



**REPÚBLICA DE PANAMÁ
UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
FACULTAD DE CIENCIAS LOGÍSTICAS**

**TÍTULO DEL TRABAJO DE PASANTÍA
ANÁLISIS Y GESTIÓN DE LA OPERATIVA EN LA LOCALIZACIÓN DE
AVERÍAS DE LA RED SUBTERRÁNEA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA EN
PANAMÁ**

**PROYECTO DE TRABAJO PARA OPTAR AL GRADO DE LICENCIADO EN
INGENIERÍA INDUSTRIAL CON ÉNFASIS EN GESTIÓN DE OPERACIONES**

**Tutor Académico: Ing. Robert Nicholson
Tutor Industrial: Ing. José Saldaña
Autor: Tomás Alexander Herrera Ruda**

Ciudad de Panamá, marzo de 2023



**REPÚBLICA DE PANAMÁ
UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
FACULTAD DE CIENCIAS LOGÍSTICAS**

**ANÁLISIS Y GESTIÓN DE LA OPERATIVA EN LA LOCALIZACIÓN DE
AVERÍAS DE LA RED SUBTERRÁNEA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA EN
PANAMÁ**

**PROYECTO DE TRABAJO PARA OPTAR AL GRADO DE LICENCIADO EN
INGENIERÍA INDUSTRIAL CON ÉNFASIS EN GESTIÓN DE OPERACIONES**

Autor: Tomás Alexander Herrera Ruda.

Ciudad de Panamá, marzo de 2023



Ciudad de Panamá, 10 de febrero de 2023

Profesor Nagib Yassir

Coordinador del Comité de Titulación de Estudios de Grado y Postgrado.

Presente.

En mi carácter de Tutor del Trabajo de Pasantía de Extensión Ocupacional Profesional por el Bachiller, **Tomás Alexander Herrera Ruda**, para optar al grado de **LICENCIADO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL CON ÉNFASIS EN GESTIÓN DE OPERACIONES**, considero que el trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del Jurado examinador que se designe.

Atentamente,

Ing. Robert Nicholson
(Firma)



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
FACULTAD DE CIENCIAS LOGISTICAS
INFORME DE ACTIVIDADES DE TUTORÍA OPCIÓN DE TITULACIÓN DE
TRABAJO DE GRADO DE LICENCIATURA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL
CON ÉNFASIS EN GESTIÓN DE OPERACIONES

Carrera de Licenciatura: Ingeniería Industrial Con Énfasis En Gestión De Operaciones

Estudiante: Tomás Alexander Herrera Ruda

Tutor: Profesor Robert Nicholson

Título del trabajo de grado: Análisis y Gestión de la Operativa en la Localización de
 Averías de la Red Subterránea de Distribución Eléctrica en Panamá

SESION	FECHA	HORA REUNIÓN	ASPECTO TRATADO	OBSERVACIÓN
1	18-07-22	8:00 pm	Título del trabajo de grado	Se recomienda título mejor adaptado a las actividades práctica
2	12-08-22	8:00 pm	Información que debe incluirse en el informe	Aspectos que destacar
3	04-10-22	8:00 pm	Recomendaciones sobre la mejora de proceso	Registrar los 3 momentos de proceso a mejorar
4	28-01-23	8:00 pm	Envío de informe preliminar	Revisión
5	03-02-23	8:00 pm	Recomendaciones	Incluir evaluación de desempeño, actividad de oficina y campo
6	08-02-23	9:00 pm	Envío informe	

Título definitivo: Análisis y Gestión de la Operativa en la Localización de Averías de La Red Subterránea de Distribución Eléctrica en Panamá.

Comentarios finales acerca de la investigación: Declaramos que las especificaciones anteriores representan el proceso de dirección del trabajo de grado arriba mencionado.

Tutor

Estudiante

1 DEDICATORIA

Es mi deseo dedicar el presente trabajo de manera muy especial a Heliana mi amada compañera de vida, quien ha sido el pilar fundamental para materializar esta realidad que alguna vez fue solo un proyecto, sin su apoyo, amor y paciencia no habría sido posible.

Agradezco profundamente a mis hijos Rosmel, Roswil y Ronay, por darme el impulso y la motivación mediante su amor, admiración y respeto, gracias.

Y dedico este logro a mi abuela y mi madre, siempre orgullosas de tenerme como nieto e hijo y esperando cada paso por muy pequeño que parezca para encomiarme y aplaudirme, confiando en mí y dándome abrazos de amor maternal.

Dios bendiga a todos aquellos que celebran junto a mí y de alguna forma contribuyeron con mis logros.

Gracias.

INDICE

1	DEDICATORIA	6
2	RESUMEN	10
3	ABSTRACT	11
4	INTRODUCCIÓN	12
5	Capítulo I. Marco De Referencia de la Empresa	13
1.	Definición de la carrera que estudia.	13
2.	Antecedentes de la empresa o institución.	13
3.	Misión de la empresa o institución.	15
4.	Visión de la empresa o institución.	16
5.	Estructura organizativa de la empresa o institución.....	16
6.	Descripción de la actividad de la empresa o institución	17
7.	Departamento donde realizó la pasantía.....	17
7.1	Descripción del departamento	17
7.2	Estructura organizativa del departamento	18
7.3	Descripción del cargo ocupado.	18
7.4	Relación del departamento con otros departamentos de la empresa.	18
7.5	Importancia del departamento en el engranaje de la organización.	19
6	Capítulo II. Análisis De La Experiencia	20
1.	Funciones realizadas.	20
1.	Análisis de desempeño.....	20
2.	Limitaciones o dificultades presentadas.....	21
3.	Aportes y conocimientos de la experiencia a la formación profesional.	21
4.	Relación de la pasantía profesional con la carrera estudiada.....	22
5.	Cronograma de actividades.	23
7	Capítulo III. Diagnóstico Observacional	25
1.	Descripción de la problemática observada.	25
2.	Alternativas de solución a la problemática planteada.....	26
8	Manual de Procedimiento para la Localización de Fallas Subterráneas	29
9	CONCLUSIONES	40
10	RECOMENDACIONES	41
11	BIBLIOGRAFÍA	42
12	ANEXOS	43
13	ACTA DE EVALUACIÓN DEL TUTOR INDUSTRIAL DE LA PASANTÍA DE EXTENSIÓN OCUPACIONAL PROFESIONAL	58

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.....	16
<i>Estructura Organizativa De Applus Norcontrol Panamá</i>	
Figura 2.....	18
<i>Organización Del Departamento De Localización De Fallas</i>	
Figura 3.....	44
<i>Análisis Foda Localización De Fallas Subterráneas</i>	
Figura 4.....	45
<i>Unidad De Brigada Subterránea</i>	
Figura 5.....	45
<i>Cámara De Cables Eléctricos Media Tensión</i>	
Figura 6.....	46
<i>Empalme De Cable Con Falla De Aislamiento</i>	
Figura 7.....	46
<i>Inspección En Espacio Confinado</i>	
Figura 8.....	47
<i>Resistencia De Aislamiento Eléctrico En Cable Media Tensión</i>	
Figura 9.....	47
<i>Cable Media Tensión Soterrado Deteriorado En Falla De Aislamiento</i>	
Figura 10.....	48
<i>Cámara De Empalmes Modulares</i>	
Figura 11.....	48
<i>Cables Con Perforación Por Fuga De Corriente</i>	
Figura 12.....	49
<i>Inspección De Equipos Cuadrillas De Localización De Fallas</i>	
Figura 13.....	49
<i>Inventario De Equipos Y Herramientas De Las Cuadrilas De Fallas</i>	
Figura 14.....	50
<i>Inspección De Vehículos De Localización De Fallas Subterráneas</i>	
Figura 15.....	50
<i>Vehículo De Fallas Subterráneas Preparado Para Salir A Campo</i>	
Figura 16.....	51
<i>Equipo Para Localizar Averías En Cable Subterráneo</i>	
Figura 17.....	51
<i>Detección De Avería En Cable Subterráneo</i>	
Figura 18.....	52
<i>Formulario Inicio De Registro De Actividades</i>	
Figura 19.....	52
<i>Registro Digital Del Cambio De Guardia</i>	
Figura 20.....	53
<i>Previsualización Del Plano O Croquis De La Ruta Del Circuito</i>	
Figura 21.....	53
<i>Levantamiento En Campo Del Recorrido Del Circuito</i>	
Figura 22.....	54
<i>Georreferencia De Recorrido Del Circuito En Falla</i>	

Figura 23.....	54
<i>Levantamiento En Campo Del Recorrido Del Circuito</i>	
Figura 24.....	55
<i>Georreferencia De Recorrido Del Circuito En Falla</i>	
Figura 25.....	55
<i>Cámara De Distribución Eléctrica, Ubicación De La Falla</i>	
Figura 26.....	56
<i>Vista Preliminar De Informe Técnico</i>	
Figura 27.....	56
<i>Vista Preliminar De Informe Técnico</i>	
Figura 28.....	57
<i>Vista Preliminar De Informe Técnico</i>	



**REPÚBLICA DE PANAMÁ
UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
FACULTAD DE CIENCIAS LOGÍSTICAS**

**ANÁLISIS Y GESTIÓN DE LA OPERATIVA EN LA LOCALIZACIÓN DE
AVERÍAS DE LA RED SUBTERRÁNEA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA EN
PANAMÁ**

**Autor: Tomás Alexander Herrera Ruda.
Tutor Académico: Ing. Robert Nicholson
Año:2023**

2 RESUMEN

El presente informe tiene como objetivo principal documentar las actividades relacionadas con la práctica profesional en la empresa Applus Norcontrol, en el proyecto de Localización de fallas en la red eléctrica subterránea de la ciudad de Panamá. Para ello fue necesario obtener información sobre el alcance del proyecto, objetivos generales y específicos, tiempos de ejecución, normas que rigen los procedimientos técnicos inherentes y protocolos de seguridad. El punto más importante fue determinar qué factores inciden negativamente en la respuesta inmediata que se debe dar al cliente en el momento que ocurre la avería y afecta el servicio eléctrico en algún sector de la ciudad. Se llevó a cabo un estudio de trabajo donde se detectan los tiempos muertos que retrasan la operación oportuna en la respuesta del personal especializado, la atención requerida por el caso en particular y la solución eficiente, efectiva y garantizada del daño fortuito que se genera en la red. El análisis del proceso desde el momento que inicia la guardia laboral de la cuadrilla hasta su culminación y reemplazo por la siguiente, permitió identificar las debilidades en el paso a paso, la inclusión y capacitación de personal, la implementación de jornadas y horarios rotativos, poner en marcha nuevas actividades junto con el uso de tecnologías y herramientas informáticas para recopilar, documentar, recibir, enviar datos desde el terreno y gestionarlos mediante formularios interactivos que brindan información en línea de forma rápida y segura, accesible a todos los miembros involucrados en el proceso.

Palabras claves: Localización de fallas, averías, Kizeo, ensayos, resistencia de aislamiento.



**REPUBLIC OF PANAMA
INTERNATIONAL UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
FACULTY OF LOGISTICS SCIENCES**

**ANALYSIS AND MANAGEMENT OF OPERATIONS IN THE LOCATION OF
FAULTS OF THE UNDERGROUND ELECTRICITY DISTRIBUTION NETWORK
IN PANAMA**

**Author: Tomás Alexander Herrera Ruda.
Tutor Académico: Ing. Robert Nicholson
Year:2023**

ABSTRACT

The main objective of this report is to document the activities related to the professional practice in the company Applus Norcontrol, in the Fault Location project in the underground electrical network of Panama City. For this, it was necessary to obtain information about the scope of the project, general and specific objectives, execution times, norms that govern the inherent technical procedures and security protocols. The most important point was to determine which factors negatively affect the immediate response that must be given to the customer at the time the breakdown occurs and affects the electrical service in some sector of the city. A work study was carried out where the downtimes that delay the opportune operation in the response of the specialized personnel, the attention required by the case and the efficient, effective, and guaranteed solution of the accidental damage that is generated in the net. The analysis of the process from the moment the work guard of the crew begins until its culmination and replacement by the next one, allowed to identify the weaknesses in the step by step, the inclusion and training of personnel, the implementation of shifts and rotating schedules, put new activities are underway along with the use of IT technologies and tools to collect, document, receive, send data from the field and manage them through interactive forms that provide information quickly and securely online, accessible to all members involved in the process.

Keywords: Troubleshooting, breakdowns, Kizeo, tests, insulation resistance.

3 INTRODUCCIÓN

En el informe de la práctica de extensión ocupacional profesional se exponen de forma detallada las actividades que llevé a cabo durante la pasantía en Applus Norcontrol Panamá, el motivo de dicha práctica, las dificultades presentadas y las alternativas que surgen para mejorar los procedimientos.

El primer capítulo contiene marco de referencia de la empresa y nuestra quién es Applus Norcontrol, misión, visión y valores, además de presentar un resumen profesional y experiencia en diversas áreas del sector industrial de producción, ensayos y proyectos.

El segundo capítulo expone el análisis de la experiencia, las funciones realizadas, el desempeño y las dificultades observadas en el proceso operativo y logístico en el departamento de localización de fallas subterráneas. Además de la adquisición de conocimientos y aportes al proyecto también se explica cómo se relaciona con la carrera de ingeniería industrial con énfasis en gestión de operaciones.

Teniendo como objetivo mejorar la operación y logística del departamento de localización de fallas eléctricas subterráneas, en el tercer capítulo se plantean claramente las debilidades y desviaciones detectadas junto con las alternativas de solución que surgen después de observar y documentar las actividades. Y por último se exponen algunas imágenes del trabajo en campo y de la aplicativa digital utilizado para gestionar la información.

CAPÍTULO I. MARCO DE REFERENCIA DE LA EMPRESA

1. Definición de la carrera que estudia.

La ingeniería industrial con énfasis en Gestión de Operaciones está dirigida principalmente a lo relacionado con el proceso logístico en cada una de sus etapas, además de formar al profesional en diversas áreas del proceso industrial y empresarial. Brinda competencias esenciales para el análisis de datos, identificación de riesgos con el uso de modelos matemáticos y estadísticos, evaluación y gestión de proyectos, mejora continua de procesos productivos orientados a la optimización de recursos para la consecución de objetivos en la organización donde se desenvuelve el profesional.

La carrera prepara al profesional para ser un especialista con criterio en las operaciones, apoyándose en la observación y proyección de resultados, con la capacidad de supervisar y detectar las variables, implementar actividades o pautas, aplicar correctivos y establecer procesos eficientes, con la elaboración de informes técnicos y financieros que coadyuvan en la toma de decisiones acertadas.

2. Antecedentes de la empresa o institución.

Applus Norcontrol Panamá, S. A.

Applus+ es una de las empresas líderes mundiales en el sector de inspección, ensayos y certificación. Es una empresa de confianza reconocida en el mercado que ayuda a sus clientes a potenciar la calidad y la seguridad de sus activos, infraestructuras y operaciones, así como su desempeño en el ámbito medioambiental. Nuestra capacidad técnica, de innovación, y nuestro equipo humano altamente cualificado y motivado de más de 25.000 empleados, nos permiten asegurar la excelencia operacional en sectores muy diversos en más de 70 países.

Applus+ está formada por un amplio equipo multidisciplinario de profesionales con experiencia y capacidades técnicas en diferentes sectores. Ofrecemos una amplia cartera de soluciones para una gran variedad de necesidades, que van desde la gestión integral de activos hasta las inspecciones técnicas e ingenierías de detalle. En Applus+ mantenemos un firme compromiso con el desarrollo tecnológico, la digitalización, la innovación y la actualización constante de nuestro proceso productivo, siempre considerando las normas

nacionales e internacionales y los requisitos obligatorios en el ejercicio profesional. Nuestro enfoque nunca se desvía de la integridad y la ética, las evaluaciones independientes, la satisfacción del cliente y la seguridad en el trabajo.

APPLUS+ tiene las máximas cualificaciones internacionales y está registrada como consultor en el Banco Mundial, Naciones Unidas, Unión Europea, Banco Interamericano de Desarrollo, Banco Centroamericano de Integración Económica, entre otras. Trabajando bajo el estandarte de la innovación tecnológica y la introducción de mejoras en los procesos mediante el desarrollo de novedosas técnicas, metodologías y soportes. Estos valores le han llevado a adquirir una posición de liderazgo en los diversos campos en los que se desenvuelve.

Applus+ opera en Panamá a través de la división Energy & Industry, a través de su empresa filial denominada Applus+ Norcontrol Panamá, S.A.

Applus Norcontrol Panamá, S.A., inicia operaciones en Panamá en el año 2000 (como Línea de Negocios "Calidad y Medio Ambiente" de Soluziona) y en el 2005 se une al grupo corporativo Applus+.

Actualmente la sede para el Área Caribe opera desde Panamá y cuenta con más de 500 empleados en las Oficinas Centrales ubicadas en la Ciudad de Panamá Edificio 223, tercer piso, Ciudad del Saber; en las oficinas de las ciudades de David, Chitré, Penonomé, Aguadulce, Santiago y La Chorrera. Posee una flota vehicular, que presta servicios en todo el territorio nacional. Applus Norcontrol Panamá, S.A., cuenta con más de 20 años de experiencia en Panamá.

Applus Norcontrol Panamá, S.A, posee capacidad técnica, de innovación y calidad bajo los estándares y requisitos de las normas como: ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001, ISO 22000, ISO 17025, ISO 27001 entre muchas más.

Algunas de las Calificaciones empresariales de APPLUS NORCONTROL PANAMÁ, S.A. son:

- Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura
Inscripción para ejercer en la República de Panamá en obras y actividades de ingeniería.

- Consejo Técnico Nacional de Agricultura.
Empresa inscrita como consultor del Consejo Técnico Nacional de Agricultura
- Ministerio de Ambiente
Empresa registrada como Consultora Ambiental y Auditora Ambiental para realizar estudios de impacto ambiental, auditorías ambientales y programas de manejo ambiental.
- Fondo de Pre-inversión:
- Empresa registrada como consultora del Fondo de Pre-inversión, otorgado por el Ministerio de Economía y Finanzas.
- Dispone de un gran conocimiento técnico en el desarrollo de proyectos de en el campo medioambiental.
- Cuenta con una amplia experiencia multidisciplinar en América Latina.
- Promueve la búsqueda y generación de ideas innovadoras y creativas en todas sus actividades.
- Sabe que el éxito de cualquier proyecto depende de la capacidad de respuesta a las necesidades del cliente.
- Tiene un firme compromiso en satisfacer al cliente durante y después del proyecto.
- Actúa de forma socialmente responsable y respetuosa con el medio ambiente.

El objetivo principal de Applus+ es potenciar el desarrollo sostenible local y territorial a través de la optimización de los instrumentos para un medio ambiente más sano y amigable.

<https://www.applus.com/pa/es/about-us/inbrief>

(Applus S.A., s.f.)

3. Misión de la empresa o institución.

Misión: Ayudamos a nuestros clientes a gestionar el riesgo, potenciar la calidad y la seguridad de sus productos, activos y operaciones, cumplir con los estándares y las regulaciones aplicables y optimizar sus procesos industriales respetando el entorno y la seguridad de las personas.

4. Visión de la empresa o institución.

Visión: Aspiramos a convertirnos en un referente mundial en nuestros principales ámbitos de actuación gracias a una. Innovación continua, intentando ser líderes del mercado y ampliando nuestras autoridades y conocimientos a otras geografías, ahora sea siguiendo la expansión de nuestros clientes internacionales, como mediante sinergias entre nuestras divisiones. (S.A., s.f.)

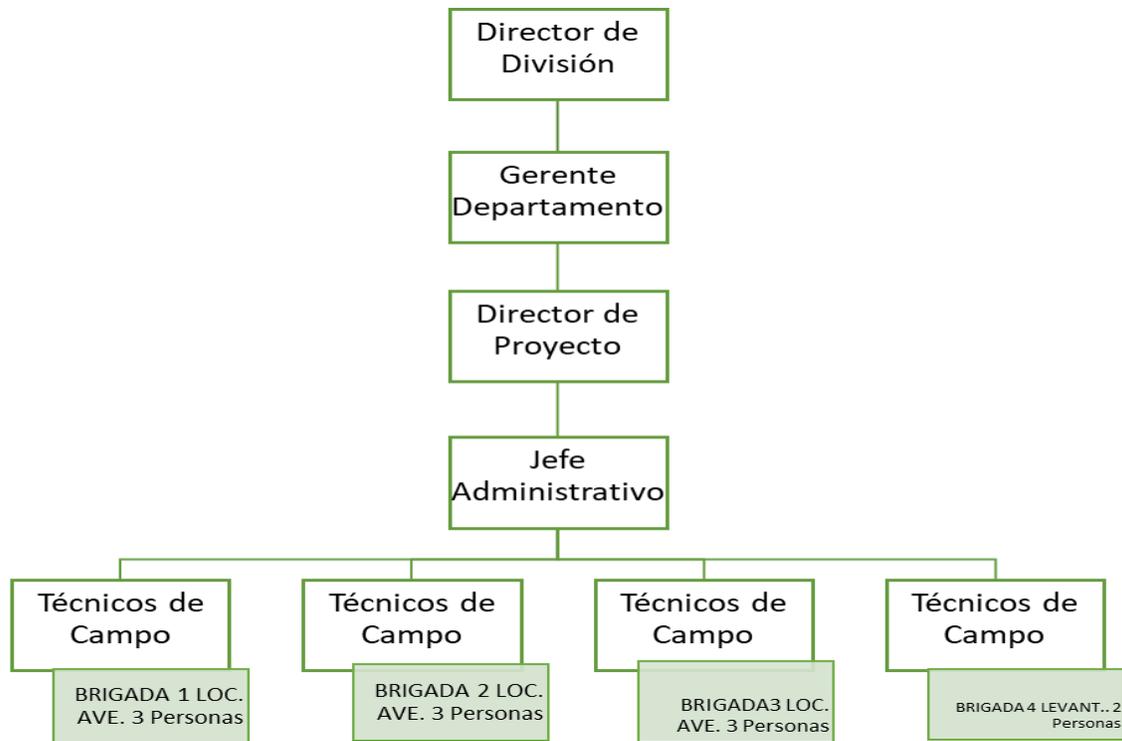
Valores:

- ✓ Integridad
- ✓ Imparcialidad
- ✓ Independencia
- ✓ Responsabilidad

5. Estructura organizativa de la empresa o institución

Figura 1

ESTRUCTURA ORGANIZATIVA DE APPLUS NORCONTROL PANAMÁ



6. Descripción de la actividad de la empresa o institución

La actividad de Appplus+ Norcontrol Panamá, S.A incluye el campo medioambiental, gestión de la calidad, ingeniería civil e industrial y consultoría en la mayoría de sus variantes: diseño, supervisión, evaluación y administración de proyectos, inspección y asistencia técnica, supervisión y control de calidad en la ejecución de obras, servicios topográficos, catastro, labores de asesoramiento, estudios de factibilidad, estudios de impacto ambiental, memorias de sostenibilidad, ensayos no destructivos eléctricos y mecánicos, servicios de selección y provisión de personal cualificado para todo tipo de industrias.

7. Departamento donde realizó la pasantía.

La práctica profesional se realizó en el departamento de Localización de Fallas Subterráneas en la red de distribución eléctrica de Panamá.

7.1 Descripción del departamento

El departamento de Localización de Fallas Subterráneas tiene su base de operaciones en Panamá y se encuentra radicado en Ciudad del Saber.

Esta actividad como su nombre lo indica, consiste en evaluar, analizar y ensayar elementos que componen la red de distribución eléctrica y que pueden de forma imprevista entrar en falla, afectando el flujo de corriente y por ende el servicio eléctrico. Esas averías suelen presentarse en cableados, equipos y elementos.

Se alistan los ensayos que se realizan en el proceso de localización de averías.

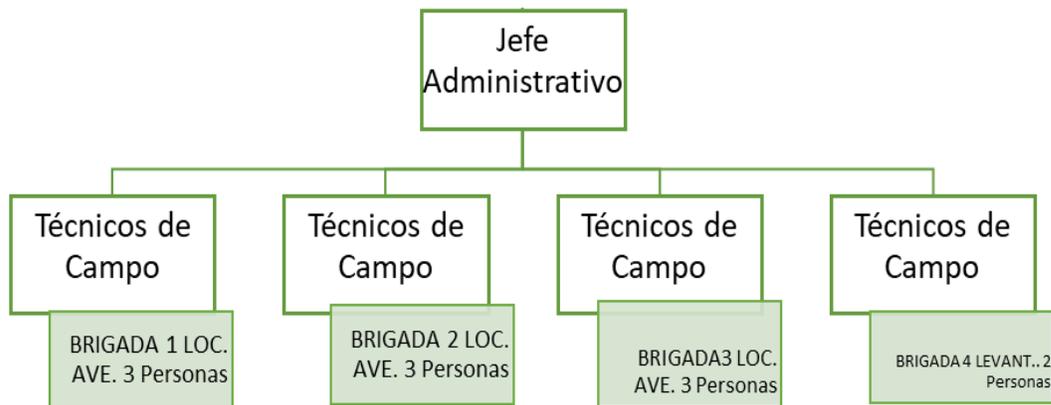
- Ensayo de Tensión Soportada en c.c. (hasta 15 kV)
- Ensayos de tensión soportada VLF (hasta 34 kV Pico)
- Ensayos de Resistencia de aislamiento c.c. a un minuto (hasta 5 kV DC)
- Ensayos de Índice de polarización (hasta 5 kV DC)
- Ensayos para detección de fallos en cubiertas (Tensión aplicada hasta 4 kV C.C.)
- Localización de averías en cables subterráneos (TDR, Corrientes de Impulso equipo de 1160 Joule al voltaje máximo por rango)
- Localización de trazados (Equipo con capacidad de 3 Watts en el transmisor)

- Resistencia óhmica de conductores y pantallas, (dependiendo de las condiciones eléctricas del espécimen bajo prueba).

7.2 Estructura organizativa del departamento

Figura 2

ORGANIZACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE LOCALIZACIÓN DE FALLAS



7.3 Descripción del cargo ocupado.

El cargo desempeñado fue Asistente de jefe de proyectos, cuya labor consiste en realizar seguimiento al proceso y actividades operativas que se desarrollan en el proyecto de Localización de Fallas Subterráneas, brindar apoyo en las operaciones y la logística de las cuadrillas. Además, identificar las fortalezas, debilidades y oportunidades de mejora para la optimización de recursos, reducción de tiempos muertos entre las etapas, la documentación y el uso productivo de la información técnica de campo.

7.4 Relación del departamento con otros departamentos de la empresa.

El departamento está directamente vinculado al departamento de mantenimiento predictivo que eventualmente presta colaboración en la localización de las fallas eléctricas y forman parte de la gerencia operativa en la organización. El personal técnico del departamento de mantenimiento predictivo tiene la experiencia y capacidad para atender fallas en la red eléctrica, gracias a ello se ha creado un respaldo o cuadrilla para contingencias especiales

que entraría en acción si el jefe de proyecto lo necesita. También existe una relación estrecha y directa con el departamento de Prevención de Riesgos Laborales, quienes se dedican a formar, entrenar y concientizar al personal sobre las medidas de seguridad que siempre deben considerarse para evitar accidentes laborales. Por último, como es de esperarse, el departamento de recursos humanos gestiona lo relacionado con el pago de salarios, jornadas extras, viáticos y gastos reembolsables.

7.5 Importancia del departamento en el engranaje de la organización.

El departamento de Localización de Fallas Subterráneas en la red de distribución eléctrica de Panamá es un pilar fundamental en la estructura organizativa y operativa de la empresa. Por sus características particulares, donde destacan el talento humano, constituido por profesionales técnicos con formación especial en el área, el uso de equipos sofisticados, exclusivos y de avanzada tecnología para esta actividad, hacen del departamento una pieza clave en el engranaje productivo de la empresa; aportando ingresos importantes y uno de los proyectos emblemáticos y representativos de la organización.

CAPÍTULO II. ANÁLISIS DE LA EXPERIENCIA

1. Funciones realizadas.

La práctica profesional se realizó en el departamento de Localización de Fallas Subterráneas en la red de distribución eléctrica de Panamá. Las funciones que llevé a cabo fueron principalmente de apoyo operativo y logístico al personal técnico de campo que contemplan las siguientes actividades:

- Visitas periódicas de campo
- Inspecciones a los equipos de protección personal, verificando su vigencia y condiciones físicas.
- Inventarios de herramientas y equipos en las cuadrillas
- Observación y análisis de las operaciones considerando tiempos de ejecución
- Redacción del Manual de procedimientos para la localización de fallas eléctricas subterráneas
- Reuniones con personal técnico para evaluación del proceso antes, durante y después de la atención de la avería eléctrica

1. Análisis de desempeño.

El análisis de desempeño se realiza considerando los diferentes aspectos donde es necesario el aporte del profesional en la gestión operativa del proceso, las etapas y cada una de las actividades para la localización de fallas subterráneas.

Realicé una observación crítica y el análisis del tiempo de respuesta con la consecuente localización de la falla, ello me permitió evaluar objetivamente el procedimiento completo e identificar las fortalezas, debilidades, amenazas y oportunidad de mejora, para luego implementar acciones o prescindir de algún paso en la línea logística y de operaciones.

Aplicando análisis con matriz FODA y el estudio de trabajo para valorar los métodos utilizados en cada actividad, se busca la optimización de los recursos, mejorar el rendimiento, estandarizar el proceso con la implementación de un manual de procedimiento y la reducción de costos, sin dejar de lado el bienestar y seguridad de los técnicos. Además, planificar los cambios de guardia de las cuadrillas sin impactar la continuidad de las operaciones de campo.

2. Limitaciones o dificultades presentadas.

El departamento de Localización de fallas subterráneas tiene una característica especial que lo hace diferente a los otros departamentos de la organización. Por ser una unidad operativa orientada a ubicar en el menor tiempo posible el punto exacto de la falla en el circuito para su posterior reparación, es necesaria su disponibilidad las 24 horas del día y los 7 días de la semana.

Esa condición obliga a planificar de manera cuidadosa el cronograma de guardias que deben cumplir las cuadrillas, sin menoscabo de sus horas de descanso. Además, se debe tomar en cuenta el número de técnicos capacitados y disponibles para lograr el objetivo.

Como en todo proyecto, el manejo de la información precisa y oportuna es importante para la toma de decisiones acertadas, en este aspecto se detecta una debilidad en el proceso de localización de fallas subterráneas. Al ser un departamento muy dinámico, el volumen de información que se genera es abundante y cambiante según las condiciones del lugar y las características particulares de la falla que se atiende. Es imperativo entonces implementar mecanismos que garanticen la gestión de la información y a la vez esté disponible para todos los protagonistas.

Otro punto donde se debe poner especial atención es en el procedimiento apropiado para la localización de la falla subterránea. La diversidad de criterios dificulta la actividad y esta se rige según la apreciación del personal que ejecuta el trabajo en un momento determinado, tomando en cuenta su experiencia personal, que si bien es cierto es muy valiosa y determinante, en ocasiones se realizan actividades innecesarias o poco eficientes.

3. Aportes y conocimientos de la experiencia a la formación profesional.

La práctica profesional fue una oportunidad para observar detalladamente las fases que componen todo el proceso operativo, desde el principio hasta el final del proyecto de Localización de fallas Subterráneas.

Al evaluar las diferentes etapas pude desarrollar habilidades analíticas, aplicar métodos para el análisis de trabajo, estudio de tiempo, matriz FODA entre otras herramientas para la trazabilidad del proceso, con el objetivo de alcanzar una mayor eficiencia en el desempeño de las actividades, siempre apuntando a la mejora y estandarización de procesos, incentivar el uso de herramientas digitales para la gestión de la información que se genera desde el

inicio de la actividad. Es digno mencionar el apoyo brindado por el jefe de Proyecto y los responsables de campo quienes suministraron información valiosa en los diferentes niveles de la actividad.

Otro aspecto relevante fue el uso de software y programas digitales para la gestión de la información, esta pasó de ser manual a convertirse en un proceso totalmente digitalizado, de esta manera se optimizan los recursos y agilizan todas las actividades.

4. Relación de la pasantía profesional con la carrera estudiada.

La carrera de Ingeniería Industrial con énfasis en Gestión de Operaciones capacita al profesional para diferentes áreas relacionadas con la administración, coordinación y control en empresas donde existen sistemas de producción de bienes y servicios. Le permite adquirir habilidades y herramientas para analizar procesos con criterio, siempre apuntando a la mejora, la estandarización de procedimientos y la eficiencia operativa y económica.

Es por ello que se nota una relación importante entre la carrera y la práctica profesional, se aplican conocimientos adquiridos académicamente y se complementan con las nuevas experiencias que se desarrollan en el proyecto. Por ejemplo, estandarizar un proceso como el de fallas subterráneas se torna complejo, considerando la enorme cantidad de variables que hacen de esta labor una actividad muy dinámica y cambiante. Sin embargo, evaluando detalladamente se logra extraer y fijar las etapas inherentes, es decir las que se repiten con frecuencia y ejecutan paso a paso sin variaciones sea cual sea el tipo de falla.

Además, en todo proyecto se debe almacenar, filtrar y gestionar información que será utilizada en campo para la resolución de la falla eléctrica subterránea, mantener un histórico de eventos e información importante para el departamento administrativo, por esta razón surge la necesidad de hacer uso de una herramienta digital que facilite esta gestión de información. Con el uso de un software, la capacitación del personal que lo utiliza, la adquisición de equipos electrónicos con conexión a la red de internet con la actualización y estandarización de procedimientos se optimizan recursos y mejoran procesos. En todas esas necesidades, el ingeniero industrial puede aportar sus conocimientos como profesional.

5. Cronograma de actividades.

Tabla 1

Cronograma de actividades durante la pasantía

Cronograma de Actividades (Pasantías)				
APPLUS NORCONTROL PANAMÁ				
	SEMANAS			
Julio-Agosto, 2022	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Actividad	18/07-24/07	25/07-31/07	01/08-07/08	08/08-14/08
Visitas a campo	X		X	
Asistencia logística		X		X
Análisis de desempeño	X	X	X	X
Observaciones: Observación en campo de las actividades, medición de tiempos de respuesta. Transporte de equipos y materiales.				
Agosto-septiembre, 2022	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
Actividad	15/08-21/08	22/08-28/08	29/08-04/09	05/09-11/09
Apoyo Localización de Fallas	X		X	
Elaboración de Manual de Procedimientos		X	X	X
Inspección de Equipos y Herramientas		X	X	
Observaciones: Participación activa en la localización de la falla subterránea. Observación de las diferentes etapas, tiempos de ejecución de actividades. Inspección de equipos y herramientas.				
Septiembre-Octubre, 2022	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>
Actividad	12/09-18/09	19/09-25/09	26/09-02/10	03/10-09/10
Visitas a campo	X	X		
Análisis de desempeño	X	X		
Mejoras operativas			X	X
Observaciones: Aplicación de prácticas para mejoras en el proceso. Análisis de resultados. Usos del software para la documentación de información.				
Octubre-noviembre, 2022	<i>13</i>	<i>14</i>	<i>15</i>	<i>16</i>
Actividad	10/10-16/10	17/10-23/10	24/10-30/10	31/10-09/11
Apoyo Localización de Fallas	X			

Análisis del proceso		X	X	X
Estandarización de Procedimientos		X	X	X
Observaciones: Estandarización de procedimientos, Análisis y observación de cada etapa desde la solicitud del Centro de Control de Operaciones hasta la localización de la avería.				

CAPÍTULO III. DIAGNÓSTICO OBSERVACIONAL

1. Descripción de la problemática observada.

El proyecto de Localización de Fallas subterráneas comprende una serie de actividades importantes que ameritan especial atención.

La cantidad de información que se genera constantemente representa un reto para gestionarla eficientemente y obtener provecho de ello, es un proyecto muy dinámico cuyas situaciones y condiciones cambian constantemente. Esta información no se almacena en ningún dispositivo o servidor, por lo tanto, se desperdicia un activo intangible pero valioso y útil.

Esta situación fue el primer problema detectado, la gestión de la información y el manejo que se le da en campo (operativa) y en la oficina (administrativa).

Otra problemática presente es la rotación de las cuadrillas para atender sin interrupciones las averías del sistema eléctrico durante un periodo de 24 horas. Esta dificultad es mayor considerando que se deben cumplir con los estatutos establecidos en la ley del trabajo, velando siempre por la salud y seguridad de los técnicos de campo, garantizando el disfrute de sus horas de descanso.

Por este motivo es imperativo modificar los turnos, establecer horarios y jornadas en las guardias; la reorganización de las cuadrillas y la optimización de los recursos técnicos y logísticos sin menoscabo en la rentabilidad del proyecto.

Por último y no menos importante es el procedimiento que debe seguir el personal técnico desde el momento que inicia la jornada laboral (guardia) hasta la detección y resolución del daño en el sistema eléctrico subterráneo. Se evidencian diferentes criterios al momento de la búsqueda del daño, basados en la valiosa experiencia de los colaboradores. Sin embargo, es imperativo establecer un procedimiento seguro, lógico y adaptable a las condiciones que se presentan en campo, de allí surge la necesidad de implementar y divulgar un Manual de Procedimientos para la Localización de Fallas Subterráneas, estudiando y unificando criterios con la notable reducción del tiempo de búsqueda del daño en el sistema eléctrico subterráneo.

Este manual de procedimientos contiene en detalle las actividades que se deben ejecutar de forma lógica y según las normas internacionales que aplican en cada caso, siempre garantizando la seguridad y la salud del personal técnico.

2. Alternativas de solución a la problemática planteada.

Hacer buen uso de la información es un aspecto coyuntural del proyecto de localización de fallas subterráneas. La información se genera desde diversas fuentes, estas son:

- Los encargados de notificar al personal de campo sobre los eventos en el sistema eléctrico en Panamá son los operadores del Centro de Control, quienes suministran información de los circuitos que presentan daños, cuyas pruebas o intentos de energizar salen negativas. Además, dan detalles sobre los diferentes elementos, equipos y cableados que conforman el circuito averiado y de ser posible aislar la falla del sistema con operaciones remotas.
- Supervisor o vigilante en campo, es un profesional cuya función es dar las directrices en campo a los responsables de las cuadrillas, indicando donde se realizará la desconexión del cable que está en falla y la prueba para su localización.
- Encargado de Cuadrilla, es un técnico con experiencia en la localización de fallas, tiene conocimientos sobre los diferentes equipos necesarios, el uso y los protocolos de seguridad que deben seguirse en estos trabajos con circuitos eléctricos en media y baja tensión. Su función principal es dar las indicaciones a los técnicos que ejecutarán las actividades, velar por la seguridad del personal y poner en práctica el procedimiento acertado para localizar la falla en el menor tiempo posible. Junto a los técnicos realizan las pruebas al circuito y lleva un registro fotográfico de los valores que arrojan los resultados.
- Jefe de Proyectos, quien lidera a las brigadas de localización de fallas y brinda asesoría y asistencia técnica en caso de ser necesario, además de coordinar la programación semanal de las brigadas.

Toda la información que se genera es importante, principalmente para el personal técnico de campo. Se realizan levantamientos, seguimientos del circuito, elementos asociados, puntos de desconexión, etc. Las directrices que brinda el COR (Centro de Control de Operaciones) y el vigilante se deben documentar y guardar para uso posterior, todos los eventos relevantes que surgen son almacenados para consultas y trazabilidad de la localización de la falla.

Para gestionar toda la información generada se implementa el uso de un software o aplicativo capaz de procesar, organizar y recopilar toda esa información, una vez guardada siempre estará disponible para los usuarios autorizados.

Esta bitácora técnica se guarda y envía en línea con la aplicación sencilla que facilita crear formularios digitales con un smartphone, Tablet o computadora. Además de recopilar la información, enviar y recibir desde el terreno, automatiza los procesos al estandarizarlos y hacerlos accesibles para todos en cualquier momento, permite dibujar planos del levantamiento en campo y soportarlas con fotografías. Otra ventaja de la aplicación es la geolocalización y fotografías, esta característica permite crear un formulario con imágenes, dibujos y coordenadas reales que son útiles para consultas y seguimiento, facilitando el cambio de guardias de las cuadrillas en el terreno, la gestión de la información, asegurando la trazabilidad en las actividades. (Kizeoforms, s.f.)

A fin de atender los eventos durante las 24 horas es necesario tener brigadas con guardias rotativas, de allí surge la necesidad de crear una tercera brigada y cumplir con la atención de los daños de forma continua, sin exponer al personal técnico a jornadas que excedan el tiempo establecido por ley, garantizando el descanso obligatorio de los colaboradores.

Teniendo como objetivo la rotación de brigadas, se establecen 3 guardias durante el día:

- Jornada diurna (6:00 am-3:00 pm) incluye hora de comida
- Jornada Mixta (2:30 pm-10:30 pm) incluye hora de comida
- Jornada nocturna (10:00 pm-6:00 am) incluye hora de comida

Estas jornadas se van rotando semanalmente para garantizar el descanso y recuperación de la cuadrilla nocturna. El domingo es día de descanso y solo se atenderán daños por llamados en caso de ser necesario, de ser así se debe presentar la cuadrilla que hizo guardia en la mañana del sábado. Es importante destacar que el departamento de localización de fallas cuenta con el apoyo técnico del departamento de mantenimiento predictivo si requiere en un momento determinado la asistencia del personal.

En cuanto a los métodos y técnicas utilizadas en la localización de fallas subterráneas, se cuenta con diversos equipos especiales para tal fin, entre ellos tenemos el principal, la máquina de impulsos eléctricos o localizador de fallas, esta posee un radar que indica la dirección y distancia aproximada donde el circuito eléctrico se encuentra averiado y genera un impulso eléctrico de alto voltaje, con el objetivo de hacer evidente el daño, mediante la aparición de un arco y posterior ruptura provocando una explosión y frecuencia.. Además, se dispone de un rastreador de frecuencia que facilita el seguimiento de la ruta subterránea del

conductor. Gracias al uso de la frecuencia como mecanismo de rastreo, incluso puede detectar la señal que emite el arco eléctrico en el punto de falla durante la prueba del cable.

Otro instrumento utilizado es el Digiphone geófono, este facilita la ubicación del punto de falla mediante la localización acústico-magnética de la avería en el cable o cualquier otro elemento en la red.

Se cuenta con un megóhmetro marca Megger para medir la resistencia del aislamiento en los conductores, este equipo permite en la mayoría de las veces identificar la o las fases dañadas en un circuito por su baja lectura en ohmios.

Un método utilizado es el VLF (Voltaje a baja frecuencia) que aplica una tensión alterna al conductor y muestra mediante la fuga de corriente o arco el daño y deterioro del aislamiento del cable.

Considerando el dinamismo que se manifiesta en el proyecto y la cantidad de actividades que se realizan, se hace necesario implementar y divulgar el Manual de Procedimientos para la Localización de Fallas subterráneas. Este documento lo redacté realizando visitas periódicas a campo, entrevistas con los técnicos, consultas a los fabricantes de equipos y proveedores, investigación sobre normas que rigen los diferentes ensayos y recomendaciones de profesionales y expertos en el área.

El Manual de Procedimientos para la Localización de Fallas indica el paso a paso que debe seguirse desde el momento que la brigada está en servicio. A continuación, se muestra el documento:

PROYECTO DE LOCALIZACIÓN DE AVERÍAS SUBTERRÁNEAS EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

Manual de Procedimiento para la Localización de Fallas Subterráneas en Media y Baja Tensión



Contenido

0. INTRODUCCIÓN	Error! Bookmark not defined.
1. OBJETO	Error! Bookmark not defined.
2. ALCANCE	Error! Bookmark not defined.
5. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	Error! Bookmark not defined.
5.1 Localización de averías	Error! Bookmark not defined.
5.2 Actividades previas a la asignación de averías a la cuadrilla de guardia. ...	Error! Bookmark not defined.
5.3 Desarrollo	Error! Bookmark not defined.
- Conductor sencillo blindado o cable apantallamiento	Error! Bookmark not defined.
- Multiconductores – Cables blindados individualmente	Error! Bookmark not defined.
5.4 Actividades para localizar el lugar o punto de avería.	Error! Bookmark not defined.
- Detección de falla mediante el uso del Megger	Error! Bookmark not defined.
- 5.7 Actividades después de la reparación de la falla.	Error! Bookmark not defined.
Bibliografía	Error! Bookmark not defined.

LOCALIZACIÓN DE AVERÍAS EN REDES SUBTERRÁNEAS DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN.

0. INTRODUCCIÓN

El presente documento tiene como finalidad, suministrar un guía detallada y sistemática de los pasos que deben seguirse en el desarrollo de las actividades relacionadas con la localización de fallas o averías en la red de distribución eléctrica subterránea en media y baja tensión.

Se exponen de manera ordenada y en secuencial cada una de las operaciones que se desarrollan, que garantizan la eficiencia, seguridad y la consecución exitosa de la búsqueda del daño que afecta la continuidad del servicio eléctrico.

Se incluyen normas internacionales y recomendaciones de los fabricantes de equipos, que se utilizan para la localización de fallas subterráneas.

Este documento puede ser actualizado por modificaciones producto de las mejoras continuas que surgen junto a la innovación tecnológica o los cambios en el diseño de los conductores eléctricos, también por cambios en las condiciones de campo, variación de las normas vigentes u otro aspecto vinculado a la actividad.

1. OBJETO

Establecer los criterios para la ejecución y control de las labores de Localización de averías en redes subterráneas de potencia. Identificar las normas técnicas que rigen para las diferentes pruebas que se realizan a los cables de energía eléctrica. Inducir y fomentar la ejecución sistemática de las acciones antes, durante y después de la localización de la falla en un circuito eléctrico subterráneo.

2. ALCANCE

Aplica a las labores de las brigadas de Localización de Averías en cables subterráneos.

- Localización de averías en cables de AT y BT y realización de ensayos eléctricos.
- Levantamiento de red subterránea.

5. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

5.1 Localización de averías

Esta actividad como su nombre lo indica, consiste en evaluar, analizar y ensayar elementos que componen la red eléctrica y que pueden de forma imprevista entrar en falla, afectando el flujo de corriente y por ende el servicio eléctrico. Se alistan los ensayos que se realizan en el proceso de localización de averías.

- Ensayo de Tensión Soportada en c.c. (hasta 15 kV)
- Ensayos de tensión soportada VLF (hasta 34 kV Pico)
- Ensayos de Resistencia de aislamiento c.c. a un minuto (hasta 5 kV DC)
- Ensayos de Índice de polarización (hasta 5 kV DC)
- Ensayos para detección de fallos en cubiertas (Tensión aplicada hasta 4 kV C.C.)
- Localización de averías en cables subterráneos (TDR, Corrientes de Impulso equipo de 1160 Joule al voltaje máximo por rango)
- Localización de trazados (Equipo con capacidad de 3 Watts en el transmisor)
- Resistencia óhmica de conductores y pantallas. (dependiendo de las condiciones eléctricas del espécimen bajo prueba).

5.2 Actividades previas a la asignación de averías a la cuadrilla de guardia.

Con la finalidad de optimizar la operativa, las cuadrillas de localización de fallas, deben realizar algunas acciones previas a la asignación y atención de la avería, estas se alistan a continuación:

- El encargado de la cuadrilla debe notificar al Supervisor o responsable representante del cliente, la disponibilidad de la cuadrilla de localización de

fallas subterráneas. Inicia en el horario pautado según la programación, es esencial estar completamente preparado para salir a campo.

- Verificar que todos los equipos de localización de fallas subterráneas, equipos de protección y personal técnico se encuentren en el vehículo.
- Si el supervisor de guardia lo indica, reportarse con el COR para solicitar instrucciones.
- El equipo de comunicación asignado es un teléfono con línea corporativa y servicio de WhatsApp, este debe estar operativo y con plan de datos activo.

En caso de asignación de averías en la red eléctrica subterránea, el encargado de la cuadrilla subterránea debe solicitar la siguiente información:

- Circuito o circuitos que presentan la avería y su recorrido
- Los planos de recorridos de la red en físico o digital. Contar con un supervisor con conocimientos suficientes para realizar la identificación de circuitos, partes y equipos.
- Puntos o zonas afectadas por la falla.
- Tipo de falla presentada, si el evento fue una falla fase-tierra, fase-fase, si existe registro de la corriente de cortocircuito o sobrecorriente, si es una falla monofásica, bifásica o trifásica, circuito en ausencia o presencia de tensión.
- Información sobre el estatus del circuito indicando posición del interruptor en la S/E, si está abierto, desacoplado de las barras, aislado o conectado a tierra.
- Calibre de conductor, longitud aproximada del tramo o circuito en falla.
- Interruptores, seccionadores, barras, conexiones modulares tipo T o cualquier elemento de desconexión asociados al circuito y próximos a la zona de falla.
- Trasladarse a la zona de falla o el área donde se pudiera intervenir el circuito para buscar la avería.
- Planteamiento del problema por parte del supervisor de campo

- Llevar a cabo una breve reunión con el supervisor de guardia donde se deben fijar las pautas para atender el caso, acordar desde donde se realizarán las pruebas y la dirección del circuito a ensayar.
- El encargado de la cuadrilla de localización de fallas dictará instrucciones a los técnicos integrantes, debe evaluar el sitio de trabajo y los riesgos inherentes utilizando los formatos para tal fin, es decir, el ATS (Análisis de trabajo seguro), el CPyT (Control previo al inicio de los trabajos). En caso de inconformidad sobre algún aspecto, este debe resolverse antes de iniciar los trabajos.
- Contar con toda la documentación como permisos de cierre de vías, certificado de calibración de equipos, pruebas de equipos de protección personal vigentes, permisos de trabajo, certificados de las formaciones en actividades vinculadas.

5.3 Desarrollo

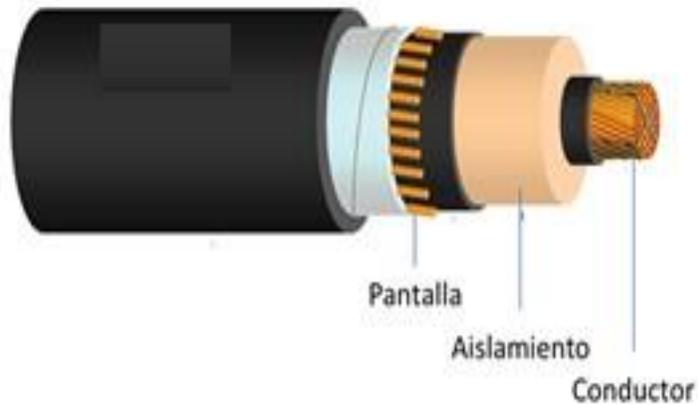
Identificación de cable o cables en falla

Es importante conocer los diferentes tipos de cables instalados en la red subterránea, es posible que un circuito esté conformado por diversidad de conductores eléctricos de cobre y aluminio, según el material de aislamiento tenemos: XLPE (polietileno reticulado), EPR (etileno propileno), tipo PILC (papel impregnado en aceite y plomo), URD entre otros.

A continuación, se describen algunos:

- **Conductor sencillo blindado o cable apantallamiento**

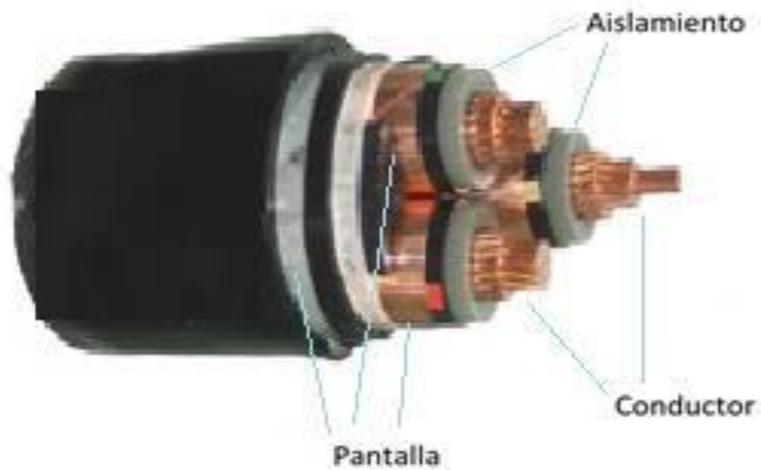
Este cable es monopolar y su aislamiento principal puede ser XLPE reticulado o papel impregnado en aceite. El procedimiento de prueba consiste en aplicar el voltaje con un equipo de inyección de tensión DC o VLF en el conductor del cable con el cable blindado o la pantalla aterrizada efectivamente.



(Centelsa, s.f.)

- **Multiconductores – Cables blindados individualmente**

Este cable multipolar suele ser muy antiguo, su aislamiento es por lo general papel impregnado en aceite y su cubierta externa de plomo. Deberá ser utilizado un procedimiento similar al de los cables blindados de conductor sencillo. Es de carácter obligatorio aterrizar los conductores del cable que no están sujetos a la prueba y se encuentran desenergizados.



(Centelsa, s.f.)

5.4 Actividades para localizar el lugar o punto de avería.

La finalidad es localizar el punto exacto donde se encuentra la avería del cable o cualquier otro elemento de la red. Posteriormente se aísla del resto del circuito para realizar las pruebas necesarias.

- Se debe establecer comunicación con el COR, se toma nota del nombre del operador o despachador que atiende y el número de teléfono
- El encargado de la cuadrilla de localización de fallas subterráneas debe suministrar al operador, su nombre, el circuito que se va a atender, nombre del supervisor de guardia en sitio y el lugar donde se encuentra en el momento de la conversación, señalando alguna matrícula o número de elemento cercano al lugar.
- Delimitar el área de trabajo con señalización, conos, cartel de hombres trabajando y cinta de precaución.
- Solicitar al COR la autorización para realizar trabajos en sus instalaciones, puede ser cámara subterránea, casetas o gabinetes tipo Padmounted. Este le asigna una tarjeta amarilla para trabajar en el circuito.
- Si es un interruptor o transformador tipo padmounted se debe confirmar con el COR si pertenece al circuito averiado, señalando su posición en la red eléctrica, matrícula y la condición.
- Utilizar los implementos de seguridad personal para retirar el candado y proceder con la apertura de las puertas del gabinete:
 - Ropa Ignífuga
 - Guantes ignífugos
 - Guantes de media tensión (17Kv)
 - Casco con pantalla de protección facial
 - Pasamontañas ignifugo.

Una vez abierto el gabinete es importante verificar:

- Las condiciones generales del equipo.
- El estado de las conexiones MT y BT.

- Conexión efectiva del gabinete a tierra.
- Nivel de aceite dieléctrico normal o SF6 y sin fugas.
- Temperatura si posee termómetro.
- Verificar con el detector de voltaje (test point) presencia de tensión en una conexión energizada, con el fin de corroborar el buen funcionamiento del detector.
- Identificar con detector de voltaje cualquier inducción por campo eléctrico en el aislamiento de conexiones y cables.
- Revisar la posición del interruptor y diagrama eléctrico.
- Comprobar ausencia de tensión en las conexiones o puntas del circuito en falla que será intervenido.
- Validar el etiquetado y bloqueó el interruptor o cualquier otro dispositivo de desconexión (barras, interruptor o conexión modular tipo T). Las maniobras y colocación de tarjetas rojas las ejecutan los operadores asignados para tal fin.
- Siempre se debe conectar a tierra el circuito para evitar retornos de energía y descargas eléctricas. La condición debe permitir la pronta desconexión del aterrizaje al momento de realizar la prueba del tramo a ensayar.
- Si es necesario se debe desconectar el circuito del equipo al cual se encuentra conectado. Solo se realiza si la condición de los cables permite la manipulación sin riesgos.
- Se debe validar que el tramo que será sometido a prueba se encuentra aislado y sin carga conectada.
- Confirmar con el COR o el supervisor de guardia el nivel de tensión en el que opera la red de distribución.

- Si el circuito en falla se prueba desde una cámara subterránea, se debe seguir el protocolo establecido para trabajos en espacios confinados.
- Delimitar convenientemente el área de trabajo con conos, cinta de señalización de peligro, cartel de hombres trabajando.

- Si la cámara subterránea tiene agua se instala una bomba (combustión) para extraerla.
- Utilizar el detector de gases realizando mediciones en la parte superior, media y baja de la cámara subterránea, verificando la calidad del aire en el espacio confinado en intervalos de tiempo establecidos.
- Se debe colocar ventiladores para acondicionar el espacio confinado, inyectando aire fresco desde el exterior hacia el fondo de la cámara, tomando la previsión de no introducir en el recinto monóxido de carbono u otros gases tóxicos proveniente de vehículos o basura en descomposición.
- Instalar en la entrada del espacio confinado el equipo de rescate (trípode) y colocar una escalera para ingreso a cámaras subterráneas.
- El o los técnicos que ingresarán a la cámara deben colocarse el arnés dieléctrico y el equipo de protección personal, casco con pantalla, guantes de media tensión, usar ropa y pasamontañas ignífugo, botas dieléctricas y en caso de ser necesario se colocarán un overol para protección química y biológica.
- Anclarse al equipo de rescate utilizando el anillo D en la parte trasera
- Colocar el detector de gases enganchado y encendido en el arnés o cinturón
- Ingresar a la cámara a través de la escalera
- Utilizar el detector de tensión para verificar ausencia o presencia de voltaje en los dispositivos que se encuentran en la cámara subterránea. Identificar visualmente la puesta a tierra de los empalmes y elementos. Es posible que existan niveles de voltaje peligrosos.
- Realizar inspección visual para detectar condiciones inseguras como cables con aislamiento deficiente, empalmes deteriorados, conexiones modulares tipo o en barras deformadas o separadas, ausencia de puesta a tierra o cualquier otra anomalía.
- Antes de realizar una desconexión del circuito en barras, interruptores, transformadores o cualquier otro elemento, es de carácter obligatorio verificar ausencia de tensión con el detector de voltaje y la medición de carga en los conductores; debe marcar 0 voltios y 0 amperios. En las conexiones o puntas

terminales instaladas en casetas también se deben realizar verificación de voltaje y corriente.

- Garantizar que no exista riesgo de retorno o alimentación accidental del circuito o tramo a probar. Se deben colocar las tierras necesarias para eliminar este riesgo.
- Detección de falla mediante el uso del Megger



Fuente: Megger

Para localizar la falla se requiere aplicar métodos de manera ordenada y sistemática para ser eficientes en la búsqueda. A continuación, se indican los pasos a seguir:

- Identificación de cable en falla y tensión de ruptura.
- Pre-localización de la falla.
- Localización de la falla.
- Reparación del daño.
- Verificación de calidad de aislamiento posterior a la reparación.
- Identificación de cable en falla y tensión de ruptura.

(megger, s.f.)

- **5.7 Actividades después de la reparación de la falla**

Después de culminar la reparación se deberá:

- Realizar una medición con el Megger para determinar el índice de polarización y la calidad del aislamiento. Esta prueba será por 10 minutos y debe registrarse en el formato para tal fin.

- Posteriormente se aplica un ensayo con el VLF según lo especificado en la Norma IEEE 400.2-2013 excepto que el cliente señala que solo se verifique el aislamiento del cable, empalmes o conexiones con el Megger durante los 10 minutos.
- Finalmente se corrobora el buen estado del cable realizando una prueba con el Megger de 1 minuto, garantizando que el VLF no mostró fallas en el aislamiento en el cable o los cables ensayados.
- Culminada la actividad se notifica al COR los resultados, en espera de instrucciones. En caso de no presentarse nuevas averías la cuadrilla se traslada a la base.

En la realización del trabajo se tendrán en cuenta las siguientes medidas de seguridad para la protección de los equipos y de las personas:

- Mantener siempre las distancias de seguridad a los elementos en tensión.
- Conectar todos los equipos a tierra mediante conductores adecuados de puesta a tierra.
- Señalizar la zona de trabajo con señales de peligro donde se van a realizar las ediciones.
- Utilizar los elementos de protección personales adecuados.

En este resumen del Manual de Procedimientos para la Localización de fallas Subterráneas se establecen detalladamente las etapas y los pasos que se deben seguir en las actividades para optimizar el tiempo y los recursos. Este manual puede ser objeto de mejoras o inserción de actividades por el surgimiento de tecnologías y equipos de nueva generación.

Con la divulgación del manual se unifican criterios durante el proceso de localización de fallas, se fomenta la aplicación de técnicas de trabajo seguro y eficiente, alcanzando resultados esperados con una mayor participación del personal técnico en la búsqueda de la calidad.

4 CONCLUSIONES

En este informe de pasantía se destacan las principales actividades que realicé en esta etapa de formación profesional. Un ingeniero industrial dirige su atención a los procesos, sus etapas, los procedimientos y técnicas que se utilizan en un sistema productivo.

El departamento de Localización de Fallas Subterráneas opera como un engranaje productivo en la empresa y por sus características especiales hacen del proyecto una gran oportunidad para aplicar criterios, evaluaciones y mejora de procesos.

En lo relacionado con la información se implementa una herramienta digital y tecnológica que ahora permite una mejor gestión y aprovechamiento de este valioso recurso. Con acceso autorizado a la aplicación, se logra obtener información casi de forma inmediata según van ocurriendo en campo los eventos inherentes a la localización de la avería. Incluso es posible recibir el feedback por parte del jefe de Proyecto, quien puede aportar sugerencias y dictar instrucciones que coadyuven a una rápida solución de cualquier situación que se presente en campo.

También se debe resaltar lo útil de la aplicación digital en el cambio de guardia, gracias a ella, se cuenta con una bitácora donde se puede acceder en todo momento y hacer seguimiento a una falla en particular, consultar sobre el histórico de fallas en algún circuito en particular y agilizar la transición entre la brigada saliente y la que inicia la guardia; cualquier información complementaria se la suministra el encargado saliente al encargado que comienza su turno. Con la implementación del tercer turno se cumple con la solicitud del cliente sobre la disponibilidad de una brigada de localización de fallas subterráneas durante las 24 horas.

Por supuesto, tener a la mano un manual de procedimientos que estandarice procesos, transforma la localización de fallas en un paso a paso, donde se toman en cuenta aspectos vinculados a la seguridad del personal y equipos, el buen uso de las herramientas y las normas que rigen en todos los casos.

Este manual se puede consultar ante cualquier duda, cuenta con instrucciones sobre el uso de cada uno de los equipos que se utilizan durante la búsqueda de una avería eléctrica en sistema de distribución subterráneo. En caso de requerir información detallada se debe consultar en los manuales de cada equipo disponibles en la biblioteca digital del departamento.

5 RECOMENDACIONES

Teniendo como visión alcanzar la calidad de servicio, se debe promover para los colaboradores formaciones técnicas y de concientización de riesgos, además de charlas educativas sobre la operación correcta de cada equipo en la localización de fallas subterráneas. En estas formaciones se debe incluir material sobre las herramientas digitales disponibles que son utilizadas para el buen desempeño en campo y almacenar la información apropiadamente en los servidores de la organización.

Impulsar el aporte de ideas innovadoras para mejorar el procedimiento antes, durante y después de la localización de la falla. Brindar soporte técnico oportuno para las brigadas suministrándoles información confiable en las diferentes acciones que deben tomarse en una avería. Tener a la mano planos del recorrido de los circuitos agiliza la búsqueda del cable averiado.

Dotar al personal de campo y oficina de equipos (tablet o teléfono) con capacidad de memoria y procesador suficiente para gestionar la información, sea para generarla o consultar en el servidor de la aplicación. Se debe contar con dispositivos conectados a la red de telefonía e internet, requisito indispensable para gestionar la información generada en toda la jornada.

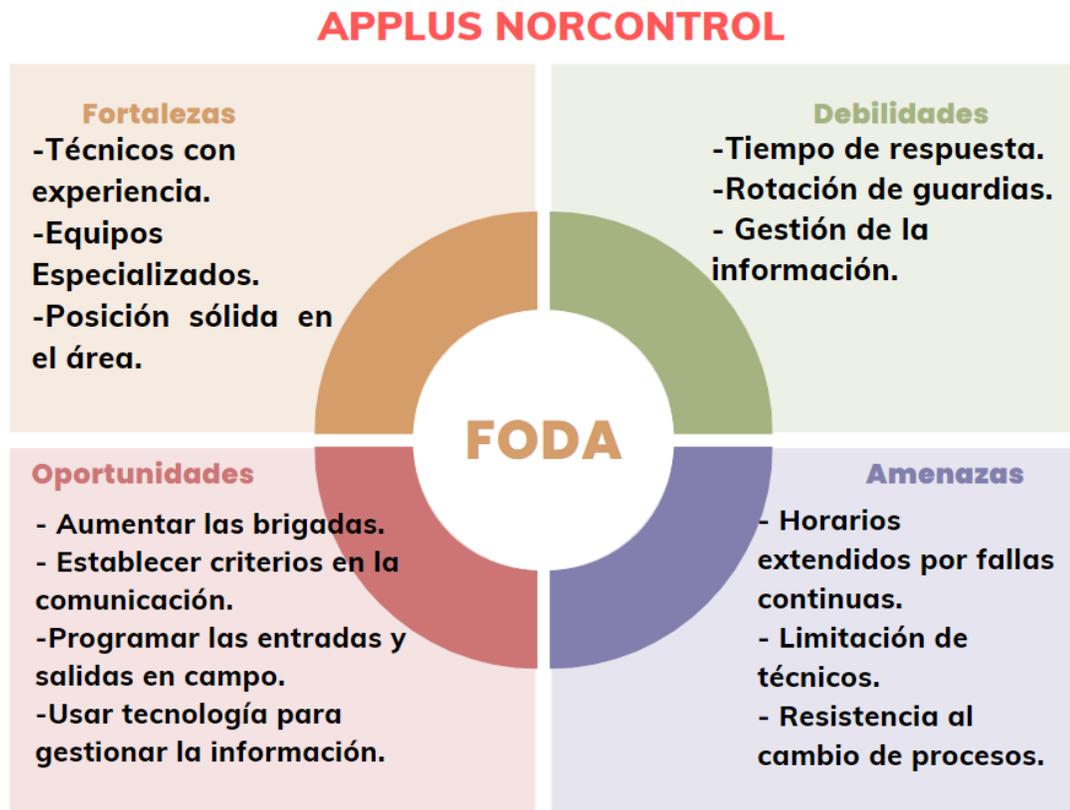
6 BIBLIOGRAFÍA

- Applus S.A. (s.f.). *Perfil de la empresa*. Obtenido de <https://www.applus.com/global/es/careers/culture/our-culture>
- Centelsa. (s.f.). *Centelsa*. Obtenido de <https://centelsa.com/cables-para-media-tension/>
- Kizeoforms. (s.f.). *KIzeoforms*. Obtenido de <https://www.kizeo-forms.com/es-lat/que-es-kizeo-forms/>
- megger. (s.f.). *megger.com*. Obtenido de <https://megger.com/products/resistance-battery-and-power-quality/low-resistance-ohmmeters>
- S.A., A. (s.f.). *www.applus.com*. Obtenido de <https://www.applus.com/global/es/careers/culture/our-culture>

7 ANEXOS

Figura 3

ANÁLISIS FODA LOCALIZACIÓN DE FALLAS SUBTERRÁNEAS



Localización de Fallas Subterráneas

Figura 4

UNIDAD DE BRIGADA SUBTERRÁNEA

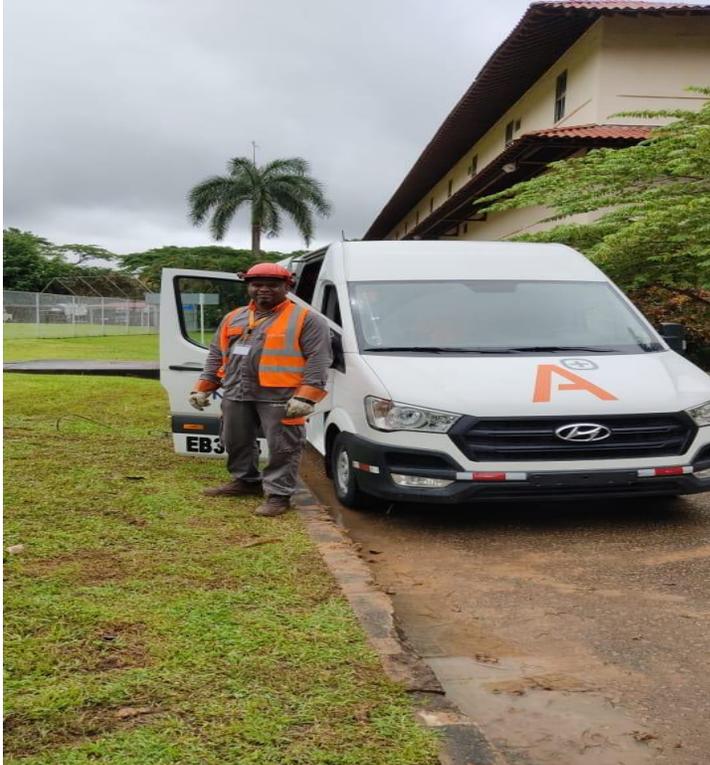


Figura 5

CÁMARA DE CABLES ELÉCTRICOS MEDIA TENSIÓN



Figura 6

EMPALME DE CABLE CON FALLA DE AISLAMIENTO



Figura 7

INSPECCIÓN EN ESPACIO CONFINADO



Figura 8

RESISTENCIA DE AISLAMIENTO ELÉCTRICO EN CABLE MEDIA TENSIÓN



Figura 9

CABLE MEDIA TENSIÓN SOTERRADO DETERIORADO EN FALLA DE AISLAMIENTO



Figura 10

CÁMARA DE EMPALMES MODULARES



Figura 11

CABLES CON PERFORACIÓN POR FUGA DE CORRIENTE



Figura 12

INSPECCIÓN DE EQUIPOS CUADRILLAS DE LOCALIZACIÓN DE FALLAS

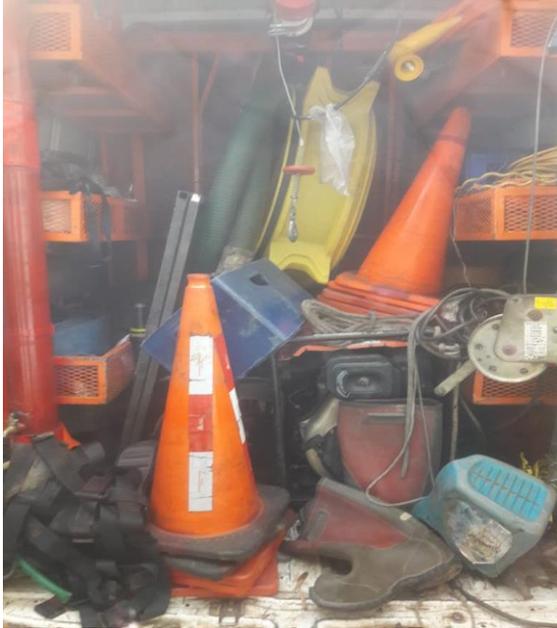


Figura 13

INVENTARIO DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS DE LAS CUADRILAS DE FALLAS



Figura 14

INSPECCIÓN DE VEHÍCULOS DE LOCALIZACIÓN DE FALLAS SUBTERRÁNEAS



Figura 15

VEHÍCULO DE FALLAS SUBTERRÁNEAS PREPARADO PARA SALIR A CAMPO

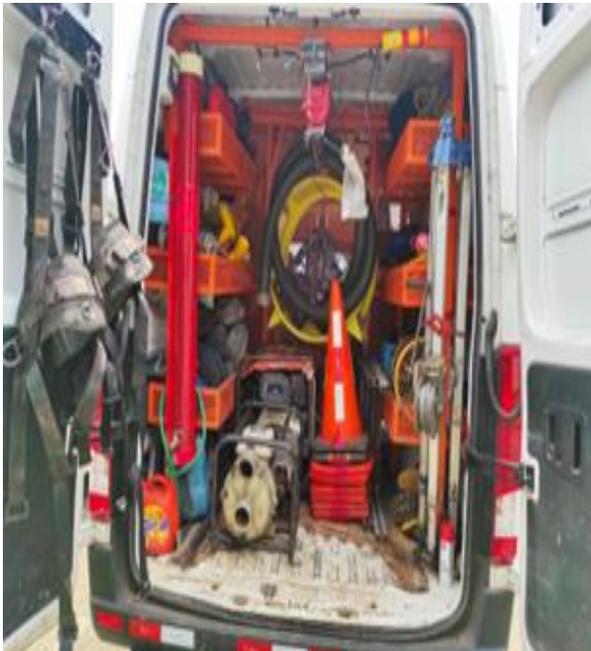


Figura 16

EQUIPO PARA LOCALIZAR AVERÍAS EN CABLE SUBTERRÁNEO



Figura 17

DETECCIÓN DE AVERÍA EN CABLE SUBTERRÁNEO



La información recopilada en campo producto de la localización de averías, se almacena en la aplicación, desde donde es posible realizar consultas remotas y tener la trazabilidad del circuito.

A continuación, se muestran imágenes del aplicativo utilizado en la actividad para mejorar el proceso, con esta herramienta digital al gestionar la información eficientemente, se logra el acceso remoto y en línea de los eventos registrados durante la ejecución de las actividades:

Figura 18

FORMULARIO INICIO DE REGISTRO DE ACTIVIDADES

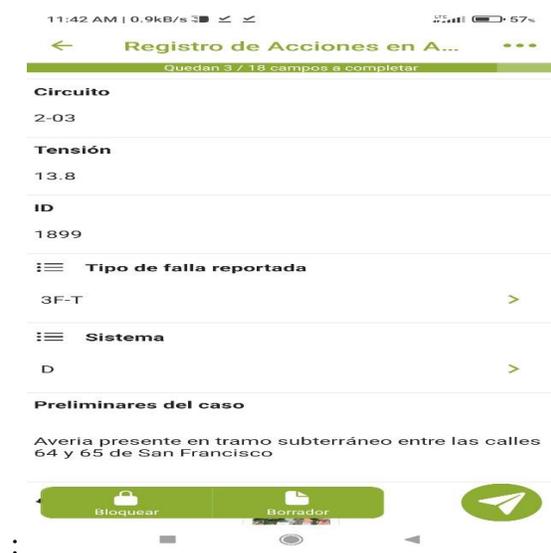


Figura 19

REGISTRO DIGITAL DEL CAMBIO DE GUARDIA



Figura 20

PREVISUALIZACIÓN DEL PLANO O CROQUIS DE LA RUTA DEL CIRCUITO

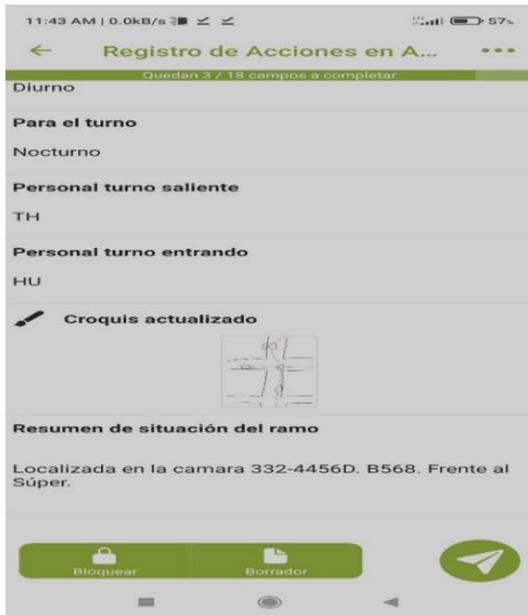


Figura 21

LEVANTAMIENTO EN CAMPO DEL RECORRIDO DEL CIRCUITO



Figura 22

GEORREFERENCIA DE RECORRIDO DEL CIRCUITO EN FALLA

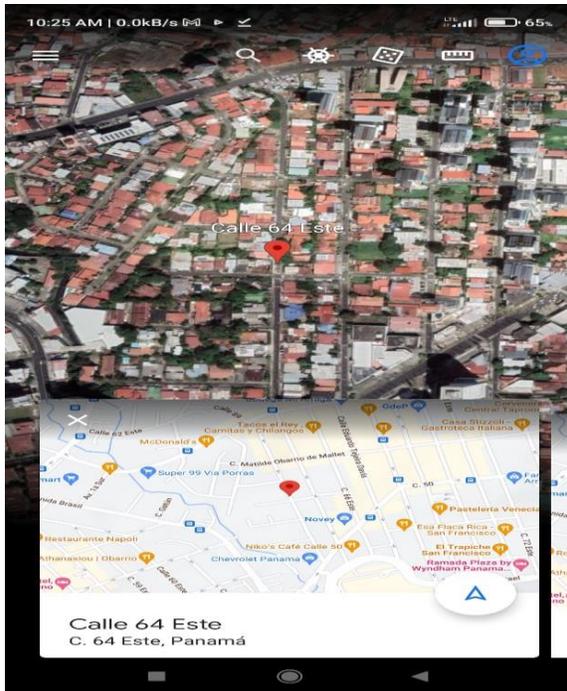


Figura 23

LEVANTAMIENTO EN CAMPO DEL RECORRIDO DEL CIRCUITO

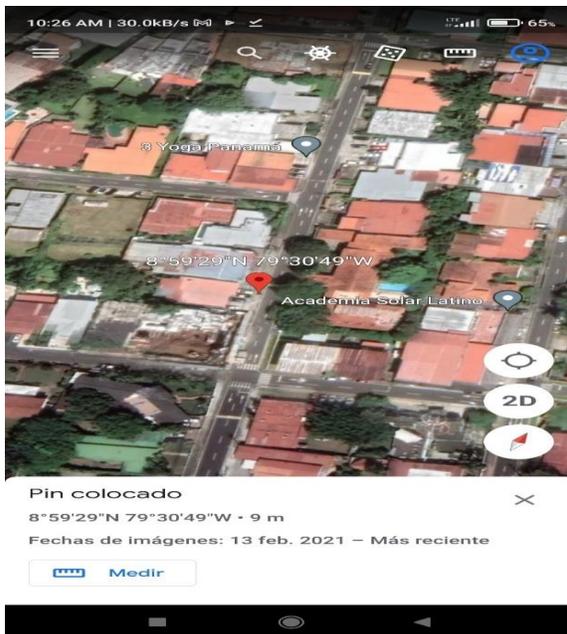


Figura 24

GEORREFERENCIA DE RECORRIDO DEL CIRCUITO EN FALLA



Figura 25

CÁMARA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, UBICACIÓN DE LA FALLA



Figura 26

VISTA PRELIMINAR DE INFORME TÉCNICO

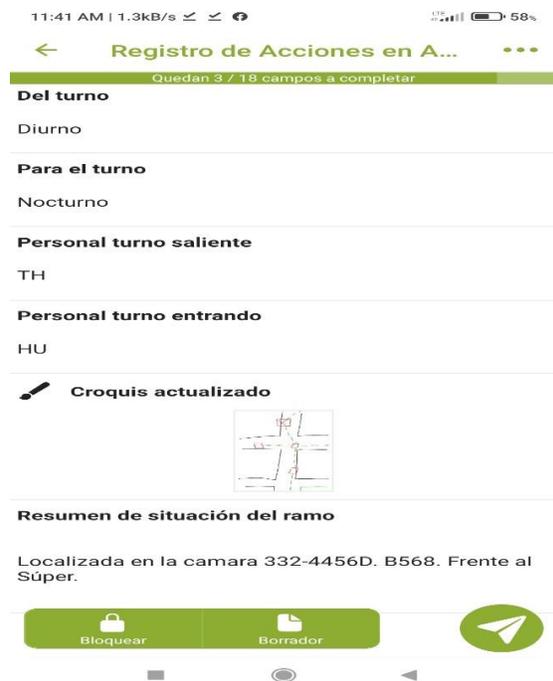


Figura 27

VISTA PRELIMINAR DE INFORME TÉCNICO

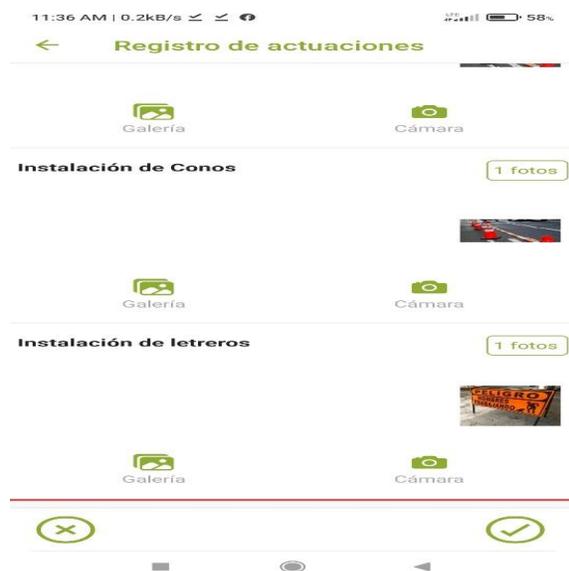


Figura 28

VISTA PRELIMINAR DE INFORME TÉCNICO



La implementación de la tecnología, además de digitalizar la información de campo, genera una bitacora a la que se obtiene acceso desde cualquier dispositivo móvil o escritorio en el momento que se necesite y agiliza los cambios de guardia.

13. ACTA DE EVALUACIÓN DEL TUTOR INDUSTRIAL DE LA PASANTÍA DE EXTENSIÓN OCUPACIONAL PROFESIONAL



ACTA DE EVALUACIÓN DEL TUTOR INDUSTRIAL DE LA PASANTÍA DE EXTENSIÓN OCUPACIONAL PROFESIONAL

Estimado Ingeniero: Agradecemos evalúe el rendimiento del estudiante por usted asesorado en la Pasantía de Extensión Ocupacional Profesional.

Nombre del estudiante asesorado: Tomás Alexander Herrera Ruda.

Cohorte del estudiante: 022018.

Programa de Licenciatura: Licenciatura en Ingeniería Industrial con énfasis en Gestión de Operaciones.

Título del Proyecto de la pasantía: Análisis y Gestión de la Operativa en la Localización de Averías de La Red Subterránea de Distribución Eléctrica en Panamá.

Nombre del tutor industrial: Ing. José Saldaña.

Evaluación:

Aspecto a evaluar del estudiante	Valoración (del 1 al 100)
<i>Durante el desarrollo de la pasantía</i>	
Puntualidad en la entrega de los productos	100
Calidad de los productos entregados	100
Capacidad de trabajo independiente	100
Trato respetuoso del estudiante con los otros trabajadores	100
<i>Informe de pasantía</i>	
Puntualidad en la entrega del informe para su corrección	100
Calidad del contenido técnico del informe	100
Presentación del informe	100
Calificación final (promedio simple de las evaluaciones anteriores)	100

Firma del Tutor Industrial

Fecha 29 05 / 2023

Arplus⁺

Norcontrol Panamá, S.A.