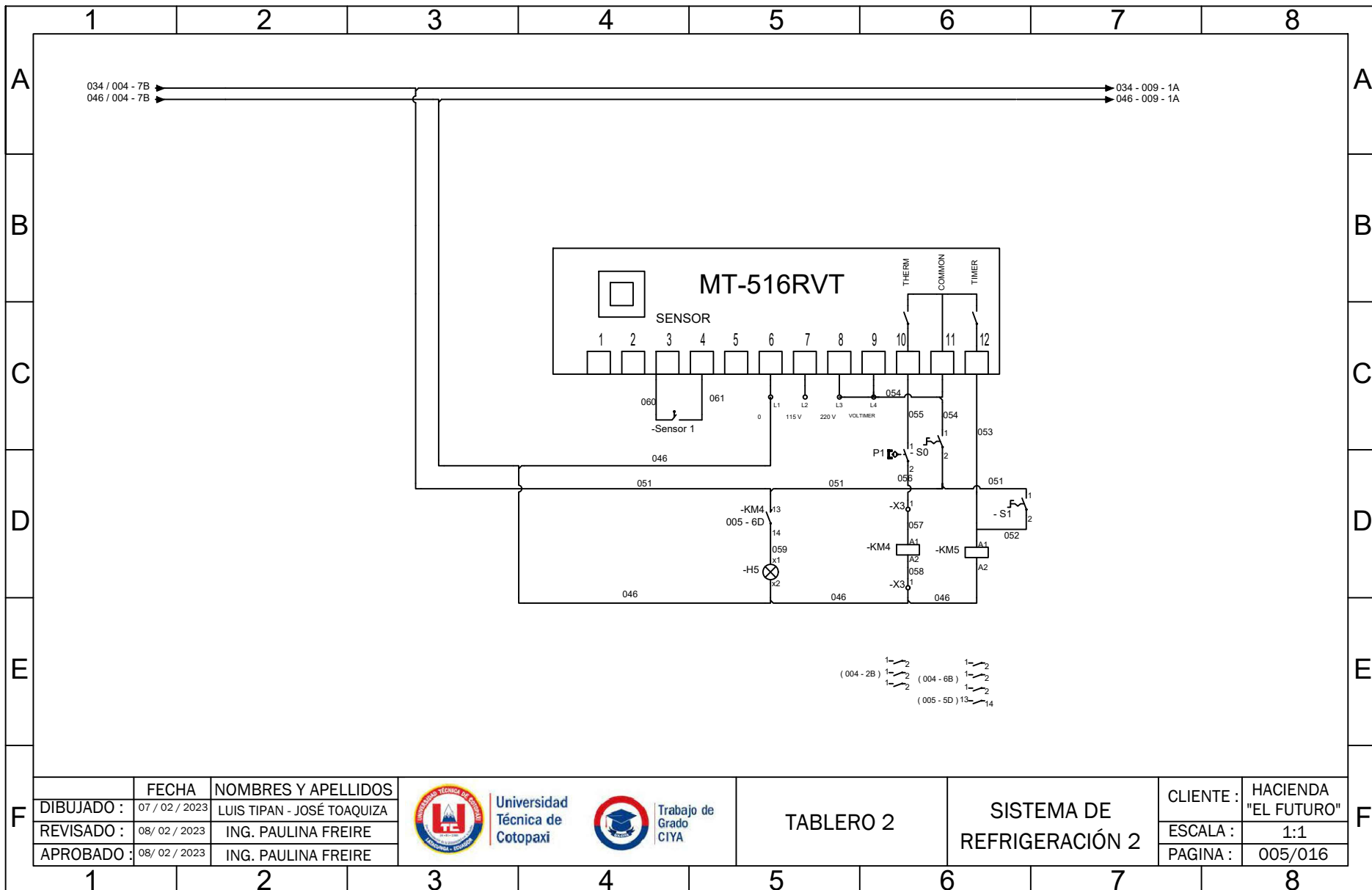


Trabajo de
Grado
CIYA

TABLERO 2

SISTEMA DE
REFRIGERACIÓN 2

CLIENTE :	HACIENDA "EL FUTURO"
ESCALA :	1:1
PAGINA :	004/016



	FECHA	NOMBRES Y APELLIDOS
DIBUJADO :	07 / 02 / 2023	LUIS TIPAN - JOSÉ TOAQUIZA
REVISADO :	08 / 02 / 2023	ING. PAULINA FREIRE
APROBADO :	08 / 02 / 2023	ING. PAULINA FREIRE

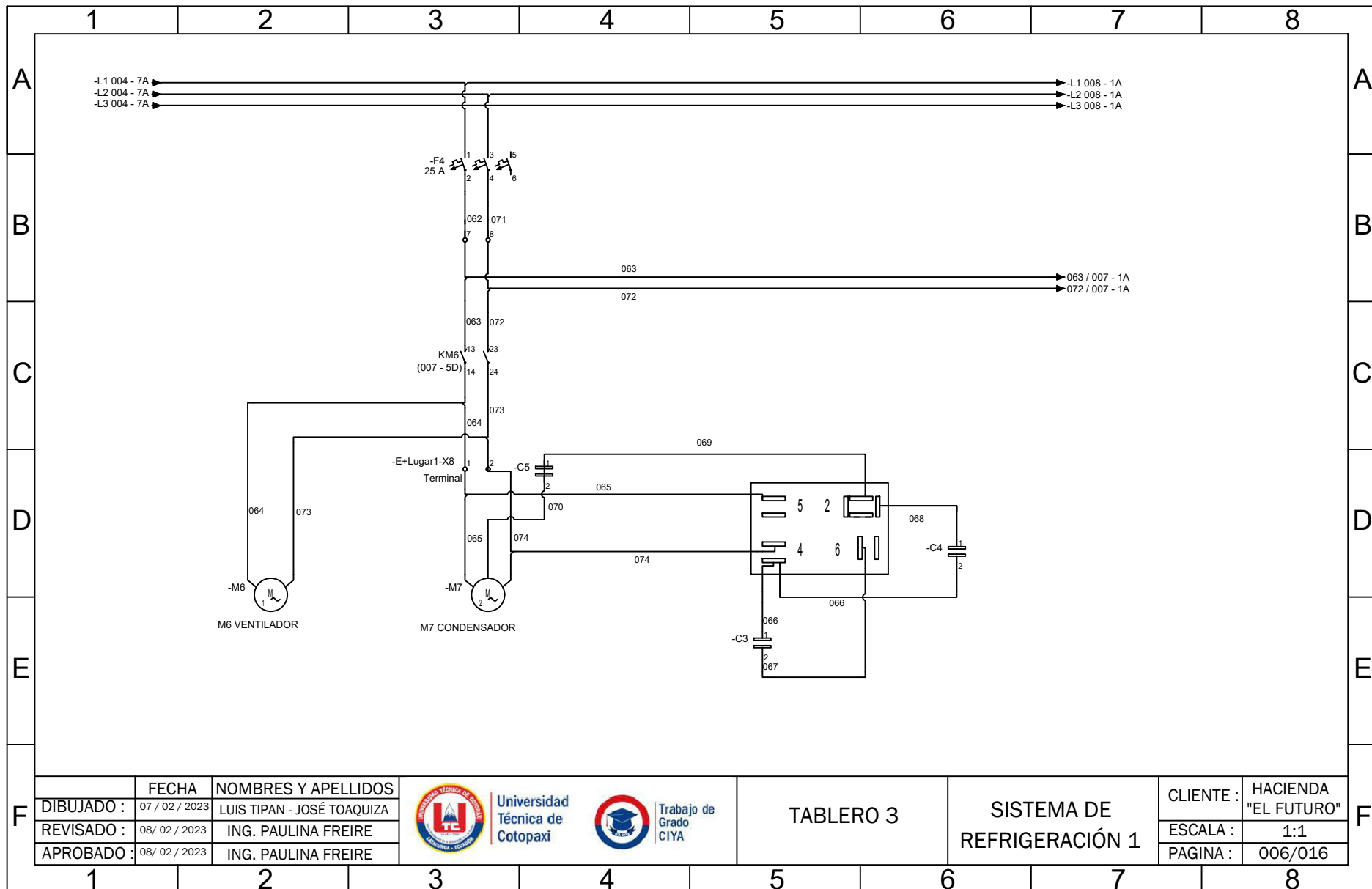


Trabajo de Grado
CIYA

TABLERO 2

SISTEMA DE REFRIGERACIÓN 2

CLIENTE :	HACIENDA "EL FUTURO"
ESCALA :	1:1
PAGINA :	005/016



	FECHA	NOMBRES Y APELLIDOS
DIBUJADO :	07 / 02 / 2023	LUIS TIPAN - JOSÉ TOAQUIZA
REVISADO :	08 / 02 / 2023	ING. PAULINA FREIRE
APROBADO :	08 / 02 / 2023	ING. PAULINA FREIRE



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

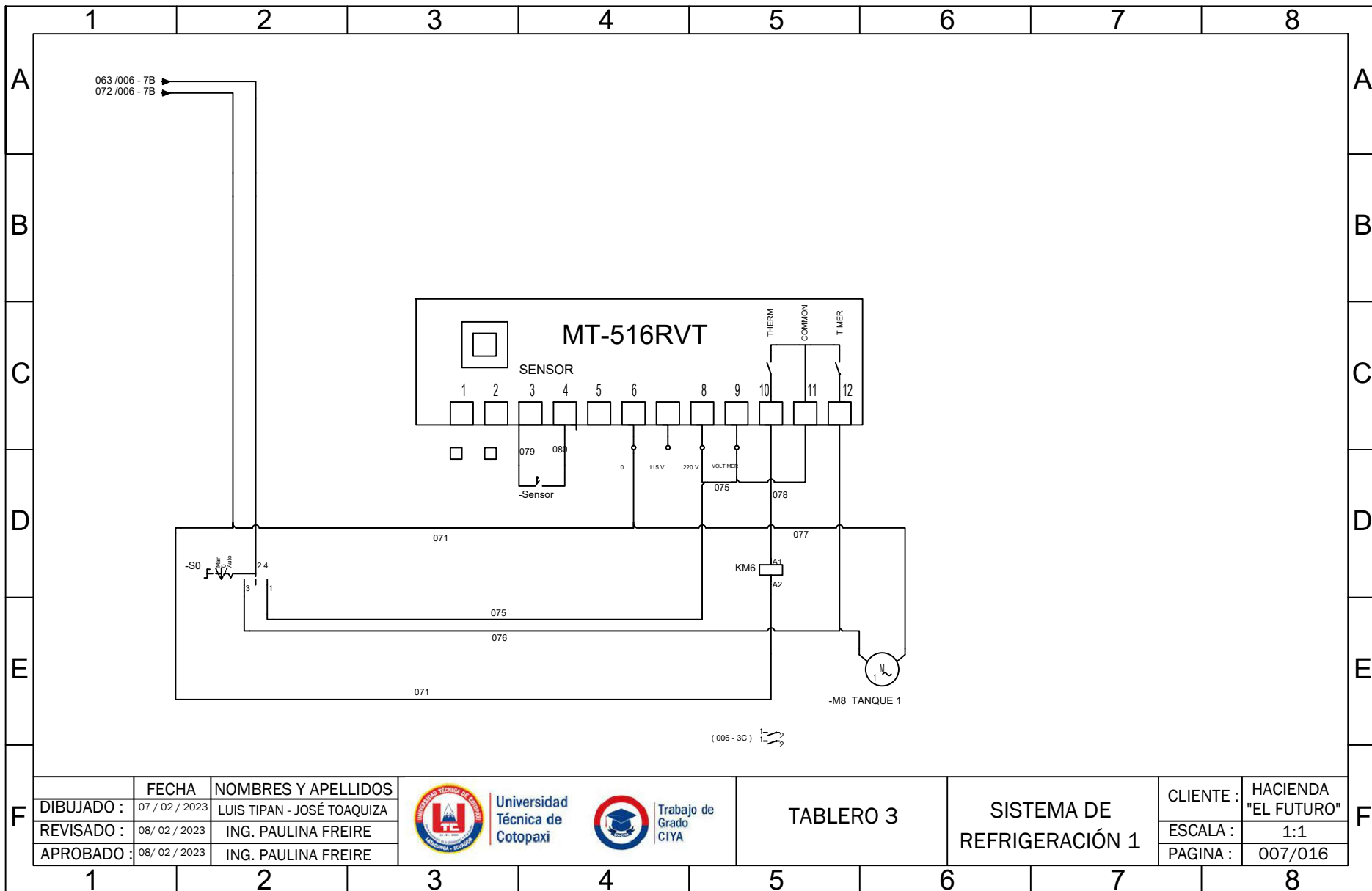


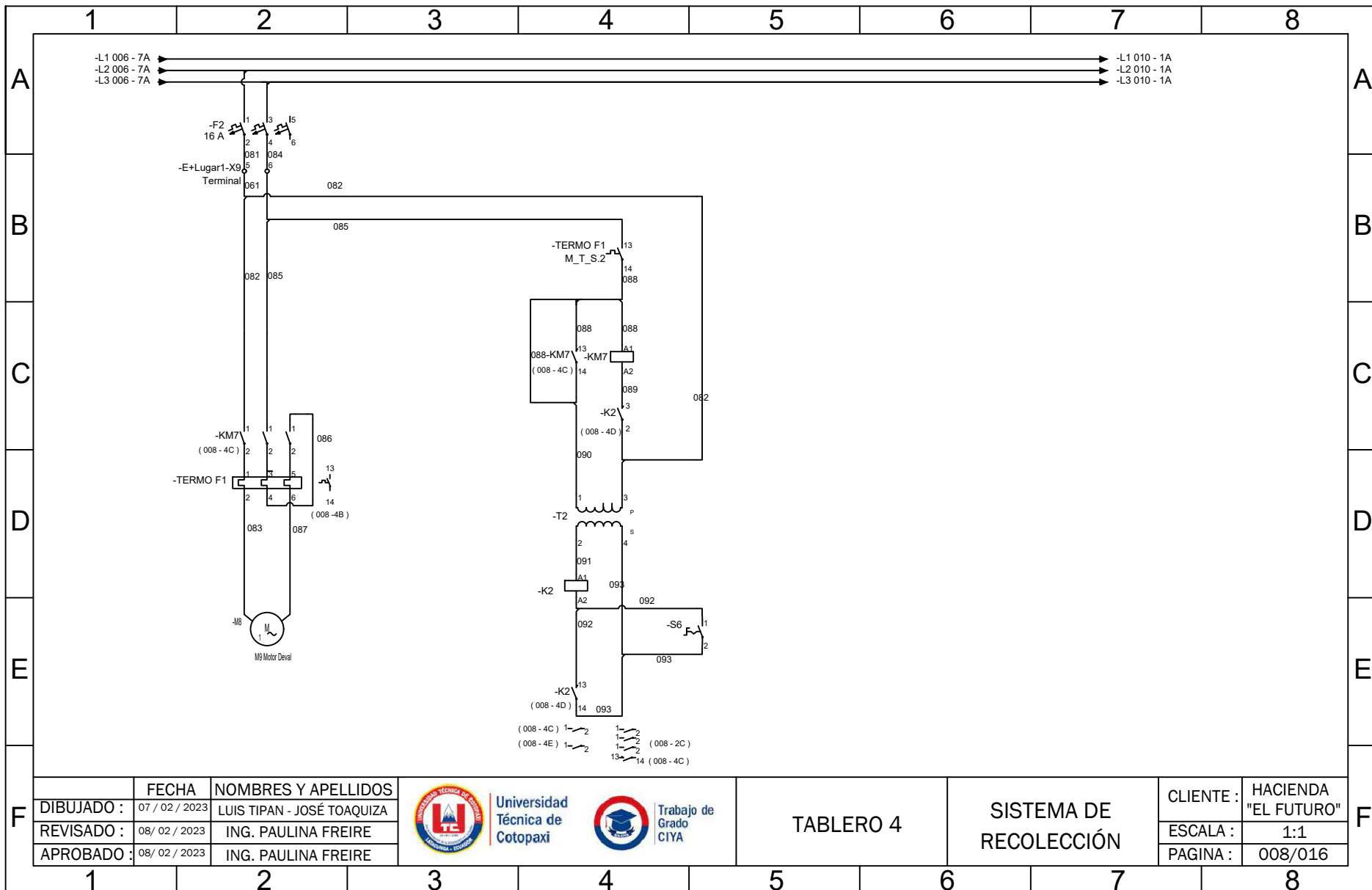
Trabajo de
Grado
CIYA

TABLERO 3

SISTEMA DE
REFRIGERACIÓN 1

CLIENTE :	HACIENDA "EL FUTURO"
ESCALA :	1:1
PAGINA :	006/016





	FECHA	NOMBRES Y APELLIDOS
DIBUJADO :	07 / 02 / 2023	LUIS TIPAN - JOSÉ TOAQUIZA
REVISADO :	08 / 02 / 2023	ING. PAULINA FREIRE
APROBADO :	08 / 02 / 2023	ING. PAULINA FREIRE



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

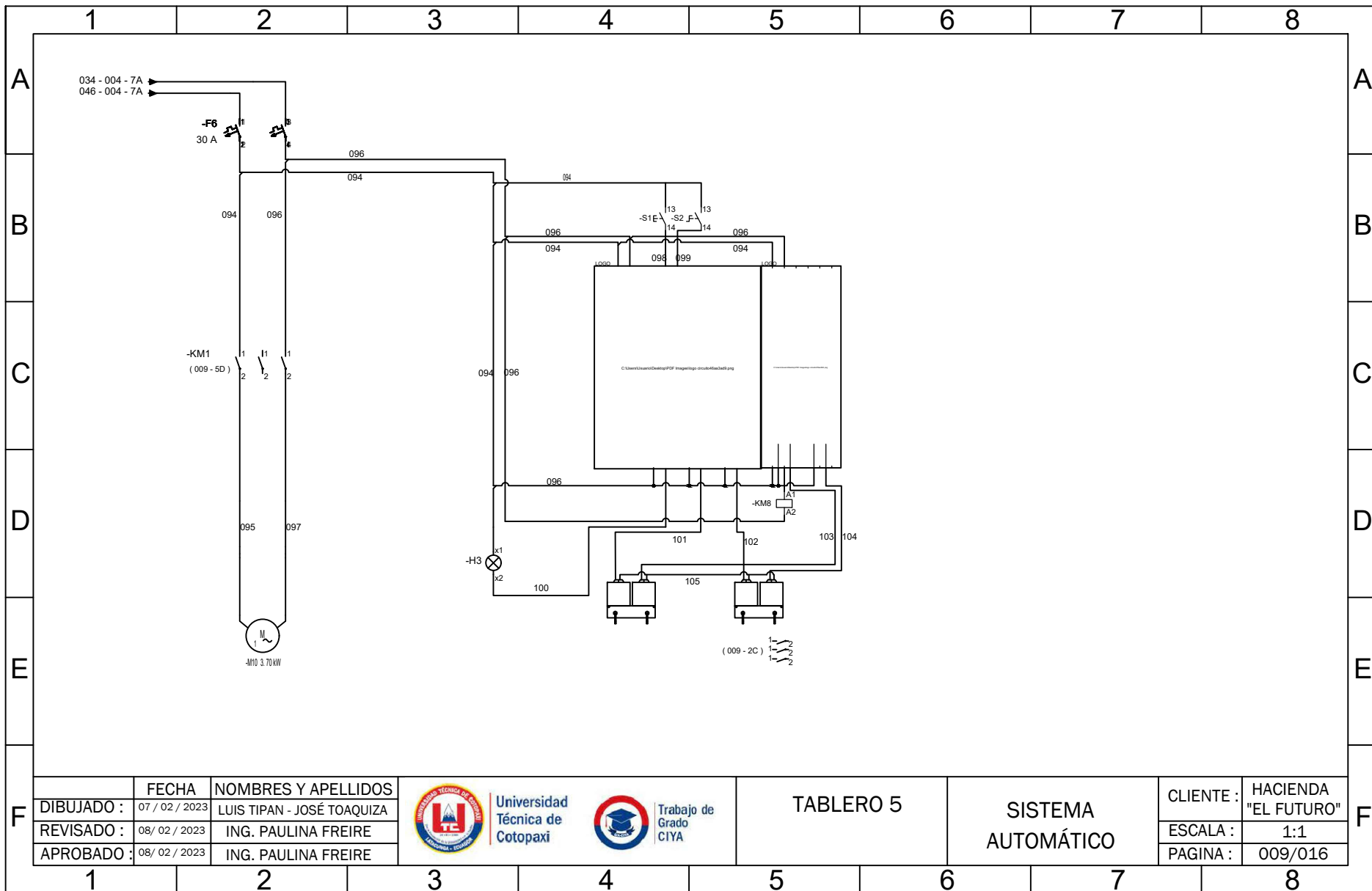


Trabajo de
Grado
CIYA

TABLERO 4

SISTEMA DE
RECOLECCIÓN

CLIENTE :	HACIENDA "EL FUTURO"
ESCALA :	1:1
PAGINA :	008/016



	FECHA	NOMBRES Y APELLIDOS
DIBUJADO :	07 / 02 / 2023	LUIS TIPAN - JOSÉ TOAQUIZA
REVISADO :	08 / 02 / 2023	ING. PAULINA FREIRE
APROBADO :	08 / 02 / 2023	ING. PAULINA FREIRE



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

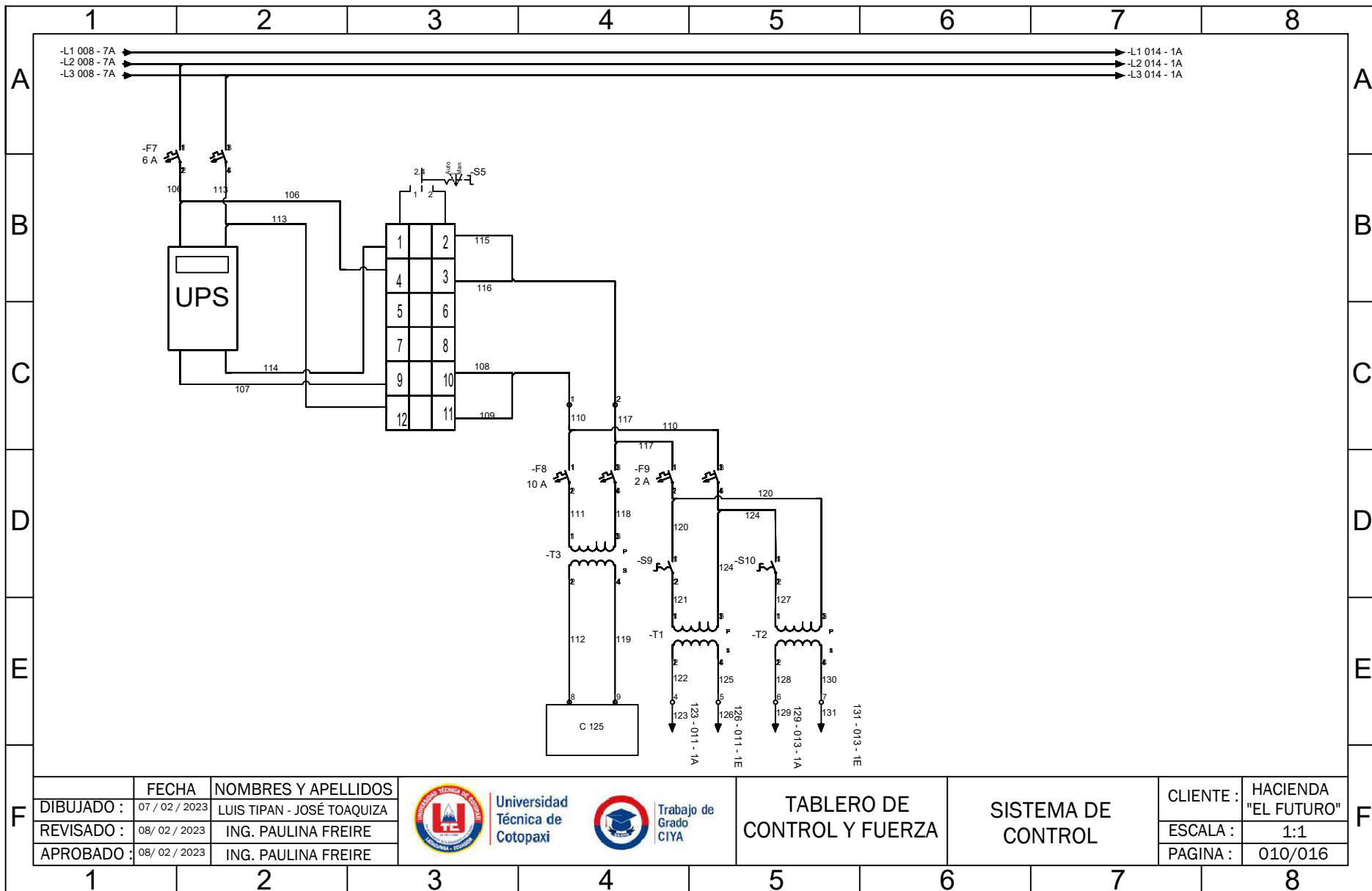


Trabajo de
Grado
CIYA

TABLERO 5

SISTEMA
AUTOMÁTICO

CLIENTE :	HACIENDA "EL FUTURO"
ESCALA :	1:1
PAGINA :	009/016



	FECHA	NOMBRES Y APELLIDOS
DIBUJADO :	07 / 02 / 2023	LUIS TIPAN - JOSÉ TOAQUIZA
REVISADO :	08 / 02 / 2023	ING. PAULINA FREIRE
APROBADO :	08 / 02 / 2023	ING. PAULINA FREIRE



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

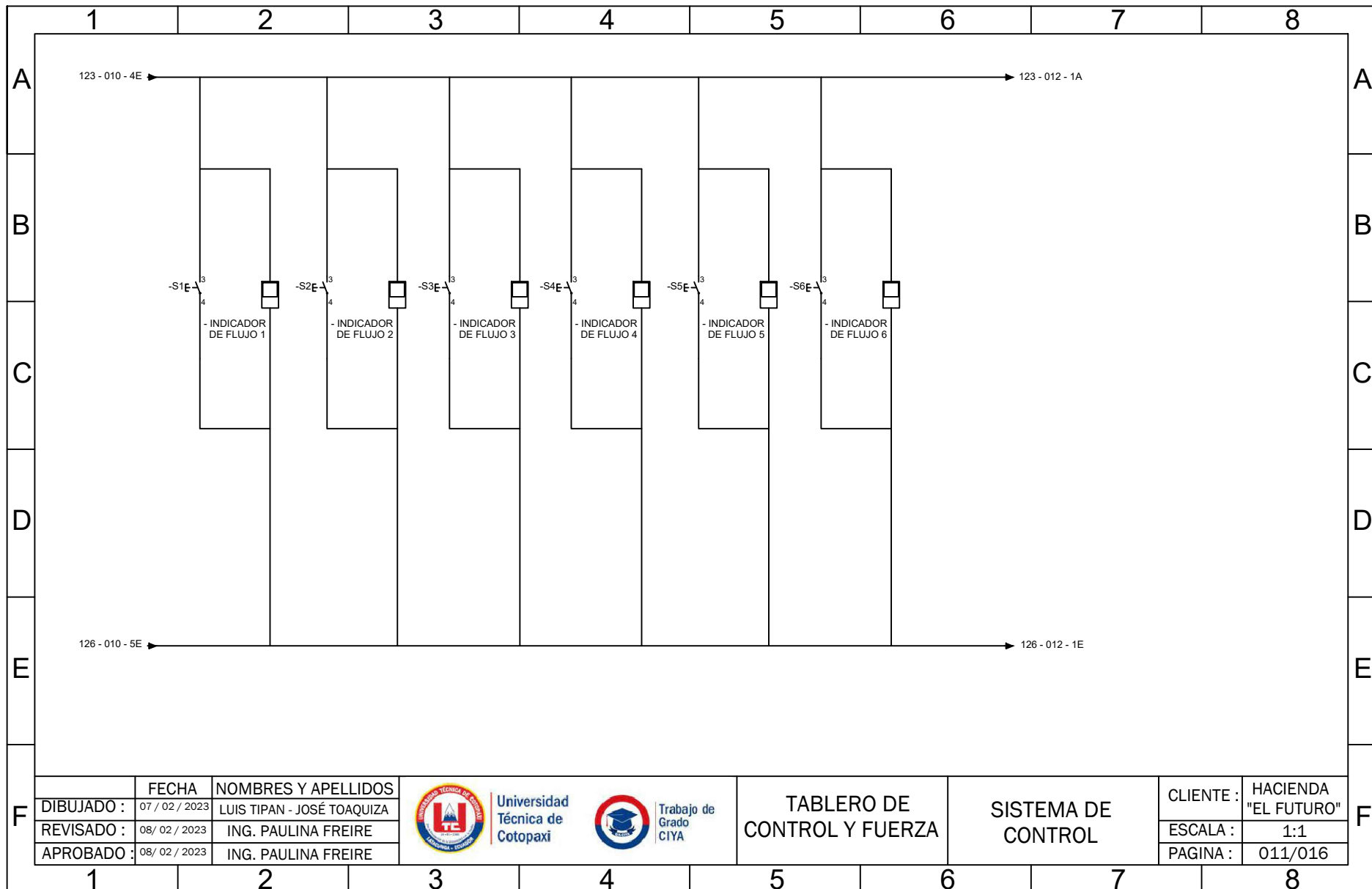


Trabajo de
Grado
CIYA

**TABLERO DE
CONTROL Y FUERZA**

**SISTEMA DE
CONTROL**

CLIENTE :	HACIENDA "EL FUTURO"
ESCALA :	1:1
PAGINA :	010/016



	FECHA	NOMBRES Y APELLIDOS
DIBUJADO :	07 / 02 / 2023	LUIS TIPAN - JOSÉ TOAQUIZA
REVISADO :	08 / 02 / 2023	ING. PAULINA FREIRE
APROBADO :	08 / 02 / 2023	ING. PAULINA FREIRE



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Trabajo de
Grado
CIYA

TABLERO DE
CONTROL Y FUERZA

SISTEMA DE
CONTROL

CLIENTE :	HACIENDA "EL FUTURO"
ESCALA :	1:1
PAGINA :	011/016

1

2

3

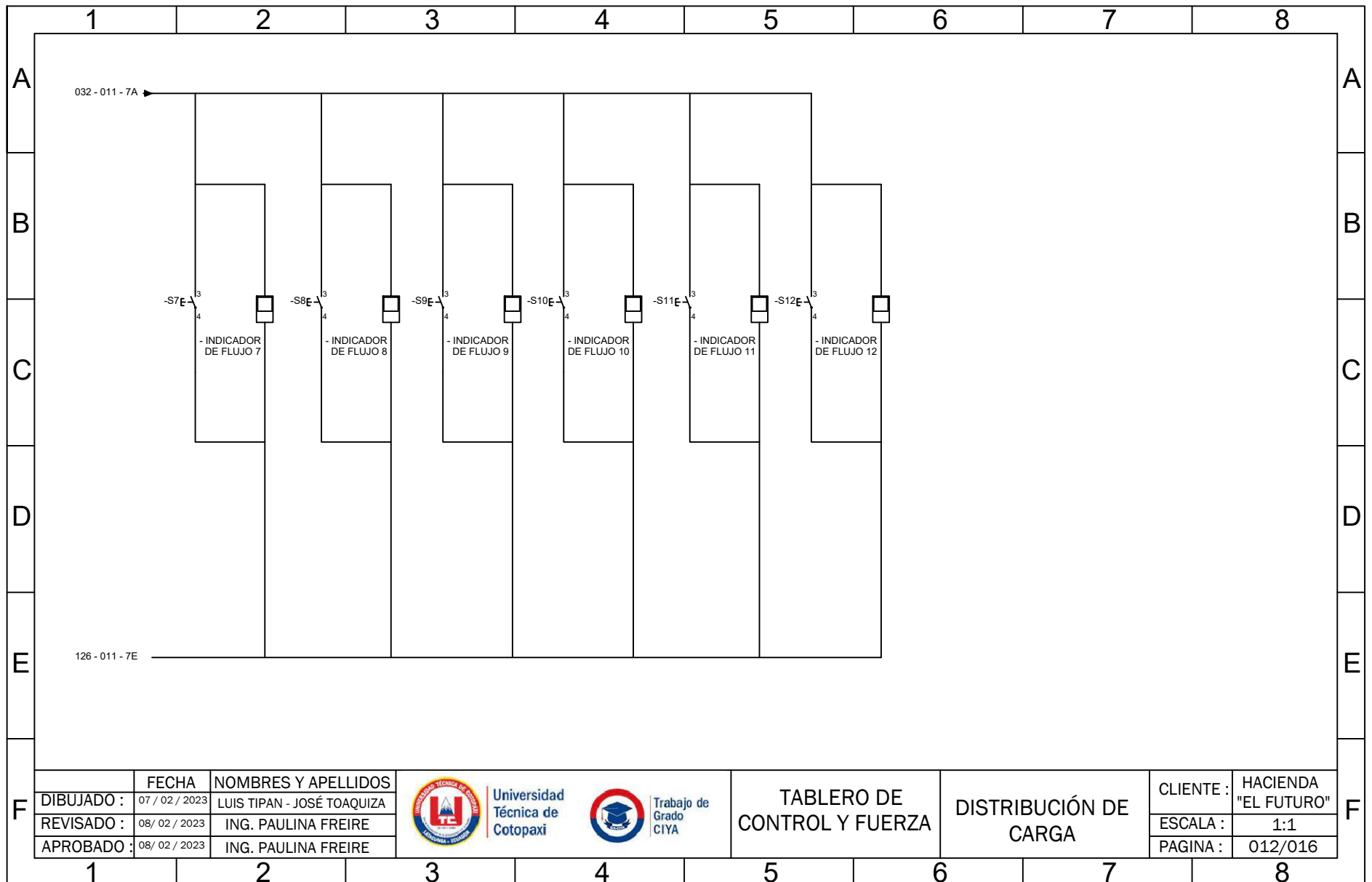
4

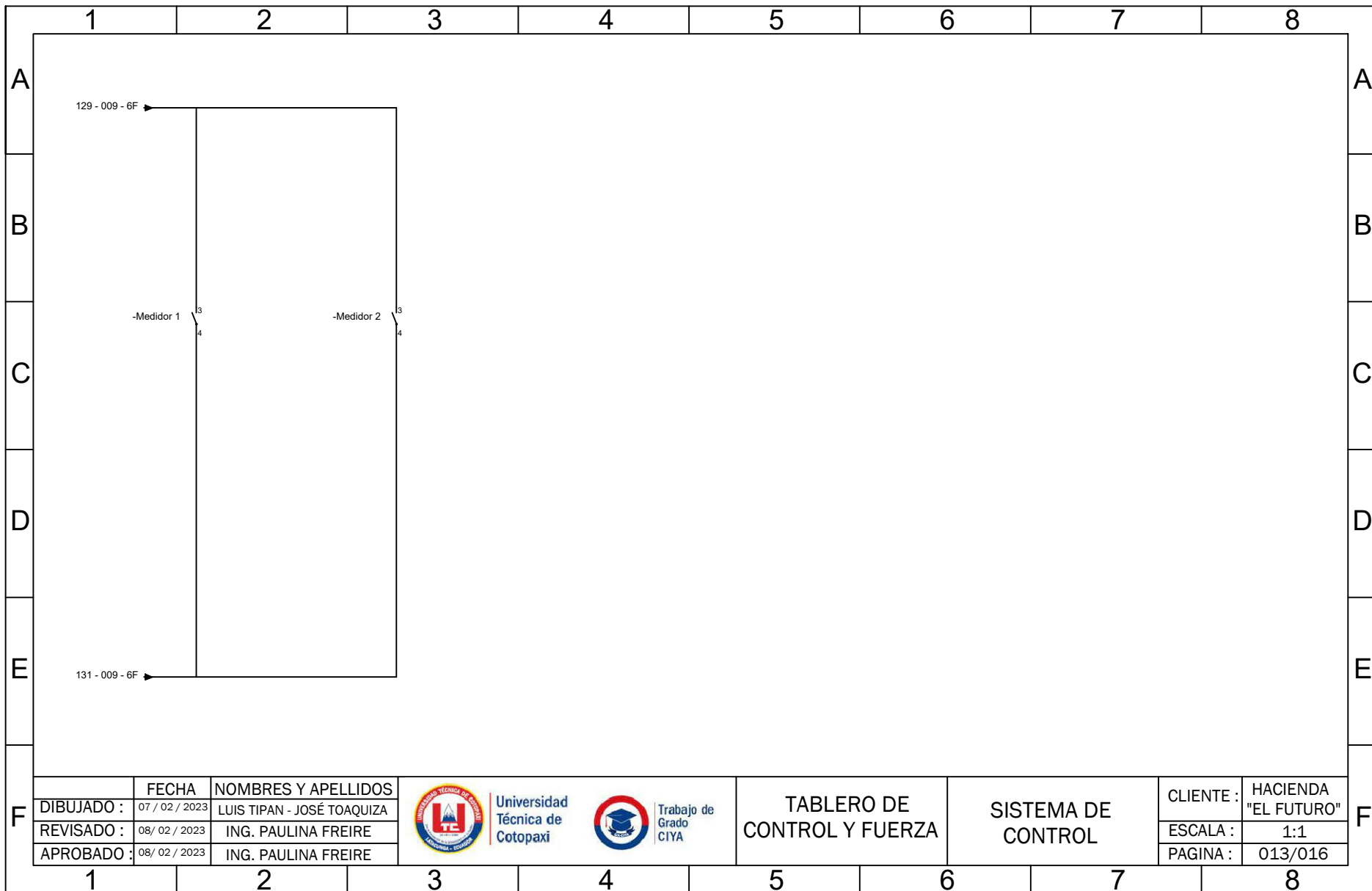
5

6

7

8





	FECHA	NOMBRES Y APELLIDOS
DIBUJADO :	07 / 02 / 2023	LUIS TIPAN - JOSÉ TOAQUIZA
REVISADO :	08 / 02 / 2023	ING. PAULINA FREIRE
APROBADO :	08 / 02 / 2023	ING. PAULINA FREIRE



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

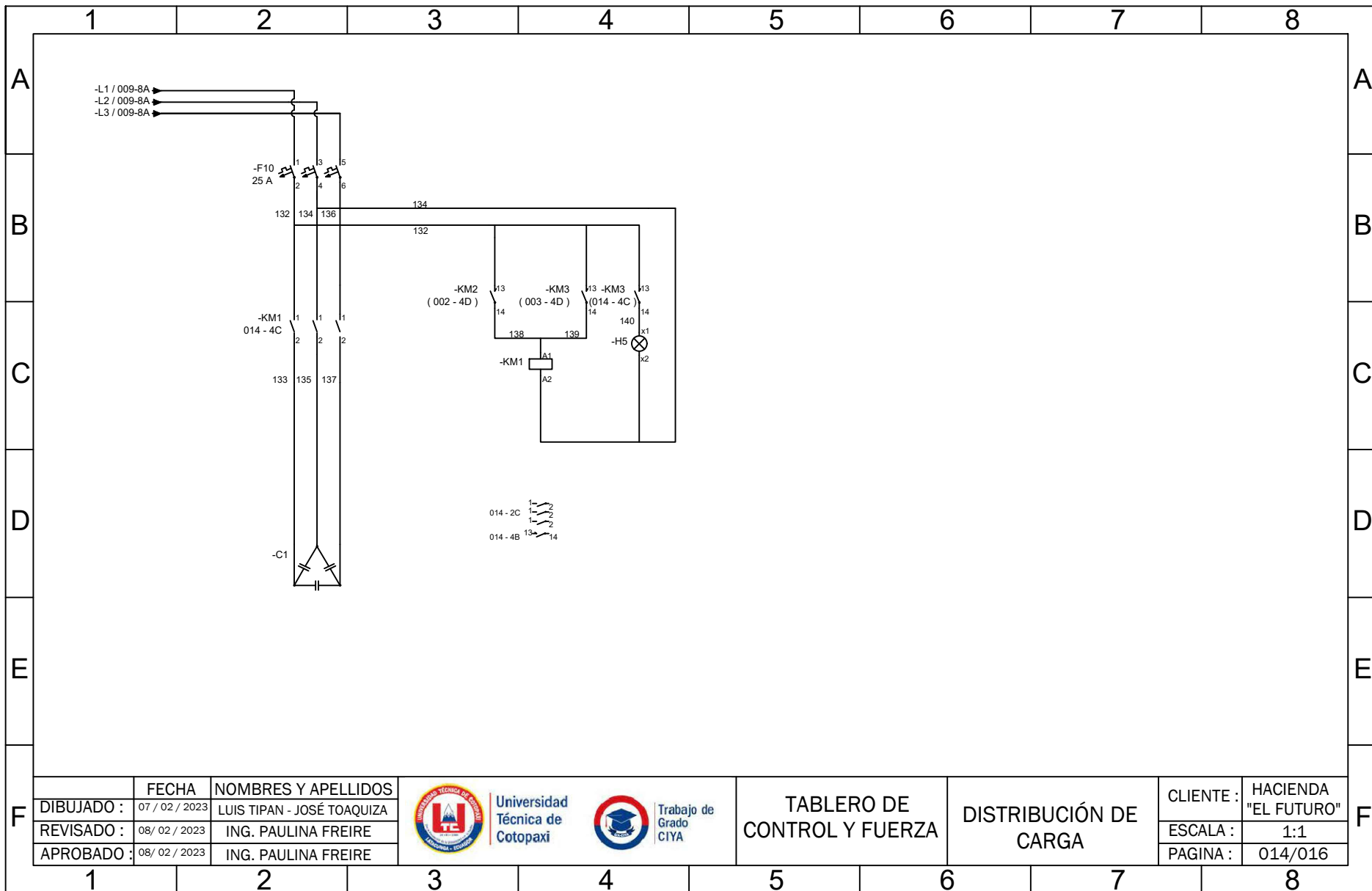


Trabajo de
Grado
CIYA

TABLERO DE
CONTROL Y FUERZA

SISTEMA DE
CONTROL

CLIENTE :	HACIENDA "EL FUTURO"
ESCALA :	1:1
PAGINA :	013/016



	FECHA	NOMBRES Y APELLIDOS
DIBUJADO :	07 / 02 / 2023	LUIS TIPAN - JOSÉ TOAQUIZA
REVISADO :	08 / 02 / 2023	ING. PAULINA FREIRE
APROBADO :	08 / 02 / 2023	ING. PAULINA FREIRE



Universidad
 Técnica de
 Cotopaxi

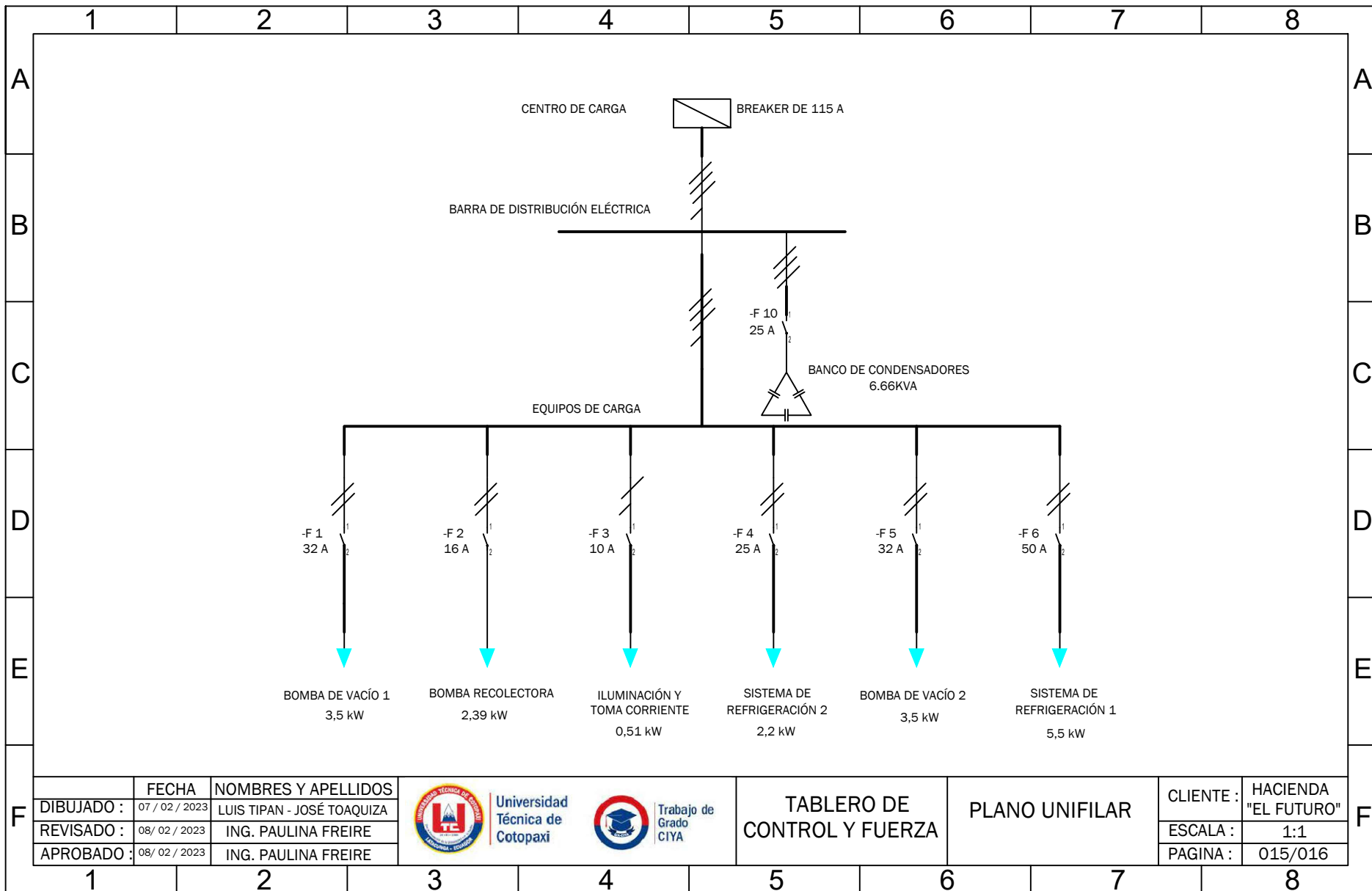


Trabajo de
 Grado
 CIYA

TABLERO DE
 CONTROL Y FUERZA

DISTRIBUCIÓN DE
 CARGA

CLIENTE :	HACIENDA "EL FUTURO"
ESCALA :	1:1
PAGINA :	014/016



	FECHA	NOMBRES Y APELLIDOS
DIBUJADO :	07 / 02 / 2023	LUIS TIPAN - JOSÉ TOAQUIZA
REVISADO :	08 / 02 / 2023	ING. PAULINA FREIRE
APROBADO :	08 / 02 / 2023	ING. PAULINA FREIRE



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

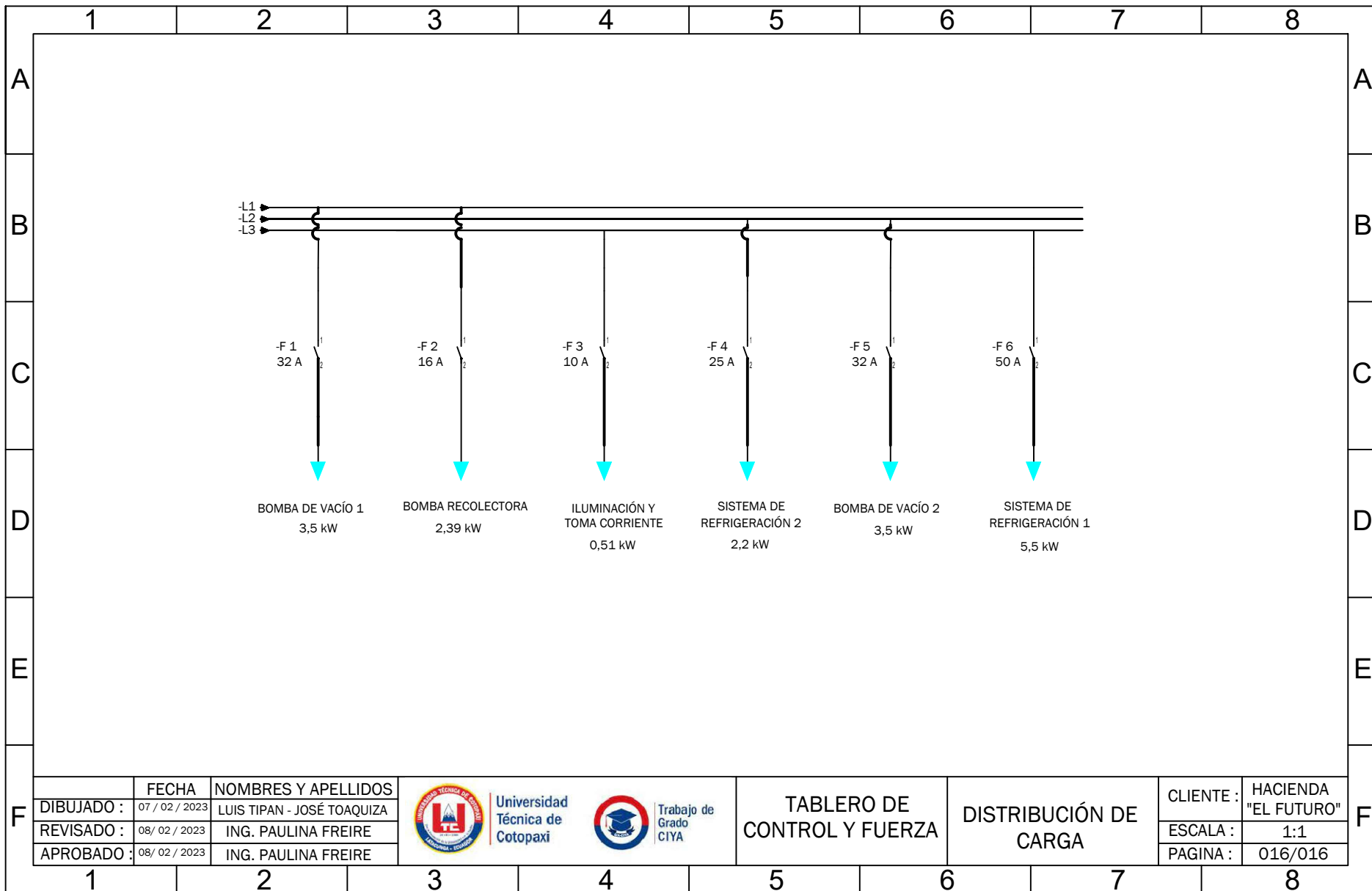


Trabajo de
Grado
CIYA

**TABLERO DE
CONTROL Y FUERZA**

PLANO UNIFILAR

CLIENTE :	HACIENDA "EL FUTURO"
ESCALA :	1:1
PAGINA :	015/016



F	FECHA	NOMBRES Y APELLIDOS
	DIBUJADO : 07 / 02 / 2023	LUIS TIPAN - JOSÉ TOAQUIZA
	REVISADO : 08 / 02 / 2023	ING. PAULINA FREIRE
APROBADO : 08 / 02 / 2023	ING. PAULINA FREIRE	



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Trabajo de
Grado
CIYA

TABLERO DE
CONTROL Y FUERZA

DISTRIBUCIÓN DE
CARGA

CLIENTE :	HACIENDA "EL FUTURO"
ESCALA :	1:1
PAGINA :	016/016

1

2

3

4

5

6

7

8