

Detección y reparación de daños eléctricos por fluctuaciones de tensión: desarrollo de protocolos para la reparación de equipos domésticos e industriales y determinación de responsabilidad de la Electrificadora de Santander - ESSA

Freddy Santiago Andrey Hernández Hernández

Trabajo de grado para obtener el título de Ingeniero Mecatrónico

Director

William Razvan Castro Jaluba

Ingeniero Electricista

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División de Ingenierías y Arquitectura

Facultad de Ingeniería Mecatrónica

2024

Dedicatoria

Primero que todo quiero darle las gracias a Dios por darme la vida, la salud, la sabiduría y la oportunidad de cumplir mis metas. En este caso la oportunidad de convertirme en el Ingeniero Mecatrónico que algún día siendo niño soñé que podía lograrlo. Hoy en día puedo decir que estoy a un paso de convertirme en Ingeniero.

Quiero dedicarle este título a mi mamá que con su amor inmenso me enseñó que las cosas que uno se propone se pueden lograr, que desde un principio me apoyó en mi sueño, me ayudó a conseguirlo, guio mis pasos y espero que se sienta orgullosa de ese hijo que hoy está a un paso de convertirse en Ingeniero. A mi papá que es un hombre trabajador que me inculco los valores que hoy en día me caracterizan y me convirtieron en el hombre que soy. Estoy seguro de que sin el apoyo de mis padres nada de esto hubiera sido posible, ya que fueron el motor que me impulsaba día a día para ir a clase, estudiar para parciales, cumplir con proyectos durante toda la carrera, sabía que no los podía defraudar porque estaban jugándosela por mí. También aprovecho esta oportunidad para dedicarle este triunfo a toda mi familia en especial a los que estuvieron en todo momento conmigo y son testigos de todo el esfuerzo necesario para lograrlo, especialmente mi Tía Alicia que estuvo conmigo en todo momento que la necesité, que de alguna u otra manera siempre conté con su apoyo a lo largo de la carrera y estoy seguro de que así va a ser por el resto de mi vida. Así como quiero dedicarle este triunfo a todas las personas que creyeron en mí, que en algún momento me dieron su apoyo incondicional y me dijeron que, si era posible cumplir con este reto, que lo podíamos lograr. Este título es dedicado a esas personas que siempre estuvieron ahí cuando más las necesite. Este triunfo también es de ustedes porque gracias a ustedes puedo decir que me convertí en Ingeniero Mecatrónico. Gracias.

Contenido

Introducción.....	10
1. Detección y reparación de daños eléctricos por fluctuaciones de tensión: desarrollo de protocolos para la reparación de equipos domésticos e industriales y determinación de responsabilidad de la Electrificadora de Santander - ESSA.....	11
1.1 Identificación de la problemática.....	11
1.2 Justificación.....	11
1.3 Objetivos.....	13
1.3.1 Objetivo general.....	13
1.3.2 Objetivos específicos.....	13
2. Metodología.....	14
2.1 Perfiles y habilidades de los técnicos.....	14
2.2 Equipos de medición.....	14
2.3 Procedimiento detallado.....	15
2.4 Número de clientes atendidos o visitados.....	16
2.5 Propuesta de mejora en el servicio.....	17
2.6 Reseña de la empresa.....	19
2.7 Estructura orgánica de la empresa.....	21
3. Marco referencial.....	21
3.1 Fundamentos teóricos.....	21

3.2 Fundamento conceptual.....	23
4. Despliegue de actividades.....	23
4.1 Realizar análisis detallados de equipos eléctricos y electrónicos reportados por usuarios de la electrificadora de Santander.....	23
4.2 Evaluación y priorización de casos.....	24
4.3 Planificación y ejecución de visitas técnicas.....	24
5. Identificar y cuantificar posibles daños ocasionados por variaciones de energía en las redes de media y baja tensión.....	25
5.1 Evaluación técnica por personal especializado.....	25
5.2 Un enfoque metódico y riguroso para la evaluación de daños.....	25
5.3 Mediciones detalladas con equipos especializados.....	25
5.6 Evidencias del cumplimiento de los objetivos.....	27
6. Conclusiones.....	39
7. Recomendaciones.....	40
Referencias.....	42
Apéndices.....	43

Lista de figuras

Figura 1. <i>Equipo de medición especializado</i>	15
Figura 2. <i>Estructura orgánica de la empresa</i>	21
Figura 3. <i>Herramienta de trabajo</i>	26
Figura 4. <i>Difícil acceso a viviendas de usuarios de ESSA</i>	28
Figura 5. <i>Largas caminatas para el acceso</i>	28
Figura 6. <i>Cruzando a pie el Río Chicamocha para llegar a vivienda de usuario</i>	29
Figura 7. <i>Contactor quemado por ausencia de fase</i>	29
Figura 8. <i>Verificación de instalaciones eléctricas en empresas</i>	30
Figura 9. <i>Verificación de funcionamiento del protector electrónico instalado</i>	30
Figura 10. <i>Motor en trapiche de caña de azúcar</i>	31
Figura 11. <i>Verificación de fases en correcto estado</i>	31
Figura 12. <i>Revisión de fuente de TV</i>	32
Figura 13. <i>Fusible abierto en tarjeta de control de una nevera</i>	32
Figura 14. <i>Maquinaria en fábrica de calzado</i>	33
Figura 15. <i>Maquinaria para fábrica de calzado</i>	33
Figura 16. <i>Tablero de distribución</i>	34
Figura 17. <i>Maquinaria en empresa de calzado</i>	34
Figura 18. <i>Reparando equipos</i>	35
Figura 19. <i>Revisando equipos de usuarios</i>	35
Figura 20. <i>Difícil acceso a casa de usuario</i>	36
Figura 21. <i>Difícil acceso a vivienda de usuarios de la ESSA 1</i>	36
Figura 22. <i>Sobrecarga de los circuitos e instalaciones defectuosas</i>	37

Figura 23. <i>Descarga atmosférica (Rayo)</i>	37
Figura 24. <i>Descarga atmosférica (Rayo) 1</i>	38
Figura 25. <i>Descarga atmosférica (Rayo) 2</i>	38

Lista de apéndices

Apéndice A. <i>Reporte ESSA</i>	43
--	----

Resumen

Este informe tiene como objetivo ofrecer información detallada sobre el periodo de prácticas profesionales realizado en CESCO LTDA, ubicada en la ciudad de Floridablanca. El propósito principal de estas prácticas profesionales es cumplir con los requisitos necesarios para la obtención del título de “Ingeniero Mecatrónico”. Este documento tiene información recolectada durante el proceso de las prácticas profesionales, evidenciando la realización de las labores en la empresa: detectar posibles daños en dispositivos eléctricos y electrónicos ocasionados por fluctuaciones en la energía de las redes de media y baja tensión, con el fin de establecer la responsabilidad de la ESSA. Para lograrlo, se realizaron mediciones exactas e inspecciones detalladas en las fuentes de alimentación de los equipos afectados.

Finalmente, se elaboró un informe técnico que incluye el diagnóstico del aparato implicado. Los resultados contribuirán a mejorar la calidad del suministro eléctrico y garantizar la protección de los equipos contra futuros daños.

Palabras clave: dispositivos eléctricos y electrónicos, media y baja tensión, fuentes de alimentación, calidad.

Abstract

The purpose of this report is to provide detailed information about the period of professional practices carried out in CESCO LTDA, located in the city of Floridablanca. The main purpose of these professional practices is to meet the requirements necessary to obtain the title of "Mechatronics Engineer". This document has information collected during the process of professional practices evidencing the performance of the work of the company which are: to detect possible damage to electrical and electronic devices caused by fluctuations in the energy of medium and low voltage networks, to establish the responsibility of the ESSA. To achieve this, accurate measurements and detailed inspections will be carried out on the power supplies of the affected equipment.

Finally, a technical report will be prepared including the diagnosis of the equipment involved. The results will contribute to improve the quality of the power supply and ensure the protection of the equipment against future damage.

Keywords: electrical and electronic devices, medium and low voltage, power supplies, quality.

Introducción

En la actualidad la ESSA, también conocida como Electrificadora de Santander S.A. E.S.P., es una empresa de servicios públicos mixta en Colombia. Es responsable de la distribución y comercialización de electricidad en 87 municipios del departamento de Santander y otros tres departamentos del país. Forma parte del Grupo Empresarial EPM, una de las empresas de energía más grandes de Colombia.

La Electrificadora, en alianza con la empresa CESCO LTDA, experta en el sector eléctrico, ofrece un seguro de daños a terceros. CESCO LTDA se especializa en el análisis, diagnóstico y reparación de equipos eléctricos y electrónicos afectados por variaciones de voltaje en redes de media y baja tensión.

El objetivo de la práctica es obtener capacitación en la identificación y reparación de estos daños. Mediante mediciones precisas e inspecciones minuciosas, se podrá elaborar informes para la ESSA y proponer medidas correctivas. Estas acciones buscan mejorar la calidad del servicio eléctrico, reducir las pérdidas para la empresa y garantizar la eficiencia del servicio prestado.

1. Detección y reparación de daños eléctricos por fluctuaciones de tensión: desarrollo de protocolos para la reparación de equipos domésticos e industriales y determinación de responsabilidad de la Electrificadora de Santander - ESSA

1.1 Identificación de la problemática

La Electrificadora de Santander enfrenta problemas de daños a equipos eléctricos y electrónicos debido a fluctuaciones de voltaje, generando pérdidas económicas y descontento entre los clientes. Las causas incluyen falta de protección adecuada y capacitación del personal. Esto afecta tanto a los usuarios como a la empresa, pero hay oportunidades para mejorar utilizando recursos como seguros y colaboraciones con expertos del sector. La implementación de estas medidas reducirá pérdidas, mejorará la calidad del servicio y fortalecerá la posición competitiva de la empresa.

1.2 Justificación

La Electrificadora ha identificado un problema significativo de daños a equipos eléctricos y electrónicos causados por variaciones de voltaje en redes de media y baja tensión. Esta situación ha generado las siguientes consecuencias negativas: pérdidas económicas, deterioro en la calidad del servicio eléctrico e insatisfacción de los clientes

Para desarrollar una solución práctica a la problemática, se deben realizar las siguientes pruebas:

Análisis de las redes de media y baja tensión para identificar los puntos críticos donde se producen las variaciones de voltaje.

Evaluación de los equipos eléctricos y electrónicos existentes para determinar su estado y su capacidad para soportar las variaciones de voltaje.

Pruebas de laboratorio para evaluar la efectividad de los equipos de protección contra las variaciones de voltaje.

Una solución práctica a la problemática debe cumplir con los siguientes requisitos:

Efectividad: la solución debe ser capaz de reducir significativamente la cantidad de daños a equipos eléctricos y electrónicos causados por variaciones de voltaje.

Eficiencia: la solución debe ser rentable y tener un costo-beneficio positivo para la empresa Electrificadora.

Sostenibilidad: la solución debe ser sostenible a largo plazo y debe poder adaptarse a los cambios en las condiciones del mercado y la tecnología.

La solución a la problemática no resolverá por completo el problema de las variaciones de voltaje en las redes de media y baja tensión. Sin embargo, sí puede reducir significativamente la cantidad de daños a equipos eléctricos y electrónicos causados por estas variaciones. Se estima que la implementación del programa integral de gestión de la calidad del servicio eléctrico podría reducir los daños a equipos eléctricos y electrónicos en un 80%.

El alcance de la solución se limita a la red eléctrica de la Electrificadora. La solución no tendrá ningún efecto en las redes eléctricas de otras empresas.

Si la Electrificadora no aborda la problemática de los daños a equipos eléctricos y electrónicos causados por variaciones de voltaje, las consecuencias negativas continuarán aumentando, la empresa seguirá sufriendo pérdidas económicas, la calidad del servicio eléctrico seguirá deteriorándose y la insatisfacción de los clientes seguirá creciendo. Estas consecuencias podrían llevar a la pérdida de clientes, la reducción de la rentabilidad de la empresa.

Es importante destacar que la solución a la problemática no solo beneficiará a la Electrificadora, sino también a los clientes y a la comunidad en general. Al mejorar la calidad del servicio eléctrico, la Electrificadora estará contribuyendo a mejorar la calidad de vida de sus clientes y a promover el desarrollo económico de la comunidad.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Determinar con precisión los daños en dispositivos eléctricos y electrónicos ocasionados por fluctuaciones de energía en redes de media y baja tensión, atribuyendo la responsabilidad a la ESSA cuando corresponda. Esto se logrará mediante la implementación de un proceso integral que abarca mediciones precisas, inspecciones minuciosas y la elaboración de informes técnicos detallados.

1.3.2 Objetivos específicos

- Realizar mediciones precisas de los parámetros eléctricos en las redes de media y baja tensión.
- Efectuar inspecciones minuciosas de los dispositivos eléctricos y electrónicos afectados.
- Elaborar informes técnicos detallados que contengan el diagnóstico de los daños.

Al cumplir con estos objetivos específicos, se podrá alcanzar el objetivo general de determinar con precisión la causa de los daños en dispositivos eléctricos y electrónicos ocasionados por fluctuaciones de energía en redes de media y baja tensión, atribuyendo la responsabilidad a la ESSA cuando corresponda.

2. Metodología

Para documentar adecuadamente la metodología empleada en la práctica profesional y asegurar que esté alineada con las mejores prácticas de la industria, es importante detallar varios aspectos clave:

2.1 Perfiles y habilidades de los técnicos

Formación académica: los técnicos deben contar con formación en ingeniería eléctrica, electrónica o áreas afines. Es fundamental que tengan conocimientos sólidos en sistemas de energía, especialmente en redes de media y baja tensión.

Experiencia: experiencia previa en diagnóstico y reparación de equipos eléctricos y electrónicos, así como en el manejo de variaciones de energía.

Certificaciones: certificaciones en normas de calidad y seguridad eléctrica, como ISO 9001, y capacitación en el uso de equipos de medición especializados.

Habilidades: capacidad para interpretar planos eléctricos, realizar pruebas técnicas. Además, deben tener habilidades en la redacción de informes técnicos detallados.

2.2 Equipos de medición

Fichas técnicas: cada equipo de medición debe contar con una ficha técnica que detalle sus especificaciones, rango de operación, precisión y condiciones de uso. Esto incluye multímetros, analizadores de calidad de energía, osciloscopios, y otros dispositivos de diagnóstico.

Certificaciones: es crucial que los equipos utilizados estén certificados por organismos reconocidos, como la CE (Conformidad Europea) o UL (Underwriters Laboratories), para garantizar la precisión y fiabilidad de las mediciones.

Calibración: los equipos deben ser calibrados periódicamente siguiendo los estándares internacionales para asegurar que las mediciones sean precisas y consistentes.

Figura 1. *Equipo de medición especializado*



Tomado de (CEDE, 2023).

2.3 Procedimiento detallado

Paso 1. Recepción del reporte: recopilar y analizar la información proporcionada por el cliente sobre los problemas experimentados en sus equipos.

Paso 2. Asignación de técnicos: asignar técnicos con el perfil adecuado para la tarea, asegurando que cuenten con las habilidades y experiencia necesarias para el caso específico.

Paso 3. Pedir reporte a la ESSA de los eventos ocurridos en cuanto a circuitos, conexiones, fallas en el transformador o algún tipo de arreglo que hayan hecho los funcionarios de la

electrificadora en el periodo de tiempo mencionado en el reclamo por parte del usuario, para así tener certeza de que se va a encontrar en la vivienda afectada.

Paso 4. Inspección inicial: realizar una inspección preliminar en el sitio para evaluar las condiciones generales y verificar la integridad de los equipos afectados.

Paso 5. Medición y diagnóstico: utilizar equipos de medición certificados para realizar pruebas detalladas, recopilando datos sobre voltaje, corriente y otras variables críticas.

Paso 6. Análisis de resultados: analizar los datos obtenidos para identificar las causas de las fallas y evaluar la posible responsabilidad de ESSA.

Paso 7. Propuesta de medidas correctivas: desarrollar un plan de acción basado en el diagnóstico, incluyendo reparaciones, ajustes o reemplazos de componentes.

Paso 8. Implementación: ejecutar las medidas correctivas, documentando cada paso del proceso.

Paso 9. Verificación final: realizar pruebas posteriores a la reparación para asegurar que los problemas hayan sido resueltos y los equipos estén operando correctamente.

Paso 10. Elaboración del informe técnico: redactar un informe detallado que incluya los hallazgos, las acciones tomadas, y recomendaciones para evitar futuras incidencias.

Para cuantificar los beneficios logrados durante la práctica y demostrar el valor agregado del proyecto, es importante establecer indicadores de cumplimiento que permitan medir el progreso y los resultados alcanzados. A continuación, se presentan algunos indicadores clave:

2.4 Número de clientes atendidos o visitados

Cantidad: durante el periodo de la práctica se visitaron entre 400 y 500 usuarios de la electrificadora, teniendo un promedio de 4 usuarios por día, de lunes a viernes durante 6 meses.

Objetivo: cuantificar la cobertura del servicio prestado y evaluar la eficiencia en la respuesta a los reportes de fallas.

Número de informes técnicos desarrollados: el total de informes desarrollados fueron el mismo numero de usuarios visitados, ya que por cada visita hay que generar un informe documentando los diagnósticos, análisis, y medidas correctivas implementadas.

Tiempo promedio de respuesta a solicitudes: la electrificadora y cualquier empresa pública tiene por obligación dar una respuesta a los PQRS de los usuarios en un plazo máximo de 15 días hábiles.

Precisión de diagnósticos: los diagnósticos emitidos por el equipo de daños a terceros tienen una precisión alta ya que no ha sido necesaria una segunda opinión sobre algún caso que se haya tenido.

Índice de satisfacción del cliente: el índice de satisfacción del usuario puede variar según su conformidad con el servicio prestado por parte de la ESSA.

2.5 Propuesta de mejora en el servicio

Una propuesta de mejora podría vincularse a un sistema de monitoreo continuo y la actualización de equipos de medición, para ellos se pueden llevar a cabo los siguientes ítems:

- Revisión de casos previos: analizar los casos de fallas reportadas durante la practica para identificar patrones de variaciones de energía que podrían haberse detectado a tiempo con un sistema de monitoreo continuo.
- Determinar los parámetros críticos que deben monitorearse continuamente, como voltaje, corriente y tiempo de respuesta en caso de variaciones anormales.

- Revisar el estado de los equipos de medición actual, identificando limitaciones y oportunidades para la actualización en nuevas tecnologías que ofrezcan mayor precisión, mayor rango de medición y funcionalidades adicionales como conectividad IoT para integrarse con sistemas de monitoreo continuo.
- Identificar soluciones de monitoreo continuo disponibles en el mercado que se ajusten a las necesidades planteadas. Esto pueden ser sensores inteligentes, sistemas de recolección de datos en tiempo real y software de análisis de energía
- Evaluar diferentes proveedores en función de la calidad, certificaciones, soporte técnico y costo-beneficio de los equipos y sistemas
- Definición de objetivos claros para la implementación, como la reducción de las fallas no detectadas, mejora en la precisión de las mediciones, o mejora en la eficiencia de la energía
- Instalar los equipos en puntos críticos de la red de energía y configurar el sistema para realizar monitoreo en tiempo real, incluyendo la integración de software de análisis y alarmas para variaciones fuera de los límites establecidos.
- Capacitar al personal técnico en el uso y mantenimiento de los nuevos sistemas y equipos, asegurando que puedan interpretar los datos generados y responder de manera oportuna a las alarmas.
- Realizar pruebas de funcionamiento del sistema de monitoreo y los nuevos equipos de medición para asegurar su correcta operación. Esto incluye simuladores de variaciones de energía y análisis de la respuesta del sistema.
- Realizar un monitoreo continuo de la red y equipos utilizando el nuevo sistema para detectar cualquier anomalía o variación de energía que pueda causar daños.

2.6 Reseña de la empresa

- Nombre: CESCO LTDA.

Son las siglas de calidad de energía, sistemas eléctricos, electrónicos y de computación.

- Misión: serviremos con dedicación y esmero a nuestros clientes para garantizarles la satisfacción total de sus necesidades de soluciones integrales de tecnologías electrónicas, información y telecomunicaciones con productos, servicios y tecnologías de punta que aseguren su gestión en el ámbito nacional, armados con un alto grado de conocimientos, experiencia, responsabilidad y sentido de pertenencia. nuestro objetivo es el mejoramiento de la sociedad y de su entorno, contribuyendo así con el desarrollo integral, de nuestros coterráneos y por ende de nuestro país.
- Visión: propendemos por el engrandecimiento de nuestro terruño, orientando nuestros servicios tecnológicos hacia el progreso de la humanidad y su medio ambiente. buscaremos el engrandecimiento de nuestras virtudes científicas para dirigir las a nuestros clientes mediante el estudio y práctica constante de las ciencias humanas. proyectándonos al futuro visualizamos una institución sólida, líder en calidad, eficiencia y servicio tecnológico y notable por el afán de mejoramiento de la orientación al cliente e innovación permanente de la sabiduría de sus integrantes.
- Tipo de actividad: a continuación, se presentan las actividades económicas de la empresa, registradas en la Cámara de Comercio y en la DIAN. El código "CIIU" clasifica las actividades económicas según los procesos productivos, agrupando las unidades estadísticas en función de su actividad económica principal.

Actividad principal Código CIIU: 3314.

“Mantenimiento y reparación especializado de equipo eléctrico”

Actividad secundaria Código CIIU: 3312.

“Mantenimiento y reparación especializado de maquinaria y equipo”

Otras actividades código CIIU: 4321.

“Instalación y el mantenimiento de sistemas eléctricos en todo tipo de edificios y estructuras de ingeniería civil”

Otras actividades Código CIIU: 6190.

“Otras actividades de telecomunicaciones”

- Cobertura de la empresa: CESCO MLTDA es responsable de gestionar los daños a terceros causados por la electrificadora en el departamento de Santander y sus alrededores, abarcando también algunos municipios de los departamentos de Cesar y Bolívar.
- Producto o servicio que ofrece la empresa: seguro de Daños a Terceros de la Electrificadora de Santander.

El Seguro de Daños a Terceros de la Electrificadora de Santander ofrece una solución integral para proteger tus bienes contra los daños ocasionados por fluctuaciones de tensión en tu hogar o negocio

- ¿Qué cubre el seguro?

Daños a electrodomésticos, máquinas y equipos electrónicos de uso doméstico o comercial.

Reparaciones o reemplazos de los equipos afectados.

- ¿Qué beneficios te ofrece el seguro?

Tranquilidad y seguridad: protege tu inversión en electrodomésticos, máquinas y equipos electrónicos.

Cobertura integral: reparaciones, reemplazos y gastos adicionales.

Atención personalizada: asesoría experta en caso de siniestro.

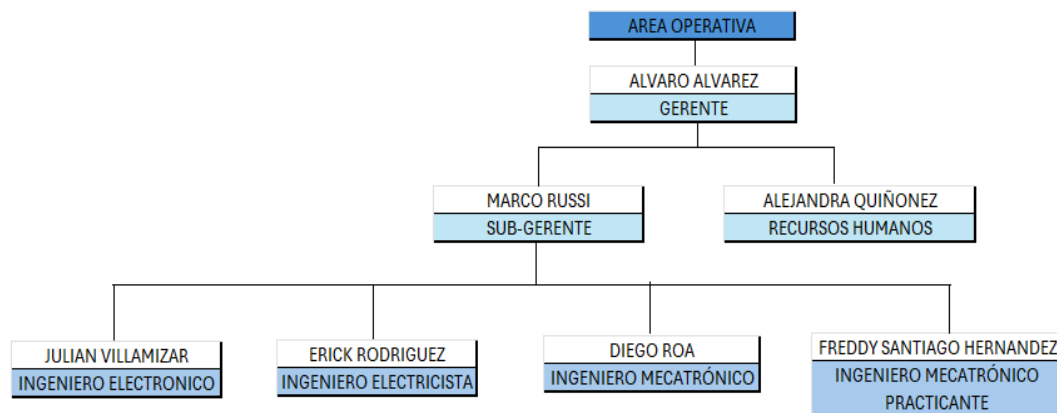
Confianza en una empresa confiable: electrificadora de Santander, tu aliado para una energía segura.

- ¿Cómo adquirir el seguro?

Contáctanos a través de nuestras líneas de atención al cliente de la ESSA, radicando un PQRS en la página web de la electrificadora o visita nuestras oficinas para obtener más información y adquirir tu seguro.

2.7 Estructura orgánica de la empresa

Figura 2. Estructura orgánica de la empresa



3. Marco referencial

3.1 Fundamentos teóricos

- Calidad del servicio eléctrico: la calidad del servicio eléctrico se define como el conjunto de características del servicio eléctrico que determinan su aptitud para satisfacer las necesidades de los usuarios. Los principales indicadores de calidad del servicio eléctrico

son la tensión, la frecuencia, la continuidad del servicio y la distorsión armónica (Universidad de los Andes, 2017) (Humanty, 2014).

- Variaciones de voltaje: las variaciones de voltaje son cambios en la magnitud de la tensión eléctrica que se suministra a los usuarios. Estas variaciones pueden ser causadas por diversos factores, como descargas atmosféricas, cortocircuitos, sobrecargas en la red y fallas en los equipos eléctricos (Sensor GO, 2022) (Humanty, 2014).
- Protección de equipos eléctricos y electrónicos: la protección de equipos eléctricos y electrónicos contra las variaciones de voltaje se puede realizar mediante el uso de dispositivos de protección, como supresores de sobretensión, reguladores de voltaje y pararrayos (Universidad de los Andes, 2017) (Ministerio de Minas y Energía, 2024).
- Capacitación del personal: la capacitación del personal es un elemento fundamental para la gestión de la calidad del servicio eléctrico. El personal debe estar capacitado en la identificación y reparación de daños causados por variaciones de voltaje, así como en el uso de dispositivos de protección y en la aplicación de procedimientos de seguridad (Sensor GO, 2022) (Grupo EPM, 2016).
- Sag: disminución temporal de la tensión en un punto de la red eléctrica.
- Swell: aumento temporal de la tensión en un punto de la red eléctrica.
- Interrupción: pérdida total de la tensión en un punto de la red eléctrica (Grupo EPM, 2016).
- Distorsión armónica: deformación de la forma de onda de la tensión o la corriente eléctrica (Sensor GO, 2022).
- Daños físicos: las variaciones de voltaje pueden dañar los componentes electrónicos de los equipos, como transistores, condensadores y circuitos integrados (Sensor GO, 2022).

- Mal funcionamiento: las variaciones de voltaje pueden provocar el mal funcionamiento de los equipos, como errores de datos, reinicios inesperados y apagados (Sensor GO, 2022).
- Reducción de la vida útil: las variaciones de voltaje pueden acortar la vida útil de los equipos (Sensor GO, 2022).

3.2 Fundamento conceptual

- Normas y estándares para la calidad del servicio eléctrico:

IEEE Std 1159-2010: Estándar para la medición y el análisis de las variaciones de voltaje (Ministerio de Minas y Energía, 2024) (Grupo EPM, 2016).

IEC 61000-3-2: Norma para los límites de emisión de armónicos de corriente (Ministerio de Minas y Energía, 2024) (Grupo EPM, 2016).

IEC 61000-3-6: Norma para los límites de emisión de emisiones de voltaje y fenómenos relacionados (Ministerio de Minas y Energía, 2024) (Grupo EPM, 2016).

4. Despliegue de actividades

A continuación, serán detalladas todas las actividades que fueron llevadas a cabo durante este proyecto de prácticas profesionales.

4.1 Realizar análisis detallados de equipos eléctricos y electrónicos reportados por usuarios de la electrificadora de Santander

En la Electrificadora de Santander, la gestión eficiente de los reportes de daños en equipos eléctricos y electrónicos ocasionados por fluctuaciones de tensión es fundamental para brindar un servicio de calidad a nuestros clientes y cumplir con las responsabilidades legales establecidas.

Por ello, hemos implementado un proceso integral que abarca desde la evaluación inicial hasta la resolución definitiva de cada caso.

4.2 Evaluación y priorización de casos

Análisis exhaustivo de cada reporte: al recibir un reporte, se realiza una evaluación minuciosa para determinar la gravedad del daño y el plazo máximo establecido por la ley para su atención. Esta información es crucial para priorizar los casos y asignar recursos de manera eficiente.

Establecimiento de prioridades: se clasifican los casos según su gravedad y urgencia, dando prioridad a aquellos que representan un mayor riesgo para la seguridad de las personas o que podrían ocasionar mayores perjuicios económicos.

Comunicación oportuna con los clientes: se mantiene una comunicación constante con los clientes afectados, informándoles sobre el estado de su caso y las acciones que se están tomando para resolverlo.

4.3 Planificación y ejecución de visitas técnicas

Elaboración de un cronograma detallado: se crea un cronograma de visitas a los lugares afectados, considerando la prioridad de cada caso y la disponibilidad de los técnicos especializados.

Optimización de rutas: se optimizan las rutas de viaje para minimizar el tiempo de desplazamiento y maximizar la eficiencia del equipo técnico.

Coordinación con los usuarios: se coordina con los usuarios la fecha y hora de las visitas técnicas para garantizar su disponibilidad y facilitar el acceso a los equipos dañados.

5. Identificar y cuantificar posibles daños ocasionados por variaciones de energía en las redes de media y baja tensión

5.1 Evaluación técnica por personal especializado

Equipo altamente calificado: un equipo de técnicos especializados, con las habilidades y herramientas necesarias, se encarga de realizar las evaluaciones técnicas de los equipos afectados (Grupo EPM, 2016).

Análisis minucioso: se realiza un análisis detallado de los equipos, incluyendo inspecciones visuales, pruebas eléctricas y diagnósticos precisos para determinar la causa y la gravedad del daño (Grupo EPM, 2016).

5.2 Un enfoque metódico y riguroso para la evaluación de daños

En la Electrificadora de Santander, se utiliza un enfoque metódico y riguroso para la evaluación de daños en equipos eléctricos y electrónicos ocasionados por fluctuaciones de tensión. El objetivo es identificar con precisión la causa y el alcance de los daños, cuantificar los perjuicios y proporcionar información confiable a los clientes (Sensor GO, 2022) (Grupo EPM, 2016).

5.3 Mediciones detalladas con equipos especializados

Toma de datos precisos: Se realizan mediciones detalladas en los equipos afectados utilizando equipos de medición especializados. Estos equipos registran cambios en la tensión, corriente u otros parámetros relevantes con alta precisión, proporcionando información crucial para el análisis (Sensor GO, 2022) (Grupo EPM, 2016).

Análisis de datos exhaustivo: se analizan cuidadosamente los datos recopilados para identificar patrones, tendencias y anomalías que puedan indicar la causa de los daños.

Evaluación integral del alcance: basándose en los datos y el análisis, se evalúa el alcance de los daños en cada equipo, considerando tanto los aspectos eléctricos como los electrónicos.

Documentación completa: se elabora un informe técnico completo que documenta los hallazgos de la evaluación, incluyendo la descripción del daño, la causa probable, las acciones tomadas y las recomendaciones para la reparación o reemplazo del equipo (Sensor GO, 2022) (Grupo EPM, 2016).

Figura 3. *Herramienta de trabajo*



5.4 Cuantificación de daños y perjuicios

Estimación precisa de los costos: se cuantifican los posibles daños en los equipos afectados, considerando el costo de reparación, reemplazo o pérdida total del dispositivo.

Evaluación de los perjuicios económicos: se determina la gravedad de los perjuicios económicos que han sufrido los clientes, incluyendo pérdidas de producción, interrupciones comerciales y otros impactos financieros.

Comunicación transparente con los clientes: se informa a los clientes de manera transparente sobre la estimación de los daños y perjuicios, brindándoles información clara y detallada para que puedan tomar decisiones informadas (Sensor GO, 2022) (Grupo EPM, 2016).

5.5 Elaboración de informes preliminares y validación de resultados

Resúmenes concisos y precisos: se elaboran informes preliminares que resumen los resultados de las mediciones, el análisis de datos y la evaluación de daños. Estos informes destacan los hallazgos más relevantes y las posibles correlaciones identificadas.

Consulta con expertos: se consulta con otros ingenieros experimentados para validar los resultados obtenidos y asegurarse de que la interpretación de los datos sea precisa y completa.

Revisiones rigurosas: se realizan revisiones rigurosas de los informes preliminares antes de entregarlos a los clientes, garantizando la calidad y confiabilidad de la información.

En la Electrificadora de Santander, se está comprometido con brindar un servicio de evaluación de daños de la más alta calidad. Mediante un enfoque metódico, riguroso y transparente, se busca identificar con precisión la causa y el alcance de los daños, cuantificar los perjuicios y proporcionar información confiable a los usuarios (Sensor GO, 2022) (Grupo EPM, 2016).

5.6 Evidencias del cumplimiento de los objetivos

Figura 4. *Difícil acceso a viviendas de usuarios de ESSA*



Figura 5. *Largas caminatas para el acceso*



Figura 6. *Cruzando a pie el Río Chicamocha para llegar a vivienda de usuario*



Figura 7. *Contactor quemado por ausencia de fase*



Figura 8. *Verificación de instalaciones eléctricas en empresas*



Figura 9. *Verificación de funcionamiento del protector electrónico instalado*



Figura 10. *Motor en trapiche de caña de azúcar*



Figura 11. *Verificación de fases en correcto estado*



Figura 12. *Revisión de fuente de TV*

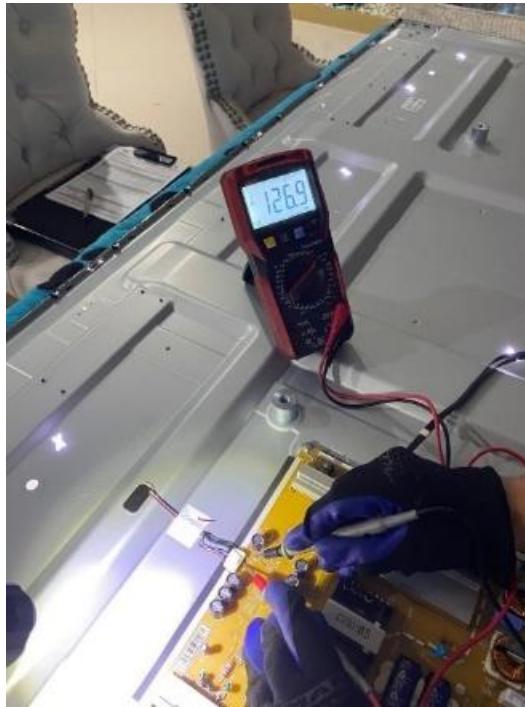


Figura 13. *Fusible abierto en tarjeta de control de una nevera*



Figura 14. *Maquinaria en fábrica de calzado*



Figura 15. *Maquinaria para fábrica de calzado*



Figura 16. *Tablero de distribución*



Figura 17. *Maquinaria en empresa de calzado*



Figura 18. *Reparando equipos*



Figura 19. *Revisando equipos de usuarios*



Figura 20. *Difícil acceso a casa de usuario*



Figura 21. *Difícil acceso a vivienda de usuarios de la ESSA 1*



Figura 22. *Sobrecarga de los circuitos e instalaciones defectuosas*



Figura 23. *Descarga atmosférica (Rayo)*



Figura 24. *Descarga atmosférica (Rayo) 1*



Figura 25. *Descarga atmosférica (Rayo) 2*



6. Conclusiones

A partir de las actividades realizadas durante la práctica profesional, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- La implementación de un proceso integral que abarcó mediciones precisas, inspecciones minuciosas y la elaboración de informes técnicos detallados permitió determinar con precisión la causa de los daños en dispositivos eléctricos y electrónicos ocasionados por fluctuaciones de energía en redes de media y baja tensión.
- En algunos casos, las fluctuaciones de energía superaron los límites establecidos por la normativa vigente, lo que permitió atribuir la responsabilidad a la ESSA por los daños ocasionados.
- La elaboración de informes técnicos detallados proporcionó a los clientes y a la ESSA información valiosa para la toma de decisiones relacionadas con la reparación o el reemplazo de los dispositivos afectados, así como para la implementación de medidas preventivas para evitar futuros daños.

7. Recomendaciones

Basándonos en la información proporcionada y en la experiencia adquirida durante la práctica profesional, se presentan las siguientes recomendaciones para usuarios afectados por fluctuaciones de tensión:

- Reportar los daños de manera oportuna:

Comuníquese con la Electrificadora de Santander: si observa daños en sus dispositivos eléctricos o electrónicos, es importante reportarlo a la Electrificadora de Santander lo antes posible. Esto permitirá iniciar el proceso de evaluación y reparación de los daños.

Proporcione información detallada: al realizar el reporte, proporcione información clara y detallada sobre el daño, incluyendo la fecha y hora en que ocurrió, los dispositivos afectados, los síntomas observados y cualquier otra información relevante.

- Solicitar una visita técnica:

Derecho a una evaluación: los usuarios tienen derecho a solicitar una visita técnica por parte de personal especializado de la Electrificadora de Santander para evaluar los daños en sus dispositivos.

Evidencia del daño: es recomendable tomar fotografías o videos de los dispositivos dañados para documentar el estado en que se encuentran.

Colaboración con el personal técnico: durante la visita técnica, es importante colaborar con el personal de la Electrificadora de Santander proporcionando toda la información necesaria para realizar una evaluación precisa del daño.

- Ejercer sus derechos:

Conocer la normativa vigente: los usuarios tienen derecho a conocer la normativa vigente sobre la calidad del servicio eléctrico y las responsabilidades de las empresas distribuidoras de energía.

Presentar reclamos: si considera que la Electrificadora de Santander no ha cumplido con sus responsabilidades, puede presentar un reclamo formal ante la empresa o ante las autoridades competentes.

- Conservar la documentación:

Registros de los reportes: es importante conservar copias de los reportes realizados a la Electrificadora de Santander, así como de cualquier otra documentación relacionada con el daño.

- Medidas preventivas:

A continuación, se presentan unas recomendaciones técnicas que se le hacen a los usuarios para que protejan sus equipos ante las variaciones de voltaje permanente, descargas atmosféricas y otras situaciones que se les puedan presentar con sus equipos.

Instalación de reguladores de voltaje: la instalación de reguladores de voltaje en sus dispositivos electrónicos sensibles puede ayudar a protegerlos contra las fluctuaciones de tensión.

Instalación de protectores electrónicos: la instalación de un protector electrónico en los dispositivos electrónicos sensibles a las variaciones de voltaje es esenciales para que en caso de algún daño en las líneas de distribución de energía estos equipos no sufran ningún daño eléctrico

Conexión a tierra adecuada: es importante asegurarse de que la instalación eléctrica de su hogar o negocio cuente con una conexión a tierra adecuada, ya que esto puede ayudar a minimizar los daños causados por descargas eléctricas.

Monitoreo del consumo eléctrico: monitorear el consumo eléctrico de sus dispositivos puede ayudarlo a identificar posibles sobrecargas que podrían ocasionar fluctuaciones de tensión.

Referencias

- CEDE. (2023). *Multímetro Digital Portátil Sumergible en Agua Fluke 28-II*. Instrumentos de medición, diagnóstico, análisis y prueba - Google imágenes: https://www.google.com/search?sca_esv=b3eb3acadfa7d029&sca_upv=1&hl=es&q=Multimetro+Fluke&udm=2&fbs=AEQNm0CbCVgAZ5mWEJDg6aoPVcBgWizR0-0aFOH11Sb5tlNhd7Qv31WAq-g3XdD7m281OKwFyA-0X_WEQGTRyn1HvFYU_VJOuxrHE0UbrybbhoWRwxQUB1heNhbfvPZzY4F4sSz8tD Dsqzn7fWDY8teU_KJ
- Grupo EPM. (03 de 08 de 2016). *Electrificadora de Santander*. ESSA: <https://www.essa.com.co/site/clientes/inicio/tramites-y->
- Humanty, A. T. (2014). *IEEE*. Calidad de Servicio: <https://www.ieee.org/>
- Ministerio de Minas y Energía. (02 de 04 de 2024). *RETIE*. Código Eléctrico Colombiano: <https://www.minenergia.gov.co/es/misional/energia-electrica-2/reglamentos-tecnicos/reglamento-t%C3%A9cnico-de-instalaciones-el%C3%A9ctricas-retie/>
- Sensor GO. (02 de 11 de 2022). *Efectos de la variación de voltaje en equipos eléctricos y electrónicos*. <https://sensorgo.mx/>
- Universidad de los Andes. (2017). *Ciencia e ingeniería*. Calidad de la energía eléctrica bajo la perspectiva de los sistemas de puesta a tierra.

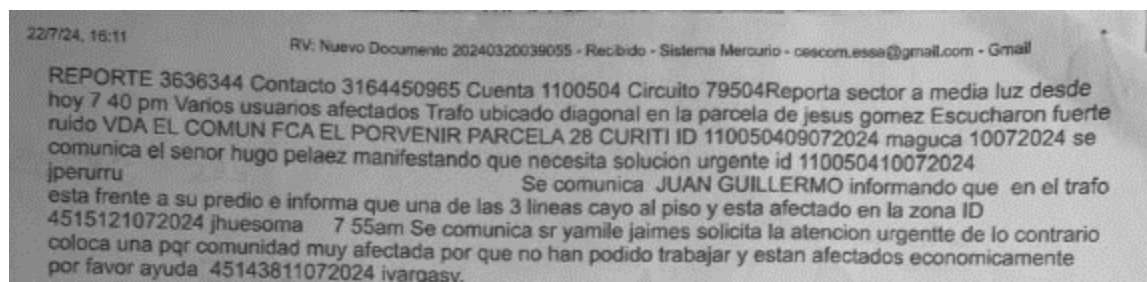
Apéndices

Apéndice A. Reporte ESSA

A continuación, se presentará un caso específico atendido por el grupo de daños a terceros de la electrificadora de Santander (CESCOM LTDA)

El texto presentado a continuación es el reclamo que hace un usuario de la electrificadora ubicado en el municipio de Curití en la Vereda el común, el cual indica que presenta inconvenientes con el servicio.

Figura 1. Reporte de la ESSA



El reporte que nos entrega la electrificadora a nosotros es el siguiente: “se realiza visita y se encuentra línea rota en baja tensión entre apoyos 2946262 y 1464060 **neutro suelto en barraje**, se **abre transformador** y se pasan insumos para programación. Apoyo”

A continuación, el equipo de daños a terceros se dirige a la vereda El Común, en el municipio de Curití, donde encuentran a la mayoría de los usuarios afectados en sus viviendas debido a un problema con la línea de neutro del transformador. Tomaremos como ejemplo el caso puntual del señor Jesús Gómez López, Este usuario manifiesta que tuvo afectaciones la nevera y

un portón eléctrico, anexo fotos de los equipos que fueron reparado por parte del equipo de daños a terceros.

Figura 2. Motor de portón eléctrico



Figura 3. Motor de portón eléctrico



Figura 4. Motor ventilador No Frost de nevera



Figura 5. Mediciones al contactor



Por último, se procede a completar el informe técnico con los datos de los equipos, las fallas correspondientes según el reporte de ESSA y la solución implementada en este caso.

ESSA Una empresa epm		GESTIÓN MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN REVISIÓN DE EQUIPOS POR DAÑOS A TERCEROS FORMATO DE INFORME, VERIFICACIÓN Y NOTIFICACIÓN		911 CESCOM LTDA		
DATOS GENERALES DEL USUARIO						
FECHA DE VERIFICACIÓN	26 7 24	Nº DE RADICADO	20240320039055	TRANSFORMADOR PROPIEDAD	CLIENTE ☐ ESSA ☒	
USUARIO	Jesús Gómez López	C.C. - NIT	5.622.728	Nº DE CORTE	14	
DIRECCIÓN	Finca la Esperanza	TELÉFONO	3123570590	Nº DE HOJA		
BARRIO O VEREDA	Uth. El común	MUNICIPIO	Corinti	Nº CONSECUTIVO DE USUARIO	1075	
		Nº DE CUENTA	1174751	Nº DE APOYO		
SOLICITUD E INFORME DEL USUARIO						
"El 09 de julio entre las 7:00 y 7:30 se presentó un corte por una cuenta la cual colapsa".						
ELECTRODOMESTICOS RELACIONADOS POR EL USUARIO						
ITEM	EQUIPO	MARCA	MODELO	ESTADO	EJEC	RECIBIDO A SATISFACCIÓN
						FECHA FIRMA
1	Nevera	MABE	RMP 400 FLCG	No Funciona		
2	Motor Porton	BFT	D2254 70	No Funciona	R	26 7 24
3						
4						
5						
6						
7						
8						
* EJEC: RET = RETIRADO, R = REPARADO, RXT = REPARADO POR TERCEROS, REVXT = REVISADO POR TERCEROS, NIP = NO IMPUTABLE A LA ESSA, AV = AVALUO, REV = REVISADO, NA = NO ATENDIDO, NP = NO PRESENTADO						
INFORME TÉCNICO, DESCRIPCIÓN Y/O OBSERVACIONES:						
Daño por sobretensión permanente (150V - 220V AC); nevera con motor ventilador (nafrost) y compresor dañado, motor de porton eléctrico con tarjeta de control dañada, usuario no reporta más equipos dañados. Pendiente cambio de compresor en nevera.						
EL PRESENTE DOCUMENTO ES UN INFORME TÉCNICO Y NO CONSTITUYE LA RESPUESTA A SU SOLICITUD, EL TRÁMITE CONTINUA POR EL MEDIO QUE INICIÓ EL REQUERIMIENTO, ESSA LE RESPONDERÁ DENTRO DE UN PERÍODO INFERIOR A 15 DÍAS HÁBILES.						
FUNCIONARIO VERIFICADOR: MARCO A RUSSI A.		NOMBRE DEL USUARIO O QUIEN ATENDIÓ LA VISITA: JESÚS GÓMEZ LÓPEZ				
FIRMA:		FIRMA:				
CARGO: ING. DAT.		C.C. - O NIT: 5622728				
PAGINA WEB ESSA: www.essa.com.co TELS: CONMUTADOR: 607 6339767 PBX: 607 6303133, CESCOM LTDA: 607 6398211, 314 492-0339, 311 239 0302, 310 550 0827						
ESPACIO PARA USO EXCLUSIVO DE ESSA						
RECIBIDO ESSA	12 7 24	RECIBIDO CESCOM	18 7 24	VC	31 7 24	
				VE	1 8 24	
				INF TEC	Maripuri V.	

Ese informe no constituye una respuesta formal de ESSA; es simplemente un informe técnico de la visita. Con base en este, la electrificadora envía una contestación formal al usuario, ya sea por correo electrónico o por correspondencia a su vivienda.