

**ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICO
ECONÓMICO PARA LA INCORPORACIÓN
DE VEHÍCULOS AÉREOS NO TRIPULADOS
DE ALAS GIRATORIAS (DRONES) EN LOS
PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO PREDICTIVO DE REDES DE
MEDIO Y ALTO VOLTAJE DE LA EMPRESA
ELÉCTRICA AMBATO S.A.**



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO**

CARRERA DE ELECTRICIDAD

**ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICO ECONÓMICO PARA LA
INCORPORACIÓN DE VEHÍCULOS AÉREOS NO TRIPULADOS DE ALAS
GIRATORIAS (DRONES) EN LOS PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO PREDICTIVO DE REDES DE MEDIO Y ALTO VOLTAJE DE LA
EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO S.A.**

Trabajo de titulación previo a la obtención del

Título de Ingeniero Eléctrico

AUTOR: JOSÉ LUIS RODRÍGUEZ LASCANO

TUTOR: JORGE PAÚL MUÑOZ PILCO

Quito -Ecuador

2023

José Luis Rodríguez Lascano

ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICO ECONÓMICO PARA LA INCORPORACIÓN DE VEHÍCULOS AÉREOS NO TRIPULADOS DE ALAS GIRATORIAS (DRONES) EN LOS PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PREDICTIVO DE REDES DE MEDIO Y ALTO VOLTAJE DE LA EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO S.A.

Universidad Politécnica Salesiana, Quito – Ecuador 2023

Carrera de Electricidad

Breve reseña histórica e información de contacto.



José Luis Rodríguez Lascano (Y'1995). Realizó sus estudios de nivel secundario en el Colegio Técnico Atahualpa de la ciudad de Ambato. Egresado de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Politécnica Salesiana. Su trabajo consiste en realizar un análisis de factibilidad técnico económico para la incorporación de vehículos aéreos no tripulados de alas giratorias (drones) en los procedimientos de mantenimiento preventivo predictivo de redes de medio y alto voltaje de la Empresa Eléctrica Ambato S.A. jrodriguez17@est.ups.edu.ec

Dirigido por:



Ing. Jorge Paúl Muñoz Pilco (Y'1989). Realizó sus estudios superiores en la Escuela Politécnica Nacional, Quito –Ecuador, 2014, obteniendo el título de Ingeniero Eléctrico. Además, cursó estudios de posgrado como becario de Fundación Carolina en la Universidad Pública de Navarra, Pamplona–España, 2017, obteniendo el título de Máster en Energías Renovables: Generación Eléctrica. Actualmente es profesor ocasional a tiempo completo en la Universidad Politécnica Salesiana. jmunoz@ups.edu.ec

Todos los derechos reservados:

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con la autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos o investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

DERECHOS RESERVADOS
©2023 Universidad Politécnica Salesiana
QUITO – ECUADOR

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, José Luis Rodríguez Lascano con documento de identificación N° 1803996014 manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 11 de abril del año 2023

Atentamente,



José Luis Rodríguez Lascano

1803996014

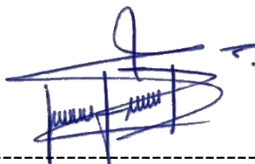
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Yo, José Luis Rodríguez Lascano con documento de identificación No. 1803996014, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Proyecto Técnico: “Análisis de factibilidad técnico económico para la incorporación de vehículos aéreos no tripulados de alas giratorias (drones) en los procedimientos de mantenimiento preventivo predictivo de redes de medio y alto voltaje de la Empresa Eléctrica Ambato S.A.”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Eléctrico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 11 de abril del año 2023

Atentamente,



José Luis Rodríguez Lascano

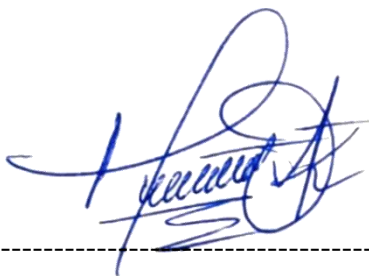
1803996014

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Jorge Paúl Muñoz Pilco con documento de identificación N° 1719006189, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICO ECONÓMICO PARA LA INCORPORACIÓN DE VEHÍCULOS AÉREOS NO TRIPULADOS DE ALAS GIRATORIAS (DRONES) EN LOS PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PREDICTIVO DE REDES DE MEDIO Y ALTO VOLTAJE DE LA EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO S.A., realizado por José Luis Rodríguez Lascano con documento de identificación N° 1803996014, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 11 de abril del año 2023

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Jorge Paúl Muñoz Pilco', is written over a horizontal dashed line.

Ing. Jorge Paúl Muñoz Pilco, Msc.

1719006189

DEDICATORIA

Este Proyecto Técnico de Grado lo dedico principalmente a mis padres, Fausto y Margoth quienes han sido no el apoyo sino el pilar principal para mi formación personal y académica, también dedico a mis hermanos Katerine, Oscar y Santiago que con sus palabras de aliento siempre estaban presentes para darme ese empujón necesario para poder llegar al objetivo. A toda mi familia, a mis amigos quienes me apoyaron en todo momento y que se convirtieron en mi segunda familia en este transcurso educativo.

José Rodríguez

AGRADECIMIENTO

Mi profundo agradecimiento a mis padres por haber confiado en mí, por apoyarme para cumplir un sueño y a pesar de las adversidades siempre han luchado por verme llegar lejos gracias por haberme inculcado buenos principios y valores que me ayudaron a crecer como persona y hoy como profesional, agradezco también a las autoridades de la comunidad educativa salesiana de la cual formo parte en donde no solamente me ayudaron impartiendo conocimientos académicos sino también me han enseñado que un buen profesional se forja de una buena persona.

Finalmente, agradezco a todos los profesores que supieron compartir e impartir sus conocimientos conmigo, a mi tutor de tesis el Ing. Paúl Muñoz y al director de carrera el Ing. Alexander Águila, gracias también a todas las personas que formaron parte de esta etapa de mi vida formativa educativa, amigos, profesores y familia.

José Rodríguez

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO.....	VI
ÍNDICE	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
ÍNDICE DE TABLAS	XI
GLOSARIO.....	XIII
RESUMEN.....	i
ABSTRACT.....	ii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	3
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	3
1.1 Antecedentes.....	3
1.2 Importancia y Alcances	4
1.3 Delimitación del Problema	5
CAPÍTULO II	6
MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 Mantenimiento Eléctrico	6
2.1.1 Mantenimiento preventivo	6
2.1.2 Mantenimiento predictivo	7
2.2 Inspección de equipos eléctricos con Vehículos Aéreos no Tripulados.....	8
2.2.1 Termografía.....	15
2.3 Análisis fotográfico y termográfico.....	20
2.3.1 Estudio Técnico/ Económico	21
2.3.2 Estudio técnico.....	21
2.3.3 Estudio Económico	22
CAPÍTULO III.....	24

LINIEAMIENTOS DE DISEÑO.....	24
3.1 Materiales	24
3.1.1 Herramientas de campo.....	24
3.1.2 Soporte informático.....	24
3.1.3 Recursos tecnológicos.....	25
3.1.4 Recursos informáticos.....	25
3.2 Tipo y diseño de investigación	25
3.2.1 Tipo de investigación	25
3.2.2 Nivel de investigación.....	25
3.2.3 Diseño de investigación	26
3.2.4 Técnicas aplicadas en la recolección de la información	26
CAPÍTULO IV.....	30
ANÁLISIS TÉCNICO DEL ESTADO ACTUAL	30
4.1 Área de estudio	30
4.2 Definiciones referentes a redes de medio de alto voltaje	31
4.3 Redes de medio y alto voltaje de la empresa Eléctrica Ambato S.A	33
4.3.1 Voltaje o tensión de trabajo.....	33
4.3.2 Áreas típicas de consumo.....	33
4.3.3 Nivel de aislamiento.....	34
4.3.4 Categorización del cliente residencial.....	34
4.3.5 Demanda Máxima diversificada.	34
4.3.6 Caídas de voltaje.	35
4.3.7 Distribución principal.....	35
4.3.8 Iluminación	36
4.3.9 Instalaciones de alumbrado	36
4.3.10 Iluminación LED.....	37
4.3.11 Mantenimiento	37
4.3.12 Supervisión de picos de voltaje.....	38
4.3.13 Criterios generales para aplicación: Red aérea	39
4.3.14 Pruebas de Campo.....	40
4.3.15 Factibilidad.....	50
CONCLUSIONES	65

RECOMENDACIONES	67
REFERENCIAS	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Defectos comunes en líneas eléctricas.....	9
Figura 2. Análisis de puntos calientes.....	11
Figura 3. Vehículo aéreo no tripulado	13
Figura 4. Arquitectura de software del sistema de inspección.....	15
Figura 5. Dron DJI MAVIC Advanced.....	16
Figura 6. Cardán Zenmuse XT con cámara térmica	17
Figura 7. Fotografía desde un quadcopter.....	18
Figura 8. Planimetría con línea de transmisión eléctrica	19
Figura 9. Imagen térmica del soporte de la línea eléctrica de 35 kV	19
Figura 10. Ubicación del cantón Baños en la zona 3	30
Figura 11. División parroquial del cantón Baños	31
Figura 12. Resultados.....	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Especificaciones	17
Tabla 2. Especificaciones de la Zenmuse XT ZXTB19SP	17
Tabla 3. Distribución de infracciones tecnológicas	39
Tabla 4. Análisis de indicadores de calidad	39
Tabla 5. Materiales Tecnológicos	40
Tabla 6. Inspección termográfica	41
Tabla 7. Estructuras de inspección termográfica	45
Tabla 8. Materiales Tecnológicos	45
Tabla 9. Inspección	46
Tabla 10. Mantenimiento termográfico manual (nivel suelo).....	50
Tabla 11. Mantenimiento termo gráfico aéreo (Dron)	50
Tabla 12. Experiencia, mantenimiento termográfico manual	51
Tabla 13. Experiencia, mantenimiento termográfico aéreo	52
Tabla 14. Costo del personal laboral.....	57
Tabla 15. Costo de suministros, mantenimiento manual	58
Tabla 16. Costo del mantenimiento.....	59
Tabla 17. Costo inspector termográfico	59
Tabla 18. Costo del piloto de Dron	60
Tabla 19. Costo de suministros, mantenimiento aéreo	60
Tabla 20. Comparativa económica.....	61
Tabla 21. Estado de resultados.....	62
Tabla 22. Flujo neto del efectivo.....	63
Tabla 23. Valores de indicadores	63

Tabla 24. Análisis.....	64
--------------------------------	-----------

GLOSARIO

- **Amperio (A):** La unidad del Sistema Internacional de Unidades (SI) de corriente eléctrica [1].
- **Voltio (V):** Unidad del Sistema Internacional de potencial eléctrico y fuerza electromotriz, igual a la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos de un cable conductor que transporta una corriente constante de un amperio cuando la potencia disipada entre los puntos es de un vatio [2].
- **Inteligencia artificial (IA):** Conjunto de ciencias, teorías y técnicas cuyo fin es reproducir mediante una máquina las capacidades cognitivas de un ser humano. Los desarrollos actuales apuntan, por ejemplo, a poder confiar a una máquina tareas complejas que antes se delegaban en un humano [3].
- **Sistema de gestión de mantenimiento computarizado (CMMS):** Software que centraliza la información de mantenimiento y facilita los procesos de las operaciones de mantenimiento. Ayuda a optimizar la utilización y disponibilidad de equipos físicos como vehículos, maquinaria, comunicaciones, infraestructuras de planta y otros activos [4].
- **Unidades terminales remotas (RTU):** Dispositivos de campo que suelen estar equipados con capacidades de red, que pueden incluir interfaces de radio alámbricas e inalámbricas para comunicarse con el controlador de supervisión [5].
- **Sistema de información geográfica (GIS):** Una colección organizada de hardware, software, datos geográficos y personal diseñados para capturar, almacenar, actualizar, manipular, analizar y mostrar de manera eficiente todas las formas de información referenciada geográficamente. Los resultados incluyen visualizaciones cartográficas, análisis espaciales e informes tabulares. Utiliza la geografía o el espacio como clave común entre los conjuntos de datos. La información está vinculada sólo si se refiere a la misma zona geográfica. Es una herramienta de análisis que permite analizar y visualizar las relaciones espaciales entre los elementos cartográficos [6].
- **Vehículo aéreo no tripulado (UAV):** Dispositivo que puede propulsarse por el aire controlado de forma autónoma por computadoras en el vehículo, o bajo el

control remoto de un piloto en tierra o en otro vehículo. Los drones y los cuadricópteros son vehículos aéreos no tripulados [7].

- **Transmisión:** Grupo interconectado de líneas y equipos asociados para el movimiento o la transferencia de energía eléctrica entre los puntos de suministro y los puntos en los que se transforma para su entrega a los clientes o se entrega a otros sistemas eléctricos [8].
- **Sobrecargas:** Ocurren cuando la energía que fluye a través de los cables o equipos es más de lo que pueden transportar sin sufrir daños. Flujos de energía La electricidad se mueve a través de las líneas u otros equipos [9].
- **Línea de transmisión de alto voltaje (HVTL):** Cambia la energía de una cantidad de voltaje a otra, a menudo en la dirección de un voltaje más alto a un voltaje más bajo. Una línea de transmisión de alto voltaje se conectará a una subestación para mover la electricidad a un sistema de distribución de bajo voltaje en su camino hacia los clientes [10].
- **Sistema de posición global (GPS):** Un sistema de satélites y dispositivos de recepción utilizados para calcular las posiciones en la Tierra [11].
- **Modelo digital del terreno (MDT):** A veces llamados Modelos Digitales de Elevación (MDE), son modelos topográficos de la Tierra desnuda que pueden ser manipulados por programas informáticos. La vegetación, los edificios y otros elementos culturales se eliminan digitalmente, dejando sólo el terreno subyacente. Los MDT se utilizan especialmente en ingeniería civil, geodesia y topografía, geofísica, geografía y teledetección [12].
- **Diodos emisores de luz blanca (WLED):** Término generalmente asociado con pantallas LCD de televisión y teléfonos móviles. WLED y la tecnología LED son idénticas y utilizan materiales semiconductores. La luz blanca producida se utiliza como retroiluminación para pantallas LCD y se crea aplicando un campo eléctrico a un LED azul o UV y luego filtrando la luz emitida a través de un material de un color diferente [13].
- **Redes neuronales artificiales (ANN):** Pila de algoritmos de aprendizaje simples (llamados capas) que procesan secuencialmente la entrada, produciendo una salida. Esto encarna la idea de aprendizaje profundo por diseño, ya que cada capa aprende una comprensión más refinada de la entrada [14].

- **Realidad aumentada (AR):** Tecnología basada en computadora que agrega contenido virtual al entorno del mundo real. Usando gafas AR especiales, teléfonos inteligentes y tabletas, los modelos tridimensionales o elementos 2D (texto, imágenes, audio/video) se superponen al mundo real como información adicional. La interacción con el contenido digital también puede tener lugar en AR [15].
- **Sistema de soporte de decisión (DSS):** Programa computarizado que se utiliza para respaldar determinaciones, juicios y cursos de acción en una organización o negocio. Un DSS filtra y analiza cantidades masivas de datos, compilando información completa que se puede usar para resolver problemas y en la toma de decisiones [16].
- **Sistema de Aero naves pilotadas a distancia (RPAS):** Conjunto de elementos configurables que consta de una aeronave pilotada a distancia, sus estaciones de piloto remoto asociadas, los enlaces de mando y control requeridos y cualquier otro elemento del sistema que puedan ser necesarios, en cualquier momento durante la operación de vuelo [17].

RESUMEN

El objetivo de la investigación es el análisis de factibilidad técnico económico para la incorporación de vehículos aéreos no tripulados de alas giratorias (drones) en los procedimientos de mantenimiento preventivo predictivo de redes de medio y alto voltaje de la empresa eléctrica Ambato S.A. Se recopiló información relevante de investigaciones sobre el uso de vehículos autónomos no tripulados en redes de medio y alto voltaje, determinando las características de estas redes, voltaje o tensión de trabajo, nivel de aislamiento, distribución principal, caída de tensión. La clara ventaja del mantenimiento predictivo para los sistemas de energía de alta tensión es evitar fallos catastróficos, costosas cifras de mantenimiento de emergencia e incluso la pérdida de vidas humanas.

Para el análisis de su factibilidad técnica se comparó económicamente el mantenimiento manual a nivel de piso y el mantenimiento por dron, para el análisis termográfico considerando el costo del personal laboral y el servicio de mantenimiento en ambos casos evidenciando en el segundo un ahorro significativo, debido al uso de un dron para acceder a toda el área de análisis de la infraestructura de red, capturando imágenes térmicas en tiempo real.

Para evaluar la factibilidad económica se analizó seis tipos de factibilidad que deben ser aprobados para que el proyecto tenga una aprobación adecuada, de esta manera se tabula los datos que arroja el análisis económico y se realiza la comparativa de valores tanto egresos como ingresos de los procesos de mantenimientos para poder obtener datos reales de cuál es el mejor mantenimiento que se puede emplear.

Palabras Clave: Factibilidad, redes de medio voltaje, redes de alto voltaje, dron, mantenimiento predictivo, análisis termográfico, infraestructura de red, imágenes térmicas, análisis económico.

ABSTRACT

The objective of the research is the technical-economic feasibility analysis for the incorporation of rotary-wing unmanned aerial vehicles (drones) in the predictive preventive maintenance procedures of medium and high-voltage networks of the electrical company Ambato S.A. Relevant information was collected from research on the use of unmanned autonomous vehicles in medium and high voltage networks, determining the characteristics of these networks, working voltage or voltage, insulation level, main distribution, voltage drop. The clear advantage of predictive maintenance for high-voltage power systems is to avoid catastrophic failures, costly emergency maintenance figures, and even loss of human life.

For the analysis of its technical feasibility, manual maintenance at floor level and maintenance by drone were compared economically, for thermographic analysis considering the cost of labor personnel and maintenance service in both cases, showing significant savings in the second, due to the use of a drone to access the entire network infrastructure analysis area, capturing thermal images in real time.

To evaluate the economic feasibility, six types of feasibility were analyzed that must be approved so that the project has an adequate approval, in this way the data that the economic analysis throws is tabulated and the comparison of values is made, both expenses and income of the processes. of maintenance to be able to obtain real data of which is the best maintenance that can be used.

Key words: Feasibility, medium voltage networks, high voltage networks, drone, predictive maintenance, thermographic analysis, network infrastructure, thermal images, economic analysis.

INTRODUCCIÓN

La EEASA es una sociedad anónima del Ecuador se sitúa en la ciudad de Ambato perteneciente a la provincia de Tungurahua, que distribuye y comercializa energía eléctrica la misma que está regulada por la Ley de Compañías y Ley Orgánica de Servicio Público de Energía Eléctrica [18].

El mantenimiento predictivo utiliza métodos de mantenimiento proactivos basados en datos para analizar el estado de los equipos, con el objetivo de predecir cuándo debe realizarse el mantenimiento [19]. Hoy en día, esto significa utilizar la ciencia de los datos y el análisis predictivo para evaluar cuándo es probable que el equipo falle, de modo que los problemas puedan rectificarse antes de que alcancen un punto crítico y den lugar a un tiempo de inactividad no programado [20].

El mantenimiento predictivo comenzó a ganar terreno en la década de 1990, cuando se empezó a adoptar la monitorización del estado de los equipos mecánicos mediante técnicas como el análisis de vibraciones. Otros factores, como el calor, la presión, el ruido y el estado del lubricante son también factores de la maquinaria con piezas móviles [21].

En los sistemas eléctricos, las tensiones, corrientes, potencia, temperatura y protecciones electromagnéticas siempre se han controlado, combinados con la inspección regular de la superficie y las pruebas de calidad del material de los materiales, la limitación de este enfoque de inspección es la incapacidad de estos mecanismos a futuro, por el deterioro mecánico de las protecciones, al ser contactos mecánicos los que permiten la conmutación del sistema de energía [22].

En última instancia, eso significa que la primera vez que se hace evidente un problema suele ser cuando el sistema de energía se interrumpe debido a la desconexión de estos. En el 2020, con diversas tecnologías de diagnóstico disponibles, es difícil no estar de acuerdo con la afirmación de que hacer funcionar el equipo hasta que falle es un enfoque anticuado [23]. En esencia, el mantenimiento predictivo consiste en llegar a de cualquier problema potencial, predecir el tiempo hasta el fallo y maximizar el tiempo de funcionamiento. predecir el tiempo hasta el fallo y maximizar el tiempo de funcionamiento [24].

En el Capítulo I se define el problema de investigación en la Empresa Eléctrica de Ambato, el uso de operarios para el mantenimiento de las líneas de distribución o medio voltaje y subtransmisión o alto voltaje con instrumentos de campo, para los cuales tienen un cierto grado de complejidad debido a la altura y ubicaciones con difícil acceso.

En el Capítulo II se desglosa el conjunto de herramientas que se pueden utilizar para el desarrollo de la solución al problema de investigación. Principalmente se utiliza dispositivos de medición fiable como multímetros, y pinzas para medir la corriente, además de los equipos de protección personal eléctricos y herramientas de trabajo para alturas, enfocándose en la actualidad y la innovación de vehículos aéreos no tripulados dotados con cámaras termográficas, para el análisis de cambio de temperatura y calentamiento de componentes como medida de mantenimiento.

En el Capítulo III se selecciona las herramientas y estrategias necesarias para la ejecución del proyecto, una vez con la información recopilada del anterior capítulo se selecciona el uso de drones para el mantenimiento predictivo en la empresa eléctrica Ambato.

En el Capítulo IV, se realiza el análisis de factibilidad de la propuesta de solución, comparando los costos del mantenimiento manual a nivel de suelo y el mantenimiento aéreo utilizando drones, así como el cálculo de los indicadores VAN, TIR, RB/C, para identificar si el proyecto es aceptado como viable.

Finalmente, se encuentra las conclusiones y recomendaciones de la presente investigación.

CAPÍTULO I

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

1.1 Antecedentes

Con el paso del tiempo, la demanda de energía eléctrica ha ido en aumento, es por ello que para brindar un servicio confiable y de calidad, las instalaciones de energía eléctrica deben estar en buenas condiciones, pues el objetivo principal es mantener la confiabilidad del sistema, es decir, mantener confianza en que el servicio continuará sin interrupción. Por lo tanto, toda la infraestructura debe permanecer en perfectas condiciones ya que cualquier componente del sistema puede verse afectado por anomalías provocadas por factores como el clima, condiciones del medio ambiente e incluso comportamientos destructivos, entre otros factores; el mismo puede representar pérdidas y problemas energéticos y de ingeniería, el mismo es un inconveniente por defectos de funcionamiento, es importante tener un chequeo correspondiente a todos los componentes del sistema se debe tomar para prevenir las averías o fallas existentes.

El trabajo realizado en sector eléctrico presenta riesgos en relación con la actividad laboral debido a las actividades de los distintos tipos de mantenimientos que existen, se ha intentado innovar para ejecutar con bajo riesgo las actividades de campo, la finalidad es garantizar la efectividad del servicio de la empresa que suministra y distribuye la energía eléctrica de Ambato, que es un reto para las entidades que se dedican a este servicio. En el mercado existe crecimiento sobre la demanda por lo que es primordial que sea adecuada la calidad que se otorga al cliente, en la ciudad se tiene como finalidad que el servicio eléctrico se brinde a los usuarios sin interrupciones durante las 24 horas del día para de esta manera certificar el funcionamiento idóneo del sistema eléctrico por lo que es importante que se realicen los oportunos mantenimientos puesto que la empresa eléctrica cuenta con subestaciones y torres de energía, estos activos deben estar siempre disponibles para prestar el servicio. La energía eléctrica se distribuye mediante conductores de cobre principalmente, los cuales llegan a casi toda la ciudad, existen lugares lejanos a los que aún no se provee del servicio público de electricidad, por esta razón se debe realizar continuamente

inversiones que permitan el monitoreo, medición, control u otros, de redes eléctricas de sus sistemas. El mantenimiento predictivo se considera como una estrategia efectiva que permite predecir fallas a tiempo e incluso antes de que se produzcan, en donde la aplicación se basa en la existencia todo aquel procedimiento que permita la vinculación de toda la maquinaria y dispositivos necesarias para el cumplimiento, es importante mencionar que no se pretende eliminar ningún tipo de mantenimiento, al contrario, sirve de complemento para que los resultados sean los esperados lo que permite que exista una respuesta positiva en la relación costo beneficio, además de contribuir con la calidad del servicio.

En la actualidad, los cortes inesperados de la red eléctrica suponen un gran problema para los usuarios, ya que no sólo se ven privados de electricidad, sino que sus aparatos eléctricos sufren daños [25]. Por eso se recurre a las reparaciones de emergencia; estas averías suelen estar provocadas por el clima, las condiciones ambientales y los comportamientos destructivos, entre otros. Para resolver este problema, se utiliza un mantenimiento adecuado, en el que el proceso de inspección es esencial, ya que engloba todas las aplicaciones relacionadas con el mantenimiento (predictivo, preventivo y correctivo) [26]. Para hacer frente a este problema, se propone utilizar la tecnología de los drones (DRONE), que permite actuar con antelación y vigilar la aparición de defectos. El uso de drones como alternativa a las inspecciones preventivas contribuirá, por tanto, a la obtención de datos precisos y oportunos, permitiendo reaccionar rápidamente y evitar principalmente daños a los recursos. Esto significa que no es necesario interrumpir el funcionamiento eléctrico durante las comprobaciones de inspección, lo que garantiza la continuidad del funcionamiento eléctrico y aumenta la fiabilidad de la instalación eléctrica.

1.2 Importancia y Alcances

El mantenimiento predictivo preventivo implica considerar los valores nominales de voltaje y ampericidad los conductores, estos valores son especificados para operar en régimen continuo, y que no exista desgaste mecánico, en el caso de exceder estos valores los conductores se ven afectados, produciendo perdidas disipadas en forma de calor, este aspecto es muy importante debido a que la temperatura es una variable

utilizada para determinar el correcto funcionamiento de varios dispositivos de protección y conmutación presentes en las líneas de distribución de energía eléctrica, como los fusibles, seccionadores, transformadores, la infraestructura de distribución en sí. A través de un diagnóstico de las instalaciones y monitoreo de variables eléctricas como voltaje, corriente, potencia, consumo es posible prever fallas futuras, con la finalidad de que la red distribución se mantenga en estado de operación, garantizando la confiabilidad de trabajo y un uso eficiente de cada uno de los componentes para reducir principalmente el mantenimiento correctivo el cual se ejecuta al existir una falla o avería que impide el funcionamiento parcial o total del sistema [1].

1.3 Delimitación del Problema

El efectuar actividades de mantenimiento en redes eléctricas de medio y alto voltaje que representan un elevado peligro para los operadores del área eléctrica es una de las más peligrosas empleadas y es por esto que para realizar los diferentes mantenimiento eléctricos se debe iniciar por una inspección que por lo general se realiza manualmente pero el avance tecnológico nos puede dar un preámbulo a un nuevo método de revisión técnica que servirá de ayuda no solamente en disminución de tiempo y riesgos laborales en operadores sino también en precisión para una correcta rectificación de una contingencia eléctrica.

Este análisis de factibilidad tiene la intención de prestar información verificada sobre los beneficios que brinda en la industria energética la implementación de drones en el mantenimiento, monitoreo e inspección de redes eléctricas aéreas localizadas en zonas que de forma manual tardarían más tiempo en ser efectuadas. El proyecto se enfocará en analizar la factibilidad técnica y económica de incorporar la tecnología dron, como por ejemplo el modelo DJI MAVIV en los procedimientos de mantenimiento en redes eléctricas de medio y alto voltaje hasta 69 kV de la EEASA enfocándose en la reducción de tiempos de ejecución y costos asociados a los procedimientos existentes actualmente.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Mantenimiento Eléctrico

El mantenimiento térmico en redes eléctricas suele incluir las diversas tareas realizadas en los equipos bajo o en las proximidades de la tensión, pero también otros trabajos relacionados con las bases de las torres, la gestión de la vegetación. Hay que tener en cuenta que el mantenimiento energizado de los conductores de distribución de energía eléctrica es significativamente más difícil y costoso en comparación con las líneas de distribución, debido a los niveles de tensión más elevados y los consiguientes problemas de seguridad [2].

Además, el trazado de las líneas de distribución y subtransmisión suele ser bastante remoto, lo que significa que a menudo están sometidas a fuertes tensiones ambientales (por ejemplo, vientos) y están situadas en terrenos difíciles, por lo que muchos de los requisitos de las líneas vivas (por ejemplo, el uso de helicópteros y grúas, no son tan fáciles de asegurar). Al desconectarse los conductores de las líneas de alto voltaje se observa pérdida de energía en forma de luz conocido como arco, con enormes repercusiones económicas y operativas [3].

2.1.1 Mantenimiento preventivo

Es un mantenimiento programado y es una interrupción que se gestiona y planifica con antelación; se puede aplazar si es necesario e incluye la retirada de componentes. Debe realizarse cuando los componentes del sistema presentan un rendimiento menor pero no muy bajo [4].

Se programa periódicamente para las unidades de generación, los conductores de las líneas y las redes de distribución para evitar el corte de dicho servicio básico en el caso de los domicilios.

Dicho mantenimiento con restricciones de seguridad asociada a los programas de respuesta a la demanda se ha manejado para establecer la programación inmejorable

de las salidas de servicio de las unidades de generación para minimizar las emisiones y disminuir los costes de mantenimiento, combustible y reserva [5].

2.1.2 Mantenimiento predictivo

Combina la monitorización del estado, la eficiencia del sistema y otros indicadores para identificar fallos o pérdidas de eficiencia en el futuro. El mantenimiento se programa en función del estado del equipo para que los cambios en su estado puedan desencadenar acciones correctivas. Así se aprovecha al máximo la vida útil del sistema al máximo sin que se produzcan fallos [6].

El mantenimiento predictivo combina la eficiencia en costes, trabajo y eficiencia medioambiental, lo que lo convierte en la estrategia de mantenimiento deseada para la red de suministro. A diferencia del mantenimiento preventivo, los enfoques predictivos requieren algoritmos inteligentes para determinar el plan de mantenimiento más eficaz y sin riesgos. Estos algoritmos pueden basarse en simulaciones o en métodos de IA como los sistemas expertos o el aprendizaje automático [7].

De hecho, el mantenimiento predictivo es al presente el estudio inmerso con la inteligencia artificial (IA) en el sector industrial. En los conmutadores de media tensión, se pueden señalar tres retos principales al aplicar conceptos de mantenimiento predictivo. La primera dificultad es encontrar sensores adecuados que sean capaces de medir las magnitudes físicas críticas de forma fiable y robusta a lo largo de la vida útil. Además, los sensores deben resistir las condiciones ambientales extremas en las que funcionan las instalaciones de distribución en todo el mundo. Otro reto es la falta de datos de medición. Para el control de la temperatura, las mediciones continuas son escasas o incluso inexistentes [8].

En cuanto a la monitorización de los interruptores, las operaciones de conmutación sólo se realizan pocas veces al año, sobre todo por motivos de mantenimiento. Por lo tanto, los datos de medición sólo están disponibles en raras ocasiones. Siendo el punto de partida para el diseño y codificación de algoritmos AI. En la monitorización de los interruptores, la situación se agrava aún más por el hecho de que la duración de una

operación de conmutación es extremadamente corta, en intervalos de tiempo en milisegundos. Por lo tanto, la interpretación de los datos medidos y el desarrollo de algoritmos de predicción fiables es un gran reto. Para crear un sistema optimizado de gestión del mantenimiento informatizado (CMMS) deben proporcionar y analizar los datos adecuados [9].

Esto coincide con el interés de los operadores por aumentar la concienciación sobre el mantenimiento predictivo y la de la condición. Para la adquisición de datos, las unidades terminales remotas (RTU) y las tecnologías de sensores son esenciales. Por ejemplo, la monitorización de la temperatura mediante infrarrojos puede proporcionar datos para la localización anticipada de falencias de forma rentable. El correcto manejo de la información denominado datos se encripta en bloques para componer la big data y el uso de métodos de inteligencia artificial (IA) ayudan a simplificar e iniciar la toma de decisiones a partir de complejos conjuntos de datos industriales. La combinación de métodos de IA industrial con nuevas tecnologías de detección permite nuevas soluciones técnicas y económicas, como la supervisión del estado y el mantenimiento predictivo. Además, la combinación del análisis de datos con los sistemas de información geográfica (GIS) acelera el proceso de mantenimiento [10].

2.2 Inspección de equipos eléctricos con Vehículos Aéreos no Tripulados

En el pasado, los dos métodos más comunes de inspección de equipos eléctricos eran el patrullaje a pie y la investigación asistida por helicóptero. La inspección basada en el patrullaje a pie es muy imprecisa, lenta y se limita a las superficies de los equipos de las líneas eléctricas, por lo que a veces pueden pasarse por alto defectos más importantes. En la inspección basada en el helicóptero, el piloto vuela la aeronave sobre las líneas eléctricas mientras el operador de la cámara filma los conductores, los aisladores y más componentes eléctricos. [11].

Aunque es mucho más rápida en comparación con la inspección a pie, la inspección asistida por helicóptero es más cara, peligrosa y normalmente menos precisa [12].

Para superar estos problemas, surgieron robots móviles y trepadores como soluciones alternativas. El robot trepador se desplaza por la infraestructura de la red eléctrica [13].

En comparación con el patrullaje a pie, que a menudo requiere trepar por las líneas eléctricas, el robot trepador es una solución más segura y que requiere menos tiempo. Aunque tiene ventajas específicas, los robots trepadores aún no son una solución práctica para inspeccionar la amplia red de líneas de distribución [14].

Hoy, los vehículos aéreos que pueden ser tripulados y no tripulados se han utilizado para un amplio espectro de aplicaciones, apoyando a los seres humanos en entornos peligrosos y desafiantes, incluyendo la inspección y el mantenimiento de equipos de energía.

Las técnicas avanzadas de control de vuelo y el procesamiento de imágenes permiten a los drones verificar el estado de las torres de transmisión eléctrica en un tiempo corto. En comparación con los métodos de inspección convencionales, la inspección basada en UAV es más avanzada, menos costosa y más segura. Sin embargo, los vehículos aéreos tripulados y no tripulados comparten algunos problemas comunes, que se producen durante el seguimiento de las líneas eléctricas, por ejemplo, la estabilización de la cámara, el seguimiento de postes y otros obstáculos.

Los datos adquiridos, generalmente una secuencia de imágenes, se analizan para valorar la fase de mantenimiento de los aparatos eléctricos. Además, la inspección mediante drones permite utilizar diferentes cargas útiles de detección y, por tanto, inspeccionar exhaustivamente tanto las líneas de transmisión, subtransmisión y distribución eléctrica como los componentes asociados utilizando diferentes tipos de sensores desde un punto de vista óptimo [15].

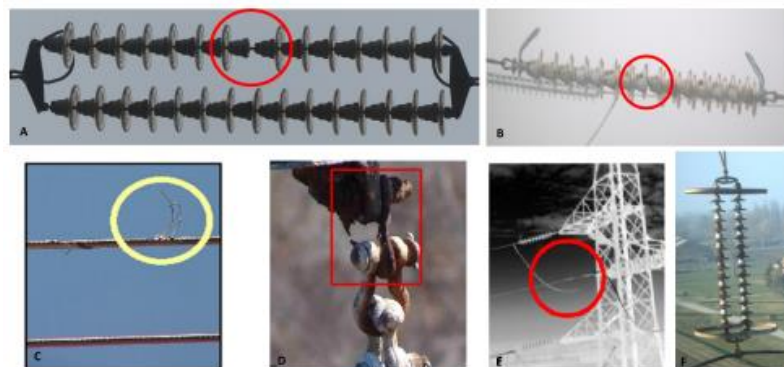


Figura 1. Defectos comunes en líneas eléctricas

Fuente: Inspección termográfica de líneas eléctricas y torres de telecomunicaciones implementado en DRON dentro de la ciudad de Guayaquil. [15]

En la Figura 1 se indican los defectos comunes en las líneas eléctricas de la siguiente manera:

- (A) sin placa de protección de aisladores;
- (B) placa de protección oxidada aisladores;
- (C) cordón del cable dañado;
- (D) punto de suspensión, dañado por el óxido;
- (E) uniones del cable juntas del cable, que se ven afectadas con mayor frecuencia por los puntos calientes;
- (F) cadena de aisladores, oxidada.

El reciente impulso tecnológico de los vehículos aéreos no tripulados (UAV) ha aumentado la necesidad de métodos de seguimiento y de objetos a partir de imágenes RGB, que sirvan de apoyo a la inteligencia de los vehículos aéreos no tripulados o que mejoren las funcionalidades de un sistema de vigilancia en tiempo real basado en dichos vehículos. Dichos métodos deben ser robustos y rápidos, y posiblemente deben trabajar simultáneamente sobre los mismos datos, para que el resultado del algoritmo sea más robusto, por ejemplo, con respecto al ruido (por ejemplo, líneas de carretera frente a líneas eléctricas); o extremadamente rápido también, explotando modelos de redes neuronales convolucionales (CNN) pre-entrenados para detectar componentes específicos del equipo eléctrico, como los aisladores [16]. Por lo tanto, para mejorar la comprensión de la escena combinando las imágenes térmicas y la inteligencia artificial para detectar o identificar las partes de la infraestructura.

Para llevar a cabo la detección de puntos calientes y aisladores oxidados a partir de secuencias de imágenes adquiridas por un dron que inspecciona la infraestructura eléctrica. Para detectar los puntos calientes, el primer paso es identificar las líneas eléctricas. Utilizar imágenes visibles para extraer las líneas eléctricas y los aislantes oxidados, e imágenes IR para identificar los puntos calientes [17].

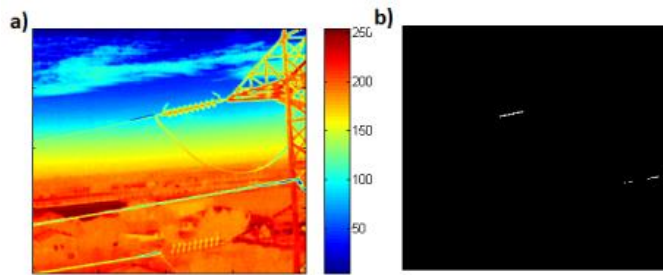


Figura 2. Análisis de puntos calientes

Fuente: Propuesta de un sistema de evasión de obstáculos para un dron aplicado a la inspección en redes de distribución y transmisión para la Empresa Eléctrica Riobamba SA. [33]

Después de detectar las líneas eléctricas a partir de la imagen visible, el punto caliente basado en el histograma de la imagen IR registrada da los fallos esperados.

La aplicación de métodos de visión por ordenador para analizar los fallos eléctricos y diagnosticar el estado de determinados componentes de la infraestructura se ha revelado como uno de los procedimientos más seguros de inspección. En la Figura 2 se aplica métodos basados en visión por ordenador sobre imágenes infrarrojas y visibles para realizar el mantenimiento de las líneas eléctricas y sus componentes asociados [34].

Las empresas que prestan servicios basados en UAV servicios basados en vehículos aéreos no tripulados están aumentando rápidamente en los últimos años, así como están ofreciendo diferentes tipos de servicios por contrato.

En general, la inspección basada en drones es una tecnología de tendencia para servicios de paneles solares, turbinas eólicas. Los artículos publicados en WindSpec, Ascending Technology e ING Robotic Aviation, demuestran que la inspección con drones tarda entre 1,5 y 3 horas en inspeccionar completamente un aerogenerador, lo que es 3 a 4 veces más rápido que el método convencional basado en expertos humanos [35].

Otro punto según Chris Bley, jefe ejecutivo de InspecTools indica que la inspección basada en UAV de los aerogeneradores, que puede llegar a inspeccionar entre 10 y 12 aerogeneradores al día. que un sistema totalmente automatizado basado en UAV podría aumentar el número de inspecciones hasta 15-20 por día [36].

Según el último informe de Navigant Research, la inversión global en tecnología de drones y robótica para la transmisión y distribución se espera que ascienda a casi 16.200 millones de dólares entre 2015 y 2024, también se espera que los ingresos anuales de este sector incrementen de 131,7 millones de dólares a 4.100 millones de dólares en este período de tiempo.

El aumento drástico de la aplicación de los drones está exigiendo el siguiente nivel de enfoque tecnológico en UAV. Hay un número de investigaciones realizadas en área de inspección automatizada y la primera de ellas está en el mercado [37].

Un sistema de examinación de líneas de transmisión de alta tensión (HVTL) totalmente automatizado basado en UAV es independiente del ser humano, a bordo de un sistema. El nivel de autonomía del sistema no tripulado (ALFUS) se evalúa mediante los tres factores siguientes [38].

Estos son:

Complejidad del entorno

Complejidad de la misión

Independencia humana

Estos tres factores principales representan la situación real de inspección de líneas eléctricas. Así, con la ayuda de estos factores de influencia, se puede determinar el modelo matemático del sistema no tripulado.

La Ecuación 1 del sistema automatizado no tripulado puede escribirse de la siguiente forma.

$$C = \sum_{i=1}^3 w_i IF_i$$

Ecuación 1. Sistema automatizado no tripulado

IF1 - Factor de complejidad del entorno

IF2 - Factor de complejidad de la misión

IF3 - Interacción hombre-máquina

IF_i son los principales factores de influencia del sistema automatizado y w_i es el factor de peso correspondiente a estos factores de entrada. Además, los principales aspectos de entrada pueden ser formulados por los demás elementos auxiliares en la Ecuación 2.

$$IF_i = f(SF_{i1}, \dots, SF_{ij})$$

Ecuación 2. Influencia de factores

SF_{ij} son los factores secundarios que expresan los tres aspectos principales del sistema no tripulado nivel de autonomía. Como las magnitudes climáticas relacionadas con el viento, su velocidad, la humedad del aire y el peso, el campo electromagnético influencia, posición y comportamiento del UAV, plan de misión proceso y conflicto, y el mando directo humano están representados por estos factores.

El sistema de inspección de líneas eléctricas totalmente automatizado basado en UAV es un sistema embebido. El hardware y el software tienen que ser diseñados conjuntamente para implementar. La arquitectura de hardware de sistema de inspección consta de dos partes principales que dos partes principales: la estación de control en tierra (GCS) como se muestra en la Figura 3.

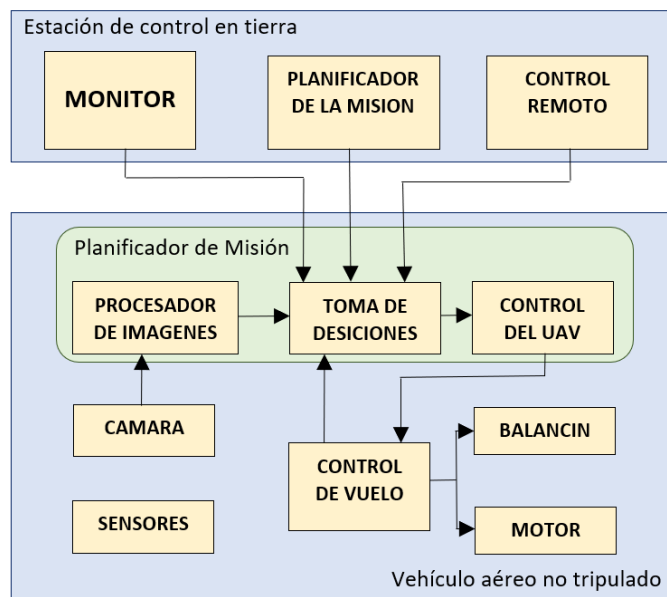


Figura 3. Vehículo aéreo no tripulado

El UAV tiene que cumplir la misión de inspección por sí mismo, también tiene dos ordenadores/placas principales.

1. El ordenador de control de vuelo (FCC) es el principal sistema de control de vuelo del UAV.

2. El ordenador de misión (MC) es para controlar el procedimiento de la misión. El ordenador de misión tiene una función que es hacer la inspección automatizada con ayuda de la FCC y con otros sensores y actuadores de la misión.

Estas decisiones se tomarán por medio de programas informáticos. El servicio orientado se utilizará en la arquitectura de que se muestra en la Figura 4. Hay funciones de software de propósito especial que se dividen en cuatro grandes grupos.

Servicio y control de vuelo: Este grupo de componentes de software está diseñado para tomar un control de vuelo cooperando con el ordenador.

Servicio de misión: Estas partes del software proporcionan la planificación de la misión, la gestión seguimiento y explotación de datos en tiempo real.

Servicio de procesamiento de imágenes: Este servicio consiste en la inspección basada en la visión por ordenador el reconocimiento de objetos, el seguimiento y la navegación.

Servicio de concienciación: Vuelo y Misión

Los servicios son para condiciones críticas, condiciones inesperadas, relacionadas con las condiciones climáticas.

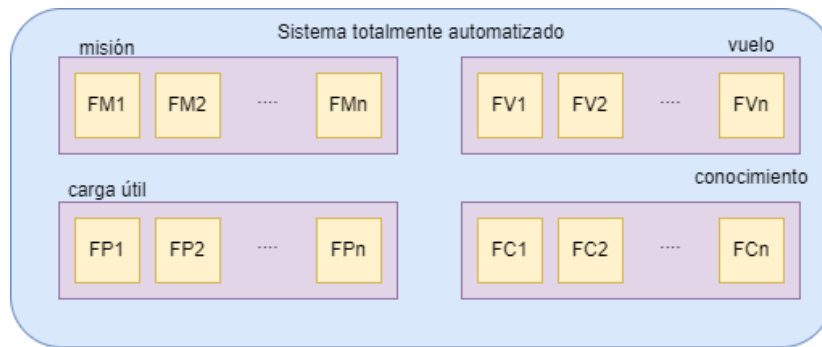


Figura 4. Arquitectura de software del sistema de inspección

Fuente: CyberDrone: una plataforma de ciberseguridad para detección de ataques a drones

[38]

2.2.1 Termografía

El control de las tormentas eléctricas y los estudios durante la formación de hielo se realizan para la reparación oportuna de los fallos y la adopción de medidas correspondientes en las líneas aéreas. Por lo general, la inspección directa de cada lugar la realizan trabajadores, lo que requiere mucho tiempo y dinero. La inspección mediante vehículos aéreos no tripulados (UAV) reducirá el tiempo de detección de las causas de la contingencia eléctrica mediante la determinación y evaluación de la totalidad de los datos recibidos de los equipos de fotografía, vídeo e imagen térmica instalados en el UAV.

El vehículo aéreo no tripulado UAV (dron) derivado del inglés dron es una aeronave sin personal a bordo. Está diseñado para el reconocimiento aéreo de instalaciones de superficie, la observación y otras tareas en tiempo real.

Las tareas de diagnóstico de equipos eléctricos pueden resolverse mediante la inspección termográfica. El objetivo de la inspección termográfica es reducir el volumen, la duración y el coste de los trabajos de reparación, aumentar los periodos entre reparaciones y mejorar la fiabilidad del sistema de alimentación eléctrica gracias a la detección de defectos locales.

El control infrarrojo realizado con la ayuda de modernos visores térmicos manuales de alta sensibilidad permite comprobar la fiabilidad del objeto vigilado con un coste económico mínimo, en poco tiempo y sin desactivar el equipo, detectando los defectos en una fase temprana de su desarrollo, reduciendo los costes de mantenimiento al

predecir el tiempo y el alcance de los trabajos de reparación. En la actualidad, la inspección termográfica establece principalmente la tarea de identificar zonas de sobrecalentamiento térmico local debido a posibles defectos, y cuando se detectan, la tarea se considera completada.

Esto reduce el alcance de la inspección termográfica y no hace que se aproveche al máximo. Es posible convertir la inspección termográfica en un método completo de diagnóstico técnico utilizando sistemas aéreos no tripulados, así como empleando tecnologías informáticas para procesar los resultados de dichas inspecciones. Este proyecto está dedicado a este campo de estudio. Para la inspección de las líneas eléctricas aéreas se utiliza el cuadricóptero Dron DJI MAVIC, que se controla a distancia mediante el programa correspondiente en un celular. El cuadricóptero es un vehículo aéreo no tripulado de tipo helicóptero con cuatro tornillos de soporte situados en las esquinas de una plataforma de vuelo de la Figura 5. Los motores eléctricos, que reciben energía de los acumuladores de a bordo, hacen girar los tornillos. El cuadricóptero está equipado con un piloto automático capaz de recibir señales GPS y GLONASS, lo que le permite navegar en el espacio y realizar vuelos con gran precisión a lo largo de rutas determinadas.



Figura 5. Dron DJI MAVIC Advanced

Fuente: DJI. [39]

La señal de vídeo se transmite por un canal digital en formato UHD y se almacena en un soporte extraíble.

La Tabla 1 indica las características del Dron.

Tabla 1. Especificaciones

Peso (incluyendo una batería)	2935 g
Velocidad máxima de ascenso	5 m/s
Velocidad horizontal máxima	22 m/s (modo ATTI, sin viento)
Altura máxima	500 metros
Tiempo máximo en el aire	180 minutos

Fuente: DJI. [39]

El cuadricóptero realiza un reconocimiento de un objeto desde una distancia de hasta 500 m (en algunos casos, la distancia al objeto puede reducirse al mínimo permitido). Además, el cuadricóptero ayuda a realizar imágenes térmicas. Duración del vuelo a partir de 60 minutos en condiciones meteorológicas normales.

La suspensión Zenmuse XT con una cámara termográfica se utiliza para el análisis de imágenes térmicas de la línea eléctrica aérea. La suspensión, equipada con una cámara de FLIR, está diseñada para realizar observaciones aéreas en el rango infrarrojo.

La

Tabla 2, muestra sus especificaciones.

Tabla 2. Especificaciones de la Zenmuse XT ZXTB19SP

Micro bolómetro	Vox no refrigerado
Formatos de visualización de vídeo	FPA/Digital 336 × 256
Rango de temperatura (°C)	-40 a 550
Dimensiones (milímetros)	103x 74x 102
Peso (kilogramos)	0.270

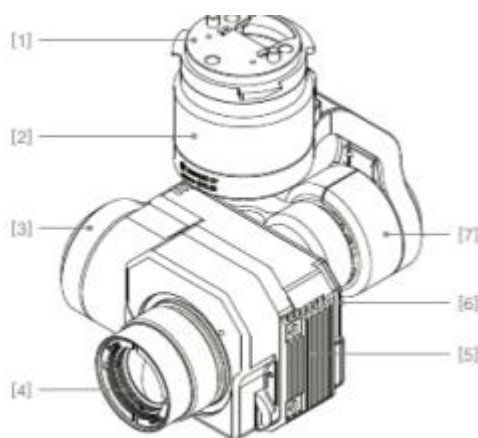


Figura 6. Cardán Zenmuse XT con cámara térmica

Fuente: Zenmus [19]

- Conector del cardán
- Motor de giro
- Motor de inclinación
- Lente
- Ranura para tarjeta Micro SD
- Cámara
- Motor de balanceo.

Las imágenes térmicas desde la altitud mínima de vuelo seguro del UAV permiten ver claramente líneas de transmisión, subtransmisión y distribución, grandes estructuras metálicas, caminos de tierra y asfalto, embalses, árboles y arbustos. Esto admite valorar la condición de los aisladores y cables de la red bajo tensión por temperatura en tiempo real. En caso de fallo o cierre de la integridad, los elementos conductores y los aisladores se calentarán.

El trazado fotogramétrico se lleva a cabo mediante un software especial que permite obtener un modelo digital del terreno (MDT) con la infraestructura de las redes eléctricas.

Las imágenes recibidas se procesan en Agisoft Photoscan. El primer paso es añadir fotos como la Figura 7 al proyecto (Procesar/Añadir fotos). Las fotos (cámaras) se ubican en el diagrama según los metadatos de la imagen (coordenadas GPS) de la foto EXIF.



Figura 7. Fotografía desde un quadcopter.

Fuente: Mantenimiento predictivo [19]

Las longitudes de las líneas eléctricas se determinan con suficiente precisión según la planimetría de la Figura 8.



Figura 8. Planimetría con línea de transmisión eléctrica

Fuente: Transmisión eléctrica [20]

Algunos ejemplos de imágenes térmicas mostradas en la Figura 9, procesadas con Flir Tools. Las imágenes Flir se almacenan en formato radiométrico *Jpeg en la tarjeta de memoria del dispositivo. Su transferencia a un ordenador personal y su posterior procesamiento requieren ciertas acciones. Los resultados de las mediciones se procesan.

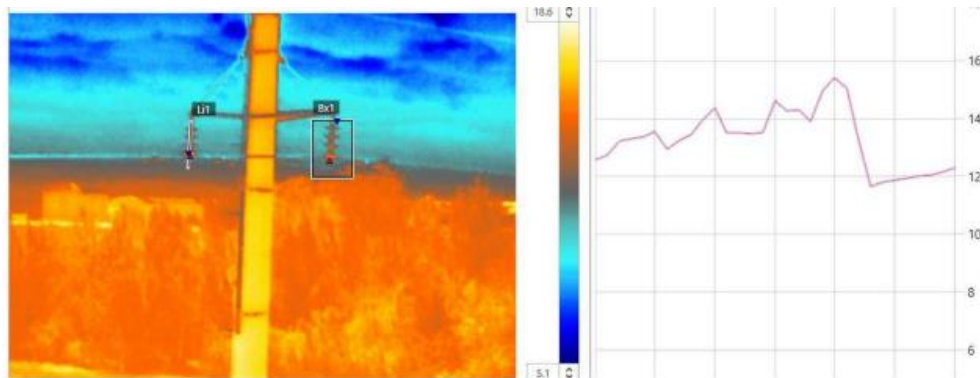


Figura 9. Imagen térmica del soporte de la línea eléctrica de 35 kV

Fuente: Mantenimiento predictivo aplicando técnicas: visuales, termográficas [40]

La monitorización por imágenes térmicas de las líneas eléctricas permite obtener materiales fotográficos y de vídeo únicos para evaluar y analizar el estado general de

la línea aérea lo antes posible, y posteriormente analizar y determinar los defectos, las desviaciones de los cables y el aislamiento respecto a las normas permitidas. El uso práctico del software aumentará la eficacia del diagnóstico por imágenes térmicas de los dispositivos de suministro de energía, desarrollará decisiones de gestión sólidas basadas en la inspección termográfica, identificará los factores que afectan a los daños de los equipos eléctricos y aumentará el rendimiento de los sistemas de suministro de energía.

2.3 Análisis fotográfico y termográfico

La confirmación fotográfica es una información fundamental durante una inspección, de la que se logra conseguir una amplia base de datos.

- Numeración de los polos
- Coordenadas del polo
- Detalles de los alimentadores o ramas
- Detalles del equipo dañado

Las fotos están tomadas desde el suelo, ya que los inspectores de trabajo no suelen manipular vehículos con plataformas elevadoras o cestas.

Las cámaras térmicas pueden detectar errores y defectos en una fase temprana. La aplicación de esta tecnología a los drones hace que ya no sea necesario permanecer durante horas en una escalera con una cámara de mano o realizar costosas inspecciones desde un vehículo aéreo tripulado [40].

Sin embargo, la instalación de cámaras térmicas en drones ha abierto nuevos campos de aplicación para la termografía aérea, que ahora utilizan cada vez más empresas. La termografía permite a los responsables de mantenimiento detectar anomalías antes de que se produzca un problema real. La versatilidad y la movilidad de los vehículos aéreos no tripulados permiten, por tanto, acceder a lugares que antes eran impensables.

La termografía ya se utiliza ampliamente en la industria, la construcción y el sector energético. En este contexto, las ondas electromagnéticas en el rango espectral

infrarrojo reflejadas por un objeto permiten medir con precisión la temperatura de su superficie sin contacto físico con el objeto. Sin embargo, con la introducción de las cámaras térmicas en los drones, la termografía aérea está abriendo nuevos campos de aplicación para un número creciente de empresas. Con las imágenes térmicas, los responsables de mantenimiento pueden detectar anomalías antes de que se produzca un problema real. La versatilidad y maniobrabilidad de los drones les permitirá tomar imágenes de lugares antes impensables. Al equipar los drones con cámaras de imagen térmica, es posible cartografiar un gran número de instalaciones y terrenos en un solo vuelo, y llegar a lugares difíciles o en gran medida intransitables sin riesgo humano [41].

2.3.1 Estudio Técnico/ Económico

2.3.2 Estudio técnico

Los estudios de ingeniería no se realizan de forma aislada, sino que se entrelazan con otros estudios. Por ejemplo, con estudios de mercado que brinden información sobre las características del producto esperadas por la demanda y disponibilidad de materias primas. También está muy ligado a los estudios legales para determinar si existen restricciones en la ubicación del proyecto. Por otro lado, los estudios financieros tienen como objetivo determinar si se cuenta con el capital para utilizar la tecnología adecuada al proceso productivo deseado. De lo contrario, la tecnología debe evaluarse en el contexto de los recursos disponibles [42].

Determinar la factibilidad técnica de un proyecto permite planificar y determinar la precisión del método de implementación, de acuerdo con las condiciones del entorno, para enfocarse en el uso positivo de los bienes y servicios. Uno de los objetivos de la investigación en ingeniería es estudiar el esquema de fabricación del producto fabricado y determinar el tamaño, la ubicación y el equipo óptimos necesarios para iniciar la producción. Para ello, los estudios de ingeniería deben abordar la cuestión de dónde, cuándo, cómo y con qué bienes y servicios se producirán [43].

Según Sapag, la estructura de la investigación tecnológica enfatiza los siguientes aspectos [44].

Proceso productivo: conjunto de actividades encaminadas a transformar recursos en bienes y servicios a través de la coordinación de trabajo, máquinas y procesos.

Capacidad de producción: el nivel máximo de producción alcanzable en una estructura económica dada. Priorizar la capacidad de producción que sea capaz de compensar las fluctuaciones.

Plano de fábrica: es el plano físico de los elementos industriales. Incluye el espacio requerido para el transporte y almacenamiento de materiales y mano de obra. El mal diseño de una fábrica puede ser una causa importante del fracaso empresarial.

Inversiones de capital: incluye la construcción y renovación de edificios y oficinas.

Calcular el costo de producción. Estos son todos los costos en los que incurre una empresa en el proceso de producción de bienes y servicios.

2.3.3 Estudio Económico

En los últimos años, la generación de energía a pequeña y gran escala ha sido reconocida como una opción adecuada para el acceso a la energía en áreas rurales aisladas debido a la extensión antieconómica de la red, por lo tanto, la utilización de los recursos de energía renovable en modo descentralizado sería la opción más económica y sostenible para el suministro de electricidad en las zonas rurales. Como los recursos de energía renovable (solar, eólica.) son de naturaleza intermitente, por lo tanto, es esencial integrar dichos recursos para proporcionar un suministro de energía confiable y económico al final del usuario. La electrificación de las zonas rurales tiene el potencial de mejorar el nivel de vida, las condiciones de salud, el nivel de educación y empoderar a los jóvenes de la población cercana [45].

Al proponer la investigación económica sobre un proceso de mejora tecnológica para sectores demográficos clave, incluso la matriz productiva se verá afectada positivamente. Es por esto que se afirma que el principal interés de este estudio económico es brindar a los habitantes de las parroquias menos favorecidas tecnológicamente la oportunidad de crecer en este ámbito y generar alternativas de desarrollo sustentable (considerado como un beneficio adicional, generar empleos e

incluir estas áreas en los proyectos de proveedores clave, acompañadas de campañas promocionales con subproductos en campo).

Así, se podrá identificar la necesidad de un servicio de Internet integral acorde a las necesidades de los usuarios y cómo se puede mejorar el estado tecnológico de la industria, no solo a nivel individual sino también a nivel comercial, pues con una mejor conexión a Internet [46], es posible implementar reformas a nivel socioeconómico, lo que lleva a un desarrollo sostenible para las áreas rurales, las personas y los problemas. La producción de inversión puede provenir de empresas en la misma industria o de otras empresas en general.

CAPÍTULO III

LINEAMIENTOS DE DISEÑO

De acuerdo a la información del capítulo II, para lo cual se detallará los materiales y métodos que se requieren para la obtención de los datos para la investigación a continuación:

3.1 Materiales

Herramientas utilizadas en campo y oficina para el análisis de factibilidad de mantenimientos preventivos con drones.

3.1.1 Herramientas de campo

Herramientas utilizadas para el desempeño laboral en el área de trabajo, bajo el monitoreo del personal capacitado.

3.1.1.1 Vehículo aéreo no tripulado de alas giratorias (Dron)

Dron propio, el cual permitió el monitoreo y detección de posibles fallencias en las redes de media y alta tensión de Empresa Eléctrica Ambato S.A.

3.1.1.2 Cámara dual termografía

Este dispositivo es propiedad del autor, lo que nos permite tomar fotografías de elementos anómalos en las redes de media y alta tensión de Empresa Eléctrica Ambato S.A.

3.1.2 Soporte informático

- Imágenes satelitales (Google Earth Pro)
- Información bibliográfica
- Internet
- Plano catastral

3.1.3 Recursos tecnológicos

- Impresora
- Plotter
- Dispositivos de almacenamiento USB
- Computador

3.1.4 Recursos informáticos

- Software de dibujo asistido por computador
- Motores de búsqueda
- Software de jofimática

3.2 Tipo y diseño de investigación

3.2.1 Tipo de investigación

Según el tema de este estudio, se basa en una investigación aplicada donde Lifeder (2021) afirma que “La investigación aplicada busca el conocimiento y la acción, construyendo y modificando una realidad problemática. Se centra en el problema y en la proyección en el campo cualitativo, buscando comprender mostrado por la observación. El estado general predeterminado de la empresa es prueba de validación.

3.2.2 Nivel de investigación

Sistema de obtención de datos enmarcándose en un estudio descriptivo. Centró su atención en la base de datos documental del fenómeno y las condiciones. Y ellos, a su vez, tienen un tipo transversal para el segundo trimestre de 2021 en redes de media y alta tensión de Empresa Eléctrica Ambato.

3.2.2.1 Descriptiva

Su objetivo es describir ciertas características del objeto de investigación. Además, examina e identifica las características y propiedades más comunes del objeto de investigación. La investigación descriptiva se caracteriza en su capacidad para poner de relieve las características fundamentales del objeto de la investigación y describir detalladamente sus componentes.

3.2.2.2 Documental

Investigación basada en la obtención de información bibliográfica relacionada con el tema de investigación, siendo estos medios físicos o digitales.

3.2.3 Diseño de investigación

Se maneja una investigación experimental, en la que se evalúa la incorporación de drones o vehículos aéreos no tripulados (UAV) para el mantenimiento predictivo de redes de medio y alto voltaje, considerando el análisis en tiempo real de imágenes de la termografía de la estructura de transmisión de voltaje.

3.2.4 Técnicas aplicadas en la recolección de la información

Existe muchas técnicas e instrumentos basados principalmente por la fuente de adquisición de datos, como la observación directa o indirecta según sea el caso.

3.2.4.1 Técnica

3.2.4.1.1 Documental

Análisis de documentos resultantes de una recopilación bibliográfica enfocados a presentar el estado del arte de una investigación o tema en específico, con una base sólida teórica de trabajos similares ya realizados.

3.2.4.1.2 *De campo*

Esta herramienta permite la capacidad de recopilar información del contacto directo con el sujeto de la investigación para obtenerla los datos experimentales. Ya que permite obtener la información directamente del campo.

El examen y / o monitoreo incluye la obtención de información a través del proceso directo de captura de imagen / temperatura digital y video UHD obtenido por el DRONE de las partes o estructuras de la red de Distribución, de los cuales el elemento de pregunta, prediseñado de acuerdo a las dimensiones planificadas estudiadas, es seleccionados por el investigador.

3.2.4.2 Recolección de datos

Entre la cuales se menciona

- Consulta la web, Google Academic, papers en IEEE, información interna de la EEASA.
- Investigar leyes, reglamentos y decisiones nacionales e internacionales.
- Investigar nuevas técnicas de examen en comparación con las técnicas tradicionales.
- Presentar los documentos justificativos para el examen y detección de accidentes, averías y anomalías en redes de media y alta tensión.

3.2.4.2.1 *Instrumento*

El propósito de la herramienta es recopilar información para su análisis y luego utilizarla quien más le convenga. La prueba es aplicada por un UAV el que recopilara los datos necesarios de todos los elementos que se encuentran el aérea de inspección.

3.2.4.2.2 *Procedimiento*

Proyecto realizado:

- Recopilación de información, fichas técnicas, informes de mantenimientos realizados.
- Coordinación con el grupo operativo para el desarrollo del proyecto con las exigencias laborales pertinentes.
- Inspección del área de trabajo para un mejor manejo de herramientas y optimización laboral
- Uso de GPS para localizar sitios de próximas inspecciones con precisión.
- Se desarrollará un plan potencial para sitios armados con sus respectivas coordenadas geográficas.
- Medición de calles, caminos de entrada, aceras y otros lugares (distancia mínima de seguridad).
- Tome medidas de la distancia de un poste a otro (espaciamiento).
- Tomar fotografías e identificar todas las fallas de subestaciones, estructuras y red.

3.2.4.2.3 *Procesamiento y análisis de datos*

Con la obtención de los datos necesarios para su posterior análisis con la finalidad de identificar falencias, se busca generar un plan de mejora y corrección de estas con las herramientas a nivel de software presentadas a continuación.

- Autodesk (AutoCAD 2021): se utiliza para trazar la ubicación y los detalles de las estructuras de refuerzo, entre otras cosas.
- Programa ArcGIS: sistema de geocordenadas perteneciente a la EEASA, para la ubicación de puntos exactos.
- Microsoft Office Excel 2019: para procesar y analizar datos obtenidos en el proyecto.
- Microsoft Office Word 2019: desarrollo de tabulaciones de datos y fichas técnicas.

- Otros: (Cámaras - Laptops - Computadoras - Impresoras). Presentar información en forma de tablas y gráficos, y analizar e interpretar datos.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS TÉCNICO DEL ESTADO ACTUAL

En el desarrollo del presente capítulo se va a realizar un diagnóstico de forma técnica sobre las redes de alto voltaje de la empresa eléctrica Ambato, con la finalidad de evaluar el mantenimiento preventivo predictivo mediante vehículos aéreos no tripulados, las redes que se van a diagnosticar se encuentran en el cantón Baños, de la provincia de Tungurahua.

4.1 Área de estudio

En la Provincia de Tungurahua, cantón Baños aproximadamente a 35 km, se encuentra rodeada de cascadas y aguas termales que se originen del volcán Tungurahua el cual este situado a una altura de 5.016 m.s.n.m.

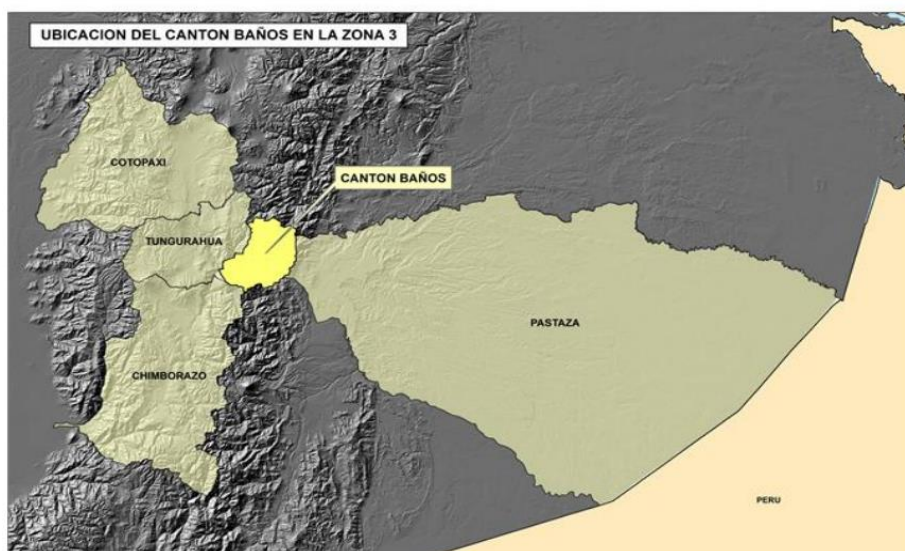


Figura 10. Ubicación del cantón Baños en la zona 3

Fuente: INEC [27]

El cantón Baños posee 4 parroquias

- Lligua
- Rio Negro
- Ulba
- Rio Verde

- Baños de Agua Santa (cabecera cantonal)

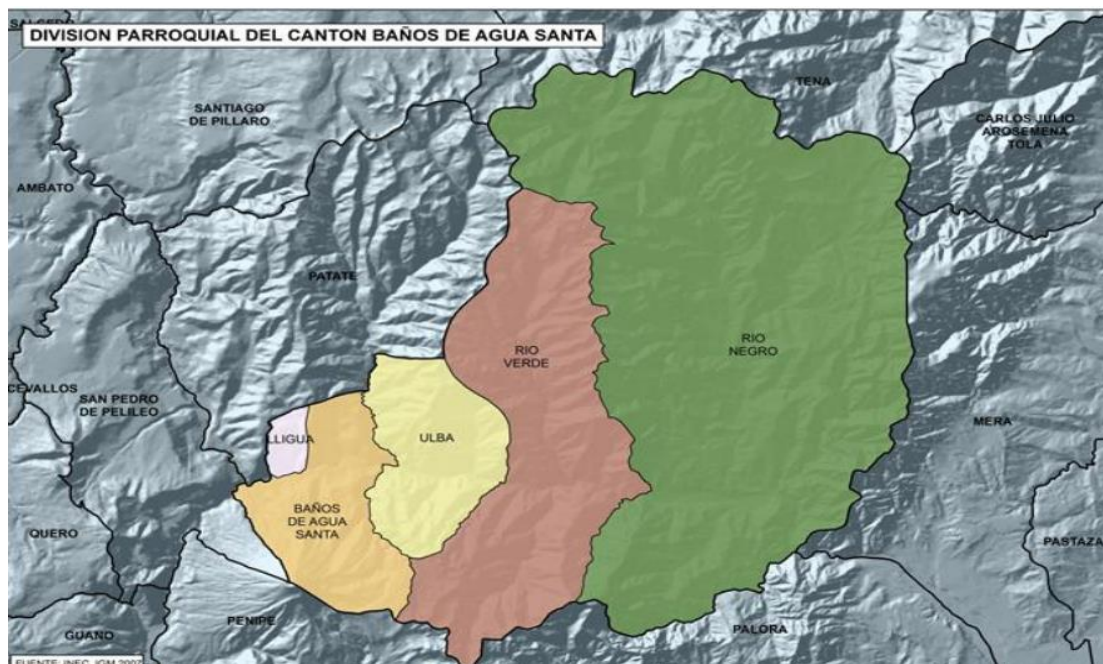


Figura 11. División parroquial del cantón Baños

Fuente: INEC [27]

De acuerdo al INEC [27], el cantón Baños tiene una población de 20.0 mil hab. Lo que representa el 4% de la población respecto a la provincia de Tungurahua, del total de esta población se cuenta con el 64.9% de la población urbana y el 35.1% de la población rural. Baños cuenta con una Población económicamente activa del 59.6%.

El cantón Baños es apetecido turísticamente, por lo que es de suma importancia que se haga un mantenimiento de las redes de medio y de alto voltaje.

4.2 Definiciones referentes a redes de medio de alto voltaje

Según el Departamento de Electricidad y Energía Renovable en su publicación del 20 de octubre de 2017, establecen los siguientes términos con sus respectivas definiciones:

Cargador de Alta densidad: cargador con densidad de carga lineal calculada mayor a 550k VA/km y menor o igual a 1000 kVA/km.

Fuente de alimentación de baja densidad: Fuente de alimentación con una densidad de carga lineal superior a 75 kVA/km e inferior o igual a 150 kVA/km.

Alimentador de media densidad: Trayecto con densidad de carga lineal superior a 150 kVA/km e inferior o igual a 550 kVA/km.

Anormalidades: Cualquier daño al medidor, sus accesorios o sus conexiones, no por parte del usuario, que resulte en un cambio en el registro de consumo correcto.

Baja tensión: El nivel de tensión es menor o igual a 1 kV.

Calidad del Servicio Comercial: Cumplimiento de los plazos establecidos en la presente Resolución, teniendo en cuenta las necesidades y reclamos de los usuarios.

Consumo de Energía: La cantidad de energía eléctrica, en kWh, suministrada al usuario en un intervalo de tiempo.

Corriente: La cantidad de carga que fluye a través de un cable o conductor en un intervalo de tiempo.

Demanda de Electricidad: Los requerimientos eléctricos y de energía eléctrica de un usuario, un área o un sistema eléctrico.

Energía: La capacidad de un cuerpo para crear trabajo.

Off-grid: Se emite un certificado a los usuarios cuando conectan sus dispositivos a una red de distribución que requiere escalamiento.

Demanda alta: la capacidad del suscriptor es superior a 30 kVA.

Kilovatio: Medida de potencia equivalente a mil vatios.

Megavatio: Unidad de energía equivalente a un millón de vatios.

Potencia: La intensidad del flujo de energía. Energía por unidad de tiempo.

Red Autónoma: Es parte del Sistema Eléctrico Nacional, conformada por instalaciones no conectadas a él, destinadas a dar servicio en áreas no conservadas.

4.3 Redes de medio y alto voltaje de la empresa Eléctrica Ambato S.A

De acuerdo con los Lineamientos de Diseño de la Red del Centro Regional de Empresa Eléctrica Ambato, EEASA provee energía a los estados de: Ambato, Baños, Píllaro, Pelileo, Patate, Quero, Moca, Cevallos y Tisaleo en la provincia de Tungurahua; Pastaza, Mera, Santa Clara y Arajuno en la Provincia de Pastaza; Palora, Pablo Sexto y Huamboya en la provincia de Morona Santiago; y, Arosemena Tola, Tena y Archidona en la Provincia de Napo.

4.3.1 Voltaje o tensión de trabajo

Los valores de tensión nominal en los distintos componentes del sistema son los siguientes:

Transmisión secundaria 69 kV

Alimentación primaria 13,8/7,9 kV, líneas y red de distribución

Circuito secundario trifásico 220/127 V

Secundario monofásico circuito.

Tensión (2 hilos) 120 V

Tensión (3 líneas) 240/120 V

Línea primaria a 13,8 / 7,9 kV formada por conductores monofásicos, bifásicos o trifásicos y un conductor neutro continuo, puesta a tierra.

4.3.2 Áreas típicas de consumo

Dentro de la Empresa Eléctrica de Ambato EEASA, para utilizar los lineamientos de diseño, se hace una división en áreas urbanas y rurales. Las áreas metropolitanas incluyen las áreas incorporadas de las capitales de los estados. El resto del área se considera rural.

4.3.3 Nivel de aislamiento

Desde hace más de un siglo, los aislantes de porcelana se utilizan para soportar y aislar los conductores aéreos en los sistemas de transmisión y distribución. A pesar de que los recientes aislantes poliméricos son más ligeros, los aislantes cerámicos se siguen utilizando y algunas empresas de servicios públicos siguen prefiriéndolos a los poliméricos. Dado que los sistemas de transmisión y distribución discurren por zonas amplias y abiertas, los aisladores utilizados en estos sistemas están sometidos a tensiones ambientales, como la polución y la contaminación, junto con la tensión normalmente aplicada y las cargas mecánicas. Las tensiones transitorias debidas a los rayos o las tensiones mecánicas transitorias debidas a los fuertes vientos son ejemplos de tensiones impuestas al sistema de aislamiento.

4.3.4 Categorización del cliente residencial.

La agrupación de clientes de electricidad apoya la segmentación y gestión efectiva del mercado. La literatura sugiere la agrupación de los clientes residenciales por sus características de carga. El desafío clave es la aplicación de procesos apropiados para reducir la dimensionalidad extrema de las series de tiempo de carga para facilitar categorías únicas. La extracción de características de tiempo es un remedio potencial, sin embargo, está limitada por el tipo de series temporales ruidosas, irregulares y desiguales comunes en los conjuntos de datos residenciales.

4.3.5 Demanda Máxima diversificada.

Los programas de respuesta a la demanda ofrecen soluciones eficientes para muchos problemas del sistema de energía, como el alto costo de generación, la alta relación pico-promedio de la demanda, las altas emisiones, los problemas de confiabilidad y la congestión en los sistemas de generación, transmisión y distribución. Su función principal es ayudar a los sistemas de energía durante las horas pico de demanda y también durante las contingencias. Son una subcategoría de la familia de estrategias de gestión del lado de la demanda.

4.3.6 Caídas de voltaje.

Los valores que se manejan para la caída de tensión o diferencia de potencial se encuentran relacionadas con el rendimiento del sistema en el que para garantizar un rendimiento óptimo no se debe superar estas caídas de voltaje en 1% como límite máximo, considerando partes de este a los conductores.

4.3.7 Distribución principal

Las principales dificultades para resolver la planificación de redes de distribución primaria están relacionadas con la naturaleza combinatoria del problema que presenta un espacio de solución de gran dimensión, una estructura multimodal con numerosos óptimos locales y variables de decisión binarias. Empleando varios métodos en estudios de planificación óptima para redes de distribución primaria con una sola función objetivo, como la optimización de recursos. Las técnicas de solución propuestas para resolver funciones multiobjetivo en el diseño de sistemas de distribución de energía son: algoritmo genético de clasificación no dominada y algoritmo evolutivo de fuerza de Pareto.

Estas técnicas consideran costos fijos y variables de los elementos que componen los sistemas de distribución primaria. Los costos fijos representan las inversiones involucradas en la instalación de nuevos alimentadores o laterales, así como la estructura física para soportar estos conductores, y/o cambio de tamaño de los conductores y estructuras de soporte existentes, asignación de seccionadores con sus estructuras de soporte, ramales de interconexión entre alimentadores y la construcción de nuevas subestaciones. Los costos variables son los costos de las pérdidas de energía, en condiciones de carga nominal necesarias para operar la red de distribución.

4.3.8 Iluminación

Sin embargo, hay un número creciente de estudios que señalan que una perspectiva inteligente en algunos campos no solo puede tener un menor impacto directo en el medio ambiente, sino también convertirse en una herramienta para fomentar el desarrollo sostenible e incluso disminuir el impacto de otras actividades humanas. Este es el caso de la iluminación. Una concepción demasiado directa de la iluminación podría llevar a las autoridades, ingenieros y particulares a centrarse en hacerla más sostenible mediante la introducción de tecnologías y fuentes de luz más eficientes, disminución de los niveles de iluminación y contaminación lumínica, y optimización de dichas instalaciones.

Es lo que clásicamente se denomina iluminación sostenible. Sin embargo, cada vez es más evidente que algunos tipos de iluminación pueden contribuir directamente al aumento de la producción agrícola, alumbrado público, la preservación del patrimonio cultural, o el apego a los medios de vida tradicionales, entre otros. Estos y otros impactos de una iluminación inteligente pueden ayudar a disminuir las migraciones masivas de las zonas rurales a las grandes ciudades, contribuir a una distribución justa de los bienes, preservar los modos de vida tradicionales, mejorar la salud y el bienestar de las personas y muchos otros efectos directos impactando en el medio ambiente y permitiendo un desarrollo sostenible.

4.3.9 Instalaciones de alumbrado

Hace unos años, el ahorro neto en potencia instalada por consumo por luminaria, o número de luminarias y auxiliares eléctricos y la inversión económica neta eran los principales objetivos de las instalaciones de alumbrado. Actualmente, trasciende las consideraciones energéticas y económicas y se ha extendido a áreas tan diversas como el bienestar del usuario, los efectos a largo plazo sobre la salud y el medio ambiente, el patrimonio cultural, el acceso a la alimentación y la educación, así como muchos otros aspectos que enriquecen la visión moderna de la sostenibilidad.

4.3.10 Iluminación LED

En comparación con las fuentes de luz tradicionales, como las lámparas incandescentes y las lámparas fluorescentes, los diodos emisores de luz blanca (WLED) poseen grandes ventajas competitivas de respeto al medio ambiente, alta velocidad de respuesta, alta eficiencia, bajo consumo de energía y longevidad, y han sido ampliamente utilizados en iluminación. campos de iluminación interior, faros, farolas y retroiluminación. La forma más común de fabricar WLED es combinar LED inorgánicos azules o LED orgánicos con materiales fluorescentes de colores amplios o crear luz direccionable individualmente con longitudes de onda de excitación de rojo (R), verde (G) y azul (B).

En cuanto a los WLED inorgánicos, es difícil hacer crecer los pozos cuánticos múltiples (MQW) de tres colores RGB en la misma oblea, y el método requiere una alineación precisa para cada píxel y un circuito de conducción complicado para mantener el índice de reproducción cromática (CRI) durante la operación. Además, la baja eficiencia de los LED verdes de GaN prohibió el uso de LED RGB para aplicaciones de iluminación altamente eficientes. Por lo tanto, se adoptó ampliamente la integración de fósforo amarillo con LED azules de GaN de alta intensidad. Las capas de conversión de color se convierten para emitir luz amarilla después de absorber la luz LED azul y la mezcla de luz azul del LED y luz amarilla del fósforo para formar luz blanca.

4.3.11 Mantenimiento

La aplicación de redes neuronales artificiales (ANN) junto con la termografía infrarroja, donde la red ANN Multilayered Perceptron (MLP) permite el mantenimiento predictivo de equipos eléctricos al clasificar los defectos identificados en imágenes térmicas. También se han aplicado tecnologías de realidad aumentada (AR) en visualizaciones térmicas, lo que sugiere su aplicación en el modelado de información de construcción.

Para implementar un sistema de apoyo a la decisión (DSS) basado en mantenimiento predictivo es necesario aplicar algoritmos de minería de datos. Estos algoritmos se

pueden ejecutar utilizando herramientas de código abierto como lenguaje R, Orange Canvas, Rapid Miner, KNIME y Waikato Environment for Knowledge Analysis (Weka), disponibles como interfaces gráficas de usuario utilizando objetos o bibliotecas.

Las herramientas avanzadas de procesamiento de imágenes, como ImageJ, pueden proporcionar más tipologías de análisis avanzados, como el procesamiento 3D y la segmentación de imágenes. Una herramienta típica para el diseño de sistemas híbridos de energía renovable es Homer. Esta herramienta proporciona una distribución de carga ideal durante el tiempo a partir de la distribución de energía de una red inteligente.

4.3.12 Supervisión de picos de voltaje

La señal de la inicialización del periférico se envía a este módulo de protección. El voltaje operativo requerido para el monitoreo es de 120 V. Si el voltaje es inferior a 120 V, la energía fluirá al módulo de apagado y luego al monitor de suministro y, después del monitoreo, la señal fluirá hacia el inicio. Si el voltaje es superior a 120 V, el suministro se alimentará al módulo de cálculo de voltaje y corriente seguido del monitoreo de voltaje principal.

En el módulo de cálculo de corriente y voltaje, los parámetros de bajo voltaje, sobre voltaje y sobre corriente se ajustan de acuerdo con las aplicaciones requeridas y la señal se envía al módulo de parámetros de ajuste de voltaje y corriente. En este módulo el voltaje de referencia se ajusta de acuerdo con el requerimiento.

Cuando la tensión y la corriente superan o son inferiores al valor de referencia, da una señal al circuito del controlador de relé en el que el relé en condiciones normalmente cerradas se convierte en condiciones normalmente abiertas. De lo contrario, si el valor de voltaje o corriente es igual al valor de referencia, el relé estará en condición normalmente cerrada. Cada 10 s, las señales del circuito del controlador de relé se alimentan al módulo de cálculo de corriente o voltaje para una operación continua.

4.3.13 Criterios generales para aplicación: Red aérea

El funcionamiento ininterrumpido de los sistemas de energía eléctrica es la condición más importante para el desarrollo efectivo de la economía de cualquier estado moderno. A su vez, el funcionamiento ininterrumpido depende de la confiabilidad y eficiencia de la línea aérea.

Sobre la base del análisis de los datos estadísticos de las empresas de la red eléctrica, se puede concluir que, en comparación con otros equipos de energía eléctrica, las líneas aéreas son uno de los nodos más débiles.

Tabla 3. Distribución de infracciones tecnológicas

Tipo de instalación eléctrica	Número de violaciones tecnológicas, unidades.
Titulares	38715
Líneas de cable	33
Equipos de potencia de subestaciones	2294
Equipos de comunicación y tele mecánicos	47

Fuente: EEASA [27]

El alto nivel de accidentes en las líneas aéreas se debe a una serie de factores, uno de los cuales son los efectos geográficos y meteorológicos externos debido al diseño abierto.

Las infracciones tecnológicas (accidentes) en las líneas aéreas tienen un impacto negativo en la calidad de los servicios que se brindan a los consumidores.

Tabla 4. Análisis de indicadores de calidad

Indicador	2018	2019	2020
Duración media del accidente, h	3.1	1.42	1.41
Número de accidentes, unidades.	1743	1437	1390
Suministro de energía eléctrica, kW • h	303	127	237
SAIDI (Índice de duración de interrupción promedio del sistema), h	2.2112	1.9975	1.8978
SAIFI (Índice de frecuencia de interrupción promedio del sistema)	1.9711	1.9007	1.7965

Fuente: EEASA [27]

Con base en estos datos estadísticos, existe la necesidad de reducir el alto nivel de accidentes en las líneas aéreas y mejorar los indicadores de calidad de los servicios de

subtransmisión de energía eléctrica que se brindan a los consumidores. Por lo tanto, para lograr las tareas establecidas, se propone desarrollar un sistema de medición de información para monitorear los parámetros de las líneas aéreas. Basados en métodos de control de calidad.

4.3.14 Pruebas de Campo

4.3.14.1 Termografía Manual (nivel del suelo)

El proceso de mantenimiento preventivo predictivo con análisis termográfico se lo realiza con los siguientes materiales:

Materiales Tecnológicos

Tabla 5. Materiales Tecnológicos

Equipo	Marca / modelo	Cantidad
Cámara Termográfica	SATIR HOTFIND S	1
Cámara Termográfica	FLUKE Ti480	1
Cámara Termográfica	FLIR E96	1
Medidor Ambiental	KESTREL 5200	1
Trípode cámara	SATIR HOTFIND S	1
Laptop	HP EliteBook 840 G81 (2U3M7AW)	

Elaborado por: José Rodríguez.

El grupo operativo que realiza el procedimiento se conforma de 5 integrantes:

- Inspector
- Tecnólogo Eléctrico 1
- Tecnólogo Eléctrico 2
- Chofer 1
- Chofer 2

De este personal, el Inspector tiene el cargo de Ingeniero Eléctrico y una certificación en Termografía Infraroja, por tal motivo es el encargado del manejo de la cámara termográfica y el uso adecuado de los datos que arroje la misma.

Los Tecnólogos Eléctricos 1 y 2, son los encargados de establecer un perímetro seguro para poder realizar el procedimiento de termografía, están encargados de verificar que no existan obstáculos para una correcta visibilidad desde la cámara hacia el punto de análisis.

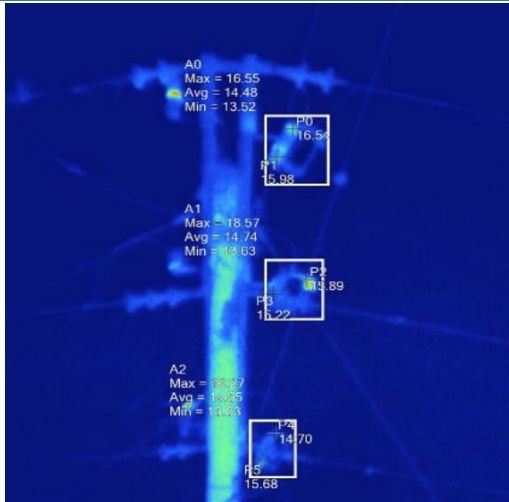
Los choferes están encargados de la movilización para poder trasladar a los diferentes puntos que se desean realizar el mantenimiento preventivo predictivo.

4.3.14.1.1 Análisis de Datos

Tabla 6. Inspección termográfica

INSPECCION TERMOGRAFICA			
1. DATOS GENERALES			
Tipo de Inspección	Termográfica	Entidad evaluadora	CORFOPYM INSPECCION
Analista	Ing. Geovanny Villacis	Operador dron - cámara	G2_Herman_Saragozin
2. CONDICIONES DE INSPECCION Y DATOS TERMICOS			
Equipo: Dron (UAV)- cámara	Fluke Ti480 PRO (640*480) mpx	Equipo: Cond. Climáticas	Kestrel 5200
Velocidad viento (m/s)	3,2	Distancia de medición (m)	8,72
Humedad Relativa (%)	50	Temperatura Amb. C°	16,3
3. RESULTADOS TECNICOS			
Sistema / Nivel tensión eléctrica (kV)	Distribución / 13,8	Tipo estructura	EST3HD

IMAGEN TERMICA	IMAGEN RGB
----------------	------------



Anomalía	Componente con anomalía	Descripción
----------	-------------------------	-------------

NO	NO	Todas las áreas muestran una temperatura en el rango normal.
----	----	--

3.1. ANALISIS TERMOGRAFICO

T. Amb. °C	16,3	T. Ref. °C	14,7
Sp_1 (°C)	16,54	A1 (°C)	16,55
Sp_2 (°C)	15,98	A2 (°C)	18,57
Sp_3 (°C)	15,89	A3 (°C)	16,27
Sp_4 (°C)	15,22		
Sp_5 (°C)	14,7		
Sp_6 (°C)	15,68		
T. Max. °C	18,57		
Emisividad	0,9		
Delta T °C		3,87	
Nivel de criticidad	NORMAL (GRADO 4)		
Observaciones:	SIN OBSERVACIONES		
Posibles causas:	NO APLICA		
Conclusiones:	NO ES NECESARIA NINGUNA ACCION HASTA EL PROXIMO MANTENIMIENTO PREDICTIVO		
Acciones:	NO REQUIERE ACCIONES		

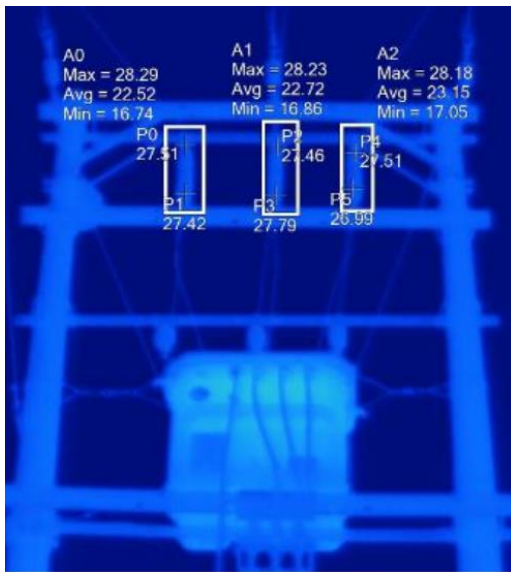
Elaborado por: José Rodríguez.

Tabla 7. Inspección Termográfica Manual 2

INSPECCION TERMOGRAFICA

IMAGEN TERMICA

IMAGEN RGB



Anomalía	Componente con anomalía	Descripción
NO	NO	Todas las áreas muestran una temperatura en el rango normal.

3.1. ANALISIS TERMOGRAFICO

Delta T °C	1,3
Nivel de criticidad	NORMAL (GRADO 4)
Observaciones:	SIN OBSERVACIONES
Posibles causas:	NO APLICA
Conclusiones:	NO ES NECESARIA NINGUNA ACCION HASTA EL PROXIMO MANTENIMIENTO PREDICTIVO
Acciones:	NO REQUIERE ACCIONES

Elaborado por: José Rodríguez.

Tabla 8. Inspección Termográfica Manual 3



Anomalía	Componente con anomalía	Descripción
NO	NO	Todas las áreas muestran una temperatura en el rango normal.

3.1. ANALISIS TERMOGRAFICO	
Delta T °C	11,37
Nivel de criticidad	NORMAL (GRADO 4)
Observaciones:	SIN OBSERVACIONES
Posibles causas:	NO APLICA
Conclusiones:	NO ES NECESARIA NINGUNA ACCION HASTA EL PROXIMO MANTENIMIENTO PREDICTIVO
Acciones:	NO REQUIERE ACCIONES

Elaborado por: José Rodríguez.

En esta inspección termográfica a nivel del suelo, arroja datos que se encuentran dentro del rango admisible para optar por un grado de criticidad normal, no se obtiene observaciones y no es necesaria ninguna acción hasta que se realice el próximo mantenimiento predictivo.

Para poder obtener el nivel de criticidad se necesita el valor de temperatura delta (Delta T °C), este dato se lo obtiene con la ecuación:

$$\Delta T^{\circ}C = T.Max.^{\circ}C - T.Ref.^{\circ}C$$

Ecuación 3. Delta

Y acorde a rango termográfico que se trabaja en la normativa interna de la EEASA, se calcula el nivel de criticidad, para poder darle un balance en las observaciones o mantenimiento si es necesario.

Tabla 7. Estructuras de inspección termográfica.

Δt (°c)	Condición	Nivel	Calificación	Consideraciones
0-13	NORMAL	Grado 4	Próximo predictivo	No es necesario ninguna acción hasta el próximo estudio predictivo
14-20	LEVE	Grado 3	Realizar Seguimiento	Medidas correctivas no requeridas, deben ser registradas y observadas
21-60	GRAVE	Grado 2	Lo antes posible	Medidas correctivas requeridas, atender acuerdo a la programación del mantenimiento. Monitorear
>61	CRITICO	Grado 1	Muy urgente	Medidas correctivas requeridas, atenderlo lo más pronto posible.

Elaborado por: José Rodríguez.

4.3.14.2 Termografía Dron (Aérea)

El proceso de mantenimiento preventivo predictivo con análisis termográfico aéreo – dron se lo realizo con los siguientes materiales:

Tabla 8. Materiales Tecnológicos

Equipo	Marca / modelo	Cantidad
Cámara Termográfica - Dron	DJI Mavic Enterprise	1
Medidor Ambiental	KESTREL 5200	1
Laptop	HP EliteBook 840 G8 (2U3M7AW)	1
Celular	Iphone	1

Elaborado por: José Rodríguez.

El grupo operativo que realiza el procedimiento se conforma de 3 integrantes:

- Inspector
- Tecnólogo Eléctrico
- Chofer

De este personal, el Inspector tiene el cargo de Ingeniero Eléctrico, una certificación en Termografía Infraroja y una certificación de pilotaje de Drones, por tal motivo es el encargado del manejo del dron y el uso adecuado de los datos que arroja la cámara termográfica.

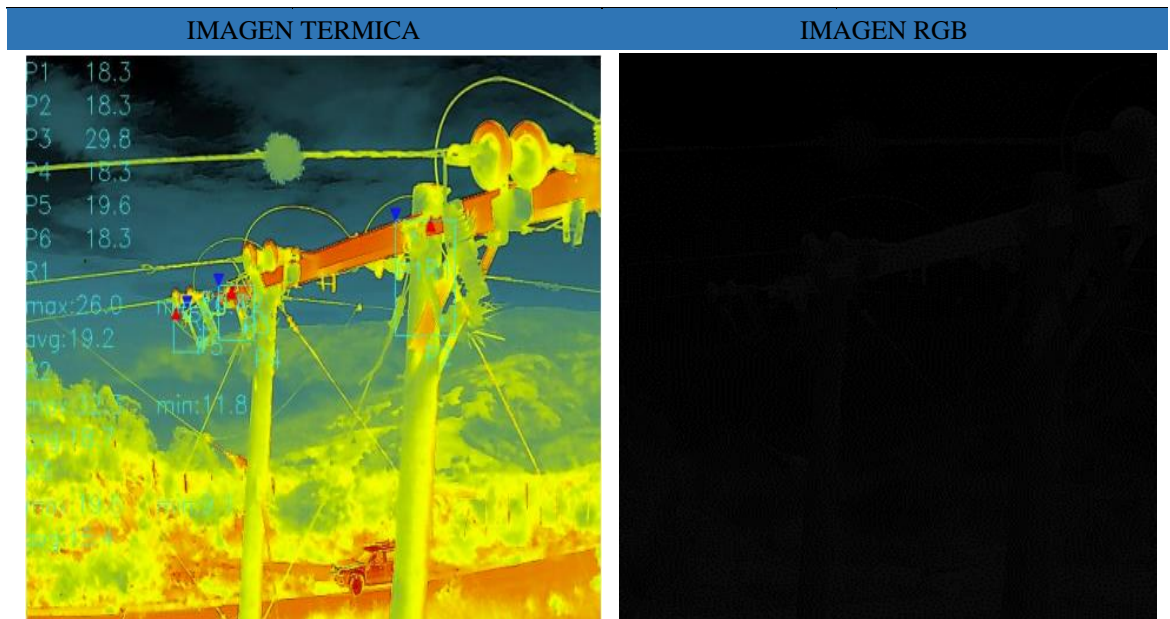
El tecnólogo eléctrico, es el encargado de limitar el área de utilidad para el despegue y aterrizaje del dron, también se encarga de establecer el rango de puntos que se van analizar, teniendo en cuenta que el dron tiene un alcance máximo 700 m a 1 Km.

El chofer este encargado de movilizar al grupo operativo hacia el punto de donde comenzara la inspección.

4.3.14.2.1 Análisis de Datos

Tabla 9. Inspección.

INSPECCION TERMOGRAFICA			
1. DATOS GENERALES			
Tipo de Inspección	Termográfica	Entidad evaluadora	CORFOPYM INSPECCION
Analista	Ing. Geovanny Villacis	Operador dron - cámara	G2_Fernando_Briseño
2. CONDICIONES DE INSPECCION Y DATOS TERMICOS			
Equipo: Dron (UAV)- cámara	DJI Mavic Enterprise	Equipo: Cond. Climáticas	Kestrel 5200
Velocidad viento (m/s)	0.3	Distancia de medición (m)	3.8
Humedad Relativa (%)	68	Temperatura Amb. C°	17.7
3. RESULTADOS TECNICOS			
Sistema / Nivel tensión eléctrica (kV)	Distribución / 13,8	Tipo estructura	EST3HD



Anomalía	Componente con anomalía	Descripción
SI	SECCIONADOR	El área R2, en el punto P3 presenta un incremento de temperatura en consideración a los demás puntos.

3.1. ANALISIS TERMOGRAFICO			
T. Amb. °C	17,7	T. Ref. °C	18,3
Sp_1 (°C)	18,3	A1 (°C)	26
Sp_2 (°C)	18,3	A2 (°C)	32,3
Sp_3 (°C)	29,8	A3 (°C)	19,6
Sp_4 (°C)	18,3		
Sp_5 (°C)	19,6		
Sp_6 (°C)	18,3		
T. Max. °C	32,3		
Emisividad	0,9		
Delta T °C		14	

Nivel de criticidad	LEVE (GRADO 3)
Observaciones:	SECCIONADOR DEFECTUOSO
Posibles causas:	CONTACTO DEFICIENTE EN TERMINAL SUPERIOR DEL SECCIONADOR
Conclusiones:	REALIZAR UN SEGUIMIENTO PARA VER LA EVOLUCIÓN DEL PUNTO CALIENTE
Acciones:	SEGUIMIENTO

Elaborado por: José Rodríguez.

Tabla 10. Inspección Termográfica Aérea (dron) 2.

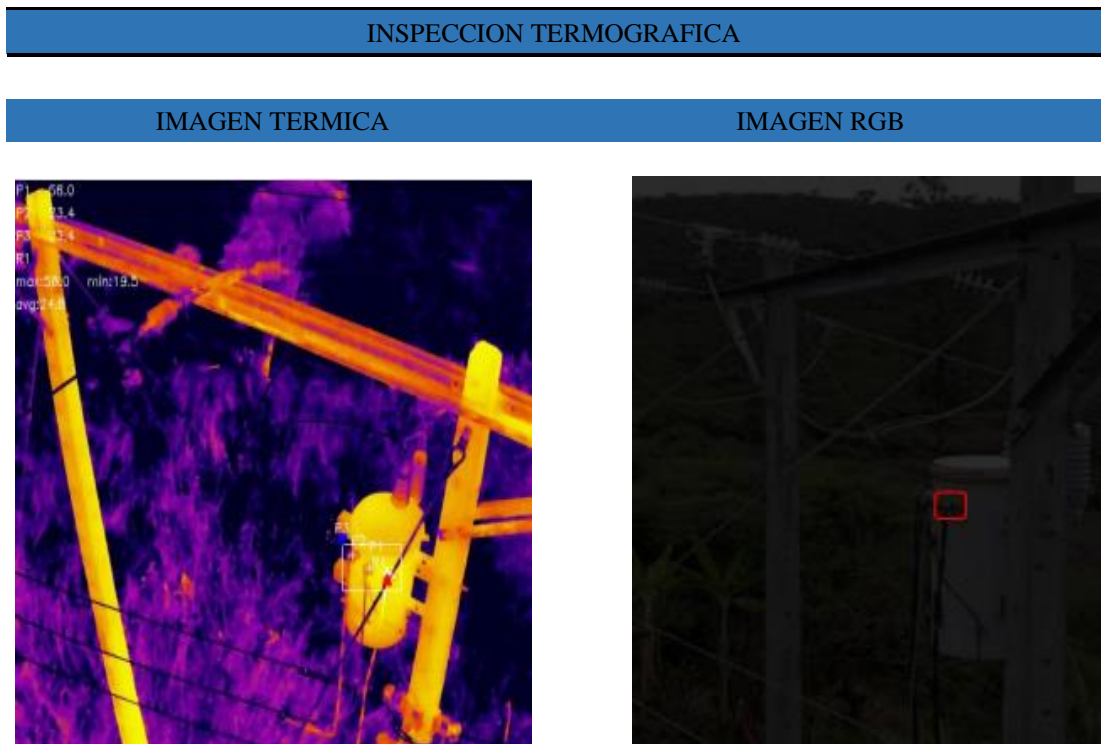
INSPECCION TERMOGRAFICA	
IMAGEN TERMICA	IMAGEN RGB
<p>P1 69.2 P2 52.1 P3 27.3 R1 max:78.9 min:26.0 avg:34.2 R2 max:81.3 min:26.0 avg:35.9 R3 max:39.8 min:26.0 avg:28.0</p>	

Anomalía	Componente con anomalía	Descripción
SI	NH	En el Área A0, en el punto Sp_0 existe un incremento de temperatura a consideración de los demás puntos.

3.1. ANALISIS TERMOGRAFICO	
Delta T °C	54
Nivel de criticidad	MODERADO (GRADO 2)
Observaciones:	CONTACTO DEFECTUOSO
Posibles causas:	CONTACTO DEFICIENTE ENTRE CONECTOR Y BASE DEL NH
Conclusiones:	REALIZAR LAS MEDIDAS CORRECTIVAS DE ACUERDO A LA PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTO
Acciones:	MONITOREAR

Elaborado por: José Rodríguez.

Tabla 11. Inspección Termográfica Aérea (dron) 3



Anomalía	Componente con anomalía	Descripción
SI	BUSHING DE BAJA	El área A0 en el punto P0, presenta un incremento de temperatura en consideración a los demás puntos.

3.1. ANALISIS TERMOGRAFICO	
Delta T °C	34.6
Nivel de criticidad	MODERADO (GRADO 2)
Observaciones:	BUSHING DEFECTUOSO EN EL TRANSFORMADOR
Posibles causas:	FALSO CONTACTO EN EL BUSHING DE BAJA TENSION
Conclusiones:	REALIZAR LAS MEDIDAS CORRECTIVAS DE ACUERDO A LA PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTO
Acciones:	MONITOREAR

Elaborado por: José Rodríguez.

4.3.15 Factibilidad

El análisis de los datos obtenidos en las pruebas de campo de las dos áreas, es el proceso inicial para poder realizar la factibilidad del proyecto, de esta manera se emplea una evaluación comparativa del cumplimiento de los objetivos propuestos teniendo en cuenta las variantes que se presentan en estos diferentes tipos de mantenimiento.

4.3.15.1 Factibilidad Operativa

En esta factibilidad se desglosa la información personal, profesional y técnica que tiene el grupo operativo para la realización del proyecto. Se analiza que cuenten con las exigencias laborales necesarias en los diferentes procesos de operación.

4.3.15.1.1 Datos personales operativo

Tabla 12. Mantenimiento termográfico manual (nivel suelo)

Personal	Profesión	Certificaciones	Experiencia (años)
Inspector	Ing. Eléctrico	Certificación en Termografía	2
Operador 1	Tnlgo. Eléctrico	Certificación Riesgos Eléctricos	2
Operador 2	Tnlgo. Eléctrico	Certificación en Riesgos Laborales	2
Chofer 1	Tec. Electricidad	Licencia Profesional	2
Chofer 2	Tec. Electricidad	Licencia Profesional	2

Elaborado por: José Rodríguez.

Desglose de datos de personal operativo necesario para el correcto proceso de mantenimiento preventivo – predictivo termográfico a nivel del suelo.

Tabla 13. Mantenimiento termo gráfico aéreo (Dron)

Personal	Profesión	Certificaciones	Experiencia (años)
Inspector	Ing. Eléctrico	Certificación en Termografía	2
		Certificación de Pilotaje de Dron	1
Operador	Tnlgo. Eléctrico	Certificación Riesgos Eléctricos	2
Chofer 1	Tec. Electricidad	Licencia Profesional	2

Elaborado por: José Rodríguez.

Detalle de personal utilizado para el mantenimiento preventivo – predictivo termográfico aéreo (dron).

En esta tabulación, se detalla todo el personal técnico operativo que es necesario para la correcta implementación del proyecto, y se obtiene ciertas variantes en los dos aspectos como son:

- Disminución de 2 miembros del personal laboral, un operador (Tnlgo. Eléctrico) y un chofer (Tec. Electricidad) para el mantenimiento preventivo – predictivo termográfico aéreo (dron)
- Aumento de una certificación en pilotaje de vehículos aéreos no tripulados de alas giratorias (drones).

4.3.15.2 Factibilidad Técnica

El tecnicismo del personal operario es el sustento base para un correcto desarrollo del proyecto pues se debe tener en cuenta que los conocimientos son exigentes para poder manejar el equipo y software necesario.

También entra en consideración la infraestructura interna de la empresa para obtener los resultados eficientes y favorables del proyecto.

4.3.15.2.1 Experiencia Técnica del Personal

La experiencia técnica del personal es una exigencia necesaria para un correcto desempeño del proyecto.

En las dos áreas del proyecto analizado intervienen personal operario que deben cumplir exigencias académicas, desde bachillerato técnico en electricidad, tecnólogos eléctricos, ingenieros eléctricos y certificaciones, que son:

Tabla 104. Experiencia, mantenimiento termográfico manual

Profesión	Experiencia Técnica
Ing. Eléctrico	Certificación de Inspector Termográfico
Tnlgo. Eléctrico	Certificación de Riesgos Eléctricos
Tec. Electricidad	Certificación de Riesgos Laborales

Elaborado por: José Rodríguez.

Experiencia Técnica necesaria de personal operario para el correcto proceso de mantenimiento preventivo – predictivo termográfico a nivel del suelo.

Tabla 15. Experiencia, mantenimiento termográfico aéreo

Profesión	Experiencia Técnica
Ing. Eléctrico	Certificación de Inspector Termográfico Certificación Pilotaje de Dron
Tnlgo. Eléctrico	Certificación de Riesgos Eléctricos
Tec. Electricidad	Certificación de Riesgos Laborales

Elaborado por: José Rodríguez.

Experiencia Técnica necesaria de personal operario para el mantenimiento preventivo – predictivo termográfico aéreo (dron).

Para este mantenimiento preventivo – predictivo debido a que su proceso se lo realizara con un vehículo aéreo no tripulado de alas giratorias (dron), la exigencia para el inspector exige que se obtenga una certificación de pilotaje de dron, la cual se la puede obtener con un curso que se imparte en el instituto “HOBBY STORE” entidad que se encuentra documentada en la Dirección General de Aviación Civil Ecuador.

Con este análisis de Experiencia técnica necesaria en los dos ámbitos se obtiene que existe una exigencia adicional dentro del proceso de mantenimiento termográfico aéreo.

- Certificación de Pilotaje Dron

4.3.15.3 Factibilidad Comercial

En este ámbito se evalúa la demanda de clientes que puede generarse con la implementación, teniendo en cuenta que se debería establecer una logística para la comercialización y el manejo correcto del proyecto.

4.3.15.3.1 Demanda Comercial

La aplicación de este sistema de mantenimiento preventivo – predictivo ayudara principalmente a las empresas distribuidoras de energía eléctrica a nivel nacional, por tanto, luego del desarrollo de este análisis y teniendo en cuenta que la factibilidad para

la aplicación va a ser positiva se debe tener en cuenta que la demanda comercial crecerá acorde del área que cubre la EEASA en las provincias:

- Tungurahua
- Pastaza
- Napo
- Morona Santiago

La demanda comercial que se obtendrá en este proyecto es absolutamente alta, puesto que se estima llegar a cubrir el mantenimiento en redes de distribución, subtransmisión y aplicarlo en mantenimientos de subestaciones.

4.3.15.4 Factibilidad Política y Legal

Con relación a las normativas internas se debe verificar que el proyecto no afecte a las mismas pues de lo contrario no se podría implementar, pues las disposiciones legales no pueden ser vulneradas y por ende no será viable la implementación.

4.3.15.4.1 Factibilidad Política y Legal Mantenimiento Termográfico Manual (Nivel Suelo)

Para el desarrollo del mantenimiento manual no se necesita tener autorizaciones legales del estado, esto debido a que no existe la posibilidad de tener daños a terceros, entonces la factibilidad en esta aérea es positiva para un correcto aplicativo del proyecto.

4.3.15.4.2 Factibilidad Política y Legal Mantenimiento Termográfico Aéreo (Dron)

En Ecuador ya existe un reglamento emitido por la dirección general de aviación civil para el uso de drones, entonces para poder tener un correcto desarrollo del proyecto hay que evaluar algunos artículos y reglamentos que nos exige el estado.

En el reglamento de Aeronaves pilotada a distancia (RPAs), los principales artículos que son:

- **Art. 25.- Registro**
- **Art. 26.- Seguros**
- **Art. 18.- Restricción de vuelo**
- **Art. 34.- Solicitud de autorización especial de vuelo**

Análisis de cada artículo para su correcto análisis.

Art. 25.- Registro, la Dirección General de Aviación Civil pide que toda persona natural o jurídica deberá registrar la aeronave. Entonces a saber que el proyecto se lo está realizando para una entidad pública como es la EEASA, el registro se lo realizara poniéndolo como objetivo el servicio de trabajos aéreos.

Art. 26.- Seguro, todo propietario de un dron que se use para trabajos aéreos está en la obligación de adquirir un seguro por posibles daños causados a terceros. Este seguro ya se lo detallo en la factibilidad económica mismo que es adquirido por la empresa donde se aplica el proyecto.

Art. 26.- Restricción de vuelo, este es el articulo más importante debido a que aquí existen limitantes de áreas o lugares donde se puedan hacer operaciones de vuelo, por ejemplo:

- Aeródromo
- Helipuerto
- Zonas Prohibidas
- Zonas Restringidas
- Zonas Intangibles
- Áreas Sensibles
- Áreas Estratégicas
- Zonas de Seguridad del Estado

Con esta limitante dentro del reglamento estaría anulada la realización de trabajos aéreos en estas áreas sin importar que por las mismas se tengan redes de media y alta tensión, pero para dar solución a este artículo se analizara la autorización de vuelo.

Art. 34.- Solicitud de autorización especial de vuelo, en este artículo se puede hacer la solicitud objetando que el permiso especial se necesita para la realización de trabajos de mantenimiento en redes eléctricas de medio y alto voltaje que estén pasando por alguno de los sitios que tiene restricción.

Se debe detallar los datos de la entidad que va a realizar el trabajo, el tiempo de duración del mismo, el tipo de trabajo y datos personales del operador del dron, con la aceptación de esta solicitud se elimina la limitante del artículo 26 y se puede realizar el proyecto correctamente.

Analizado el reglamento de RPAs, se puede obtener una factibilidad positiva para la implementación de drones en trabajos eléctricos aéreos.

4.3.15.5 Factibilidad de Tiempo

Para tener una correcta factibilidad de tiempo se debe realizar la comparativa entre los ámbitos que se analizaron, pues si se busca que el porcentaje de viabilidad, eficacia y eficiencia aumente con la implementación del proyecto se debe obtener que la variable de tiempo en el proceso anterior disminuya, esto dará una ponderación mayoritaria para una factibilidad positiva.

4.3.15.5.1 Factibilidad de Tiempo Mantenimiento Termográfico Manual (Nivel Suelo)

El tiempo es el factor predominante dentro de un proceso de mantenimiento eléctrico, aunque no es el más importante es uno de los que más realce tiene. Dentro del mantenimiento manual los tiempos de inspección son variantes debido a que los diseños de redes eléctricas de media y alta tensión son de diferentes longitudes.

Entonces con la filtración de los datos y el análisis de tiempo necesario para el mantenimiento de un alimentador de 13,8 kV, va a depender de cuantos puntos de seccionamiento y cuantos puntos de análisis tenga el mismo.

En el proceso de mantenimiento termográfico manual se tiene obstáculos cuando se desea realizar la inspección en lugares de difícil acceso para el personal operario y es

ahí en donde el factor tiempo se extiende y con esto se alarga el proceso de mantenimiento.

4.3.15.5.2 *Factibilidad de Tiempo Mantenimiento Termográfico Aéreo (Dron)*

La eficiencia que se obtiene con el mantenimiento termográfico aéreo es sumamente alta, pues no solamente se acortan gastos económicos sino también se aumenta la eficacia de los tiempos de inspección eléctrica.

El factor de ubicación para la inspección no será limitante dentro de este proceso de mantenimiento puesto que el dron se lo puede sobrevolar en zonas de difícil acceso acortando así el tiempo, pues ya no será necesario que el grupo operativo busque una forma de acceder al punto de contingencia eléctrica que se desea analizar sino solamente se deberá buscar un punto estratégico para poder despegar la aeronave.

Realizando una comparativa porcentual con respecto al tiempo que se demora en las dos áreas de mantenimiento se tiene que realizar el proyecto con mantenimiento aéreo tiene una disminución del 30% en tiempo.

4.3.15.6 *Factibilidad Económica*

Dentro del proceso evaluativo económico se implementa el sistema de costo - beneficio, en donde el análisis monetario del proyecto se debe comparar entre los dos ámbitos o áreas a trabajar, al momento de sopesar ambos aspectos se considera si los resultados muestran que el beneficio de implementación es mayor a los costos es un proyecto que puede ser aplicado sin tener riesgos.

4.3.15.6.1 *Detalle Económico*

En el detalle Económico se presentan dos campos de egresos monetarios, tabulados a continuación.

4.3.15.6.2 *Económico - Personal Mantenimiento Termográfico Manual*

Tabla 16. Costo del personal laboral

MANTENIMIENTO TERMOGRAFICO MANUAL (NIVEL SUELO)					
Personal	Puesto Institucional	Régimen Laboral	Grado Jerárquico	Remuneración unificada	mensual
Inspector	Inspector de Mantenimiento	LOEP	13	1685,00	
Operador 1	Electricista 3	CODIGO TRABAJO	8	1208,23	
Operador 2	Electricista 3	CODIGO TRABAJO	8	1208,23	
Chofer 1	Electricista 1	CODIGO TRABAJO	5	660,15	
Chofer 2	Electricista 1	CODIGO TRABAJO	5	660,15	
TOTAL, REMUNERACIONES UNIFICADAS				5421,76	

Elaborado por: José Rodríguez.

Estos egresos se tabularon teniendo en cuenta los valores de remuneración de la empresa eléctrica Ambato, correspondientes a la LOTAIP.

La Remuneración Porcentual, es el valor calculado del egreso estimado del operario dirigido netamente al mantenimiento, esto debido a que el personal de mantenimiento no cumple únicamente estas funciones en el mes de labor.

4.3.15.6.3 *Económico – Materiales Mantenimiento Termográfico Manual*

Tabla 17. Costo de suministros, mantenimiento manual

MANTENIMIENTO TERMOGRAFICO MANUAL (NIVEL SUELO)					
N°	Equipo	Marca/Modelo	Características	Precio Unitario (\$)	Precio Total (\$)
1	Cámara Termográfica	SATIR HOTFIND S	* Detector de infrarrojos 384x288 * Medición de temperatura de 10 °C a 60 °C * Precisión térmica de ±0,5 °C * Control dual mediante pantalla táctil o teclado * Pantalla inclinable LCD de 3,5"	2500,00	2500,00
1	Cámara Termográfica	FLUKE Ti480	* IFOV (resolución espacial) con lentes estándar, 0,93 mrad, D:S 1065:1 * Resolución del detector, 640 x 480 (307.200) * Imagen de 1280 x 960 (614.400 * píxeles) * Rango de Temperatura, ≤-10 °C a 1000 °C (14 °F a 1832 °F)	11395,99	11395,99
1	Cámara Termográfica	FLIR E96	* Resolución de IR, 640 × 480 píxeles * Sensibilidad térmica/NETD, <40 mK a 30 °C (86 °F) * Precisión, ±2 °C (±3,6 °F) o ±2 % de la lectura * Cámara digital, 5 MP con iluminación LED para fotos/vídeo incorporada * Pantalla LCD táctil de 4" y 640 × 480 píxeles con rotación automática	12519,00	12519,00
1	Medidor Ambiental	KESTREL 5200	* Bluetooth LINK funciona con PC/Mac a través de Dongle * ENLACE Bluetooth a teléfonos inteligentes/Mobile/Android/IOS * Toma 1 batería AA (en lugar de 2 AAA) * Pantalla de alta resolución mejorada para cualquier iluminación.	339	339,00
1	Trípode cámara	K&F SA284C1 TRIPOD	* Load Capacity: 22 lb * Maximum Height: 64.6" * Minimum Height: 22.6" * Leg Sections: 4	200,00	200,00
1	Celular	Iphone	* Almacenamiento 256 GB	900,00	900,00
1	Laptop	HP EliteBook 840 G8 (2U3M7AW)	* Sistema Operativo Windows 10 Pro * Procesador cor i7 * Memoria Ram 16 GB * Almacenamiento 1 TB	1500,00	1500,00
1	Movilización	Chevrolet dmax	* Camioneta doble cabina * Tracción 4x4	200	200,00
TOTAL					29553,99

Elaborado por: José Rodríguez.

El detalle de esta información es para la obtención total del presupuesto económico necesario en materiales para un correcto manejo y desarrollo del proyecto.

4.3.15.6.4 Económico – Personal Mantenimiento Termográfico Aéreo (Dron)

Tabla 18. Costo del mantenimiento

MANTENIMIENTO TERMOGRAFICO AEREA DRON					
Personal	Puesto Institucional	Régimen Laboral	Grado Jerárquico	Remuneración unificada	mensual
Inspector	Inspector de Mantenimiento	LOEP	13	1685,00	
Operador 1	Electricista 3	CODIGO TRABAJO	8	1208,23	
Chofer 1	Electricista 1	CODIGO TRABAJO	5	660,15	
TOTAL, REMUNERACIONES UNIFICADAS				3553,38	

Elaborado por: José Rodríguez.

Para este balance de presupuesto se debe tener presente que en la factibilidad técnica existe una exigencia que nos solicita que el personal que efectuara la inspección (inspector termográfico), debe tener una certificación de pilotaje de Drones.

Para la obtención de esta certificación se acude a la Dirección General de Aviación Civil del Ecuador, donde se constató cual entidad está aprobada para impartir la capacitación.

Tabla 19. Costo inspector termográfico

MANTENIMIENTO TERMOGRAFICO AEREA DRON				
Personal	Puesto Institucional	Certificación	Institución	Costo
Inspector	Inspector de Mantenimiento	Piloto de Dron	Hobby Store	390,88
TOTAL				390,88

Elaborado por: José Rodríguez.

Para la obtención de la certificación de piloto de Dron, se debe tener una capacitación de 25 horas mismas que están divididas en 9 módulos de aprendizaje, 7 módulos teóricos

y 2 módulos prácticos. Esta capacitación se la realiza en un total de 6 días consecutivos.

También se debe realizar el registro del Dron y la obtención del seguro por posibles daños a terceros como resultado de las actividades realizadas con la aeronave no tripulada.

Tabla 20. Costo del piloto de Dron

MANTENIMIENTO TERMOGRAFICO AEREA DRON						
Personal	Puesto Institucional	Certificación	Seguro, Institución			Costo
Inspector	Inspector de Mantenimiento	de Piloto de Dron	Dirección General de Aviación Civil			3000,00
TOTAL						3000,00

Elaborado por: José Rodríguez.

4.3.15.6.5 Económico – Materiales Mantenimiento Termográfico Aéreo (Dron)

Tabla 21. Costo de suministros, mantenimiento aéreo

MANTENIMIENTO TERMOGRAFICO AEREO (DRON)						
N°	Equipo	Marca/Modelo	Características	Precio Unitario (\$)	Precio Total (\$)	
1	Dron	DJI Mavic Enterprise	* Cámara Térmica M2EA 640 x 512 * Medición de temperatura $\pm 2^{\circ}\text{C}$ o $\pm 2\%$, lo que sea mayor * Cámara visual M2EA 8000 x 6000 * ROM 16GB + almacenamiento extensible microSD * Resolución de video 3840x2160@30fps 1920x1080@30fps	6900,00	6900,00	
1	Medidor Ambiental	KESTREL 5200	* Bluetooth LINK funciona con PC/Mac a través de Dongle * ENLACE Bluetooth a teléfonos inteligentes/Mobile/Android/IOS * Toma 1 batería AA (en lugar de 2 AAA) * Pantalla de alta resolución mejorada para cualquier iluminación.	339	339,00	
1	Celular	Iphone	* Almacenamiento 256 GB	900,00	900,00	
1	Laptop	HP EliteBook 840 G8 (2U3M7AW)	* Sistema Operativo Windows 10 Pro * Procesador cor i7 * Memoria Ram 16 GB * Almacenamiento 1 TB	1500,00	1500,00	
1	Movilización	Chevrolet dmax	luv * Camioneta doble cabina * Tracción 4x4	100	100,00	

Elaborado por: José Rodríguez.

Después de tener los datos de egresos económicos que se generan en las dos áreas se efectúa el análisis comparativo para la obtención de factibilidad.

4.3.15.6.6 Comparativa Económica

Tabla 22. Comparativa económica

Mantenimiento termográfico manual (nivel suelo)	
Egresos personales operativo	5421,76
Egresos materiales	29553,99
Total, egresos	34975,75
Mantenimiento termográfico aéreo (dron)	
Egresos personales operativo	3553,38
Egresos certificación piloto dron	390,88
Egresos seguros de daños a terceros	3000,00
Egresos materiales	9739
Total, egresos	16683,26

Elaborado por: José Rodríguez.

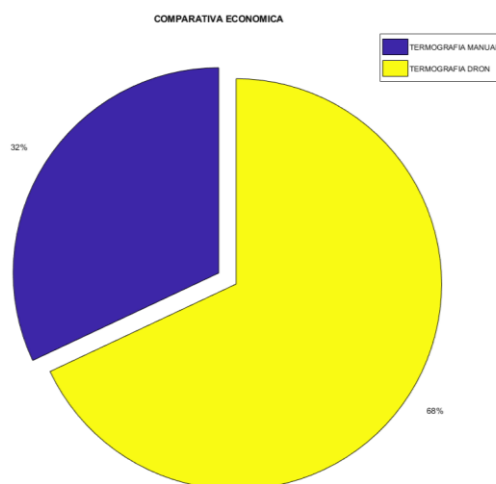


Figura 12. Resultados

Elaborado por: José Rodríguez.

Con los resultados expuestos de la comparativa económica realizada, se obtiene una Factibilidad económica positiva para el desarrollo de la implementación de drones en el mantenimiento preventivo – predictivo.

Este proyecto de mantenimiento aéreo (dron) nos da un ahorro de 17545,14\$ en comparación con el mantenimiento manual.

Con el propósito de conocer la factibilidad de la incorporación de vehículos aéreos no tripulados de alas giratorias (drones) en los procedimientos de mantenimiento preventivo predictivo de redes de medio y alto voltaje de la empresa eléctrica Ambato S.A, se procede a calcular mediante las ecuaciones representadas teóricamente, por medio del programa Microsoft Office Excel se aplican las ecuaciones mencionadas y los siguientes indicadores: valor actual (VAN), la tasa de retorno (TIR) y el periodo de recuperación de inversión (PRI).

Todos los valores son proporcionados por parte del área administrativa de la empresa eléctrica Ambato.

El estado de resultados de la Tabla 2311, sirve como análisis sobre lo que cuesta la empresa en este caso el valor de la empresa eléctrica actualmente, con una inversión de 16683,26\$ USD.

Tabla 2311. Estado de resultados

ESTADO DE RESULTADOS					
VARIABLES	1	2	3	4	5
INGRESOS					
VENTAS	250000	250000	250000	250000	250000
SALVAMENTO					60000
INGRESO BRUTO	250000	250000	250000	250000	310000
GASTOS					
TOTAL, GASTOS	16683,26	16683,26	16683,26	16683,26	16683,26
UTILIDAD OPERACIONAL	249833,7	249836,7	249836,7	249816,74	309816,7
IMPUESTO RENTA	62459,19	62429,19	62458,19	62459,185	77459,19

UTILIDAD ANTES	187387,6	187487,6	187377,6	187387,56	232387,6
PART. TRABAJA PARTICIPACION TRABAJADORES	28623,13	28123,13	28106,13	28103,133	34853,13
UTILIDAD NETA	159264,4	159864,4	159264,4	159264,42	197564,4

Elaborado por: José Rodríguez.

Tabla 24. Flujo neto del efectivo

FLUJO NETO DEL EFECTIVO					
INGRESOS					
VENTAS		250000	250000	250000	250000
SALVAMENTO					60000
CAPITAL INICIAL		300000	459268,4	618537,8	77780593,27
TOTAL, INGRESOS		550000	709268,4	868537,8	102780593,3
EGRESOS					
COSTO DE PRODUCCION		16683,26	16683,26	16683,26	16683,26
IMPUESTO A LA RENTA		62458,19	62458,19	62458,19	62458,185
PARTICIPACIÓN TRABAJADORES		28106,13	28106,13	28106,13	28106,133
TOTAL, EGRESOS		90731,58	90731,58	90731,58	90731,578
FLUJO NETO EFECTIVO		459268,4	618537,8	777805,3	937074,69

Elaborado por: José Rodríguez.

Tabla 25. Valores de indicadores

Indicadores	
VAN+	2178355
VAN-	85814,66
TIR	1,49
RBC	4,54
PRI	7 meses y 25 días

Elaborado por: José Rodríguez

Valor actual neto (VAN) este indicador muestra el Valor Presente (VP) de un Flujo de Caja, todos los movimientos son llevados a 0 en la Línea de Tiempo luego, Luego al VP de los ingresos se le resta el VP de los Egresos

$$VAN = \sum_{i=0}^n \frac{FNE_i}{(i+r)^t} > 0$$

Ecuación 4. VAN

Donde r es el costo de oportunidad del capital y n es la vida útil del proyecto, FNE flujo neto efectivo.

Tasa interna de retorno (TIR), esta es una tasa que hace que el VAN sea \$0, prácticamente es como un punto de equilibrio, aquí no se obtiene ni ganancias ni pérdidas.

Relación Beneficio Costo (RBC), este indicador muestra la relación que hay entre el Beneficio y el Costo de proyecto, prácticamente lo que se hace es buscar el VP de los ingresos y dividirlos por el VP de los egresos.

$$RBC = \frac{\sum_{i=0}^n \frac{C_i}{(i+r)^t}}{\sum_{i=0}^n \frac{B_i}{(i+r)^t}}$$

Ecuación 5. Relación Costo Beneficio

Donde r es el costo de oportunidad del capital y n es la vida útil del proyecto, C_i costo, B_i beneficio

Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI), sirve para saber el momento exacto en el que se va a terminar de recuperar la inversión y se comenzará a tener la rentabilidad del proyecto.

El periodo de recuperación de la inversión es de 7 meses y 25 días.

Tabla 26. Análisis

Aceptados	Postergados	Rechazados	Resultados	Aceptados	Postergados	Rechazados
VAN > 0	VAN = 0	VAN < 0	217835	SI	NO	NO
TIR > 1	TIR = 1	TIR < 1	1,49	SI	NO	NO
B/C > 1	B/C = 1	B/C < 1	4,54	SI	NO	NO

Elaborado por: José Rodríguez

Los valores obtenidos e indicados en la

Tabla, evidencian la factibilidad el proyecto ya que los valores de VAN, TIR, RBC, se encuentra en el rango de proyectos aceptados.

CONCLUSIONES

La red eléctrica está experimentando actualmente importantes cambios, ya que la producción de energía se vuelve más volátil por el aumento de las fuentes de energía renovables y el incremento de las fuentes de demanda distribuidas. Se han iniciado muchas actividades para abordar este reto en la red de transporte de alta tensión, pero son pocas las actividades dirigidas a la adaptación de la red de media tensión. Con la presente investigación, se indica cómo la infraestructura de la red de media y alta tensión existente puede adaptarse a las nuevas necesidades de mantenimiento a escala económica. La combinación de la nueva tecnología de termografía, sensores con drones y los métodos de aprendizaje automático puede dar lugar a soluciones de mantenimiento predictivo para la a paramenta de media y alta tensión, que van acompañadas de un modelo de negocio adaptado a la industria.

La supervisión de los aparatos de alta tensión es una característica vital de un programa completo de mantenimiento predictivo. Cuando se aplica plenamente un enfoque de mantenimiento predictivo, el cuidado de los activos conectados es gestionado por el sistema informático de gestión del mantenimiento (CMMS).

Si el seguimiento es continuo o programado, los componentes que se examinan deben incluir: los sistemas de cables, incluidos los cables, los empalmes y las terminaciones, cables subterráneos y líneas aéreas. La supervisión debe buscar descargas parciales en la red de cables. Aparatos de conmutación, células abiertas y cerradas, instalaciones de conmutación aisladas por aire o por gas (AIS y GIS). Transformadores de corriente y tensión, conexiones y casquillos. En todos los casos, la previsión mediante un sistema predictivo permite tiempo para planificar la parada de reparación más eficaz, garantizando la seguridad tanto del personal como del activo físico.

Con los resultados expuestos de la comparativa económica realizada en la presente investigación, considerando los egresos del personal laboral y costos de materiales tanto para el mantenimiento manual como para el mantenimiento aéreo con termo gráficas, se evidencia un costo de inversión de 16683,3\$ para el uso de vehículos aéreos no tripulados y un monto de 34975,7\$ para el mantenimiento manual debido al uso de mayor número de personal y de equipos; con los indicadores de factibilidad del proyecto como valor actual neto (VAN) de 217835,1 tasa interna de retorno (TIR) de

1,4 y relación costo beneficio (RBC) de 4,5, periodo de retorno de la inversión (PRI) en 7 meses con 25 días, los valores obtenidos evidencian la factibilidad el proyecto ya que los valores de VAN, TIR, RBC, se encuentra en el rango de proyectos aceptados, indicando que las soluciones de mantenimiento predictivo integradas aseguran y mejoran el suministro eléctrico de los usuarios finales al aumentar la fiabilidad de los activos de alta tensión, incluidas las subestaciones. Mediante una combinación de análisis matemático, lógico y estadístico es posible supervisar el rendimiento del sitio de forma remota, detectar fallos y alertar a los usuarios sobre las mejoras de rendimiento necesarias. El resultado es minimizar el tiempo de inactividad y optimizar las reparaciones mediante de los activos, el aumento de la seguridad y evitar fallos catastróficos. Tanto si se encuentra en las primeras fases de implementar el mantenimiento predictivo en una red privada o explorando los costes de toda la vida de un sistema integrado, la inversión que supone el mantenimiento predictivo de los activos de alta tensión se ve compensada con creces por los numerosos beneficios.

RECOMENDACIONES

Se debe revisar el reglamento sobre el uso de drones, ya que Ecuador cuenta con un reglamento sobre el uso de vehículos aéreos no tripulados, la Dirección General de Aeronáutica Civil ha publicado Reglamento para Aeronaves de Control Remoto (RPA), para el registro de los vehículos y aseguren su auto contra daños a terceros causados por robo, como el pilotaje y la certificación del mismo. Dicho reglamento no contempla el uso para servicios de mantenimiento de infraestructura eléctrica.

Se debería emplear estudios sobre el uso adecuado y profesional de UAV complementados con cámaras termográficas y dualcam que son de gran ayuda para detectar puntos calientes, por lo que el sistema es muy confiable para detectar futuros daños invisibles a simple vista.

Se debe investigar sobre estabilizadores de mayor precisión que se estructura con una suspensión y un brazo recto que soportan la cámara y, como tal, se encargan de compensar las sacudidas de la cámara durante el funcionamiento de la imagen digital y la termografía.

Se debe analizar el manejo de baterías con mayor capacidad el que nos permita aumentar el tiempo de uso del UAV, y al mismo tiempo que son livianas, estas baterías permitirán un vuelo continuo por más tiempo; dichos estudios, centrados en la aplicación de tecnología en el sector eléctrico, se lleven a cabo para mejorar y optimizar aún más el mantenimiento predictivo.

REFERENCIAS

- [1] A. Molina, P. Ponce, L. Soriano, A. Molina, P. Ponce y L. Soriano, «Vulnerabilidad en la seguridad de las redes eléctricas,» 2019.
- [2] I. Egido, F. Fernández y M. Sánchez, «Centrales y Subestaciones Eléctricas,» 2019.
- [3] L. Rouhiainen, «Inteligencia artificial,» 2018.
- [4] M. Duran, «SISTEMAS DE GESTIÓN DEMANTENIMIENTO COMPUTARIZADO CMMS,» 2018.
- [5] D. Calderón, «Implementación de un sistema de automatización basado en una RTU en subestaciones de media y alta tensión,» 2019.
- [6] A. Aguilar, «Nivel de influencia que tiene la implementación de un sistema de información geográfica (GIS) para la elaboración y eficiencia de un plan de mantenimiento integral en la línea de transmisión de 60Kv, Puno,» 2021.
- [7] A. Madridano, S. Campos, A. Al, F. García, D. Martín y A. Escalera, «Vehículo aéreo no tripulado para vigilancia y monitorización de incendios,» 2020.
- [8] J. Ramirez, «Compensación reactiva en redes eléctricas de transmisión basado en programación no lineal considerando ubicación óptima de SVC. I+ D Tecnológico,» 2021.
- [9] A. Peralta, B. Chere, M. Molina, J. Adum, J. Quiroz, C. Carrillo y G. Gruezo, «Protecciones eléctricas en subestaciones eléctricas: análisis documental,» 2022.
- [10] R. Portero, «Coordinación óptima de aislamiento en líneas de transmisión de alto voltaje considerando restricciones de contaminación,» 2019.
- [11] F. Villegas, «Relatividad y el sistema de Posicionamiento Global (GPS),» 2022.
- [12] D. Nájera, R. Jiménez, R. Bernal, G. Sánchez y A. Vicente, «PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA GENERACIÓN DE ORTOFOTOS Y

MODELOS DIGITALES DE ELEVACIÓN DE ALTA RESOLUCIÓN A TRAVÉS DE VUELOS CON DRONES NO-FOTOGRAFAMÉTRICOS,» 2018.

- [13] R. Pedroche, S. Achelle y J. López, «Cromóforos dador-aceptor basados en azaheterociclos como emisores de luz blanca,» 2021.
- [14] W. Asanza y B. Olivo, «Redes neuronales artificiales aplicadas al reconocimiento de patrones,» 2018.
- [15] J. Cabero, E. Vázquez y E. López, «Uso de la realidad aumentada como recurso didáctico en la enseñanza universitaria,» 2018.
- [16] Á. Jiménez, L. Martínez, O. Melo y A. Pineda, «Sistema de soporte de decisiones para la programación de producción de la empresa Café Ruta 45,» 2018.
- [17] J. Pérez, G. López, N. Velázquez y I. López, «Desarrollo de un Sistema de Aeronave Pilotada a Distancia (RPAS), para uso agrícola (Parte I),» 2021.
- [18] Google, «Mapas,» 2022.
- [19] S. Sánchez y L. Hidalgo, «Modelo de gestión de mantenimiento para las subestaciones y líneas de subtransmisión,» 2018.
- [20] M. Carreño, «Propuesta de mantenimiento predictivo con inspecciones coronográficas en el alimentador A1054, para optimizar el servicio eléctrico en ENOSA-Tumbes–2019,» 2020.
- [21] R. Marani, «Mantenimiento preventivo de líneas de transmisión de alta tensión (DELAPAZ),» 2018.
- [22] G. Benítez y L. Valarezo, «Restricciones frecuentes en los procesos de mantenimientos preventivos en Redes Eléctricas de Distribución,» 2021.
- [23] R. Torres, «Diseño de un plan de mantenimiento predictivo para los equipos de subestaciones mediante inspección termográfica,» 2021.

- [24] C. Sánchez, «Técnica e interpretación adecuadas para mediciones infrarrojas en el mantenimiento predictivo de equipos eléctricos,» 2021.
- [25] G. Pinza, «Guía para el mantenimiento preventivo de grupos electrógenos impulsados por motores diésel,» 2022.
- [26] C. Chata, «Propuesta de un plan de mantenimiento basado en el riesgo para el sub sistema de distribución secundaria en 220 V del distrito de Gregorio Albarracín Tacna,» 2021.
- [27] A. Severiche, «Mantenimiento a subestaciones eléctricas de los grandes clientes de EPM ejecutado por la empresa Enetel SAS,» 2022.
- [28] J. Meza, A. Gómez y A. Prado, «Inspección inteligente de líneas de alta tensión con drones,» 2021.
- [29] C. Alex, C. Freddy, R. Barba y S. Barrazueta, «Propuesta de un sistema de evasión de obstáculos para un dron aplicado a la inspección en redes eléctricas de distribución y transmisión,» 2020.
- [30] M. Montaña, J. Ulloa y J. Castellanos, «Implementación de la termografía aérea con drones en la inspección de granjas solares,» 2021.
- [31] E. Vilca y O. Chura, «Inspección preventiva mediante el uso del vehículo aéreo no tripulado (drone), para evitar interrupciones del suministro de energía en los elementos del sistema de distribución,» 2021.
- [32] J. Guacho y E. Carrera, «Inspección termográfica de líneas eléctricas y torres de telecomunicaciones implementado en DRON dentro de la ciudad de Guayaquil,» 2018.
- [33] J. Guacho y E. Carrera, «Inspección termográfica de líneas eléctricas y torres de telecomunicaciones implementado en DRON dentro de la ciudad de Guayaquil,» 2018.

- [34] A. Carrasco, «Propuesta de un sistema de evasión de obstáculos para un drone aplicado a la inspección en redes de distribución y transmisión para la Empresa Eléctrica Riobamba SA,» 2018.
- [35] M. Segura, «Diseño de estructura soporta de cámara termográfica de un Drone-hezarotor para optimizar tiempo de inspección de sistemas de distribución eléctrica-Herzab-SAC,» 2018.
- [36] A. de la Torre, «Drones y movilidad segura y conectada,» 2020.
- [37] S. Cesti, «Propuesta de implementación de equipo RPA para mejorar la productividad de inspección de una línea de transmisión eléctrica en alta tensión,» 2020.
- [38] C. Diaz y J. Galeanao, «Evaluación y comparación de drones para supervisión de redes eléctricas de distribución,» 2018.
- [39] G. Zapata y R. García, «CyberDrone: una plataforma de ciberseguridad para detección de ataques a drones,» 2021.
- [40] DJI, «Hoja de datos,» 2022.
- [41] E. Cruz y V. Yugcha, «Mantenimiento predictivo aplicando técnicas: visuales, termográficas, efecto corona y ultrasonido acústico para detectar anomalías y prever interrupciones de energía eléctrica, no programadas, de las líneas de subtrasmisión en el Ecuador,» 2021.
- [42] F. Rodríguez, «Aplicaciones de la termografía infrarroja en las instalaciones eléctricas,» 2020.
- [43] W. Imilan y P. Jiron, «Moviendo los estudios urbanos. La movilidad como objeto de estudio o como enfoque para comprender la ciudad contemporánea,» 2018.
- [44] M. López, «Estudio de factibilidad para la implementación de un servicio privado de ambulancias tipo III, cantón Ibarra,» 2021.

- [45] J. Leyes, «La ejecución de los proyectos del presupuesto de inversión pública en el sector de urbanismo y vivienda de Bolivia,» 2020.
- [46] M. Vilca, «Diseño, implementación y análisis económico de un sistema fotovoltaico conectado a la red (sfcrs) de 2.16 kw con microinversor analizado en las condiciones geográficas y climatológicas de la ciudad de Juliaca,» 2020.
- [47] S. Villota, Z. G. y E. Llanga, «Uso del internet como base para el aprendizaje,» 2019.
- [48] auto plaza, «Principales Tipos de Mantenimientos a Vehículos,» auto plaza, 2019.
- [49] V. Gonzales, «Uso de drones para redes eléctricas de alta tensión,» Lima/ Silcon Technology, 2020. [En línea]. Available: https://issuu.com/citeenergia/docs/ing._20victor_20gonzales_20zamora_comp ressed.
- [50] R. A. Iza, «Análisis de la metodología de enseñanza-aprendizaje de la lengua Kichwa en la carrera de Educación Intercultural Bilingüe de la Universidad Politécnica Salesiana,» Universidad Andina Simón Bolívar, Quito, 2019.
- [51] INEC, «INEC,» 2017. [En línea]. Available: http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/Portal%20SNI%202014/FICHAS%20F/1802_BA%C3%91OS%20D E%20AGUA%20SANTA_TUNGURAHUA.pdf. [Último acceso: 04 04 2022].
- [52] Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte , 02 03 2017. [En línea]. Available: <https://www.eeasa.com.ec/content/uploads/2021/06/GUIA-2021-PARTE-3.pdf>. [Último acceso: 04 04 2022].
- [53] G. Chicati y A. de Jesús, «Mantenimiento predictivo, preventivo y/o correctivo a transformadores de distribución,» 2018.
- [54] L. Duarte, «Mantenimiento correctivo y mejorativo del grupo electrógeno principal de la planta hormigonera móvil y generador alterno de la Empresa DEPOHORMIGÓN de la ciudad de Ambato,» 2021.

- [55] H. Lema y A. Pinto, «Planificación del mantenimiento preventivo y estudio de la distribución en planta de los equipos médicos en imagenología, cirugía, lavandería y rehabilitación del Hospital Universitario Andino de la Universidad Nacional de Chimborazo,» 2021.
- [56] C. Chata, «Propuesta de un plan de mantenimiento basado en el riesgo para el sub sistema de distribución secundaria en 220 V del distrito de Gregorio Albarracín Tacna,» 2021.
- [57] S. Garcia y A. Muñoz, «Propuesta de implementación de un plan de mantenimiento preventivo en la empresa Fuxion Biotech SAC, aplicando la metodología RCM para la mejora de la disponibilidad en las máquinas envasadoras,» 2021.
- [58] Y. Rodriguez, «Informe de práctica profesional realizada en la Empresa de Transmisión Eléctrica.,» 2021.
- [59] E. Orozco, «Propuesta de una guía de instalación, mantenimiento y calificación para un equipo de cromatografía líquida de alta eficiencia,» 2021.
- [60] L. Atencia y J. Mieles, «Planteamiento de actividades y procedimientos de mantenimiento en equipos biomédicos con base en análisis RCM,» 2021.
- [61] L. Alvarez y J. Montalvo, «Estudio del impacto de un nuevo plan de mantenimiento sobre los indicadores de gestión de mantenimiento en una Estación Base Celular de Telecomunicaciones,» 2021.
- [62] L. Bargarán, «Diseño de sistema automatizado de monitoreo y control con telemetría para mantenimiento preventivo de sistemas fotovoltaicos en las industrias de 3 a 50 kW Lambayeque-Perú,» 2021.
- [63] V. Martín y R. Javier, «Sistema Integrado De Mantenimiento Predictivo Para Torres Y Subestaciones De Alta Tensión Orientado a Prevenir Fallas Por Condiciones Ambientales En El Sistema Eléctrico Nacional,» 2021.

1. REPORTE

INSPECCIÓN TERMOGRÁFICA

Tipo de inspección	Termográfica	Reporte No.	1102-0012-S838-L
Nombre empresa	EEASA		
Entidad Evaluadora	CORFOPYM	Nombre inspector	Ing. Omar Montaguano

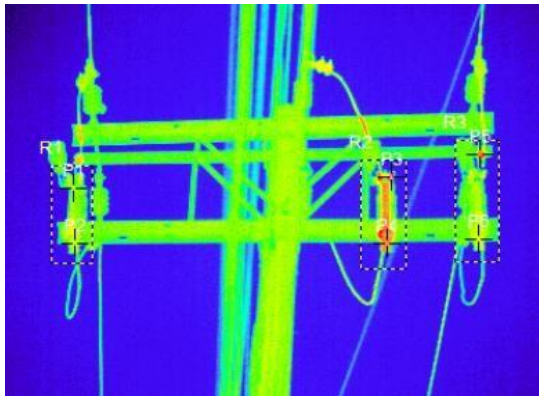

2. CONDICIONES DE INSPECCIÓN Y DATOS TERMOGRÁFICOS

Equipo: Cámara termográfica	SATIR HOTFIND S	Equipo: Condiciones climáticas	Pro Anemometer BTMETER BT-100
Distancia de medición (m)	12	Temperatura ambiente (°C)	12
Velocidad viento (m/s)		Humedad Relativa (%)	50

3. ELEMENTO DE INSPECCIÓN

Subestación	Baños	Alimentador	Pititic
Código Poste	P-80444	Código Transformador	
Código Luminaria		Código Seccionador	S-838
Nivel de voltaje (kV)	13,8	Tipo de Sistema	Trifásico

Identificación:

Imagen Térmica	Imagen RGB
	


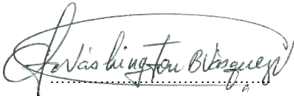
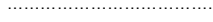
Existe anomalías?	Componente con anomalía	Descripción
SI	SECCIONADOR	El área R2, en el punto P3 presenta un incremento de temperatura en consideración a los demás puntos

4. ANÁLISIS TÉRMICO

T. Amb. °C	12	T. Ref. °C	11,2
P_1 (°C)	11,2	R_1 (°C)	12,5
P_2 (°C)	11,5	R_2 (°C)	18,1
P_3 (°C)	17,8	R_3 (°C)	14,8
P_4 (°C)	13,7		
P_5 (°C)	14,4		
P_6 (°C)	11,8		
T. Max. °C	18,1		
Emisividad	0,9		
Delta T °C	6,9		

Nivel de criticidad	LEVE
Observaciones:	CONECTOR DEFECTUOSO EN EXTREMO SUPERIOR E INFERIOR DE SECCIONADOR
Posibles causas:	CONTACTO DEFICIENTE EN CONECTOR
Conclusiones:	REALIZAR UN SEGUIMIENTO PARA VER LA EVOLUCIÓN DEL PUNTO CALIENTE
Acciones:	SEGUIMIENTO

CONTROL DE DOCUMENTOS:

Elaborado por: Ing. Omar Montaguano Termografo Nivel 1 ASNT 	Revisado por: Ing. Washington Vásquez Termografo Nivel 2 ASNT 	Aprobado por: Ing. Sara Espinoza Fiscalizador del Contrato 
--	--	---

1. REPORTE

INSPECCIÓN TERMOGRÁFICA

Tipo de inspección	Termográfica	Reporte No.	1102-0013-S2150-L
Nombre empresa	EEASA		
Entidad Evaluadora	CORFOPYM	Nombre inspector	Ing. Omar Montaguano

2. CONDICIONES DE INSPECCIÓN Y DATOS TERMOGRÁFICOS

Equipo: Cámara termográfica	SATIR HOTFIND S	Equipo: Condiciones climáticas	Pro Anemometer BTMETER BT-100
Distancia de medición (m)	12	Temperatura ambiente (°C)	12
Velocidad viento (m/s)		Humedad Relativa (%)	50

3. ELEMENTO DE INSPECCIÓN

Subestación	Baños	Alimentador	Pititic
Código Poste	P-55693	Código Transformador	
Código Luminaria		Código Seccionador	S-2150
Nivel de voltaje (kV)	13,8	Tipo de Sistema	Trifásico

Identificación:

Imagen Térmica	Imagen RGB
	


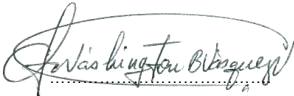
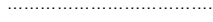
Existe anomalías?	Componente con anomalía	Descripción
SI	SECCIONADOR	El área P1, R2, en el punto P3, P4 presenta un incremento de temperatura en consideración a los demás puntos

4. ANÁLISIS TÉRMICO

T. Amb. °C	12	T. Ref. °C	12,4
P_1 (°C)	12,9	R_1 (°C)	22,2
P_2 (°C)	21,4	R_2 (°C)	25,4
P_3 (°C)	25,4	R_3 (°C)	16,7
P_4 (°C)	24,1		
P_5 (°C)	12,4		
P_6 (°C)	16,7		
T. Max. °C	25,4		
Emisividad	0,9		
Delta T °C	13		

Nivel de criticidad	LEVE
Observaciones:	CONECTOR DEFECTUOSO EN EXTREMO INFERIOR DE SECCIONADOR
Posibles causas:	CONTACTO DEFICIENTE ENTRE CONECTOR Y CONDUCTOR
Conclusiones:	REALIZAR UN SEGUIMIENTO PARA VER LA EVOLUCIÓN DEL PUNTO CALIENTE
Acciones:	SEGUIMIENTO

CONTROL DE DOCUMENTOS:

Elaborado por: Ing. Omar Montaguano Termografo Nivel 1 ASNT 	Revisado por: Ing. Washington Vásquez Termografo Nivel 2 ASNT 	Aprobado por: Ing. Sara Espinoza Fiscalizador del Contrato 
--	--	---



1. REPORTE

INSPECCIÓN TERMOGRÁFICA

Tipo de inspección	Termográfica	Reporte No.	1102-0014-S1288-G
Nombre empresa	EEASA		
Entidad Evaluadora	CORFOPYM	Nombre inspector	Ing. Omar Montaguano

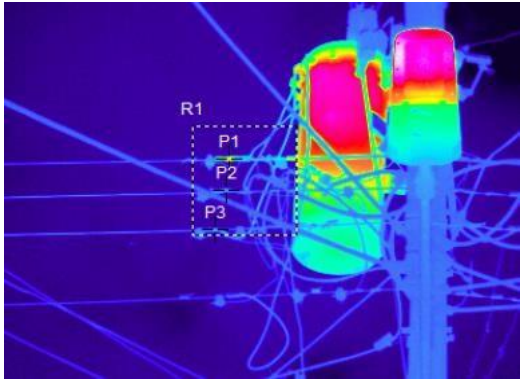

2. CONDICIONES DE INSPECCIÓN Y DATOS TERMOGRÁFICOS

Equipo: Cámara termográfica	SATIR HOTFIND S	Equipo: Condiciones climáticas	Pro Anemometer BTMETER BT-100
Distancia de medición (m)	12	Temperatura ambiente (°C)	12
Velocidad viento (m/s)		Humedad Relativa (%)	50

3. ELEMENTO DE INSPECCIÓN

Subestación	Baños	Alimentador	Pititic
Código Poste	P-55637	Código Transformador	
Código Luminaria		Código Seccionador	S-1288
Nivel de voltaje (kV)	13,8	Tipo de Sistema	Trifásico

Identificación:

Imagen Térmica	Imagen RGB
	

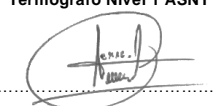
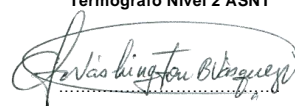
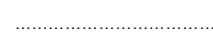
Existe anomalías?	Componente con anomalía	Descripción
SI	CONECTOR	El área R1 en el punto P1 presenta un incremento de temperatura en consideración a los demás puntos

4. ANÁLISIS TÉRMICO

T. Amb. °C	12	T. Ref. °C	15,8
P_1 (°C)	31	R_1 (°C)	31,8
P_2 (°C)	15,8		
P_3 (°C)	17,5		
T. Max. °C	31,8		
Emisividad	0,9		
Delta T °C	16		

Nivel de criticidad	GRAVE
Observaciones:	CONECTOR DEFECTUOSO
Posibles causas:	CONTACTO DEFICIENTE EN CONECTOR
Conclusiones:	REALIZAR LA INTERVENCIÓN DE MANERA PROGRAMADA
Acciones:	PROGRAMADA

CONTROL DE DOCUMENTOS:

<p>Elaborado por: Ing. Omar Montaguano Termografo Nivel 1 ASNT</p> 	<p>Revisado por: Ing. Washington Vásquez Termografo Nivel 2 ASNT</p> 	<p>Aprobado por: Ing. Sara Espinoza Fiscalizador del Contrato</p> 
--	--	---

1. REPORTE

Tipo de inspección	Termográfica	Reporte No.	1103-005-P-56761-L PUENTE AÉREO
Nombre empresa	EEASA		
Entidad Evaluadora	CORFOPYM	Nombre inspector	Ing. Daniel Arcos

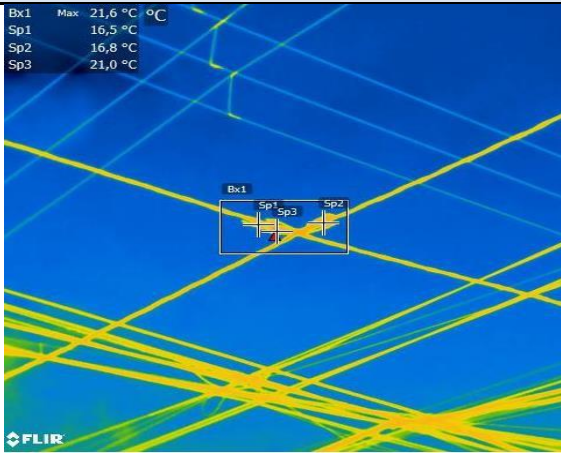

2. CONDICIONES DE INSPECCIÓN Y DATOS TERMOGRÁFICOS

Equipo: Cámara termográfica	FLIR E96 (640*480)	Equipo: Condiciones climáticas	KESTREL 5200
Distancia de medición (m)	12	Temperatura ambiente (°C)	18,0
Velocidad viento (m/s)	0,4	Humedad Relativa (%)	79,5

3. ELEMENTO DE INSPECCIÓN

Subestación	Baños	Alimentador	Baños
Código Poste	P-56761	Código Transformador	
Código Luminaria		Código Seccionador	
Nivel de voltaje (kV)	13,8	Tipo de Sistema	Trifásico

Identificación:

Imagen Térmica		Imagen RGB
		
Existe anomalías?	Componente con anomalía	Descripción
SI	CONECTOR	El área Bx1, Sp2 presenta un incremento de temperatura en consideración de los demás puntos

4. ANÁLISIS TÉRMICO

T. Amb. °C	18,0	T. Ref. °C	16,5
Sp_1 (°C)	16,5	Bx1 (°C)	21,6
Sp_2 (°C)	16,8		
Sp_3 (°C)	21		
T. Max. °C	21,6		
Emisividad	0,9		
Delta T °C	5,1		

Nivel de criticidad	LEVE
Observaciones:	CONECTOR DEFECTUOSO
Posibles causas:	CONTACTO DEFICIENTE ENTRE CONECTOR Y CONDUCTOR
Conclusiones:	REALIZAR UN SEGUIMIENTO PARA VER LA EVOLUCIÓN DEL PUNTO CALIENTE
Acciones:	SEGUIMIENTO

INSPECCIÓN TERMOGRÁFICA

1. REPORTE

Tipo de inspección	Termográfica	Reporte No.	1101-001-S2166-L
Nombre empresa	EEASA		
Entidad Evaluadora	CORFOPYM	Nombre inspector	Ing. Daniel Arcos



2. CONDICIONES DE INSPECCIÓN Y DATOS TERMOGRÁFICOS

Equipo: Cámara termográfica	FLIR E96 (640*480)	Equipo: Condiciones climáticas	KESTREL 5200
Distancia de medición (m)	10	Temperatura ambiente (°C)	16,3
Velocidad viento (m/s)	0,4	Humedad Relativa (%)	77,5

3. ELEMENTO DE INSPECCIÓN

Subestación	Baños	Alimentador	San Vicente
Código Poste	P-56145	Código Transformador	
Código Luminaria	L-114866	Código Seccionador	S-2166
Nivel de voltaje (kV)	13,8	Tipo de Sistema	Trifásico

Identificación:

Imagen Térmica	Imagen RGB
 <p> Bx1 Max 23,7 °C Bx2 Max 18,9 °C Bx3 Max 18,9 °C Sp1 23,4 °C Sp2 17,4 °C Sp3 18,4 °C Sp4 18,3 °C Sp5 18,6 °C Sp6 18,3 °C </p>	

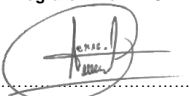
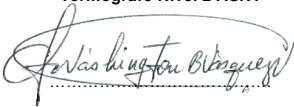
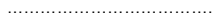
Existe anomalías?	Componente con anomalía	Descripción
SI	SECCIONADOR	El área Bx1, Sp1 presenta un incremento de temperatura en consideración de los demás puntos

4. ANÁLISIS TÉRMICO

T. Amb. °C	16,3	T. Ref. °C	17,4
Sp_1 (°C)	23,4	Bx1 (°C)	23,7
Sp_2 (°C)	17,4	Bx2 (°C)	18,9
Sp_3 (°C)	18,4	Bx3 (°C)	18,9
Sp_1 (°C)	18,3		
Sp_2 (°C)	18,6		
Sp_3 (°C)	18,3		
T. Max. °C	23,7		
Emisividad	0,9		
Delta T °C	6,3		

Nivel de criticidad	LEVE
Observaciones:	CONECTOR DEFECTUOSO EN EXTREMOS INFERIOR DE SECCIONAMIENTO
Posibles causas:	CONTACTO DEFICIENTE EN CONECTOR
Conclusiones:	REALIZAR UN SEGUIMIENTO PARA VER LA EVOLUCIÓN DEL PUNTO CALIENTE
Acciones:	SEGUIMIENTO

CONTROL DE DOCUMENTOS:

<p>Elaborado por: Ing. Omar Montaguano Termografo Nivel 1 ASNT</p> 	<p>Revisado por: Ing. Washington Vásquez Termografo Nivel 2 ASNT</p> 	<p>Aprobado por: Ing. Sara Espinoza Fiscalizador del Contrato</p> 
---	---	--

INSPECCIÓN TERMOGRÁFICA

1. REPORTE

Tipo de inspección	Termográfica	Reporte No.	1101-003-S2633-L
Nombre empresa	EEASA		
Entidad Evaluadora	CORFOPYM	Nombre inspector	Ing. Daniel Arcos

2. CONDICIONES DE INSPECCIÓN Y DATOS TERMOGRÁFICOS

Equipo: Cámara termográfica	FLIR E96 (640*480)	Equipo: Condiciones climáticas	KESTREL 5200
Distancia de medición (m)	10	Temperatura ambiente (°C)	17,7
Velocidad viento (m/s)	0,5	Humedad Relativa (%)	79,1

3. ELEMENTO DE INSPECCIÓN

Subestación	Baños	Alimentador	San Vicente
Código Poste	P-57068	Código Transformador	
Código Luminaria	L-48459	Código Seccionador	S-2633
Nivel de voltaje (kV)	13,8	Tipo de Sistema	Trifásico

Identificación:


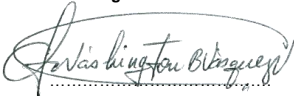
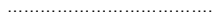
Imagen Térmica	Imagen RGB
	

Existe anomalías?	Componente con anomalía	Descripción
SI	SECCIONADOR	Las áreas Bx2, Bx3, Sp3, Sp5 presentan un incremento de temperatura en consideración de los demás puntos

T. Amb. °C	17,7	T. Ref. °C	17,1
Sp_1 (°C)	18	Bx1 (°C)	23,9
Sp_2 (°C)	18,7	Bx2 (°C)	21,2
Sp_3 (°C)	18,7	Bx3 (°C)	20,6
Sp_4 (°C)	17,7		
Sp_5 (°C)	18,2		
Sp_6 (°C)	17,1		
T. Max. °C	23,9		
Emisividad	0,9		
Delta T °C	6,8		

Nivel de criticidad	LEVE
Observaciones:	CONECTOR DEFECTUOSO EN EXTEMO INFERIOR DE SECCIONAMIENTO
Posibles causas:	CONTACTO DEFICIENTE EN CONECTOR
Conclusiones:	REALIZAR UN SEGUIMIENTO PARA VER LA EVOLUCIÓN DEL PUNTO CALIENTE
Acciones:	SEGUIMIENTO

CONTROL DE DOCUMENTOS:

<p>Elaborado por: Ing. Omar Montaguano Termografo Nivel 1 ASNT</p> 	<p>Revisado por: Ing. Washington Vásquez Termografo Nivel 2 ASNT</p> 	<p>Aprobado por: Ing. Sara Espinoza Fiscalizador del Contrato</p> 
---	---	--

INSPECCIÓN TERMOGRÁFICA

1. REPORTE

Tipo de inspección	Termográfica	Reporte No.	1101-004-S2392-L
Nombre empresa	EEASA		
Entidad Evaluadora	CORFOPYM	Nombre inspector	Ing. Daniel Arcos

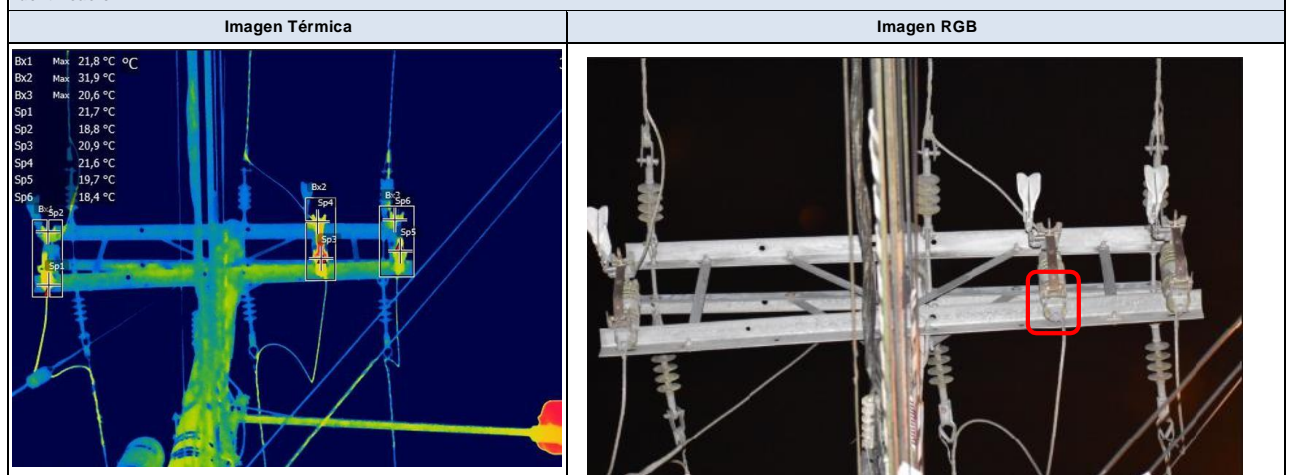
2. CONDICIONES DE INSPECCIÓN Y DATOS TERMOGRÁFICOS

Equipo: Cámara termográfica	FLIR E96 (640*480)	Equipo: Condiciones climáticas	KESTREL 5200
Distancia de medición (m)	10	Temperatura ambiente (°C)	17,3
Velocidad viento (m/s)	0,5	Humedad Relativa (%)	78,4

3. ELEMENTO DE INSPECCIÓN

Subestación	Baños	Alimentador	San Vicente
Código Poste	P-148805	Código Transformador	
Código Luminaria	L-20793	Código Seccionador	S-2392
Nivel de voltaje (kV)	13,8	Tipo de Sistema	Trifásico

Identificación:


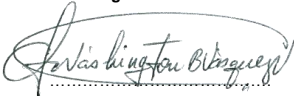
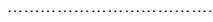


Existe anomalías?	Componente con anomalía	Descripción
SI	SECCIONADOR	Las áreas Bx2,Sp3 presenta un incremento de temperatura en consideración de los demás puntos

T. Amb. °C	17,3	T. Ref. °C	18,4
Sp_1 (°C)	21,7	Bx1 (°C)	21,8
Sp_2 (°C)	18,8	Bx2 (°C)	31,9
Sp_3 (°C)	20,9	Bx3 (°C)	20,6
Sp_4 (°C)	21,6		
Sp_5 (°C)	19,7		
Sp_6 (°C)	18,4		
T. Max. °C	31,9		
Emisividad	0,9		
Delta T °C	13,5		

Nivel de criticidad	LEVE
Observaciones:	CONECTOR DEFECTUOSO EN EXTEMO INFERIOR DE SECCIONAMIENTO
Posibles causas:	CONTACTO DEFICIENTE EN CONECTOR
Conclusiones:	REALIZAR UN SEGUIMIENTO PARA VER LA EVOLUCIÓN DEL PUNTO CALIENTE
Acciones:	SEGUIMIENTO

CONTROL DE DOCUMENTOS:

<p>Elaborado por: Ing. Omar Montaguano Termografo Nivel 1 ASNT</p> 	<p>Revisado por: Ing. Washington Vásquez Termografo Nivel 2 ASNT</p> 	<p>Aprobado por: Ing. Sara Espinoza Fiscalizador del Contrato</p> 
---	---	--



Empresa Eléctrica Ambato
Regional Centro Norte S.A.



INSPECCIÓN TERMOGRÁFICA

1. REPORTE

Tipo de inspección	Termográfica	Reporte No.	1102-0010-S2388-G
Nombre empresa	EEASA		
Entidad Evaluadora	CORFOPYM	Nombre inspector	Ing. Omar Montaguano

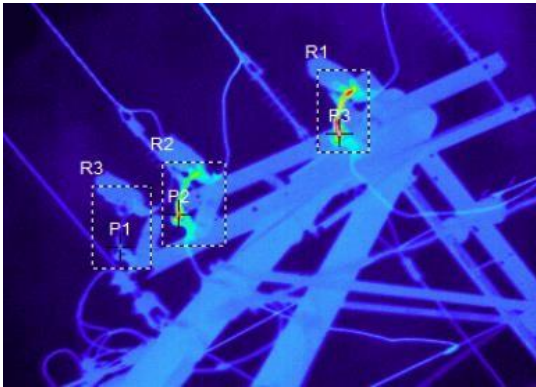
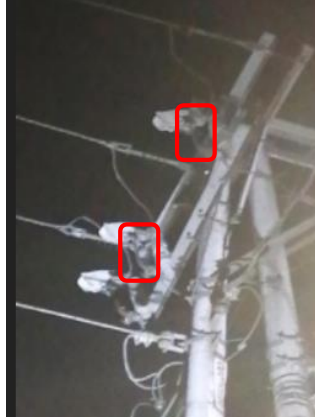
2. CONDICIONES DE INSPECCIÓN Y DATOS TERMOGRÁFICOS

Equipo: Cámara termográfica	SATIR HOTFIND S	Equipo: Condiciones climáticas	Pro Anemometer BTMETER BT-100
Distancia de medición (m)	12	Temperatura ambiente (°C)	12
Velocidad viento (m/s)		Humedad Relativa (%)	50

3. ELEMENTO DE INSPECCIÓN

Subestación	Baños	Alimentador	Pititic
Código Poste	P-148004	Código Transformador	
Código Luminaria		Código Seccionador	S-2388
Nivel de voltaje (kV)	13,8	Tipo de Sistema	Trifásico

Identificación:

Imagen Térmica	Imagen RGB
	

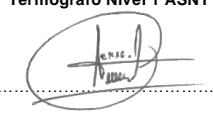
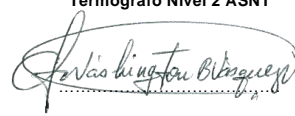
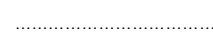
Existe anomalías?	Componente con anomalía	Descripción
SI	SECCIONADOR	El área R2, R1, en el punto P4, P3 presenta un incremento de temperatura en consideración a los demás puntos

5. ANÁLISIS TÉRMICO

T. Amb. °C	12	T. Ref. °C	9,1
P_1 (°C)	9,1	R_1 (°C)	32,9
P_2 (°C)	26,5	R_2 (°C)	28
P_3 (°C)	32,9	R_3 (°C)	11,7
T. Max. °C	32,9		
Emisividad	0,9		
Delta T °C	23,8		

Nivel de criticidad	GRAVE
Observaciones:	CONECTOR DEFECTUOSO EN EXTREMO INFERIOR DE SECCIONADOR
Posibles causas:	CONTACTO DEFICIENTE EN CONECTOR
Conclusiones:	REALIZAR LA INTERVENCIÓN DE MANERA PROGRAMADA
Acciones:	PROGRAMADA

CONTROL DE DOCUMENTOS:

<p>Elaborado por: Ing. Omar Montaguano Termografo Nivel 1 ASNT</p> 	<p>Revisado por: Ing. Washington Vásquez Termografo Nivel 2 ASNT</p> 	<p>Aprobado por: Ing. Sara Espinoza Fiscalizador del Contrato</p> 
--	--	---

INSPECCIÓN TERMOGRAFICA

1. DATOS GENERALES

1.1. Número de secuencia	119	1.4. Entidad evaluadora	CORFOPYM INSPECCIÓN
1.2. Tipo de inspección	Termográfica	1.5. Analista	Ing. Geovanny Villacis
1.3. Nombre empresa	EERSSA	1.6. Operador dron - cámara	G1_Fernando_Briseño

2. CONDICIONES DE INSPECCIÓN Y DATOS TÉRMICOS

2.1. Equipo: Dron (UAV) - cámara	DJI Mavic Enterprise	2.4. Equipo: Cond. climáticas	Kestrel 5200
2.2. Velocidad viento (m/s)	0,7	2.5. Distancia de medición (m)	3,13
2.3. Humedad Relativa (%)	52	2.6. T. Amb. °C	24,6

3. RESULTADOS TÉCNICOS

4.1. Alimentador		4.5. Tipo estructura	EST3VP
4.2. Sistema / Nivel tensión eléctrica (kV)	Distribución / 13800	4.6. Capacidad transformador	
4.3. Código transformador	2006		
4.4. Código torre/estructura			119350

Imagen Térmica	Imagen RGB						
<table border="1"> <tr> <th>Anomalia?</th> <th>Componente con anomalía</th> <th>Descripción</th> </tr> <tr> <td align="center">SI</td> <td align="center">CONECTOR</td> <td>En el área A1, del punto Sp_3, presenta un incremento de temperatura a consideración de los demás puntos</td> </tr> </table>	Anomalia?	Componente con anomalía	Descripción	SI	CONECTOR	En el área A1, del punto Sp_3, presenta un incremento de temperatura a consideración de los demás puntos	
Anomalia?	Componente con anomalía	Descripción					
SI	CONECTOR	En el área A1, del punto Sp_3, presenta un incremento de temperatura a consideración de los demás puntos					

4. ANALISIS TERMOGRAFICO

T. Amb. °C	24,6	T. Ref. °C	24,6
Sp_1 (°C)	24,6	A1 (°C)	41,3
Sp_2 (°C)	28,5	A2 (°C)	
Sp_3 (°C)	41,3	A3 (°C)	
T. Max. °C	41,3		
Emisividad	0,9		
Delta T °C			16,7

Nivel de criticidad	LEVE (GRADO 3)
Observaciones:	CONTACTO DEFECTUOSO
Posibles causas:	CONTACTO DEFICIENTE EN EL LADO DE BAJA TENSION
Conclusiones:	REALIZAR UN SEGUIMIENTO PARA VER LA EVOLUCION DEL PUNTO CALIENTE
Acciones:	SEGUIMIENTO

5. CONTROL DE DOCUMENTOS

Elaborado por: Ing. Geovanny Villacis ANALISTA 	Revisado por: Ing. Washington Vásquez TERMOGRAFO NIVEL II 	Aprobado por: Ing. Iván Pulla EERSSA
--	---	---

INSPECCIÓN TERMOGRAFICA			
1. DATOS GENERALES			
1.1. Número de secuencia	14	1.4. Entidad evaluadora	CORFOPYM INSPECCIÓN
1.2. Tipo de inspección	Termográfica	1.5. Analista	Ing. Geovanny Villacís
1.3. Nombre empresa	EERSSA	1.6. Operador dron - cámara	G2_Hernan_Saragozin

2. CONDICIONES DE INSPECCIÓN Y DATOS TÉRMICOS			
2.1. Equipo: Dron (UAV) - cámara	Fluke TI480 PRO (640*480mpx)	2.4. Equipo: Cond. climáticas	Kestrel 5200
2.2. Velocidad viento (m/s)	3,2	2.5. Distancia de medición (m)	8,72
2.3. Humedad Relativa (%)	50	2.6. T. Amb. °C	16,3

3. RESULTADOS TÉCNICOS			
4.1. Alimentador		4.5. Tipo estructura	EST3HD
4.2. Sistema / Nivel tensión eléctrica (kV)	Distribución / 13,8	4.6. Capacidad transformador	
4.3. Código transformador			
4.4. Código torre/estructura			097372_097373

Imagen Térmica		Imagen RGB	
<p>A0 Max = 16.55 Avg = 14.48 Min = 13.52</p> <p>P0 16.54</p> <p>P1 15.98</p> <p>A1 Max = 18.57 Avg = 14.74 Min = 13.63</p> <p>P2 14.89</p> <p>P3 16.22</p> <p>A2 Max = 18.27 Avg = 14.95 Min = 14.03</p> <p>P4 14.70</p> <p>P5 15.68</p>			
Anomalia?	Componente con anomalia	Descripción	
NO	NO	Todas las áreas muestran una temperatura en el rango normal	

4. ANALISIS TERMOGRAFICO			
T. Amb. °C	16,3	T. Ref. °C	14,7
Sp_0 (°C)	16,54	A0 (°C)	16,55
Sp_1 (°C)	15,98	A1 (°C)	18,57
Sp_2 (°C)	15,89	A2 (°C)	16,27
Sp_3 (°C)	15,22		
Sp_4 (°C)	14,7		
Sp_5 (°C)	15,68		
T. Max. °C	18,57		
Emisividad	0,9		
Delta T °C			3,87

Nivel de criticidad	NORMAL (GRADO 4)
Observaciones:	SIN OBSERVACIONES
Posibles causas:	NO APLICA
Conclusiones:	NO ES NECESARIA NINGUNA ACCIÓN HASTA EL PRÓXIMO MANTENIMIENTO PREDICTIVO
Acciones:	NO REQUIERE ACCIONES

5. CONTROL DE DOCUMENTOS		
Elaborado por: Ing. Geovanny Villacís Analista 	Revisado por: Ing. Washington Vásquez CORFOPYM 	Aprobado por: Ing. Iván Pulla EERSSA

INSPECCIÓN TERMOGRAFICA

1. DATOS GENERALES

1.1. Número de secuencia	14	1.4. Entidad evaluadora	CORFOPYM INSPECCIÓN
1.2. Tipo de inspección	Termográfica	1.5. Analista	Ing. Geovanny Villacís
1.3. Nombre empresa	EERSSA	1.6. Operador dron - cámara	G2_Fernando_Briseño

2. CONDICIONES DE INSPECCIÓN Y DATOS TÉRMICOS

2.1. Equipo: Dron (UAV) - cámara	DJI Mavic Enterprise	2.4. Equipo: Cond. climáticas	Kestrel 5200
2.2. Velocidad viento (m/s)	0,3	2.5. Distancia de medición (m)	3,8
2.3. Humedad Relativa (%)	68	2.6. T. Amb. °C	17,7

3. RESULTADOS TÉCNICOS

4.1. Alimentador		4.5. Tipo estructura	EST3HD
4.2. Sistema / Nivel tensión eléctrica (kV)	Distribución / 13,8	4.6. Capacidad transformador	
4.3. Código transformador			097372_097373
4.4. Código torre/estructura			

Imagen Térmica		Imagen RGB	
Anomalia?	Componente con anomalía	Descripción	
SI	SECCIONADOR	El área R2, en el punto P3 presenta un incremento de temperatura en consideración a los demás puntos	

4. ANALISIS TERMOGRAFICO

T. Amb. °C	17,7	T. Ref. °C	18,3
Sp_1 (°C)	18,3	A1 (°C)	26
Sp_2 (°C)	18,3	A2 (°C)	32,3
Sp_3 (°C)	29,8	A3 (°C)	19,6
Sp_4 (°C)	18,3		
Sp_5 (°C)	19,6		
Sp_6 (°C)	18,3		
T. Max. °C	32,3		
Emisividad	0,9		
Delta T °C		14	

Nivel de criticidad	LEVE (GRADO 3)
Observaciones:	SECCIONADOR DEFECTUOSO
Posibles causas:	CONTACTO DEFICIENTE EN TERMINAL SUPERIOR DEL SECCIONADOR
Conclusiones:	REALIZAR UN SEGUIMIENTO PARA VER LA EVOLUCIÓN DEL PUNTO CALIENTE
Acciones:	SEGUIMIENTO

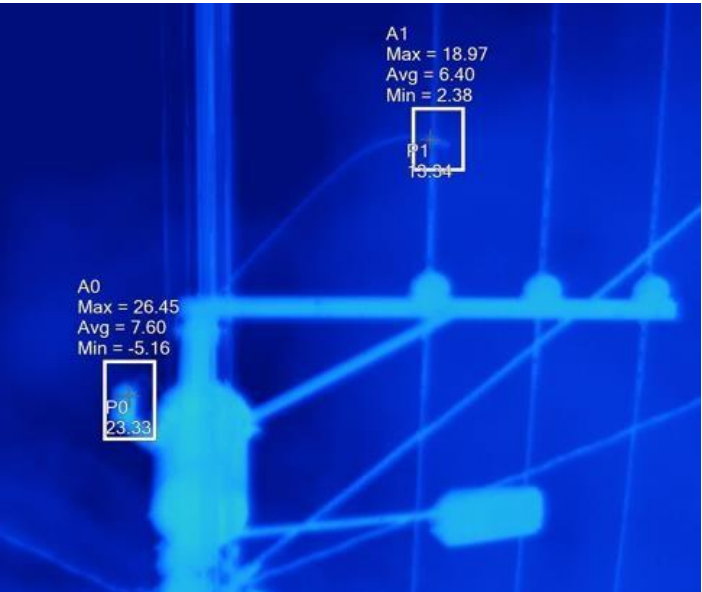

5. CONTROL DE DOCUMENTOS

Elaborado por: Ing. Geovanny Villacís Analista 	Revisado por: Ing. Washington Vásquez CORFOPYM 	Aprobado por: Ing. Iván Pulla EERSSA
--	--	---

1. DATOS GENERALES			
1.1. Número de secuencia	37	1.4. Entidad evaluadora	CORFOPYM
1.2. Tipo de inspección	Termográfica	1.5. Analista	Ing. Geovanny Villacís
1.3. Nombre empresa	EERSSA	1.6. Operador dron - cámara	G2_Hernan_Saragozin


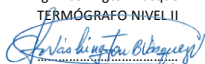
2. CONDICIONES DE INSPECCIÓN Y DATOS TÉRMICOS			
2.1. Equipo: Dron (UAV) - cámara	Fluke Ti480 PRO (640*480mpx)	2.4. Equipo: Cond. climáticas	Kestrel 5200
2.2. Velocidad viento (m/s)	0,2	2.5. Distancia de medición (m)	9,62
2.3. Humedad Relativa (%)	75	2.6. T. Amb. °C	26,6

3. RESULTADOS TÉCNICOS			
4.1. Alimentador		4.5. Tipo estructura	ESV3VP
4.2. Sistema / Nivel tensión eléctrica (kV)	Distribución / 22	4.6. Capacidad transformador	15 Kva
4.3. Código transformador	16355		
4.4. Código torre/estructura			179571

Imagen Térmica		Imagen RGB	
			
Anomalia?	Componente con anomalía	Descripción	
NO	NO	Todas las áreas muestran una temperatura en el rango normal	

4. ANALISIS TERMOGRAFICO			
T. Amb. °C	26,6	T. Ref. °C	16,7
Sp_0 (°C)	23,33	A0 (°C)	26,45
Sp_1 (°C)	13,34	A1 (°C)	18,97
T. Max. °C	26,45		
Emisividad	0,9		
Delta T °C	9,75		

Nivel de criticidad	NORMAL (GRADO 4)
Observaciones:	SIN OBSERVACIONES
Posibles causas:	NO APLICA
Conclusiones:	NO ES NECESARIA NINGUNA ACCIÓN HASTA EL PRÓXIMO MANTENIMIENTO PREDICTIVO
Acciones:	NO REQUIERE ACCIONES

5. CONTROL DE DOCUMENTOS		
Elaborado por: Ing. Geovanny Villacís ANALISTA 	Revisado por: Ing. Washington Vásquez TERMÓGRAFO NIVEL II 	Aprobado por: Ing. Iván Pulla EERSSA

INSPECCIÓN TERMOGRAFICA

1. DATOS GENERALES

1.1. Número de secuencia	37	1.4. Entidad evaluadora	CORFOPYM
1.2. Tipo de inspección	Termográfica	1.5. Analista	Ing. Geovanny Villacís
1.3. Nombre empresa	EERSSA	1.6. Operador dron - cámara	G1_Fernando_Briseño

2. CONDICIONES DE INSPECCIÓN Y DATOS TÉRMICOS

2.1. Equipo: Dron (UAV) - cámara	Fluke Ti480 PRO (640*480mpx)	2.4. Equipo: Cond. climáticas	Kestrel 5200
2.2. Velocidad viento (m/s)	0,2	2.5. Distancia de medición (m)	10,4
2.3. Humedad Relativa (%)	69	2.6. T. Amb. °C	21,6

3. RESULTADOS TÉCNICOS

4.1. Alimentador		4.5. Tipo estructura	ESV3VP
4.2. Sistema / Nivel tensión eléctrica (kV)	Distribución / 22	4.6. Capacidad transformador	15 Kva
4.3. Código transformador	16355		
4.4. Código torre/estructura		179571	

Imagen Térmica	Imagen RGB	
Anomalia?	Componente con anomalía	Descripción
SI	PARARRAYO	En el área A0 en el punto P0 presenta un incremento de temperatura en consideración a los demás puntos

4. ANALISIS TERMOGRAFICO

T. Amb. °C	21,6	T. Ref. °C	14,37
Sp_0 (°C)	27,62	A0 (°C)	27,89
Sp_1 (°C)	14,37	A1 (°C)	16,26
T. Max. °C	27,89		
Emisividad	0,9		
Delta T °C	13,52		

Nivel de criticidad	LEVE (GRADO 3)
Observaciones:	PARRARRAYO DEFICIENTE
Posibles causas:	PARRARRAYO DEFICIENTE POR CAUSAS VARIAS
Conclusiones:	REALIZAR UN SEGUIMIENTO PARA VER LA EVOLUCIÓN DEL PUNTO CALIENTE
Acciones:	SEGUIMIENTO

5. CONTROL DE DOCUMENTOS

Elaborado por: Ing. Geovanny Villacís ANALISTA 	Revisado por: Ing. Washington Vásquez TÉRMOGRAFO NIVEL-II 	Aprobado por: Ing. Iván Pulla EERSSA
--	---	--

1. DATOS GENERALES			
1.1. Número de secuencia	37	1.4. Entidad evaluadora	CORFOPYM INSPECCIÓN
1.2. Tipo de inspección	Termográfica	1.5. Analista	Ing. Geovanny Villacís
1.3. Nombre empresa	EERSSA	1.6. Operador dron	G2_Hernan_Saragozin

2. CONDICIONES DE INSPECCIÓN Y DATOS TÉRMICOS			
2.1. Equipo: Dron (UAV) - cámara	Fluke Ti480 PRO (640*480mpx)	2.4. Equipo: Cond. climáticas	Kestrel 5200
2.2. Velocidad viento (m/s)	0,4	2.5. Distancia de medición (m)	8,26
2.3. Humedad Relativa (%)	40	2.6. T. Amb. °C	28,8

3. RESULTADOS TÉCNICOS			
4.1. Alimentador		4.5. Tipo estructura	EST3HR
4.2. Sistema / Nivel tensión eléctrica (kV)	Distribución / 13,8	4.6. Capacidad transformador	100 kVA
4.3. Código transformador	22282		
4.4. Código torre/estructura			213091_213092

Imagen Térmica		Imagen RGB	
Anomalia?	Componente con anomalía	Descripción	
NO	NO	Todas las áreas muestran una temperatura en el rango normal	

4. ANALISIS TERMOGRAFICO			
T. Amb. °C	28,8	T. Ref. °C	26,99
Sp_0 (°C)	27,51	A0 (°C)	28,29
Sp_1 (°C)	27,42	A1 (°C)	28,23
Sp_2 (°C)	27,46	A2 (°C)	28,18
Sp_3 (°C)	27,79		
Sp_4 (°C)	27,51		
Sp_5 (°C)	26,99		
T. Max. °C	28,29		
Emisividad	0,9		
Delta T °C			1,3

Nivel de criticidad	NORMAL (GRADO 4)
Observaciones:	SIN OBSERVACIONES
Posibles causas:	NO APLICA
Conclusiones:	NO ES NECESARIA NINGUNA ACCIÓN HASTA EL PRÓXIMO MANTENIMIENTO PREDICTIVO
Acciones:	NO REQUIERE ACCIONES

5. CONTROL DE DOCUMENTOS		
Elaborado por: Ing. Geovanny Villacís Analista 	Revisado por: Ing. Washington Vásquez CORFOPYM 	Aprobado por: Ing. Iván Pulla EERSSA

INSPECCIÓN TERMOGRÁFICA

1. DATOS GENERALES

1.1. Número de secuencia	37	1.4. Entidad evaluadora	CORFOPYM INSPECCIÓN
1.2. Tipo de inspección	Termográfica	1.5. Analista	Ing. Geovanny Villacis
1.3. Nombre empresa	EERSSA	1.6. Operador dron	G1_Fernando_Briseño

2. CONDICIONES DE INSPECCIÓN Y DATOS TÉRMICOS

2.1. Equipo: Dron (UAV) - cámara	Flir E96 (640*480mpx)	2.4. Equipo: Cond. climáticas	Kestrel 5200
2.2. Velocidad viento (m/s)	0,3	2.5. Distancia de medición (m)	3,5
2.3. Humedad Relativa (%)	42	2.6. T. Amb. °C	23,6

3. RESULTADOS TÉCNICOS

4.1. Alimentador		4.5. Tipo estructura	EST3HR
4.2. Sistema / Nivel tensión eléctrica (kV)	Distribución / 13,8	4.6. Capacidad transformador	100 kVA
4.3. Código transformador	22282		
4.4. Código torre/estructura		213091_213092	

Imagen Térmica		Imagen RGB	
Anomalia?	Componente con anomalía	Descripción	
SI	NH	En el Area A0, en el punto Sp_0 existe un incremento de temperatura a consideración de los demas puntos	

4. ANALISIS TERMOGRAFICO

T. Amb. °C	23,6	T. Ref. °C	27,3
Sp_0 (°C)	69,2	A0 (°C)	78,9
Sp_1 (°C)	52,1	A1 (°C)	81,3
Sp_2 (°C)	27,3	A2 (°C)	39,8
T. Max. °C	81,3		
Emisividad	0,9		
Delta T °C	54		

Nivel de criticidad	MODERADO (GRADO 2)
Observaciones:	CONTACTO DEFECTUOSO
Posibles causas:	CONTACTO DEFICIENTE ENTRE CONECTOR Y BASE DEL NH
Conclusiones:	REALIZAR LAS MEDIDAS CORRECTIVAS DE ACUERDO A LA PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTO
Acciones:	MONITOREAR

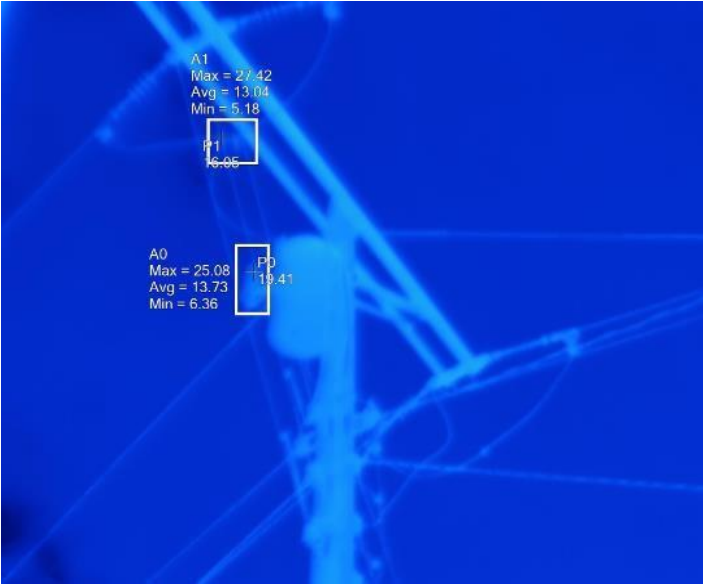

5. CONTROL DE DOCUMENTOS

Elaborado por: Ing. Geovanny Villacis Analista 	Revisado por: Ing. Washington Vásquez CORFOPYM 	Aprobado por: Ing. Iván Pulla EERSSA
--	--	--

1. DATOS GENERALES			
1.1. Número de secuencia	39	1.4. Entidad evaluadora	CORFOPYM INSPECCIÓN
1.2. Tipo de inspección	Termográfica	1.5. Analista	Ing. Geovanny Villacís
1.3. Nombre empresa	EERSSA	1.6. Operador dron	G2_Hernan_Saragozin



2. CONDICIONES DE INSPECCIÓN Y DATOS TÉRMICOS			
2.1. Equipo: Dron (UAV) - cámara	Fluke Ti480 PRO (640*480mpx)	2.4. Equipo: Cond. climáticas	Kestrel 5200
2.2. Velocidad viento (m/s)	0,3	2.5. Distancia de medición (m)	8,55
2.3. Humedad Relativa (%)	70	2.6. T. Amb. °C	22,5

3. RESULTADOS TÉCNICOS			
4.1. Alimentador		4.5. Tipo estructura	EST3HD
4.2. Sistema / Nivel tensión eléctrica (kV)	Distribución / 13,8	4.6. Capacidad transformador	
4.3. Código transformador			
4.4. Código torre/estructura		049886_049887	

Imagen Térmica		Imagen RGB	
 <p>A1 Max = 27,42 Avg = 13,04 Min = 5,18</p> <p>P1 16,05</p> <p>A0 Max = 25,08 Avg = 13,73 Min = 6,36</p> <p>P0 19,41</p>			
Anomalia?	Componente con anomalía	Descripción	
NO	NO	Todas las áreas muestran una temperatura en el rango normal	

4. ANALISIS TERMOGRAFICO			
T. Amb. °C	22,5	T. Ref. °C	16,05
Sp_0 (°C)	16,05	A0 (°C)	27,42
Sp_1 (°C)	19,41	A1 (°C)	25,08
T. Max. °C	27,42		
Emisividad	0,9		
Delta T °C	11,37		

Nivel de criticidad	NORMAL (GRADO 4)
Observaciones:	SIN OBSERVACIONES
Posibles causas:	NO APLICA
Conclusiones:	NO ES NECESARIA NINGUNA ACCIÓN HASTA EL PRÓXIMO MANTENIMIENTO PREDICTIVO
Acciones:	NO REQUIERE ACCIONES

5. CONTROL DE DOCUMENTOS		
Elaborado por: Ing. Geovanny Villacís Analista 	Revisado por: Ing. Washington Vásquez CORFOPYM 	Aprobado por: Ing. Iván Pulla EERSSA

1. DATOS GENERALES

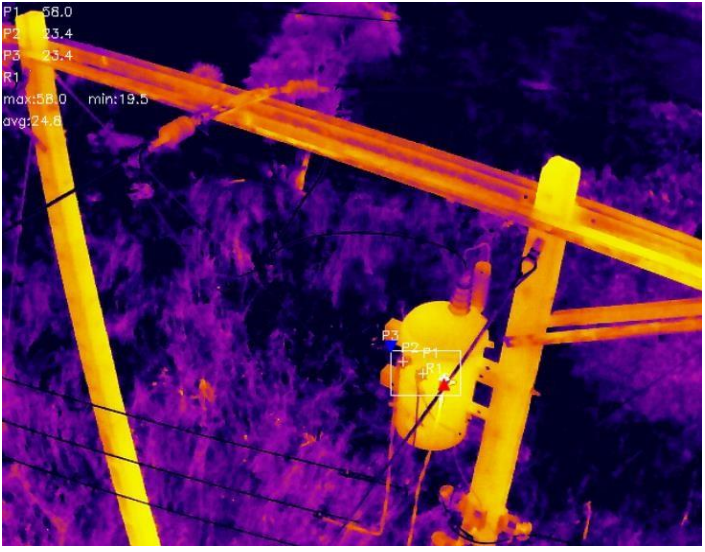
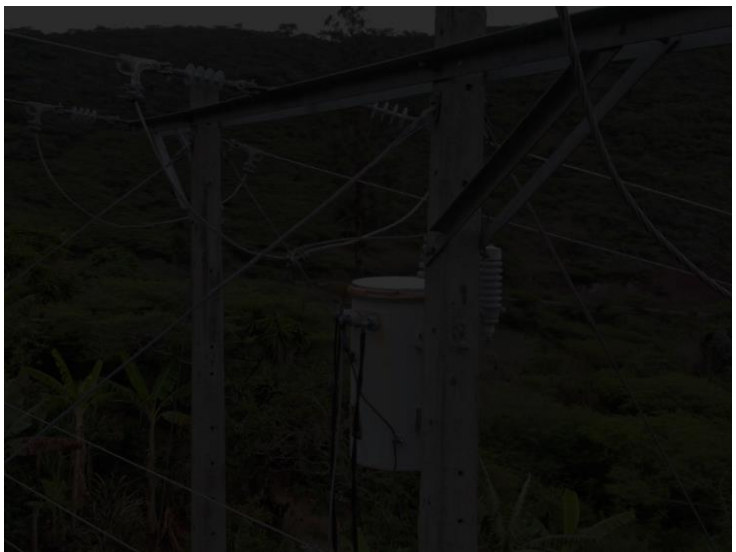
1.1. Número de secuencia	39	1.4. Entidad evaluadora	CORFOPYM INSPECCIÓN
1.2. Tipo de inspección	Termográfica	1.5. Analista	Ing. Geovanny Villacís
1.3. Nombre empresa	EERSSA	1.6. Operador dron	G1_Fernando_Briseño

2. CONDICIONES DE INSPECCIÓN Y DATOS TÉRMICOS

2.1. Equipo: Dron (UAV) - cámara	Flir E96 (640*480mpx)	2.4. Equipo: Cond. climáticas	Kestrel 5200
2.2. Velocidad viento (m/s)	0.3	2.5. Distancia de medición (m)	8.55
2.3. Humedad Relativa (%)	52	2.6. T. Amb. °C	22,5

3. RESULTADOS TÉCNICOS

4.1. Alimentador	Distribución / 13,8	4.5. Tipo estructura	EST3HD
4.2. Sistema / Nivel tensión eléctrica (kV)		4.6. Capacidad transformador	
4.3. Código transformador		049886_049887	
4.4. Código torre/estructura			


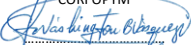
Imagen Térmica	Imagen RGB	
		
Anomalia?	Componente con anomalía	Descripción
SI	BUSHING DE BAJA	El área A0 en el punto P0, presenta un incremento de temperatura en consideración a los demás puntos

4. ANALISIS TERMOGRAFICO

T. Amb. °C	22,5	T. Ref. °C	23.4
Sp_0 (°C)	58	A0 (°C)	58
Sp_1 (°C)	23.4		
T. Max. °C	58		
Emisividad	0.9		
Delta T °C	34.6		

Nivel de criticidad	MODERADO (GRADO 2)
Observaciones:	BUSHING DEFECTUOSO EN EL TRANSFORMADOR
Posibles causas:	FALSO CONTACTO EN EL BUSHING DE BAJA TENSION
Conclusiones:	REALIZAR LAS MEDIDAS CORRECTIVAS REQUERIDAS DE ACUERDO A LA PROGRAMACION DE MANTENIMIENTO
Acciones:	MONITOREAR

5. CONTROL DE DOCUMENTOS

Elaborado por: Ing. Geovanny Villacís Analista 	Revisado por: Ing. Washington Vásquez CORFOPYM 	Aprobado por: Ing. Iván Pulla EERSSA
---	---	---

1. DATOS GENERALES			
1.1. Número de secuencia	41	1.4. Entidad evaluadora	CORFOPYM INSPECCIÓN
1.2. Tipo de inspección	Termográfica	1.5. Analista	Ing. Geovanny Villacís
1.3. Nombre empresa	EERSSA	1.6. Operador dron	G2_Hernan_Saragozin

2. CONDICIONES DE INSPECCIÓN Y DATOS TÉRMICOS			
2.1. Equipo: Dron (UAV) - cámara	Fluke Ti480 PRO (640*480mpx)	2.4. Equipo: Cond. climáticas	Kestrel 5200
2.2. Velocidad viento (m/s)	1,4	2.5. Distancia de medición (m)	8,7
2.3. Humedad Relativa (%)	40	2.6. T. Amb. °C	28,3

3. RESULTADOS TÉCNICOS			
4.1. Alimentador		4.5. Tipo estructura	EST3CR
4.2. Sistema / Nivel tensión eléctrica (kV)	Distribución / 13,8	4.6. Capacidad transformador	15 kVA
4.3. Código transformador	22284		
4.4. Código torre/estructura		213100	

Imagen Térmica		Imagen RGB	
Anomalia?	Componente con anomalía	Descripción	
NO	NO	Todas las áreas muestran una temperatura en el rango normal	

4. ANALISIS TERMOGRAFICO			
T. Amb. °C	28,3	T. Ref. °C	24,57
Sp_0 (°C)	25,61	A0 (°C)	27,62
Sp_1 (°C)	26,72	A1 (°C)	27,82
Sp_2 (°C)	24,57	A2 (°C)	27,65
Sp_3 (°C)	26,33		
Sp_4 (°C)	25,78		
Sp_5 (°C)	26,54		
T. Max. °C	27,82		
Emisividad	0,9		
Delta T °C		3,25	

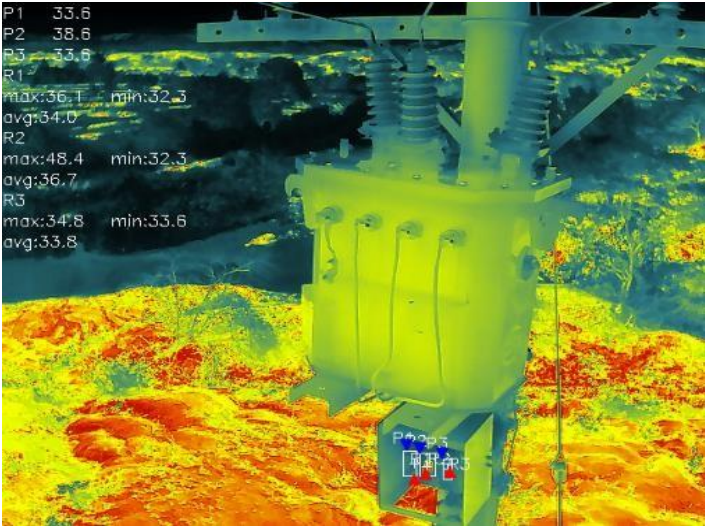

Nivel de criticidad	NORMAL (GRADO 4)
Observaciones:	SIN OBSERVACIONES
Posibles causas:	NO APLICA
Conclusiones:	NO ES NECESARIA NINGUNA ACCIÓN HASTA EL PRÓXIMO MANTENIMIENTO PREDICTIVO
Acciones:	NO REQUIERE ACCIONES

5. CONTROL DE DOCUMENTOS		
Elaborado por: Ing. Geovanny Villacís Analista 	Revisado por: Ing. Washington Vásquez CORFOPYM 	Aprobado por: Ing. Iván Pulla EERSSA

1. DATOS GENERALES			
1.1. Número de secuencia	41	1.4. Entidad evaluadora	CORFOPYM INSPECCIÓN
1.2. Tipo de inspección	Termográfica	1.5. Analista	Ing. Geovanny Villacis
1.3. Nombre empresa	EERSSA	1.6. Operador dron - cámara	G1_Fernando_Briseño


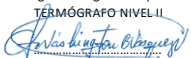
2. CONDICIONES DE INSPECCIÓN Y DATOS TÉRMICOS			
2.1. Equipo: Dron (UAV) - cámara	DJI Mavic Enterprise	2.4. Equipo: Cond. climáticas	Kestrel 5200
2.2. Velocidad viento (m/s)	0,8	2.5. Distancia de medición (m)	4
2.3. Humedad Relativa (%)	53	2.6. T. Amb. °C	23,5

3. RESULTADOS TÉCNICOS			
4.1. Alimentador		4.5. Tipo estructura	EST3CR
4.2. Sistema / Nivel tensión eléctrica (kV)	Distribución / 13800	4.6. Capacidad transformador	15 kVA
4.3. Código transformador	22284		
4.4. Código torre/estructura			213100

Imagen Térmica		Imagen RGB	
			
Anomalia?	Componente con anomalía	Descripción	
SI	NH	En el Area A2, en el punto Sp_2 existe un incremento de temperatura a consideración de los demas puntos	

4. ANALISIS TERMOGRAFICO			
T. Amb. °C	23,5	T. Ref. °C	33,6
Sp_1 (°C)	33,6	A1 (°C)	36,1
Sp_2 (°C)	38,6	A2 (°C)	48,4
Sp_3 (°C)	33,6	A3 (°C)	34,8
T. Max. °C	48,4		
Emisividad	0,9		
Delta T °C			14,8

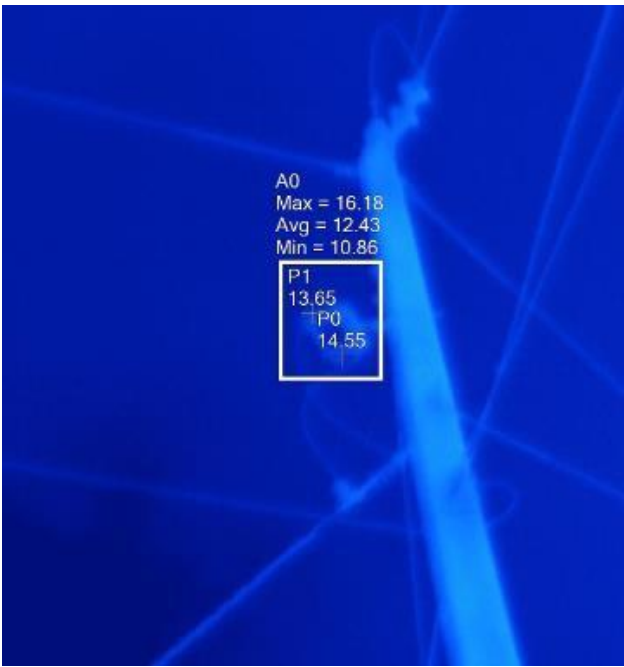

Nivel de criticidad	LEVE (GRADO 3)
Observaciones:	CONTACTO DEFECTUOSO
Posibles causas:	CONTACTO DEFICIENTE ENTRE CONECTOR Y BASE DEL NH
Conclusiones:	REALIZAR LAS MEDIDAS CORRECTIVAS DE ACUERDO A LA PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTO
Acciones:	MONITOREAR

5. CONTROL DE DOCUMENTOS		
Elaborado por: Ing. Geovanny Villacis ANALISTA 	Revisado por: Ing. Washington Vásquez TÉRMÓGRAFO NIVEL II 	Aprobado por: Ing. Iván Pulla EERSSA

1. DATOS GENERALES			
1.1. Número de secuencia	51	1.4. Entidad evaluadora	CORFOPYM INSPECCIÓN
1.2. Tipo de inspección	Termográfica	1.5. Analista	Ing. Geovanny Villacís
1.3. Nombre empresa	EERSSA	1.6. Operador dron	G2_Hernan_Saragozin



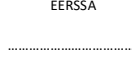
2. CONDICIONES DE INSPECCIÓN Y DATOS TÉRMICOS			
2.1. Equipo: Dron (UAV) - cámara	Fluke Ti480 PRO (640*480mpx)	2.4. Equipo: Cond. climáticas	Kestrel 5200
2.2. Velocidad viento (m/s)	0,4	2.5. Distancia de medición (m)	11,16
2.3. Humedad Relativa (%)	70	2.6. T. Amb. °C	16,8

3. RESULTADOS TÉCNICOS			
4.1. Alimentador		4.5. Tipo estructura	EST3TD
4.2. Sistema / Nivel tensión eléctrica (kV)	Distribución / 13,8	4.6. Capacidad transformador	
4.3. Código transformador			
4.4. Código torre/estructura	050604_050605_050606		

Imagen Térmica		Imagen RGB	
			
Anomalia?	Componente con anomalía	Descripción	
NO	NO	Todas las áreas muestran una temperatura en el rango normal	

4. ANALISIS TERMOGRAFICO			
T. Amb. °C	16,8	T. Ref. °C	13,65
Sp_0 (°C)	13,65	A0 (°C)	16,18
Sp_1 (°C)	14,55		
T. Max. °C	16,18		
Emisividad	0,9		
Delta T °C	2,53		

Nivel de criticidad	NORMAL (GRADO 4)
Observaciones:	SIN OBSERVACIONES
Posibles causas:	NO APLICA
Conclusiones:	NO ES NECESARIA NINGUNA ACCIÓN HASTA EL PRÓXIMO MANTENIMIENTO PREDICTIVO
Acciones:	NO REQUIERE ACCIONES

5. CONTROL DE DOCUMENTOS		
Elaborado por: Ing. Geovanny Villacís Analista 	Revisado por: Ing. Washington Vásquez CORFOPYM 	Aprobado por: Ing. Iván Pulla EERSSA 

1. DATOS GENERALES

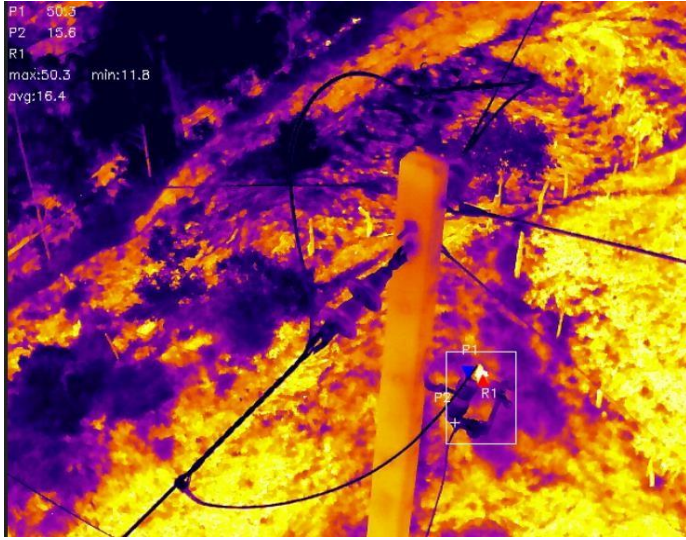

1.1. Número de secuencia	51	1.4. Entidad evaluadora	CORFOPYM INSPECCIÓN
1.2. Tipo de inspección	Termográfica	1.5. Analista	Ing. Geovanny Villacís
1.3. Nombre empresa	EERSSA	1.6. Operador dron	G1_Fernando_Briseño

2. CONDICIONES DE INSPECCIÓN Y DATOS TÉRMICOS

2.1. Equipo: Dron (UAV) - cámara	Flir E96 (640*480mpx)	2.4. Equipo: Cond. climáticas	Kestrel 5200
2.2. Velocidad viento (m/s)	0.4	2.5. Distancia de medición (m)	11,16
2.3. Humedad Relativa (%)	52	2.6. T. Amb. °C	16,8

3. RESULTADOS TÉCNICOS

4.1. Alimentador		4.5. Tipo estructura	EST3TD
4.2. Sistema / Nivel tensión eléctrica (kV)	Distribución / 13,8	4.6. Capacidad transformador	
4.3. Código transformador			
4.4. Código torre/estructura	050604_050605_050606		

Imagen Térmica	Imagen RGB
	

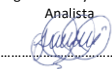
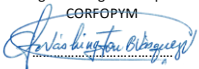
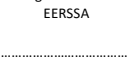
Anomalia?	Componente con anomalía	Descripción
SI	SECCIONADOR	Las áreas A0 en el punto Sp0, presenta un incremento de temperatura en consideración a los demás puntos.

4. ANALISIS TERMOGRAFICO

T. Amb. °C	16,8	T. Ref. °C	15,6
Sp_0 (°C)	50,3	A0 (°C)	50,3
Sp_1 (°C)	15,6		
T. Max. °C	50,3		
Emisividad	0,9		
Delta T °C	34,7		

Nivel de criticidad	MODERADO (GRADO 2)
Observaciones:	CONECTOR DEFECTUOSO EN EXTREMO SUPERIOR DEL SECCIONADOR
Posibles causas:	CONTACTO DEFICIENTE EN EL CONECTOR SUPERIOR
Conclusiones:	REALIZAR LAS MEDIDAS CORRECTIVAS REQUERIDAS DE ACUERDO A LA PROGRAMACION DEL MENTENIMIENTO
Acciones:	MONITOREAR

5. CONTROL DE DOCUMENTOS

Elaborado por: Ing. Geovanny Villacís Analista 	Revisado por: Ing. Washington Vásquez CORFOPYM 	Aprobado por: Ing. Iván Pulla EERSSA 
---	---	---

1. DATOS GENERALES			
1.1. Número de secuencia	53	1.4. Entidad evaluadora	CORFOPYM INSPECCIÓN
1.2. Tipo de inspección	Termográfica	1.5. Analista	Ing. Geovanny Villacís
1.3. Nombre empresa	EERSSA	1.6. Operador dron	G2_Hernan_Saragozin

2. CONDICIONES DE INSPECCIÓN Y DATOS TÉRMICOS			
2.1. Equipo: Dron (UAV) - cámara	Fluke Ti480 PRO (640*480mpx)	2.4. Equipo: Cond. climáticas	Kestrel 5200
2.2. Velocidad viento (m/s)	0,4	2.5. Distancia de medición (m)	6,19
2.3. Humedad Relativa (%)	70	2.6. T. Amb. °C	19

4. RESULTADOS TÉCNICOS			
4.1. Alimentador		4.5. Tipo estructura	EST3CR
4.2. Sistema / Nivel tensión eléctrica (kV)	Distribución / 13,8	4.6. Capacidad transformador	75 kVA
4.3. Código transformador	12092		
4.4. Código torre/estructura			50638

Imagen Térmica		Imagen RGB	
Anomalia?	Componente con anomalía	Descripción	
NO	NO	Todas las áreas muestran una temperatura en el rango normal	

4.1. ANALISIS TERMOGRAFICO			
T. Amb. °C	19	T. Ref. °C	4,2
Sp_0 (°C)	4,2	A0 (°C)	9,85
Sp_1 (°C)	6,11	A1 (°C)	12,72
Sp_2 (°C)	5,52	A2 (°C)	16,78
Sp_3 (°C)	9,79		
Sp_4 (°C)	8,53		
Sp_5 (°C)	13,93		
T. Max. °C	16,78		
Emisividad	0,9		
Delta T °C			12,58

Nivel de criticidad	NORMAL (GRADO 4)
Observaciones:	SIN OBSERVACIONES
Posibles causas:	NO APLICA
Conclusiones:	NO ES NECESARIA NINGUNA ACCIÓN HASTA EL PRÓXIMO MANTENIMIENTO PREDICTIVO
Acciones:	NO REQUIERE ACCIONES

5. CONTROL DE DOCUMENTOS		
Elaborado por: Ing. Geovanny Villacís Analista 	Revisado por: Ing. Washington Vásquez CORFOPYM 	Aprobado por: Ing. Iván Pulla EERSSA

1. DATOS GENERALES


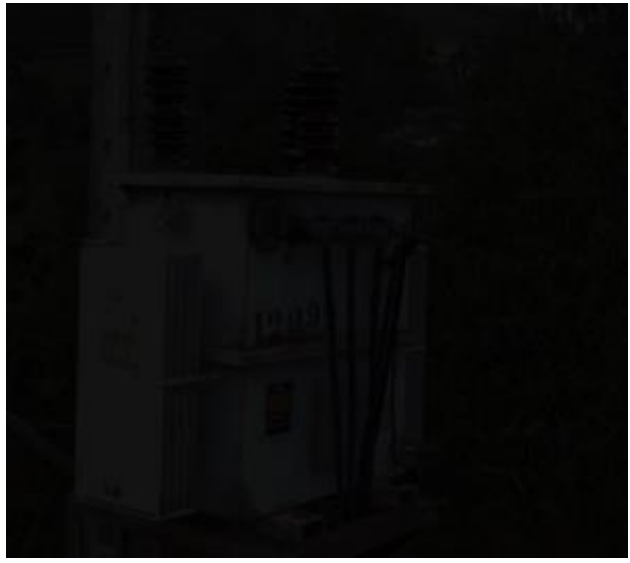
1.1. Número de secuencia	53	1.4. Entidad evaluadora	CORFOPYM INSPECCIÓN
1.2. Tipo de inspección	Termográfica	1.5. Analista	Ing. Geovanny Villacís
1.3. Nombre empresa	EERSSA	1.6. Operador dron	G1_Fernando_Briseño

2. CONDICIONES DE INSPECCIÓN Y DATOS TÉRMICOS

2.1. Equipo: Dron (UAV) - cámara	Flir E96 (640*480mpx)	2.4. Equipo: Cond. climáticas	Kestrel 5200
2.2. Velocidad viento (m/s)	0,4	2.5. Distancia de medición (m)	6,19
2.3. Humedad Relativa (%)	52	2.6. T. Amb. °C	19

3. RESULTADOS TÉCNICOS

4.1. Alimentador		4.5. Tipo estructura	EST3CR
4.2. Sistema / Nivel tensión eléctrica (kV)	Distribución / 13,8	4.6. Capacidad transformador	75 kVA
4.3. Código transformador	12092		
4.4. Código torre/estructura			50638



Imagen Térmica		Imagen RGB
		
Anomalia?	Componente con anomalía	Descripción
SI	BUSHING	El area A0 en el punto Sp0, presenta un incremento de temperatura en ocnsideracion a los demas puntos

4. ANALISIS TERMOGRAFICO

T. Amb. °C	19	T. Ref. °C	19.5
Sp_0 (°C)	32.5	A0 (°C)	36.3
Sp_1 (°C)	20.9		
Sp_2 (°C)	19.5		
T. Max. °C	36.3		
Emisividad	0.9		
Delta T °C			16.8

Nivel de criticidad	LEVE (GRADO 3)
Observaciones:	BUSHING DE BAJA TENSION
Posibles causas:	FALSO CONTACTO EN EL CONECTOR DEL BUSHING
Conclusiones:	REALIZAR UN SEGUIMIENTO PARA VER LA EVOLUCION DEL PUNTO CALIENTE
Acciones:	SEGUIMIENTO

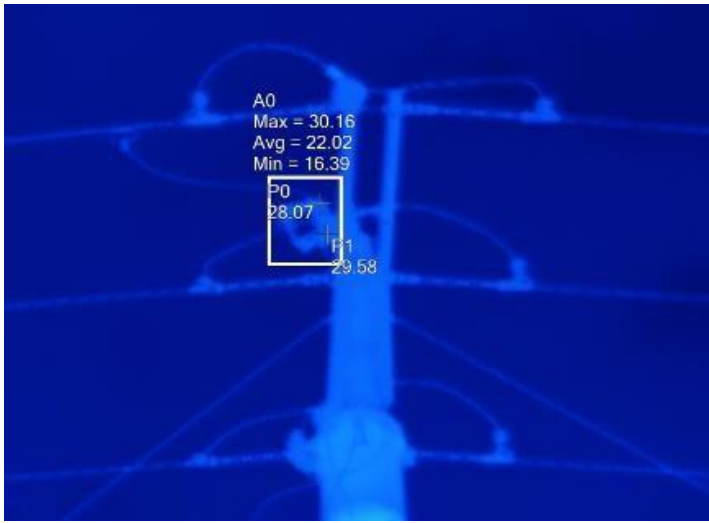

5. CONTROL DE DOCUMENTOS

Elaborado por: Ing. Geovanny Villacís Analista 	Revisado por: Ing. Washington Vásquez CORFOPYM 	Aprobado por: Ing. Iván Pulla EERSSA
---	---	---

1. DATOS GENERALES			
1.1. Número de secuencia	58	1.4. Entidad evaluadora	CORFOPYM INSPECCIÓN
1.2. Tipo de inspección	Termográfica	1.5. Analista	Ing. Geovanny Villacís
1.3. Nombre empresa	EERSSA	1.6. Operador dron	G2_Hernan_Saragozin



2. CONDICIONES DE INSPECCIÓN Y DATOS TÉRMICOS			
2.1. Equipo: Dron (UAV) - cámara	Fluke Ti480 PRO (640*480mpx)	2.4. Equipo: Cond. climáticas	Kestrel 5200
2.2. Velocidad viento (m/s)	0,8	2.5. Distancia de medición (m)	8,33
2.3. Humedad Relativa (%)	40	2.6. T. Amb. °C	30,4

4. RESULTADOS TÉCNICOS			
4.1. Alimentador		4.5. Tipo estructura	EST3CD
4.2. Sistema / Nivel tensión eléctrica (kV)	Distribución / 13,8	4.6. Capacidad transformador	15 kVA
4.3. Código transformador	21231		
4.4. Código torre/estructura		156360	

Imagen Térmica		Imagen RGB	
 <p>A0 Max = 30.16 Avg = 22.02 Min = 16.39 Sp_0 28.07 Sp_1 29.58</p>			
Anomalia?	Componente con anomalia	Descripción	
NO	NO	Todas las áreas muestran una temperatura en el rango normal	

4. ANALISIS TERMOGRAFICO			
T. Amb. °C	30,4	T. Ref. °C	28,07
Sp_0 (°C)	28,07	A0 (°C)	30,16
Sp_1 (°C)	29,58		
T. Max. °C	30,16		
Emisividad	0,9		
Delta T °C			2,09

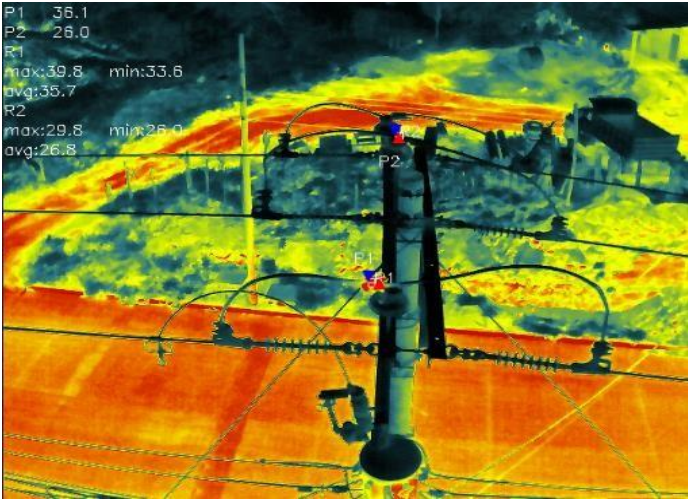

Nivel de criticidad	NORMAL (GRADO 4)
Observaciones:	SIN OBSERVACIONES
Posibles causas:	NO APLICA
Conclusiones:	NO ES NECESARIA NINGUNA ACCIÓN HASTA EL PRÓXIMO MANTENIMIENTO PREDICTIVO
Acciones:	NO REQUIERE ACCIONES

5. CONTROL DE DOCUMENTOS		
Elaborado por: Ing. Geovanny Villacís Analista 	Revisado por: Ing. Washington Vásquez CORFOPYM 	Aprobado por: Ing. Iván Pulla EERSSA

1. DATOS GENERALES			
1.1. Número de secuencia	58	1.4. Entidad evaluadora	CORFOPYM INSPECCIÓN
1.2. Tipo de inspección	Termográfica	1.5. Analista	Ing. Geovanny Villacis
1.3. Nombre empresa	EERSSA	1.6. Operador dron - cámara	G1_Fernando_Briseño



2. CONDICIONES DE INSPECCIÓN Y DATOS TÉRMICOS			
2.1. Equipo: Dron (UAV) - cámara	DJI Mavic Enterprise	2.4. Equipo: Cond. climáticas	Kestrel 5200
2.2. Velocidad viento (m/s)	0,9	2.5. Distancia de medición (m)	3,22
2.3. Humedad Relativa (%)	55	2.6. T. Amb. °C	22,75

3. RESULTADOS TÉCNICOS			
4.1. Alimentador	Distribución / 13800	4.5. Tipo estructura	EST3CD
4.2. Sistema / Nivel tensión eléctrica (kV)		4.6. Capacidad transformador	15 kVA
4.3. Código transformador	21231		
4.4. Código torre/estructura			156360SN

Imagen Térmica		Imagen RGB	
			
Anomalia?	Componente con anomalía	Descripción	
SI	CONECTOR	El área A1 en el punto Sp1, presenta un incremento de temperatura en consideración a los demás puntos	

4. ANALISIS TERMOGRAFICO			
T. Amb. °C	22,75	T. Ref. °C	26
Sp_1 (°C)	36,1	A1 (°C)	39,8
Sp_2 (°C)	26	A2 (°C)	29,8
T. Max. °C	39,8		
Emisividad	0,9		
Delta T °C	13,8		

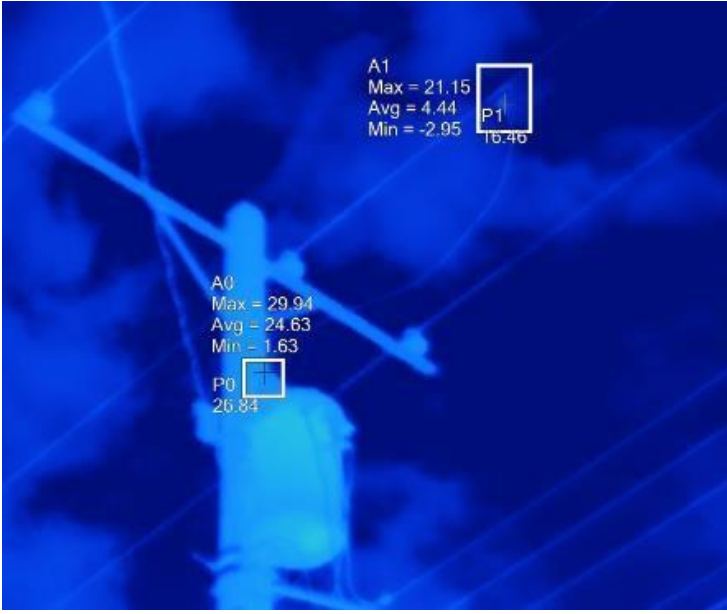

Nivel de criticidad	LEVE (GRADO 3)
Observaciones:	CONECTOR DEFECTUOSO
Posibles causas:	CONTACTO DEFICIENTE ENTRE CONECTOR Y CONDUCTOR
Conclusiones:	REALIZAR UN SEGUIMIENTO PARA VER LA EVOLUCIÓN DEL PUNTO CALIENTE
Acciones:	SEGUIMIENTO

5. CONTROL DE DOCUMENTOS		
Elaborado por: Ing. Geovanny Villacis ANALISTA 	Revisado por: Ing. Washington Vásquez TÉRMOGRAFO NIVEL II 	Aprobado por: Ing. Iván Pulla EERSSA

1. DATOS GENERALES			
1.1. Número de secuencia	66	1.4. Entidad evaluadora	CORFOPYM INSPECCIÓN
1.2. Tipo de inspección	Termográfica	1.5. Analista	Ing. Geovanny Villacís
1.3. Nombre empresa	EERSSA	1.6. Operador dron	G2_Hernan_Saragozin



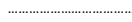
2. CONDICIONES DE INSPECCIÓN Y DATOS TÉRMICOS			
2.1. Equipo: Dron (UAV) - cámara	Fluke Ti480 PRO (640*480mpx)	2.4. Equipo: Cond. climáticas	Kestrel 5200
2.2. Velocidad viento (m/s)	1,9	2.5. Distancia de medición (m)	6,4
2.3. Humedad Relativa (%)	45	2.6. T. Amb. °C	28,3

3. RESULTADOS TÉCNICOS			
4.1. Alimentador		4.5. Tipo estructura	EST3SP
4.2. Sistema / Nivel tensión eléctrica (kV)	Distribución / 13,8	4.6. Capacidad transformador	10 kVA
4.3. Código transformador	14950		
4.4. Código torre/estructura		156500	

Imagen Térmica		Imagen RGB	
			
Anomalia?	Componente con anomalia	Descripción	
NO	NO	Todas las áreas muestran una temperatura en el rango normal	

4. ANALISIS TERMOGRAFICO			
T. Amb. °C	28,3	T. Ref. °C	18,46
Sp_0 (°C)	26,84	A0 (°C)	29,94
Sp_1 (°C)	16,46	A1 (°C)	21,15
T. Max. °C	29,94		
Emisividad	0,9		
Delta T °C			11,48

Nivel de criticidad	NORMAL (GRADO 4)
Observaciones:	SIN OBSERVACIONES
Posibles causas:	NO APLICA
Conclusiones:	NO ES NECESARIA NINGUNA ACCIÓN HASTA EL PRÓXIMO MANTENIMIENTO PREDICTIVO
Acciones:	NO REQUIERE ACCIONES

5. CONTROL DE DOCUMENTOS		
Elaborado por: Ing. Geovanny Villacís Analista 	Revisado por: Ing. Washington Vásquez CORFOPYM 	Aprobado por: Ing. Iván Pulla EERSSA 

1. DATOS GENERALES			
1.1. Número de secuencia	66	1.4. Entidad evaluadora	CORFOPYM INSPECCIÓN
1.2. Tipo de inspección	Termográfica	1.5. Analista	Ing. Geovanny Villacis
1.3. Nombre empresa	EERSSA	1.6. Operador dron - cámara	G1_Fernando_Briseño

2. CONDICIONES DE INSPECCIÓN Y DATOS TÉRMICOS			
2.1. Equipo: Dron (UAV) - cámara	DJI Mavic Enterprise	2.4. Equipo: Cond. climáticas	Kestrel 5200
2.2. Velocidad viento (m/s)	0,8	2.5. Distancia de medición (m)	3,4
2.3. Humedad Relativa (%)	47,5	2.6. T. Amb. °C	25,4

3. RESULTADOS TÉCNICOS			
4.1. Alimentador		4.5. Tipo estructura	EST3SP
4.2. Sistema / Nivel tensión eléctrica (kV)	Distribución / 13,8	4.6. Capacidad transformador	10kVA
4.3. Código transformador	14950		156500
4.4. Código torre/estructura			

Imagen Térmica		Imagen RGB	
Anomalia?	Componente con anomalía	Descripción	
NO	CONECTOR	El área A1 en el punto Sp2, presenta un incremento de temperatura en consideración a los demás puntos	

4. ANALISIS TERMOGRAFICO			
T. Amb. °C	25,4	T. Ref. °C	28,5
Sp_1 (°C)	28,5	A1 (°C)	44
Sp_2 (°C)	37,5		
Sp_3 (°C)	28,5		
T. Max. °C	44		
Emisividad	0,9		
Delta T °C			15,5

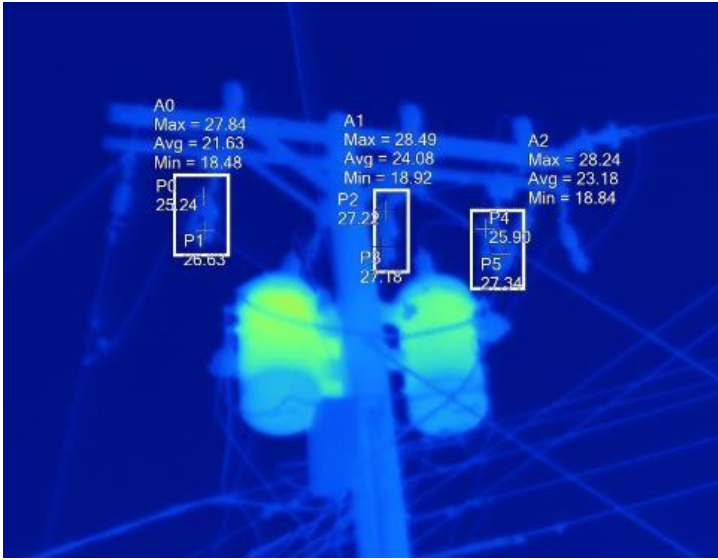

Nivel de criticidad	LEVE (GRADO 3)
Observaciones:	CONECTOR DEFECTUOSO
Posibles causas:	CONTACTO DEFICIENTE ENTRE CONECTOR Y CONDUCTOR
Conclusiones:	REALIZAR UN SEGUIMIENTO PARA VER LA EVOLUCION DEL PUNTO CALIENTE
Acciones:	SEGUIMIENTO

5. CONTROL DE DOCUMENTOS		
Elaborado por: Ing. Geovanny Villacis ANALISTA 	Revisado por: Ing. Washington Vásquez TERMÓGRAFO NIVEL II 	Aprobado por: Ing. Iván Pulla EERSSA

1. DATOS GENERALES			
1.1. Número de secuencia	82	1.4. Entidad evaluadora	CORFOPYM INSPECCIÓN
1.2. Tipo de inspección	Termográfica	1.5. Analista	Ing. Geovanny Villacís
1.3. Nombre empresa	EERSSA	1.6. Operador dron	G2_Hernan_Saragozin



2. CONDICIONES DE INSPECCIÓN Y DATOS TÉRMICOS			
2.1. Equipo: Dron (UAV) - cámara	Fluke Ti480 PRO (640*480mpx)	2.4. Equipo: Cond. climáticas	Kestrel 5200
2.2. Velocidad viento (m/s)	0,2	2.5. Distancia de medición (m)	8,31
2.3. Humedad Relativa (%)	40	2.6. T. Amb. °C	27,8

3. RESULTADOS TÉCNICOS			
4.1. Alimentador		4.5. Tipo estructura	EST3CR
4.2. Sistema / Nivel tensión eléctrica (kV)	Distribución / 13,8	4.6. Capacidad transformador	15 kVA
4.3. Código transformador	16829_16832_16833		
4.4. Código torre/estructura			155675

Imagen Térmica		Imagen RGB	
			
Anomalia?	Componente con anomalia	Descripción	
NO	NO	Todas las áreas muestran una temperatura en el rango normal	

4. ANALISIS TERMOGRAFICO			
T. Amb. °C	27,8	T. Ref. °C	25,24
Sp_0 (°C)	25,24	A0 (°C)	27,84
Sp_1 (°C)	26,63	A1 (°C)	28,49
Sp_2 (°C)	27,22	A2 (°C)	28,24
Sp_3 (°C)	27,18		
Sp_4 (°C)	25,9		
Sp_5 (°C)	27,34		
T. Max. °C	28,49		
Emisividad	0,9		
Delta T °C			3,25

Nivel de criticidad	NORMAL (GRADO 4)
Observaciones:	SIN OBSERVACIONES
Posibles causas:	NO APLICA
Conclusiones:	NO ES NECESARIA NINGUNA ACCIÓN HASTA EL PRÓXIMO MANTENIMIENTO PREDICTIVO
Acciones:	NO REQUIERE ACCIONES

5. CONTROL DE DOCUMENTOS		
Elaborado por: Ing. Geovanny Villacís Analista 	Revisado por: Ing. Washington Vásquez CORFOPYM 	Aprobado por: Ing. Iván Pulla EERSSA

1. DATOS GENERALES			
1.1. Número de secuencia	82	1.4. Entidad evaluadora	CORFOPYM INSPECCIÓN
1.2. Tipo de inspección	Termográfica	1.5. Analista	Ing. Geovanny Villacis
1.3. Nombre empresa	EERSSA	1.6. Operador dron - cámara	G1_Fernando_Briseño

2. CONDICIONES DE INSPECCIÓN Y DATOS TÉRMICOS			
2.1. Equipo: Dron (UAV) - cámara	DJI Mavic Enterprise	2.4. Equipo: Cond. climáticas	Kestrel 5200
2.2. Velocidad viento (m/s)	0,9	2.5. Distancia de medición (m)	3,31
2.3. Humedad Relativa (%)	50,5	2.6. T. Amb. °C	25,6

3. RESULTADOS TÉCNICOS			
4.1. Alimentador		4.5. Tipo estructura	EST3CR
4.2. Sistema / Nivel tensión eléctrica (kV)	Distribución / 13800	4.6. Capacidad transformador	
4.3. Código transformador			
4.4. Código torre/estructura			155675

Imagen Térmica	Imagen RGB

Anomalia?	Componente con anomalía	Descripción
SI	Conector	El área A1, en e punto Sp_1 presenta un incremento de temperatura con respecto a los demás puntos

4. ANALISIS TERMOGRAFICO			
T. Amb. °C	25,6	T. Ref. °C	29,9
Sp_1 (°C)	44	A1 (°C)	46,5
Sp_2 (°C)	33,7		
Sp_3 (°C)	29,9		
T. Max. °C	46,5		
Emisividad	0,9		
Delta T °C			16,6

Nivel de criticidad	LEVE (GRADO 3)
Observaciones:	CONECTOR DEFECTUOSO
Posibles causas:	CONTACTO DEFICIENTE ENTRE CONECTOR Y CONDUCTOR
Conclusiones:	REALIZAR UN SEGUIMIENTO PARA VER LA EVOLUCIÓN DEL PUNTO CALIENTE
Acciones:	SEGUIMIENTO

5. CONTROL DE DOCUMENTOS		
Elaborado por: Ing. Geovanny Villacis ANALISTA 	Revisado por: Ing. Washington Vásquez TERMÓGRAFO NIVEL II 	Aprobado por: Ing. Iván Pulla EERSSA

1. DATOS GENERALES			
1.1. Número de secuencia	83	1.4. Entidad evaluadora	CORFOPYM INSPECCIÓN
1.2. Tipo de inspección	Termográfica	1.5. Analista	Ing. Geovanny Villacis
1.3. Nombre empresa	EERSSA	1.6. Operador dron - cámara	G1_Washington_Vasquez

2. CONDICIONES DE INSPECCIÓN Y DATOS TÉRMICOS			
2.1. Equipo: Dron (UAV) - cámara	Flir E96 (640*480mpx)	2.4. Equipo: Cond. climáticas	Kestrel 5200
2.2. Velocidad viento (m/s)	0,8	2.5. Distancia de medición (m)	10
2.3. Humedad Relativa (%)	65,5	2.6. T. Amb. °C	24,8

3. RESULTADOS TÉCNICOS			
4.1. Alimentador		4.5. Tipo estructura	EST3HP
4.2. Sistema / Nivel tensión eléctrica (kV)	Distribución / 13,8	4.6. Capacidad transformador	
4.3. Código transformador			
4.4. Código torre/estructura			168705_168706

Imagen Térmica		Imagen RGB	
Anomalia?	Componente con anomalia	Descripción	
NO	NO	Todas las áreas muestran una temperatura en el rango normal	

4. ANALISIS TERMOGRAFICO			
T. Amb. °C	24,8	T. Ref. °C	21,6
Sp_1 (°C)	25,2	A1 (°C)	25,2
Sp_2 (°C)	21,6	A2 (°C)	25,1
T. Max. °C	25,2		
Emisividad	0,9		
Delta T °C			3,6

Nivel de criticidad	NORMAL (GRADO 4)
Observaciones:	SIN OBSERVACIONES
Posibles causas:	NO APLICA
Conclusiones:	NO ES NECESARIA NINGUNA ACCIÓN HASTA EL PRÓXIMO MANTENIMIENTO PREDICTIVO
Acciones:	NO REQUIERE ACCIONES
Acciones:	

5. CONTROL DE DOCUMENTOS		
Elaborado por: Ing. Geovanny Villacis ANALISTA 	Revisado por: Ing. Washington Vásquez TÉRMOGRAFO NIVEL II 	Aprobado por: Ing. Iván Pulla EERSSA

1. DATOS GENERALES			
1.1. Número de secuencia	83	1.4. Entidad evaluadora	CORFOPYM INSPECCIÓN
1.2. Tipo de inspección	Termográfica	1.5. Analista	Ing. Geovanny Villacís
1.3. Nombre empresa	EERSSA	1.6. Operador dron - cámara	G1_Fernando_Briseño

2. CONDICIONES DE INSPECCIÓN Y DATOS TÉRMICOS			
2.1. Equipo: Dron (UAV) - cámara	DJI Mavic Enterprise	2.4. Equipo: Cond. climáticas	Kestrel 5200
2.2. Velocidad viento (m/s)	0,68	2.5. Distancia de medición (m)	3,67
2.3. Humedad Relativa (%)	55,8	2.6. T. Amb. °C	23,7

3. RESULTADOS TÉCNICOS			
4.1. Alimentador		4.5. Tipo estructura	EST3HP
4.2. Sistema / Nivel tensión eléctrica (kV)	Distribución / 13800	4.6. Capacidad transformador	
4.3. Código transformador			
4.4. Código torre/estructura			168705_168706

Imagen Térmica	Imagen RGB

Anomalia?	Componente con anomalia	Descripción
SI	SECCIONADOR	El área A1 en el punto P3, presenta un incremento de temperatura en consideración a los demás puntos

4. ANALISIS TERMOGRAFICO			
T. Amb. °C	23,7	T. Ref. °C	26
Sp_1 (°C)	38,8	A0 (°C)	33,7
Sp_2 (°C)	26	A1 (°C)	41,3
Sp_3 (°C)	27,3		
Sp_4 (°C)	27,3		
T. Max. °C	41,3		
Emisividad	0,9		
Delta T °C			15,3

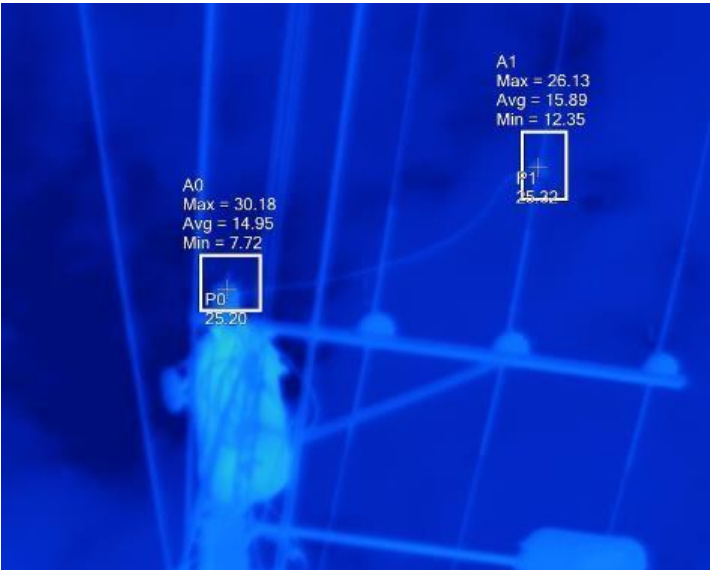
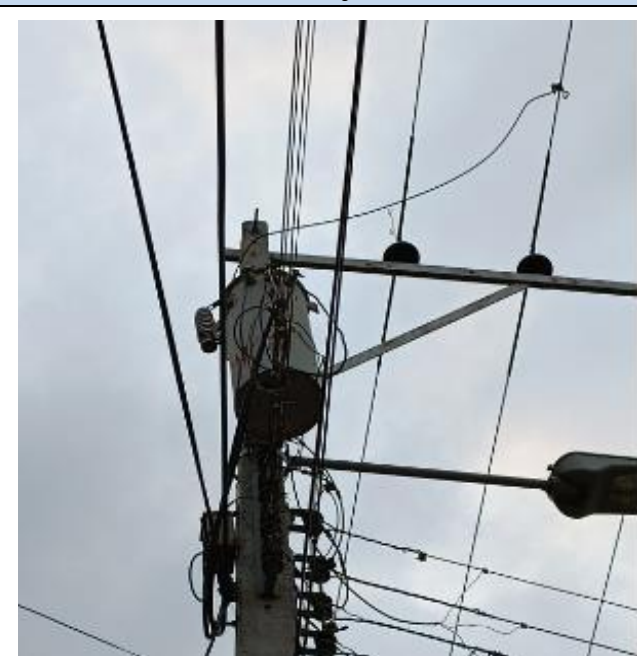
Nivel de criticidad	LEVE (GRADO 3)
Observaciones:	SECCIONADOR DEFECTUOSO
Posibles causas:	FALSO CONTACTO EN TERMINAL INFERIOR DE PARARRAYO
Conclusiones:	REALIZAR UN SEGUIMIENTO PARA VER LA EVOLUCIÓN DEL PUNTO CALIENTE
Acciones:	SEGUIMIENTO

5. CONTROL DE DOCUMENTOS		
Elaborado por: Ing. Geovanny Villacís ANALISTA	Revisado por: Ing. Washington Vásquez TERMÓGRAFO NIVEL II	Aprobado por: Ing. Iván Pulla EERSSA

1. DATOS GENERALES			
1.1. Número de secuencia	119	1.4. Entidad evaluadora	CORFOPYM INSPECCIÓN
1.2. Tipo de inspección	Termográfica	1.5. Analista	Ing. Geovanny Villacís
1.3. Nombre empresa	EERSSA	1.6. Operador dron - cámara	G2_Hernan_Saragozin


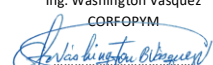
2. CONDICIONES DE INSPECCIÓN Y DATOS TÉRMICOS			
2.1. Equipo: Dron (UAV) - cámara	Fluke Ti480 PRO (640*480mpx)	2.4. Equipo: Cond. climáticas	Kestrel 5200
2.2. Velocidad viento (m/s)	0,2	2.5. Distancia de medición (m)	8,13
2.3. Humedad Relativa (%)	40	2.6. T. Amb. °C	30,5

3. RESULTADOS TÉCNICOS			
4.1. Alimentador		4.5. Tipo estructura	EST3VP
4.2. Sistema / Nivel tensión eléctrica (kV)	Distribución / 13,8	4.6. Capacidad transformador	
4.3. Código transformador	2006		
4.4. Código torre/estructura			119350

Imagen Térmica		Imagen RGB	
			
Anomalia?	Componente con anomalia	Descripción	
NO	NO	Todas las áreas muestran una temperatura en el rango normal	

4. ANALISIS TERMOGRAFICO			
T. Amb. °C	30,5	T. Ref. °C	25,2
Sp_0 (°C)	25,2	A0 (°C)	30,18
Sp_1 (°C)	25,32	A1 (°C)	26,13
T. Max. °C	30,18		
Emisividad	0,9		
Delta T °C			4,98

Nivel de criticidad	NORMAL (GRADO 4)
Observaciones:	SIN OBSERVACIONES
Posibles causas:	NO APLICA
Conclusiones:	NO ES NECESARIA NINGUNA ACCIÓN HASTA EL PRÓXIMO MANTENIMIENTO PREDICTIVO
Acciones:	NO REQUIERE ACCIONES

5. CONTROL DE DOCUMENTOS		
Elaborado por: Ing. Geovanny Villacís Analista 	Revisado por: Ing. Washington Vásquez CORFOPYM 	Aprobado por: Ing. Iván Pulla EERSSA



MEDIDOR AMBIENTAL PROFESIONAL MODELO 5200 MARCA KESTREL

Características generales:

El medidor meteorológico de bolsillo Kestrel 5200 es el medidor profesional de Kestrel con los mercados previstos de construcción, hormigonado, flujo de are volumétrico y agricultura. Proporciona cálculos rápidos para su trabajo con cálculos especiales integrados. Con la nueva tecnología LINK, puede obtener lecturas directamente en su teléfono inteligente hasta a 100 pies de distancia.

¿Qué hay de nuevo con el Kestrel 5200?

- ✓ Bluetooth LINK funciona con PC/Mac a través de Dongle
- ✓ ENLACE Bluetooth a teléfonos inteligentes/Mobiel/Android/IOS
- ✓ Toma 1 batería AA (en lugar de 2 AAA)
- ✓ Pantalla de alta resolución mejorada para cualquier iluminación (incluso luz del sol) y fácil para los ojos.
- ✓ Navegación de pantalla de interfaz de usuario intuitiva
- ✓ Múltiples idiomas: inglés, francés, alemán, español
- ✓ Ventana resistente a arañazos y roturas
- ✓ Todos los medidores incluyen ambas opciones de Rojo (NV - Visión Nocturna) y luz de fondo Blanca.
- ✓ Diferencia un poco más grande, no realmente notable
- ✓ Aproximadamente 10,000 puntos de datos



El Kestrel 5200 tiene estas funciones de monitoreo distintas sobre las otras series 5000:

- ✓ Mide la tasa de evaporación: lb / ft² / hr / kg / m² / hr
- ✓ Flujo de aire: CFM , m³ / h, m³ / m, m³ / s, L / s
- ✓ Delta T
- ✓ Densidad relativa del aire:
- ✓ Densidad del aire: lb / ft³, kg / m³



Especificaciones Técnicas:

CARACTERISTICAS	DETALLE	UNIDADES DE MEDIDA	INFERIOR	SUPERIOR
Velocidad del viento	±3% de lectura	Nudos	0.6	78
Temperatura	±0,5°C	Metros por Segundo	0.3	40
Enfriamiento del Viento	±2°C	Kilómetros por Hora	1.0	144
Temp. de "Cubeta Mojada"	±2°C	Millas por Hora	0.7	89
Punto de Rocío	±3°C (por encima de 20% HR)	Pies por Minuto	59	7877
Índice de Calor	±3°C	Fuerza Beaufort	1	16
Humedad Relativa	±2%	Celsius	-29	70
Presión	±1,5hPa	Fahrenheit	-20	158
Altitud	±30m (en condiciones atmosféricas estándar)	Porcentaje de Humedad	10	90
Resolución de Altitud	1m	Metros	-500	9000
Brujula	5º	Brujula	0	360º
Densidad del Aire	0,0033kg/m3	Pies	-1500	30000
Flujo de Aire	6,71%	Hectopascal (o mbar)	870	1080
Altitud	23.6 ft/7.2 m	Pulgadas de Mercurio	25,7	31,9
Presion Barometrica	2.4 hPa mbar			
TIEMPO DE RESPUESTA				
Velocidad del Viento, Presión, Altitud	1 Segundo			
Temperatura, Enfriamiento del Viento	<1 Minuto en la Mayoría de Condiciones			

El Kestrel Meter 5000 incluye

- ✓ Cordón de cuello
- ✓ Batería de litio AA (promedio de vida 400 horas)
- ✓ Bolsa protectora con cordón
- ✓ Certificado de conformidad (con especificaciones completas)
- ✓ Manual de instrucciones
- ✓ Garantía de 5 años



Mediciones/Características:

- ✓ Tasa de evaporación
- ✓ Delta T
- ✓ Densidad del aire
- ✓ Densidad relativa del aire (RAD)
- ✓ Altitud
- ✓ Tendencia de presión
- ✓ Presión barométrica
- ✓ Temperatura del bulbo húmedo
- ✓ Humedad relativa en%
- ✓ Índice de estrés por calor
- ✓ Punto de rocío
- ✓ Densidad de altitud
- ✓ Escalofríos
- ✓ Temperatura del aire, agua y nieve ° F o ° C
- ✓ Velocidad de aire actual, promedio y máxima
- ✓ Impermeable (sellado según las normas IP67) y flotadores
- ✓ Hora y fecha
- ✓ Pantalla retroiluminada fácil de leer
- ✓ Registrador de datos (automático y manual)
- ✓ Almacenamiento de datos personalizable: 2900 puntos de datos
- ✓ Valores mínimos, máximos y promedio
- ✓ Pantalla multifuncional de 3 líneas
- ✓ El sensor de humedad se puede recalibrar en el campo con nuestro Kit de Calibración de Humedad Relativa.
- ✓ Temperatura exterior, humedad y sensores de presión para lecturas rápidas y precisas
- ✓ Personalice las pantallas para mostrar las medidas seleccionadas por el usuario
- ✓ Grafica y recuerda tendencias
- ✓ Impulsor reemplazable por el usuario
- ✓ La tapa del impulsor con tapa abatible permite el uso de otras funciones mientras protege el impulsor
- ✓ Diagrama de datos
- ✓ Cargar en una computadora (con interfaz opcional) Mac o PC
- ✓ Funciona con aplicaciones de Android y iPhone!
- ✓ Cinco idiomas (inglés, francés, español, alemán e italiano)
- ✓ Resistente (prueba de caída de acuerdo con los estándares MIL-STD-810G), resistente al agua (sellado según las normas IP67) y flota.
- ✓ Patentes de Estados Unidos números 5.783.753 y 5.939.645 y 6.257.074
- ✓ Hecho en los Estados Unidos

Especificaciones

Mavic 2 Enterprise Avanzado

Aeronave

Peso de despegue (sin accesorios)	909g
Peso máximo de despegue	1100g
Dimensiones (L×An×Al)	Plegado: 214 × 91 × 84 mm Desplegado: 322 × 242 × 84 mm Desplegado + Foco: 322 × 242 × 114 mm Desplegado + Baliza: 322 × 242 × 101 mm Desplegado + Altavoz: 322 × 242 × 140 mm Desplegado + Módulo RTK: 322x242x125 mm
Distancia Diagonal	354mm
Velocidad máxima de ascenso	6 m/s (modo S) 5 m/s (modo P) 4 m/s (modo S con accesorios) 4 m/s (modo P con accesorios)
Velocidad máxima de descenso	Descender verticalmente 5 m/s (modo S) 4 m/s (modo P) Inclinación 7 m/s (modo S) 4 m/s (modo P)
Máxima velocidad	72 kph (modo S, sin viento) 50 kph (modo P, sin viento)
Techo máximo de servicio sobre el nivel del mar	6000 m
Tiempo máximo de vuelo	31 min (medido mientras volaba a 25 kph en condiciones sin viento) 28 min (módulo RTK conectado) 29 min (con baliza encendida) 30 min (con baliza apagada) 24 min (con foco encendido) 28 min (con foco encendido) apagado) 27 min (con el altavoz encendido) 28 min (con el altavoz apagado)
Resistencia máxima a la velocidad del viento	10 m/s (escala 5)
Ángulo de inclinación máximo	35° (modo S, con mando a distancia) 25° (modo P)
Velocidad angular máxima	200°/s (modo S) 100°/s (modo P)

Mavic 2 Enterprise Avanzado Especificaciones Preguntas más frecuentes Descargas Contáctenos Compra ahora

Rango de precisión de vuelo estacionario	Vertical: ± 0,1 m (con RTK) ± 0,1 m (con posicionamiento visual) ± 0,5 m (con posicionamiento GPS) Horizontal: ± 0,1 m (con RTK) ± 0,3 m (con posicionamiento visual) ± 1,5 m (con posicionamiento GPS)
Frecuencia de operación	2,400-2,4835 GHz; 5.725-5.850 GHz
Potencia del transmisor (EIRP)	2,400 - 2,4835 GHz FCC: ≤26 dBm; CE: ≤20 dBm; SRRRC: ≤20 dBm; MIC: ≤20 dBm 5,725 - 5,850 GHz FCC: ≤26 dBm; CE: ≤14dBm; SRRRC: ≤26dBm
Almacenamiento interno	24 GB

Cámara térmica M2EA

Sensor	Microbolómetro VOx no refrigerado
Longitud focal	Aprox. Equivalente al formato de 9 mm y 35 mm: aprox. 38 mm
Resolución del sensor	640 × 512 a 30 Hz
Precisión de la temperatura térmica	Medición: ±2°C o ±2%, lo que sea mayor.
rango de escena	-40 °C a 150 °C (ganancia alta) -40 °C a 550 °C (ganancia baja)
Zoom digital	16 ×
Tamaño de píxel	12 micras
Banda espectral	8-14 micras
Formato de foto	R-JPEG
Formato de video	MP4
Método de medición	Medidor puntual, Medición de área
FFC	Manual de auto

Cámara visual M2EA

Sensor	CMOS de 1/2", Píxeles efectivos: 48 M
---------------	---------------------------------------

Mavic 2 Enterprise Avanzado

Especificaciones

Preguntas más frecuentes

Descargas

Contáctenos

Compra ahora

Especificaciones

Enfoque: 1 m a ∞ **Rango ISO**

Vídeo: 100-12800 (automático)
Fotos: 100-1600 (automático)

Zoom digital

32x

Tamaño máximo de imagen

8000x6000

Modos de fotografía fija

Disparo único Intervalo: 2/3/5/7/10/15/20/30/60 s
Panorama: Esfera

Resolución de vídeo

3840x2160@30fps
1920x1080@30fps

Formato de foto

jpeg

Formato de vídeo

MP4

cardán

Rango Mecánico

Inclinación: -135°- +45°
Panorámica: -100°- +100°

Rango controlable

Inclinación: -90°- +30°
Panorámica: -75°- +75°

Estabilización

3 ejes (inclinación, balanceo, panorámica)

Velocidad máxima de control

120°/segundo

Rango de vibración angular

±0.005°

Sistema de detección

Sistema de detecciónDetección de obstáculos omnidireccional ^[2]**Delantero**

Rango de medición de precisión: 0,5 - 20 m
Rango detectable: 20 - 40 m
Velocidad de detección efectiva: ≤ 14 m/s
FOV: Horizontal: 40°, Vertical: 70°

Hacia atrás

Rango de medición de precisión: 0,5 - 16 m
Rango detectable: 16 - 32 m
Velocidad de detección efectiva: ≤ 12 m/s
FOV: Horizontal: 60°, Vertical: 77°

Hacia arriba

Rango de medición de precisión: 0,1-8 m

Hacia abajo

Rango de medición de precisión: 0,5 -11 m
Rango detectable: 11-22 m

Lados

Rango de medición de precisión: 0,5 - 10 m
Velocidad de detección efectiva: ≤ 8 m/s
FOV: Horizontal: 80°, Vertical: 65°

Entorno operativo

Adelante, Atrás y Laterales:
Superficie con patrón claro e iluminación adecuada

(paredes, árboles, personas, etc.)
 Hacia abajo: Superficie con patrón claro e iluminación adecuada (lux > 15) Detecta superficies reflectantes difusas (>20%) (paredes, árboles, personas, etc.)

Control remoto

Frecuencia de operación	2.400 - 2.483 GHz; 5.725 - 5.850 GHz
Distancia máxima de transmisión (sin obstrucciones, sin interferencias)	2.400 - 2.483 GHz; 5.725 - 5.850 GHz FCC: 10000 m CE: 6000 m SRRC: 6000 m MIC: 6000 m
Potencia de transmisión (EIRP)	2,400-2,4835 GHz: 25,5 dBm (FCC) ; 18,5 dBm (CE) 19 dBm (SRRC) ; 18,5 dBm (MIC) 5,725-5,850 GHz: 25,5 dBm (FCC) ; 12,5 dBm (CE) 18,5RC dBm
Almacenamiento	ROM 16GB + almacenamiento extensible microSD
Puerto de salida de vídeo	Puerto HDMI
Batería integrada	Tipo: Li-Po 18650 (5000 mAh a 7,2V) Modo de carga: Cargado con cargador USB a 12 V/2 A Potencia nominal 15 W Tiempo de carga: 2 horas (con un cargador USB a 12 V/2 A)
Corriente/voltaje de funcionamiento	1800mA = 3.83V
Duración de la batería	Batería incorporada Aprox. 2,5 horas
Temperatura de funcionamiento	-20°C - 40°C
Tamaño RC	Plegado sin joystick: 177,5 x 121,3 x 40 mm Desplegado con joystick: 177,5 x 181 x 60 mm
Peso	Aprox. 630 gramos
Batería de vuelo inteligente	Enlace principal: 17,6 V = 3,41 A o 17,0 V = 3,53 A USB: 5,0 V = 2,0 A

Batería de vuelo inteligente

Capacidad	3850 mAh
Voltaje	15,4 V
Voltaje de carga máximo	17,6 V
Tipo de Batería	LiPo
Energía	59.29 Wh
Peso neto	297g

[Mavic 2 Enterprise Avanzado](#)
[Especificaciones](#)
[Preguntas más frecuentes](#)
[Descargas](#)
[Contáctenos](#)
[Compra ahora](#)

funcionamiento:

Métodos de calefacción: Calefacción manual, calefacción automática

Temperatura de calentamiento -20 °C - 6 °C

Duración del calentamiento 500 s (máx.)

Poder de calefacción 55 W (máx.)

Tiempo de carga 90 minutos

Potencia máxima de carga 80W

Módulo RTK

Dimensiones 69mm x 69mm x 59mm

Conexiones Puerto micro USB

Precisión de posicionamiento RTK En RTK FIX
1cm+1ppm (Horizontal)
1.5cm+1 ppm (Vertical)

Proyector M2EA

Dimensiones 68 × 60 × 41 mm

Conexiones Puerto micro USB

Rango de operación 30 metros

Energía 26W máx.

Iluminancia FOV17°, máx.: 11 lux a 30 m en línea recta

Baliza M2EA

Dimensiones 68 mm × 40 mm × 27,8 mm

Conexiones Puerto micro USB

Energía Promedio 1.6W

Rango controlable 5000m

Intensidad de luz Ángulo mínimo: 55 cd;
Intensidad de luz: 157cd

Altavoz M2EA

Dimensiones 68×55×65mm

Conexiones Puerto micro USB

Mavic 2 Enterprise Avanzado

Especificaciones

Preguntas más frecuentes

Descargas

Contáctenos

Compra ahora

Tasa de bits máxima	16kbps
---------------------	--------

Tarjetas SD

Tarjetas SD compatibles	Micro SD™ Admite una microSD con una capacidad de hasta 128 GB. Se requiere una tarjeta microSD con clasificación de velocidad UHS-I de grado 3.
-------------------------	--

APLICACIÓN / Vista en vivo

Sistema de transmisión de vídeo	OcuSync 2.0
Aplicación móvil	PILOTO DJI (versión de Android)
Calidad de visualización en vivo	Mando a distancia: 720p@30fps / 1080p@30fps
Tasa de bits máxima de visualización en directo	40Mbps
Latencia	120 - 130ms
Sistema operativo requerido	ios 10.0 o posterior Android 5.0 o posterior

Otros

notas al pie

[1] La precisión de la medición de la temperatura se mide a una distancia de 5 m contra un cuerpo negro emisividad de 0,95 en condiciones ideales. La precisión real también se ve afectada por diversos factores como la temperatura y la humedad, y debe corregirse mediante un software de posprocesamiento. En condiciones ideales, la precisión de la temperatura puede alcanzar $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ o $\pm 2\%$, lo que sea mayor.

[2] La detección de obstáculos omnidireccional incluye detección de obstáculos izquierda/derecha, arrib adelante/atrás. La detección de direcciones izquierda/derecha solo está disponible en el modo trípode. La detección de obstáculos omnidireccional no cubre completamente la circunferencia de un arco de 360 grados. Y la detección de obstáculos izquierdo y derecho solo funciona en modos y entornos específicos. La garantía cubre ninguna pérdida causada por un choque al volar hacia la izquierda o hacia la derecha, incluso cuando el Trípode está activado. Tenga en cuenta su entorno y las notificaciones de la aplicación cuando opere el Mavic 2 Enterprise para garantizar la seguridad.

Categorías de Producto

Consumidor

Profesional

Empresa

Componentes

Planes de servicio

Actualización de cuidado de DJI

DJI Care Actualizar +

DJI cuidado profesional

Donde comprar

Tienda en línea DJI

Tiendas insignia

Tiendas operadas por DJI

Tiendas minoristas

Minoristas empresariales

Distribuidor de drones agrícolas

Minoristas profesionales

Aplicación de la tienda DJI

Vuela seguro

Vuela seguro

Consejos de vuelo DJI

Apoyo

Soporte de producto

Solicitud de servicio y consulta

Centro de ayuda

Políticas de servicio posventa

Centro de descargas

Explorar

sala de prensa

Eventos

Guías de compra

Educación VAPOR

mini drones

Drones con cámara DJI

Comunidad

cielopixel

Foro DJI

Desarrollador

Suscribir

Recibe las últimas

Su dirección

[Mavic 2 Enterprise Avanzado](#)

[Especificaciones](#)

[Preguntas más frecuentes](#)

[Descargas](#)

[Contáctenos](#)

[Compra ahora](#)

[Programa de mantenimiento DJI](#)

[Solicitar Tienda Autorizada](#)



[Quienes somos](#)

[Contáctenos](#)

[Carreras](#)

[Portal del distribuidor](#)

[RoboMaster](#)

[Entrenamiento DJI](#)

[DJI automotriz](#)



[Política de privacidad de DJI](#) · [Uso de cookies](#) · [Términos de Uso](#) · [Información de negocios](#) · [Preferencias de cookies](#)



Es

Copyright © 2022 DJI Todos los derechos reservados. [Comentarios sobre la experiencia web](#)

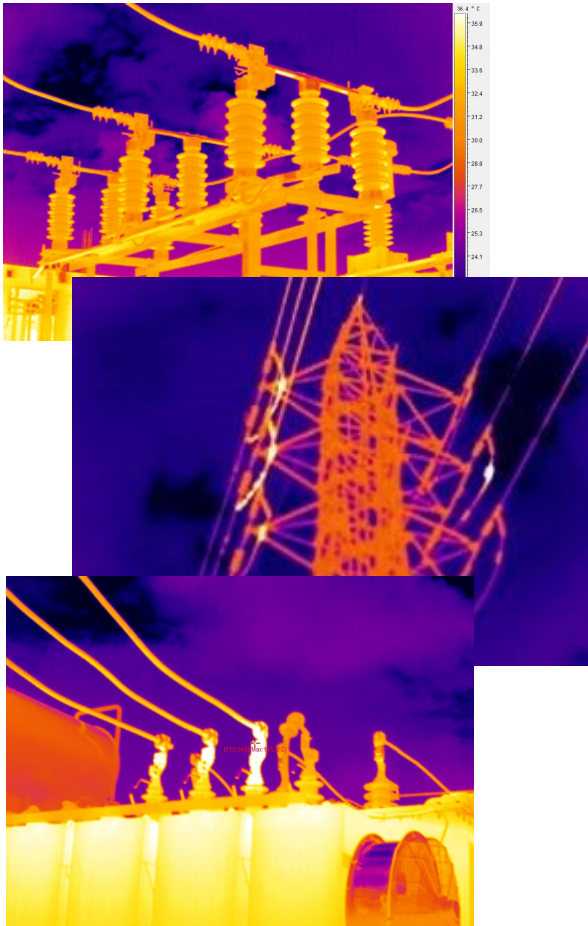
Hotfind-S **Advance Level**



The Hotfind-S is an advance level camera that can be used in universal industrial applications. It uses new imaging processing technology to reduce interference combined with the outstanding performance of the latest generation 384x288 detector, the Hotfind-S produces sharper thermal images. The high speed processing engine with up to 50Hz dynamic real-time graphical output, produces a smooth, no delay image

Key Features

- User Friendly Platform
- Ergonomic Design for left or right hand operation
- Measurement Tools included such as auto/hot spots, line profile and area boxes
- Dual control via keypad or touch screen
- Battery Life of 4 hours
- Additional lenses available upon request



Hotfind-S Specifications

Image Performance	
Resolution	384x288
Thermal Sensitivity (N.E.T.D)	0.05°C@30°C
Detector Type	UFPA
Spectral Range	7.5 - 14 μm
Focus Mechanism	Manual
Measurement	
Temperature Range	-20°C + 600°C (Up to 1500°C, Optional)
Accuracy	±2°C + 2% of reading
Measurement Tools	9 movable spots, auto hot/cold spot, 1 line profile, 2 areas boxes, isotherm
Temperature Alarms	Yes detects abnormal temperatures
Environmental	
Operating	-20°C ~+ 50°C
Storage	-40°C ~ + 70°C
Encapsulation	IP54
Image Presentation	
Image Mode	IR/Digital/Duo-Vision Plus
Video Output	NTSC (60Hz)/PAL (50Hz)
Physical Characteristics (Camera Body)	
Weight	Less than 800g
Dimensions	215 mm×80mm×219mm
Interfaces	
Keypad	Yes
Memory	Removable SD Card
Battery	Interchangeable Battery

Please be aware specifications can vary from time to time



FLIR Exx-Series

ADVANCED THERMAL IMAGING CAMERAS

SPECIFICATIONS

Model	E54	E76	E86	E96
IR resolution	320 × 240 pixels	320 × 240 pixels	464 × 348 pixels	640 × 480 pixels
Resolution with UltraMax® enhancement	—	307,200 pixels	645,888 pixels	1.2 megapixels
MSX® image enhancement	Yes: details from visual camera add depth and perspective			
Built-in visual camera	5 MP, fixed focus, with built in LED light			
Thermal sensitivity	<40 mK @ 30°C (86°F)	<30 mK @ 30°C (86°F), 42° lens	<30 mK @ 30°C (86°F), 42° lens	<30 mK @ 30°C (86°F), 42° lens
Temperature range	-20°C to 120°C (-4°F to 248°F); 0°C to 650°C (32°F to 1202°F)	-20°C to 120°C (-4°F to 248°F); 0°C to 650°C (32°F to 1202°F)	-20°C to 120°C (-4°F to 248°F); 0°C to 650°C (32°F to 1202°F); 300°C to 1500°C (572°F to 2732°F)	-20°C to 120°C (-4°F to 248°F); 0°C to 650°C (32°F to 1202°F); 300°C to 1500°C (572°F to 2732°F)
Optional temperature range	—	300°C to 1000°C (572°F to 1832°F)		
Accuracy	±2°C (±3.6°F) or ±2% of the reading			
Focus modes	Manual	Continuous laser distance meter (LDM), one-shot LDM, one-shot contrast, manual	Continuous LDM, one-shot LDM, one-shot contrast, manual	Continuous LDM, one-shot LDM, one-shot contrast, manual
Digital zoom	1–4x continuous			1–8x continuous
Measurement tools	3 spotmeters in live mode, 1 area meter in live mode	3 spotmeters in live mode, 3 area meters in live mode		
Measurement presets	None, center spot, hot spot, cold spot, 3 spots, hot spot-spot*	None, center spot, hot spot, cold spot, User Presets 1&2		
Available lenses	None (fixed lens)	14°, 24°, 42°, macro (2x)		
Lens identification	—	Automatic (FLIR AutoCal™)		
1-Touch Level/Span	Yes: automatic contrast enhancement			
Laser pointer	Yes			
Laser distance meter	—	Yes		
Area measurement information	—	—	Yes	
On-camera routing software	FLIR Inspection Route™ — enabled			
On-camera report building	Voice annotation and GPS tagging to images and video; on-screen text; sketch on infrared images from touchscreen			
FLIR software integration	FLIR Thermal Studio Starter, FLIR Thermal Studio, FLIR Thermal Studio Pro, FLIR Research Studio			
Radiometric JPEG	Yes			
IR, radiometric, visual video recording	Yes			
IR, radiometric, visual video streaming	Yes, over UVC (radiometric, non-radiometric, visual) and Wi-Fi (non-radiometric, visual)			
Communication modes	USB 2.0, Bluetooth, Wi-Fi, DisplayPort			
METERLiNK®	Yes			
Display	640 × 480 pixels (VGA) Dragontrail® touchscreen			
Drop-testing	2 m (6.6 ft)			
Battery operation time	>2.5 hours, typical use			

*Hot spot to center spot Delta measurement

Specifications are subject to change. For the most up-to-date specifications, please visit flir.com.



FLIR AutoCal™ Lenses

FLIR E76, E86, and E96 camera are compatible with all our interchangeable AutoCal lenses. The camera automatically recognizes when a new lens is attached and launches a wizard to begin auto-calibrating the camera with the lens—no need to send the camera in for service. This helps ensure the camera always produces high-quality images and precise thermal measurements.



WHAT LENS DO YOU NEED?

14°, 29 mm lens: this telephoto lens has a narrow field of view for precise focus and crisp imaging of distant targets.

24°, 17 mm lens: often considered the “standard” lens, the 24° × 18° field of view allows users to remain a safe distance from energized equipment (e.g. 3 m/6.6 ft) while still obtaining a crisp focus on smaller targets.

42°, 10 mm lens: this wide-angle lens captures the largest field of view for imaging buildings, roofs, or other areas where it’s important to gather the most information in a single image.

THE Exx-SERIES and FLIR THERMAL STUDIO PRO

EMPOWERED WITH REPORTING SOLUTIONS TO STREAMLINE INSPECTIONS

Exx-Series cameras are the first FLIR models to come with our exclusive Inspection Route Camera Option automatically enabled in the camera.

Designed for thermographers who regularly inspect large numbers of objects over the course of a day, FLIR Inspection Route guides the user along a pre-defined route of inspection points so they can collect images and data in a structured manner.

The route begins in FLIR Thermal Studio Pro software, where users build their plan using the Route Creator plugin. They can include as many inspection targets as needed and organize them for maximum efficiency. Once they export the completed route to the Exx camera, they’re ready to begin the day.

The predefined route guides the user’s on-site movement to each inspection asset, automatically collecting and organizing saved images for a seamless import into FLIR Thermal Studio Pro. By ensuring that nothing is missed and that all inspection results are organized from start, the suite of FLIR inspection software speeds up inspections, improves organization, and simplifies reporting.

Learn more about [FLIR Thermal Studio Pro](#), the [FLIR Route Creator Plug-in](#), and the [FLIR Inspection Route Camera Option](#) at [FLIR.com](#).



www.flir.com/exx-series

Mouser Electronics

Authorized Distributor

Click to View Pricing, Inventory, Delivery & Lifecycle Information:

Teledyne FLIR:

[FLIR-E54-24](#) [FLIR-E76-14](#) [FLIR-E76-24](#) [FLIR-E76-24-14](#) [FLIR-E76-24-14-42](#) [FLIR-E96-24-14](#) [FLIR-E96-24-14-42](#)
[FLIR-E96-24-42](#) [FLIR-E96-42](#) [FLIR-E96-42-14](#) [FLIR-E86-24-14-42](#) [FLIR-E86-24-42](#) [FLIR-E86-42](#) [FLIR-E86-42-14](#)
[FLIR-E96-14](#) [FLIR-E96-24](#) [FLIR-E76-24-42](#) [FLIR-E76-42](#) [FLIR-E76-42-14](#) [FLIR-E86-14](#) [FLIR-E86-24](#) [FLIR-E86-24-14](#)

**Ti300 PRO, Ti300+, Ti400 PRO,
Ti401 PRO, Ti450 PRO, Ti480 PRO**
Professional Series Thermal Imagers

Ti450 SF6
Gas Leak Detector

Manual de uso



November 2017 Rev. 3, 9/19 (Spanish)

© 2017-2019 Fluke Corporation. All rights reserved. Specifications are subject to change without notice.

All product names are trademarks of their respective companies.

GARANTÍA LIMITADA Y LIMITACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Se garantiza que todo producto de Fluke no tendrá defectos en los materiales ni en la mano de obra en condiciones normales de utilización y mantenimiento. El periodo de garantía es de dos años y comienza en la fecha de despacho. Las piezas de repuesto, reparaciones y servicios son garantizados por 90 días. Esta garantía se extiende sólo al comprador original o al cliente final de un revendedor autorizado por Fluke y no es válida para fusibles, baterías desechables o productos que, en opinión de Fluke, hayan sido utilizados incorrectamente, modificados, maltratados, contaminados o dañados ya sea accidentalmente o a causa de condiciones de funcionamiento o manejo anormales. Fluke garantiza que el software funcionará substancialmente de acuerdo con sus especificaciones funcionales durante 90 días y que ha sido grabado correctamente en un medio magnético sin defectos. Fluke no garantiza que el software no tendrá errores ni que operará sin interrupción.

Los revendedores autorizados por Fluke podrán extender esta garantía solamente a los Compradores finales de productos nuevos y sin uso previo, pero carecen de autoridad para extender una garantía mayor o diferente en nombre de Fluke. La asistencia técnica en garantía estará disponible únicamente si el producto fue comprado a través de un centro de distribución autorizado por Fluke o si el comprador pagó el precio internacional correspondiente. Fluke se reserva el derecho a facturar al Comprador los costos de importación de reparaciones/repuestos cuando el producto comprado en un país es enviado a reparación a otro país.

La obligación de Fluke de acuerdo con la garantía está limitada, a discreción de Fluke, al reembolso del precio de compra, reparación gratuita o al reemplazo de un producto defectuoso que es devuelto a un centro de servicio autorizado por Fluke dentro del periodo de garantía.

Para obtener el servicio de la garantía, comuníquese con el centro de servicio autorizado por Fluke más cercano a usted, solicite la información correspondiente a la autorización de la devolución y luego envíe el producto a dicho centro de servicio con una descripción del fallo y los portes y el seguro prepagados (FOB destino). Fluke no asume ningún riesgo por daño durante el tránsito. Después de la reparación de garantía, el producto será devuelto al Comprador, con los fletes prepagados (FOB destino). Si Fluke determina que el fallo fue causado por maltrato, mala utilización, contaminación, modificación o por una condición accidental o anormal presentada durante el funcionamiento o manejo, incluidos los fallos por sobretensión causados por el uso fuera de los valores nominales especificados para el producto, o por el desgaste normal de los componentes mecánicos, Fluke preparará una estimación de los costos de reparación y obtendrá su autorización antes de comenzar el trabajo. Al concluir la reparación, el producto será devuelto al Comprador con los fletes prepagados y al Comprador le serán facturados la reparación y los costos de transporte (FOB en el sitio de despacho).

ESTA GARANTÍA ES EL ÚNICO Y EXCLUSIVO RECURSO DEL COMPRADOR Y SUBSTITUYE A TODAS LAS OTRAS GARANTÍAS, EXPRESAS O IMPLÍCITAS, INCLUYENDO, PERO SIN LIMITARSE A, TODA GARANTÍA IMPLÍCITA DE COMERCIALIZACIÓN O IDONEIDAD PARA UN PROPÓSITO DETERMINADO. FLUKE NO SE RESPONSABILIZA DE PÉRDIDAS NI DAÑOS ESPECIALES, INDIRECTOS, IMPREVISTOS O CONTINGENTES, INCLUIDA LA PÉRDIDA DE DATOS, QUE SURJAN POR CUALQUIER TIPO DE CAUSA O TEORÍA.

Como algunos países o estados no permiten la limitación de los términos de una garantía implícita, ni la exclusión ni limitación de daños incidentales o consecuentes, las limitaciones y exclusiones de esta garantía pueden no ser válidas para todos los Compradores. Si una cláusula de esta Garantía es considerada inválida o inaplicable por un tribunal o por algún otro ente de jurisdicción competente y responsable de la toma de decisiones, dicha consideración no afectará la validez o aplicabilidad de cualquier otra cláusula.

Fluke Corporation
P.O. Box 9090
Everett, WA 98206-9090
U.S.A.

Fluke Europe B.V.
P.O. Box 1186
5602 BD Eindhoven
The Netherlands

ООО «Флюк СИАЙЭС»
125167, г. Москва,
Ленинградский проспект дом 37,
корпус 9, подъезд 4, 1 этаж

Tabla de materias

Título	Página
Introducción	1
Cómo comunicarse con Fluke	1
Información sobre seguridad	2
Familiarización con el producto	4
Características	4
Controles	6
Pantalla táctil	8
Panel de control	9
Disparadores primario y secundario	9
Funcionamiento básico	10
Encender y apagar la cámara	10
Enfoque	10
Captura de imágenes	10
Almacenamiento de imágenes	11
Menús	11
Menú Medición	12
Nivel/intervalo	14
Ajuste de emisividad	15
Ventana de transmisión	16
Cuadro de puntos	16
Marcadores de puntos	17
Delta-T	17
Menú Imagen	18
Mejora de la imagen	20
Distancia	22
Menú Cámara	23
Sistema de autofocus LaserSharp	25
Vídeo	25
Conectividad inalámbrica	26
Sistema inalámbrico Fluke Connect	28
Aplicación Fluke Connect	28
Herramienta Fluke Connect	29
Menú Memoria	30
Revisar imagen	30
Editar imagen	30
Eliminar imagen	32
Menú Configuración	33
Formato de archivo	34
Fecha	35

Hora	35
Menú del modo de detección de gas SF6	36
Condiciones de detección de gas	36
Software SmartView	38
Descarga del software SmartView	38
Descarga del firmware	38
Activación de la radio	39
Transmisión de vídeo (visualización remota)	39
Transmisión en tiempo real a un PC	40
Transmisión en tiempo real con el software Fluke Connect	40
Transmisión en tiempo real a un dispositivo HDMI	40
Control remoto de cámara	41
Accesorios	41
Lentes opcionales	42
Mantenimiento	43
Limpiar la caja	43
Mantenimiento de la lente	43
Cuidado de la batería	43
Carga de baterías	44
Base del cargador de baterías de dos bahías	44
Enchufe de alimentación de CA de la cámara	44
Cargador para vehículos de 12 V opcional	45
Datos de radiofrecuencia	45
Especificaciones generales	45
Especificaciones detalladas	47

Introducción

Las Fluke Ti300 PRO, Ti300+, Ti400 PRO, Ti401 PRO, Ti450 PRO, Ti450 SF6 y Ti480 PRO (el Producto o la Cámara) son cámaras profesionales de captura de imágenes por infrarrojos de mano aptas para numerosas aplicaciones. Estas aplicaciones incluyen reparación de equipos, mantenimiento preventivo y predictivo, diagnóstico de edificios, investigación y desarrollo, y detección de fuga gases.

La cámara muestra imágenes termográficas en una pantalla táctil LCD de gran visibilidad y calidad industrial. La cámara puede guardar las imágenes en la memoria interna, en una tarjeta de memoria extraíble o en un dispositivo de almacenamiento USB. Las imágenes guardadas y los datos almacenados en la memoria interna o tarjeta de memoria se pueden transferir a un PC a través de una conexión directa USB o mediante transferencia inalámbrica a un PC o dispositivo móvil.

La cámara incluye el software SmartView™. SmartView es un conjunto de aplicaciones profesionales y de alto rendimiento creadas para realizar análisis e informes de calidad. La cámara es compatible con la aplicación Fluke Connect™ disponible para dispositivos móviles.

La cámara se alimenta con una batería inteligente de ión-litio, recargable y muy resistente. También se puede alimentar directamente con CA utilizando el adaptador de alimentación de CA.

Cómo comunicarse con Fluke

Para ponerse en contacto con Fluke, llame a uno de los siguientes números de teléfono:

- EE. UU.: 1-800-760-4523
- Canadá: 1-800-36-FLUKE (1-800-363-5853)
- Europa: +31 402-675-200
- Japón: +81-3-6714-3114
- Singapur: +65-6799-5566
- Brasil: +55-11-3530-8901
- Desde cualquier otro país: +1-425-446-5500

O bien, visite el sitio web de Fluke en www.fluke.com.

Para registrar su producto, visite <http://register.fluke.com>.

Para ver, imprimir o descargar el último suplemento del manual, visite <http://us.fluke.com/usen/support/manuals>.

Para pedir un manual impreso, visite www.fluke.com/productinfo.

Información sobre seguridad

Una **Advertencia** identifica condiciones y procedimientos que son peligrosos para el usuario. Una **Precaución** identifica condiciones y procedimientos que pueden causar daños en el Producto o en el equipo que se prueba.

Advertencia

Para evitar posibles descargas eléctricas, incendios o lesiones personales y para garantizar un funcionamiento seguro del Producto:

- Lea toda la información sobre seguridad antes de usar el Producto.
- Lea atentamente todas las instrucciones.
- No modifique el Producto y úselo únicamente de acuerdo con las especificaciones; en caso contrario, se puede anular la protección suministrada por el Producto.
- Sustituya las baterías cuando se muestre el indicador de batería baja para evitar que se produzcan mediciones incorrectas.
- No utilice el Producto si no funciona correctamente.
- No utilice el Producto si se ha modificado o si está dañado.
- Desactive el Producto si está dañado.
- Consulte la información sobre emisividad de las temperaturas reales. Los objetos reflectantes producen mediciones de temperatura menores que las reales. Estos objetos pueden producir quemaduras.
- No coloque las pilas ni las baterías cerca de una fuente de calor o fuego. Evite la exposición a la luz solar.
- No desmonte ni rompa las pilas ni las baterías.
- Si no va a utilizar el Producto durante un período de tiempo prolongado, quite las baterías para evitar que se produzcan fugas o daños.
- Conecte el cargador de la batería a la red eléctrica antes que el cargador.
- Para cargar la batería, utilice únicamente adaptadores de alimentación aprobados por Fluke.
- Mantenga las pilas y las baterías en un lugar limpio y seco. Limpie los conectores sucios con un paño limpio y seco.
- Las baterías contienen sustancias químicas peligrosas que pueden provocar quemaduras o explosiones. En caso de exposición a sustancias químicas, limpie la zona con agua y llame a un médico.
- No desmonte la batería.
- Repare el Producto antes de usarlo si la batería presenta fugas.
- Utilice exclusivamente el cable de alimentación de red principal suministrado con el Producto.
- No acerque objetos de metal a los conectores.
- Utilice únicamente las piezas de repuesto especificadas.
- La reparación del Producto solo la puede realizar un técnico autorizado.
- Retire las baterías si el Producto no se va a utilizar durante un largo período de tiempo o si se va a guardar en un lugar con temperaturas superiores a 50 °C. Si no se retiran las baterías, una fuga de batería puede dañar el Producto.

- En caso de que la batería recargable se caliente (>50 °C) durante el proceso de carga, desconecte el cargador y traslade el Producto o la batería a un lugar frío en el que no haya sustancias inflamables.
- Sustituya la batería recargable después de 5 años de uso moderado o de 2 años de uso intenso. El uso moderado se define como dos recargas de la batería a la semana. El uso intenso es aquel en el que la batería se descarga por completo y se recarga a diario.
- No conecte los terminales de la batería ya que podría producirse un cortocircuito.
- No guarde las pilas ni las baterías en un lugar en el que se pueda producir un cortocircuito de los terminales.
- No utilice el Producto por razones médicas. El Producto está destinado exclusivamente a la evaluación de equipos y nunca debe emplearse en el diagnóstico, tratamiento ni en ninguna otra competencia en la que el Producto pueda estar en contacto con un paciente.

⚠ Precaución

El almacenamiento o funcionamiento continuo de la cámara en condiciones de temperatura ambiente extremas puede producir una interrupción temporal del funcionamiento. En ese caso, deje que la cámara se estabilice (enfrie o caliente) antes de reanudar su uso.

En la tabla 1 se incluye una lista de los símbolos que se pueden utilizar en la cámara o en este manual.

Tabla 1. Símbolos



















Símbolo	Descripción
	Consulte la documentación del usuario.
	ADVERTENCIA. PELIGRO.
	ADVERTENCIA. RADIACIÓN LÁSER. Peligro de daños oculares.
15V DC 	Puerto de alimentación central positivo.
	Conectado a la alimentación de CA. Se ha extraído la batería.
	Batería.
	Estado de la batería. Si el icono está en movimiento, significa que la batería se está cargando.
	Encendido/Apagado
	Conexión de bus serie universal (USB).
MEMORY	Ranura para tarjetas de memoria.
HDMI	Conexión de interfaz multimedia de alta definición (HDMI).
	Cumple la normativa de la Unión Europea.
	Estándares de seguridad de América del Norte certificados por CSA Group.
	Cumple con la normativa australiana sobre seguridad y compatibilidad electromagnética EMC.
	Cumple con los estándares EMC surcoreanos.

Tabla 1. Símbolos (cont.)

Símbolo	Descripción
	Cumple la regulación sobre eficiencia de dispositivos (Código de reglamentos de California, título 20, secciones 1601 a 1608), para sistemas de carga de batería.
	Japan Quality Association
	Este Producto contiene una batería de ion de litio. No la mezcle con los materiales sólidos de desecho. Las baterías gastadas deben ser desechadas por una empresa de reciclaje o de tratamiento de materiales peligrosos cualificadas en conformidad con la normativa local. Para obtener información sobre el reciclaje de la batería, comuníquese con el Centro de servicio autorizado por Fluke.
	Este producto cumple la Directiva RAEE sobre requisitos de marcado. La etiqueta que lleva pegada indica que no debe desechar este producto eléctrico o electrónico con los residuos domésticos. Categoría del producto: Según los tipos de equipo del anexo I de la Directiva RAEE, este producto está clasificado como producto de categoría 9 "Instrumentación de supervisión y control". No se deshaga de este producto mediante los servicios municipales de recogida de basura no clasificada.
	Indica un láser de clase 2. NO MIRAR DIRECTAMENTE AL HAZ DE LUZ El siguiente texto puede aparecer con el símbolo en la etiqueta del producto: "IEC/EN 60825-1:2014. Conforme a 21 CFR 1040.10 y 1040.11 a excepción de las desviaciones de acuerdo con la Laser Notice 50, con fecha de 24 de junio de 2007". Además, el siguiente dibujo en la etiqueta indicará la longitud de onda y la potencia de refracción: $\lambda = xxxnm$, $x.xxW$.

Familiarización con el producto

El manual explica las características de varios modelos. Debido a que los modelos tienen características diferentes, no toda la información del manual es aplicable a su cámara. Use la tabla 2 para identificar las características de la cámara.

Características

En la tabla 2 se enumeran las características de la cámara.

Tabla 2. Características

Característica	Ti300 PRO	Ti300+	Ti400 PRO	Ti401 PRO	Ti450 PRO	Ti450 SF6	Ti480 PRO
Enfoque/Mejora de la imagen							
Enfoque manual avanzado	●	●	●	●	●	●	●
Sistema de LaserSharp™ Auto Focus	●	●	●	●	●	●	●
Modo de filtro					●	●	●
MultiSharp™ Focus					●	●	●
SuperResolution™					●	●	●
Zoom digital							
2X					●	●	●
4X					●	●	●

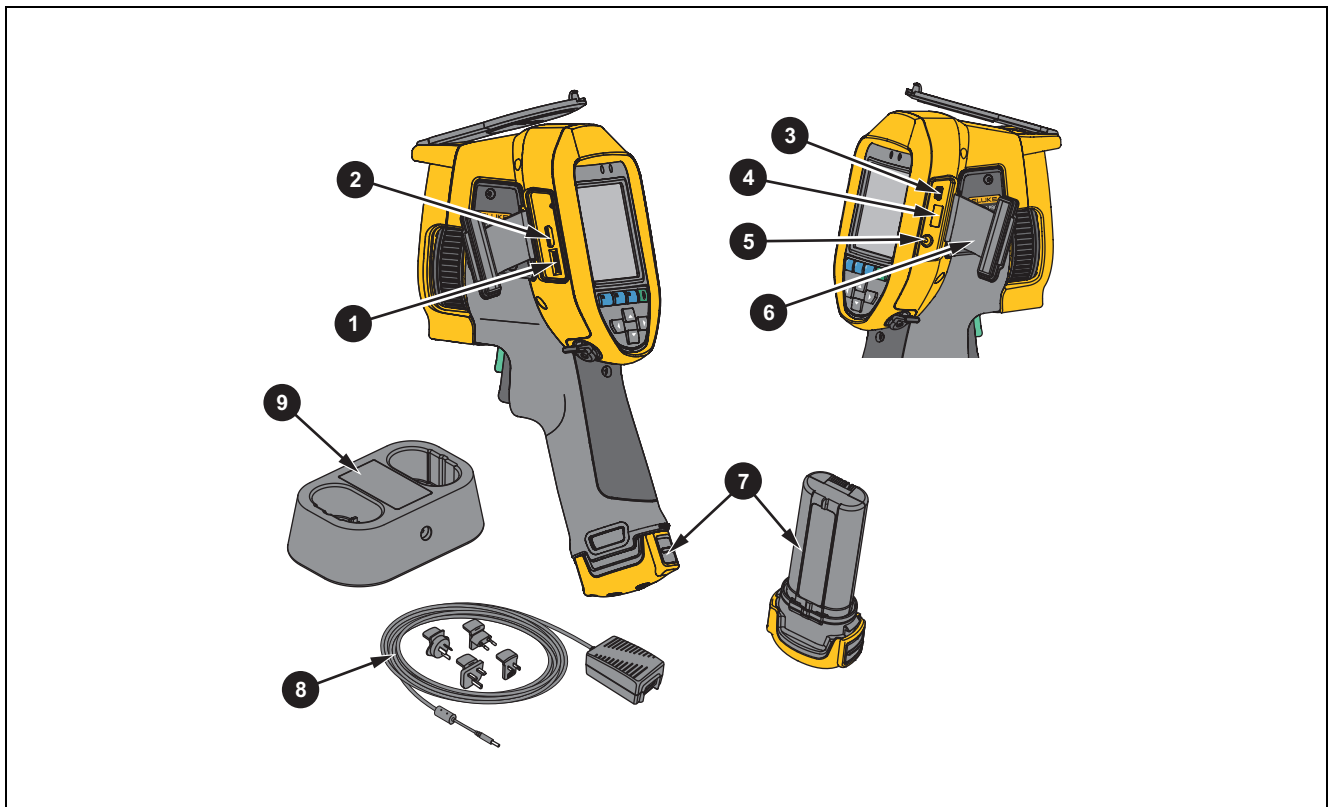
Tabla 2. Características (cont.)

Característica	Ti300 PRO	Ti300+	Ti400 PRO	Ti401 PRO	Ti450 PRO	Ti450 SF6	Ti480 PRO
Tecnología IR-Fusion™							
Visible	●	●	●	●	●	●	●
Imagen dentro de imagen (PIP)	●	●	●	●	●	●	●
IR Autoblend™ de pantalla completa (selección de porcentaje predefinida)	●	●	●	●	●	●	●
Anotaciones de imágenes							
IR-PhotoNotes™	●	●	●	●	●	●	●
Audio (voz)	●	●	●	●	●	●	●
Texto	●	●	●	●	●	●	●
Modo de vídeo	●		●		●	●	●
Modo de captura automática	●		●		●	●	●
Marcadores de puntos	●		●		●	●	●
Conectividad inalámbrica							
Wi-Fi™	●	●	●	●	●	●	●
Bluetooth®	●	●	●	●	●	●	●
Fluke Connect	●	●	●	●	●	●	●
Conectividad HDMI™	●	●	●	●	●	●	●
Software SmartView							
Transmisión de vídeo (visualización remota)	●	●	●	●	●	●	●
Funcionamiento remoto de cámara			●		●	●	●
Detección de fugas de gas						●	
Humedad relativa y ajuste de temperatura	●	●	●	●	●	●	●

Controles

En la tabla 3 se muestran las conexiones de la cámara.

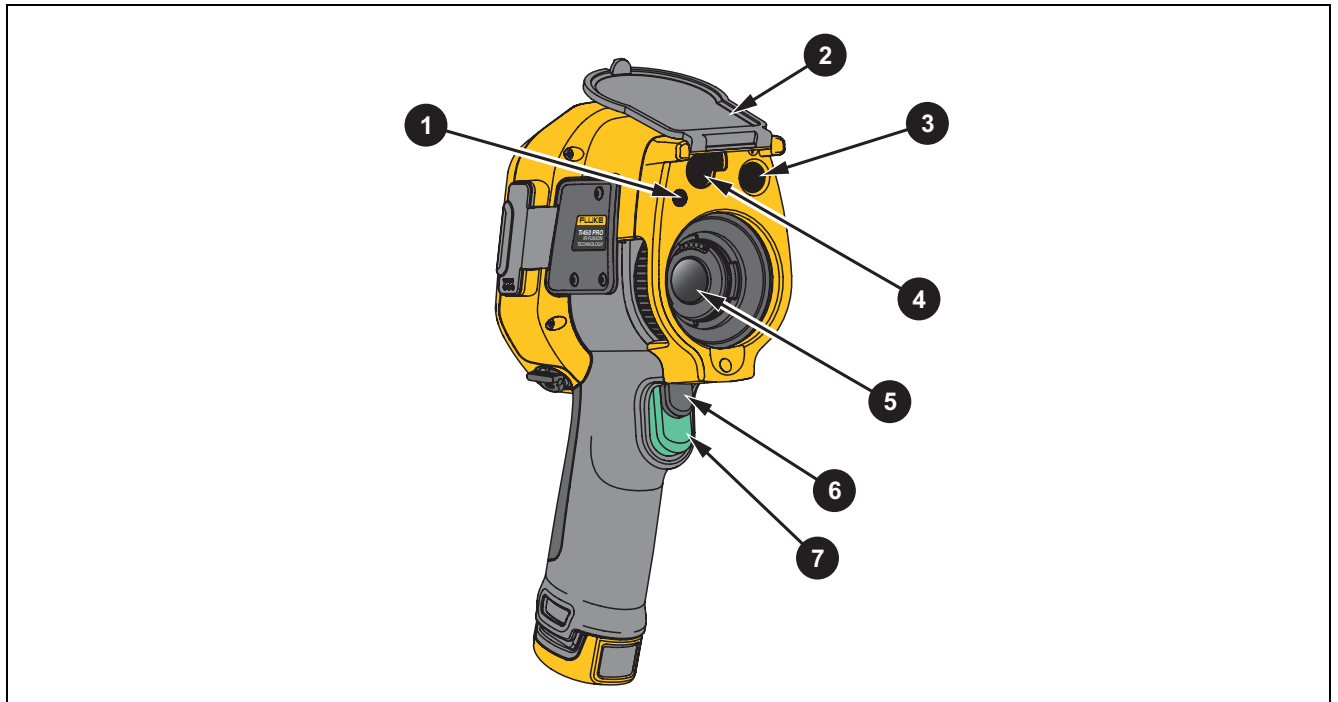
Tabla 3. Conexiones



Elemento	Descripción	Elemento	Descripción
1	Ranura para tarjetas de memoria micro SD	6	Cubierta del conector
2	Conexión HDMI	7	Batería inteligente de ión-litio
3	Conexión por cable USB	8	Alimentación de CA con adaptadores universales
4	Conexión de dispositivo de almacenamiento USB	9	Base de carga de baterías con 2 bahías
5	Terminal de entrada del adaptador/cargador de CA		

La tabla 4 muestra la parte delantera del producto.

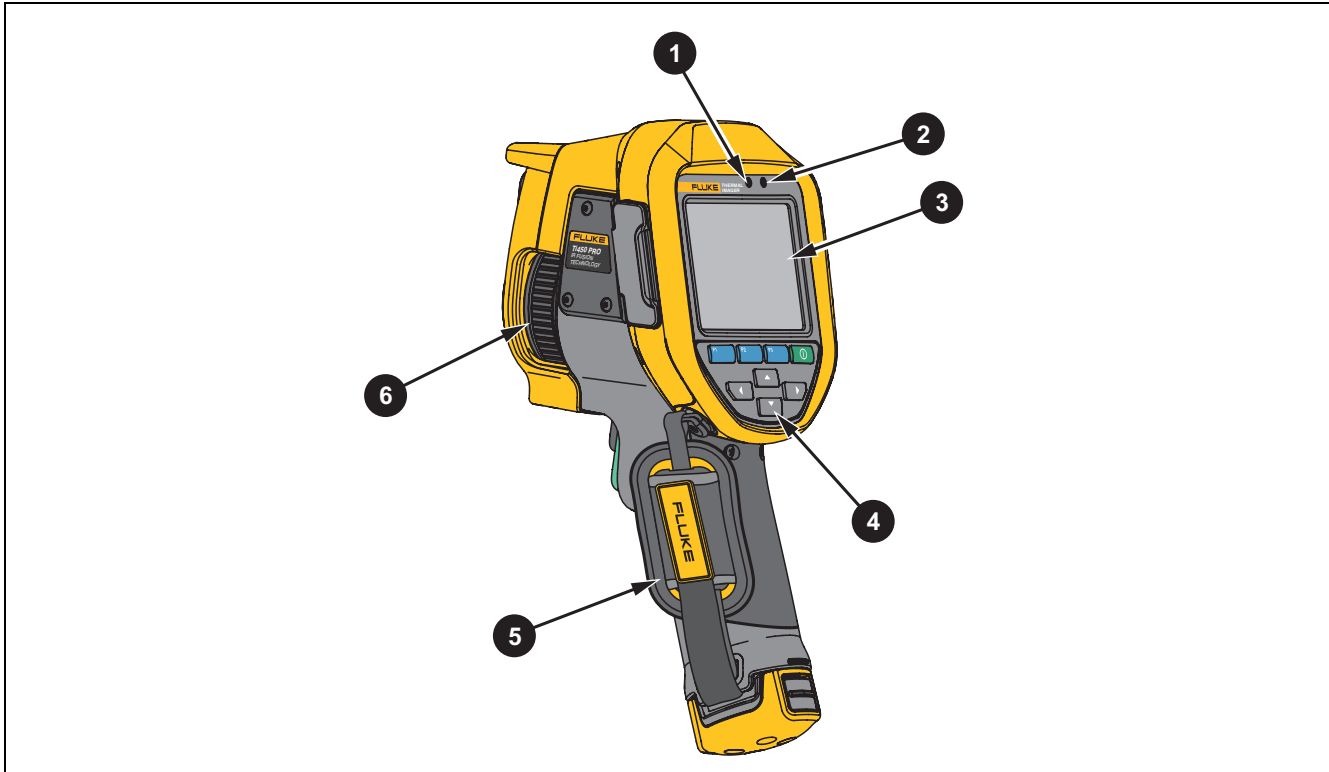
Tabla 4. Frente



Elemento	Descripción	Elemento	Descripción
1	Linterna LED/Flash	5	Lente de cámara de infrarrojos
2	Cubierta retráctil para la lente	6	Disparador secundario
3	Lente de cámara de luz visual	7	Disparador primario
4	Puntero láser/detector de distancia		

La tabla 5 muestra la parte trasera del producto.

Tabla 5. Atrás



Elemento	Descripción	Elemento	Descripción
1	Micrófono	4	Panel de control
2	Altavoz	5	Correa
3	Pantalla táctil LCD (visualización)	6	Enfoque manual

Pantalla táctil






En la pantalla táctil se puede acceder a los ajustes más utilizados. Para cambiar parámetros o seleccionar funciones y opciones, toque un ajuste de la pantalla.

La pantalla táctil está retroiluminada para trabajar en lugares con poca luz. Si no se encuentra en un menú, toque dos veces en la pantalla para capturar una imagen.

Panel de control

Con el panel de control puede cambiar parámetros o seleccionar funciones y opciones. En la tabla 6 se enumeran las funciones de los botones del panel de control.

Tabla 6. Panel de control

Botón	Descripción
	Pulse para encender/apagar.
	En un submenú, pulse para guardar los cambios y volver a la vista en vivo.
	Pulse para abrir el menú principal. En un submenú: Pulse para guardar el cambio y volver al menú anterior. O bien Pulse para realizar la función que se enumera en la tecla de submenú.
	En un submenú: Pulse para cancelar el cambio y volver a la vista en tiempo real. O bien Pulse para realizar la función que se enumera en la tecla de submenú.
	Pulse para mover el cursor y seleccionar una opción. En el modo manual en vivo, pulse para ajustar el nivel y el intervalo.

Disparadores primario y secundario

El disparador de dos partes está situado en la posición estándar de un disparador con empuñadura de pistola. El disparador más grande, el verde, es el principal. El más pequeño, de color negro, es el secundario.

En funcionamiento normal (vídeo desactivado), utilice el disparador principal para capturar una imagen para guardar o editar. Cuando el vídeo está activado, utilice el disparador principal para iniciar o detener la grabación de un vídeo.

El disparador secundario activa el sistema de enfoque automático LaserSharp (consulte [Sistema de autofocus LaserSharp](#)) y el **puntero láser/detector de distancia** (consulte [Distancia](#)).

Funcionamiento básico

Encender y apagar la cámara

Antes de usar la cámara por primera vez, cargue la batería durante un mínimo de una hora y media o dos horas. Consulte [Carga de baterías](#).

Para encender o apagar la cámara, mantenga pulsado  durante 2 segundos.

Para maximizar la vida útil de la batería, utilice las funciones de ahorro de energía y apagado automático. Para obtener más información acerca de cómo ajustar estas funciones, consulte la tabla [13](#).

Nota

Todas las cámaras termográficas necesitan un tiempo de calentamiento suficiente para poder realizar mediciones de temperatura precisas y para obtener la mejor calidad de imagen. El tiempo de calentamiento varía según el modelo y las condiciones del entorno. Aunque la mayoría están preparadas en un periodo de entre 3 minutos y 5 minutos, lo más recomendable es esperar siempre un mínimo de 10 minutos si es importante para la aplicación obtener la máxima precisión en las mediciones de temperatura. Cuando cambie de entorno la cámara y haya una gran diferencia en la temperatura ambiente, es necesario un periodo de ajuste adicional.

Enfoque

Con un enfoque correcto se garantiza que la energía infrarroja se dirija correctamente a los píxeles del detector. En caso contrario, la imagen térmica puede verse borrosa y los datos radiométricos pueden ser inexactos. Con frecuencia, las imágenes de infrarrojos desenfocadas son inservibles o de escaso valor.

Para enfocar con el sistema de enfoque manual avanzado, gire el control de enfoque manual hasta que el objeto en cuestión esté enfocado correctamente. Utilice el sistema de enfoque manual avanzado como alternativa al sistema LaserSharp Auto Focus System. Consulte [Sistema de autofocus LaserSharp](#).

Captura de imágenes

Para capturar una imagen:

1. Enfoque el objeto de destino.
2. Pulse y suelte el **disparador principal** o toque dos veces la pantalla para capturar y congelar la imagen.

La imagen estará en el búfer de la memoria y podrá guardarla o editarla. Para editar una imagen, consulte [Editar imagen](#).

Dependiendo de la configuración seleccionada para el formato de archivo, la cámara muestra la imagen capturada y la barra de menú. La barra de menú muestra las opciones disponibles.

Nota

El MultiSharp Focus captura y congela las imágenes de forma diferente. Consulte [MultiSharp Focus](#).

Almacenamiento de imágenes

Para guardar una imagen como archivo de datos:

1. Capture una imagen.
La imagen estará en el búfer de la memoria y podrá guardarla o editarla.
2. Pulse **F1** para guardar la imagen como archivo y volver a la vista en vivo.

Menús

Use los menús para cambiar y ver los ajustes.

Para cambiar los ajustes:

1. Pulse **▼**/**▲** para seleccionar una opción.
2. Pulse **F1** para definir la opción.

Los menús principal, secundario y de opciones se cierran 10 segundos después de la última vez que se pulse un botón de función. El menú de selección de opciones permanece abierto hasta que se seleccione una opción, se suba un nivel de menú o se cancele la acción.

Cuando la Cámara esté en el modo de detección de gas, se desactivarán algunas funciones. Tampoco se podrán seleccionar.

La tabla 7 muestra los menús secundarios disponibles en el menú principal.

Tabla 7. Menú primario

Menú secundario	Descripción
Medición	Establezca el cálculo y la visualización de los datos de medición de temperatura radiométrica relacionados con las imágenes termográficas.
Imagen	Establezca las funciones utilizadas para mostrar imágenes de infrarrojos en la pantalla y algunos archivos de imagen y vídeo guardados.
Cámara	Establezca las opciones para las características de la cámara secundaria.
Memoria	Seleccione para revisar y eliminar las imágenes y los vídeos que haya capturado.
Fluke Connect	<p>Seleccione para emparejar la cámara con la aplicación Fluke Connect en un dispositivo móvil o con otras herramientas Fluke Connect.</p> <p><i>Nota</i> <i>El sistema Fluke Connect no está disponible en todos los países.</i></p>
Configuración	Establezca las preferencias de usuario y consulte información sobre la cámara.
Modo de detección de gas SF6	Establezca las opciones de la función de detección de gas.

Menú Medición

En la tabla 8 se enumeran las opciones del menú Medición.

Tabla 8. Menú Medición

Menú Opción	Opción	Descripción
Rango	<opciones>	Seleccione el rango de temperatura entre uno de los rangos de medición predefinidos o establezca un rango completamente automático.
Definir Nivel/ intervalo	Auto	Define el ajuste automático o manual del Nivel/intervalo.
	Manual	
	Definir Nivel/ intervalo	Con el nivel/rango establecido en Manual , cambia el nivel/rango. Consulte Nivel/intervalo .
Temp de línea	<opciones>	Activa/desactiva la temperatura de línea.
Emisividad	Ajustar valor	Establece un valor de emisividad personalizado cuando un valor de la tabla de emisividad estándar no es adecuado para la medición. Consulte Ajuste de emisividad .
	Seleccionar tabla	Seleccione un valor de emisividad en una lista de materiales comunes. Consulte Ajuste de emisividad .
Segundo plano	<opciones>	<p>Cambia la temperatura de fondo para compensar la temperatura reflejada de fondo.</p> <p>Los objetos demasiado fríos o calientes pueden afectar a la temperatura aparente y a la precisión de la medición de temperatura del objeto de destino, sobre todo si la emisividad de la superficie es baja. Ajuste la temperatura reflejada de fondo para mejorar la precisión de la medición.</p> <p style="text-align: center;"><i>Nota</i></p> <p><i>Si la pantalla está configurada para Mostrar todo, se muestra la temperatura de fondo como BG = xx.x en la pantalla.</i></p>
Transmisión	<opciones>	<p>Cambia los valores utilizados para calcular la temperatura en función del porcentaje de transmisión de la ventana de infrarrojos transparente (ventana IR), la humedad relativa y la distancia de la cámara al objetivo. Consulte Ventana de transmisión.</p> <p style="text-align: center;"><i>Nota</i></p> <p><i>Si la pantalla está configurada para Mostrar todo, se muestra la corrección de transmisión como T: xxx% en la pantalla.</i></p>

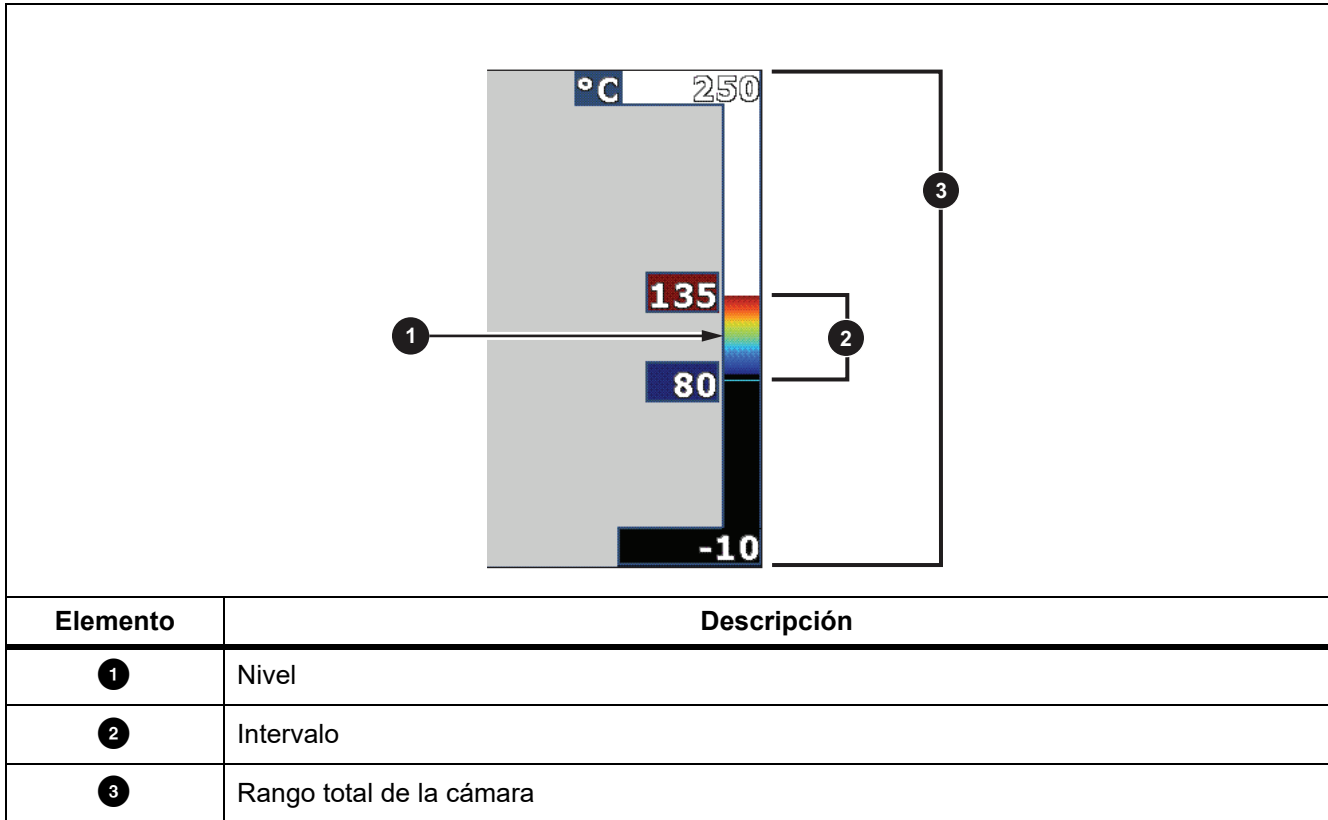
Tabla 8. Menú Medición (cont.)

Menú Opción	Opción	Descripción
Temp puntual	Encendido	Seleccione para ver y activar/desactivar el indicador de puntos de frío o de calor en la pantalla.
	Apagado	Los puntos térmicos son indicadores de temperaturas altas y bajas que se desplazan en la pantalla cuando fluctúan las mediciones de la temperatura de la imagen.
Fríos	DESACTIVADOS	Desactivan las zonas de medición de la temperatura (cuadros) que centran un objetivo.
	<opciones>	Seleccione el número de cuadros de medición de temperatura enfocar un objetivo. Solo algunos modelos tienen la función de cuadro de puntos. Consulte Cuadro de puntos
Marcadores	DESACTIVADOS	Desactiva los marcadores de puntos de temperatura fija.
	<opciones>	Seleccione el número de marcadores de puntos de temperatura fija para resaltar una parte antes de capturar una imagen. Consulte Marcadores de puntos .
	Delta-T	Seleccione esta opción para definir el punto central o marcador que se utilizará como marca de referencia de temperatura. Consulte Delta-T .

Nivel/intervalo

El nivel y el intervalo son valores incluidos en el rango total de temperatura establecido en **Rango**. El nivel es el nivel de temperatura que se ve en el rango total de temperaturas. El intervalo es el intervalo de temperaturas que se ve en el rango total de temperaturas. Consulte la tabla 9.

Tabla 9. Configuración del nivel y el intervalo







En el modo de nivel/intervalo automático, la cámara establece el **Nivel/intervalo** basándose en las temperaturas establecidas en **Rango**.

Si el **Rango** de la cámara es uno de los rangos de medición predefinidos y el **Nivel/intervalo** es **Manual**, el ajuste del nivel sube o baja el intervalo térmico dentro del rango total de temperatura.

Para cambiar el Nivel/intervalo:

1. Seleccione **Medición > Nivel/rango > Manual**.
2. Seleccione **Nivel/intervalo**.

3. Pulse:

-  para disminuir el intervalo de temperatura.
-  para aumentar el intervalo de temperatura.
-  para mover el intervalo a un nivel de temperatura mayor.
-  para mover el intervalo a un nivel de temperatura menor.

La escala en la parte derecha de la pantalla muestra la disminución o el aumento de tamaño del rango térmico a medida que se mueve a niveles diferentes dentro del rango total. Consulte la Tabla 9.

Consulte [Especificaciones detalladas](#) para obtener más información acerca del alcance mínimo.

Nota

La cámara siempre se inicia en el mismo modo de nivel/intervalo, Automático o Manual, en el que estaba cuando se apagó.

Ajuste de emisividad

Todos los objetos irradian energía infrarroja. La temperatura de superficie y la emisividad reales del objeto afecta a la cantidad de energía radiada. La cámara detecta la energía infrarroja de la superficie del objeto y utiliza estos datos para hacer una estimación de la temperatura. Muchos materiales comunes, como la madera, el agua, la piel, la tela y las superficies pintadas (incluido el metal), irradian energía y tienen un alto factor de emisividad de $\geq 90\%$ (o 0,90). La cámara mide temperaturas con precisión en objetos de alta emisividad.

Las superficies brillantes o los metales sin pintar no irradian bien la energía, y tienen un bajo factor de emisividad de $< 0,60$. Para que la cámara haga una estimación exacta de la temperatura real de los objetos de emisividad baja, ajuste el valor de emisividad.

Advertencia

Para evitar lesiones personales, consulte la información sobre emisividad relativa a las temperaturas reales. Los objetos reflectantes producen mediciones de temperatura menores que las reales. Estos objetos conllevan peligro de quemaduras.

Establezca directamente el valor de emisividad o elija una opción de una lista de valores de emisividad. Si el valor de emisividad es $< 0,60$, aparece una precaución en la pantalla.

Nota

En las superficies con una emisividad de $< 0,60$ es difícil determinar temperaturas reales de forma fiable y coherente. Cuanto menor es la emisividad, mayor es la probabilidad de error en la medición de temperatura, dado que se identifica como temperatura de fondo una mayor cantidad de la energía que llega a la cámara. Esto ocurre aunque se realicen correctamente los ajustes de la emisividad y del fondo reflejado.

Control remoto de cámara

Utilice el software SmartView en un PC o la aplicación Fluke Connect en un dispositivo móvil para controlar a distancia la cámara.

Para controlar a distancia la cámara con un PC:

1. Active la visualización remota. Consulte [Transmisión en tiempo real a un PC](#).
2. En el software SmartView, seleccione **SmartView (Cámara es la selección por defecto)**.

Cuando active el modo de control remoto, utilice el software SmartView para controlar todos los menús de la cámara. No se pueden cambiar los menús directamente en la cámara.

Para controlar a distancia la cámara con la aplicación Fluke Connect:

1. Configure el sistema Fluke Connect. Consulte [Sistema inalámbrico Fluke Connect](#).
2. Toque la imagen de transmisión en el dispositivo móvil.

Una opción muestra el control remoto de la cámara.

3. Seleccione **Sí**.

Desde el dispositivo móvil, puede cambiar la configuración de IR-Fusion, seleccionar el **enfoque automático** para activar el enfoque automático LaserSharp o pulsar el botón verde de captura para hacer una foto. Puede cambiar las otras opciones del menú directamente incluso mientras el dispositivo móvil controla la cámara a distancia.

Accesorios

En la tabla 18 se muestra una lista de los accesorios disponibles para la cámara.

Tabla 18. Accesorios

Modelo	Descripción	NP
FLK-TI-SBP3	Paquete de baterías inteligentes	3440365
FLK-TI-SBC3B	Base de carga/alimentación por corriente con adaptadores	4354922
TI-CAR CHARGER	Cargador adaptador para vehículos de 12 V	3039779
FLUKE-TI-VISOR3	Visor para el sol	4335377
FLUKE-TI-TRIPOD3	Accesorio para montaje de trípode	4335389
FLK-Bluetooth	Auriculares Bluetooth	4603258
BOOK-ITP	Introducción a los principios básicos de la termografía	3413459
FLK-LENS/TELE2	Lentes infrarrojas de teleobjetivo 2X	4335377
FLK-LENS/WIDE2	Lente infrarroja gran angular	4335361
FLK-LENS/4XTELE2	Lentes infrarrojas de teleobjetivo 4X	4607058
FLK-LENS/25MAC2	Lente macro infrarroja de 25 micras	4607064

Lentes opcionales

Utilice las lentes opcionales de gran angular y de teleobjetivo para otras aplicaciones de inspección de infrarrojos. Para instalar una lente, alinee el punto de la lente con el del Producto. Consulte la figura 1.

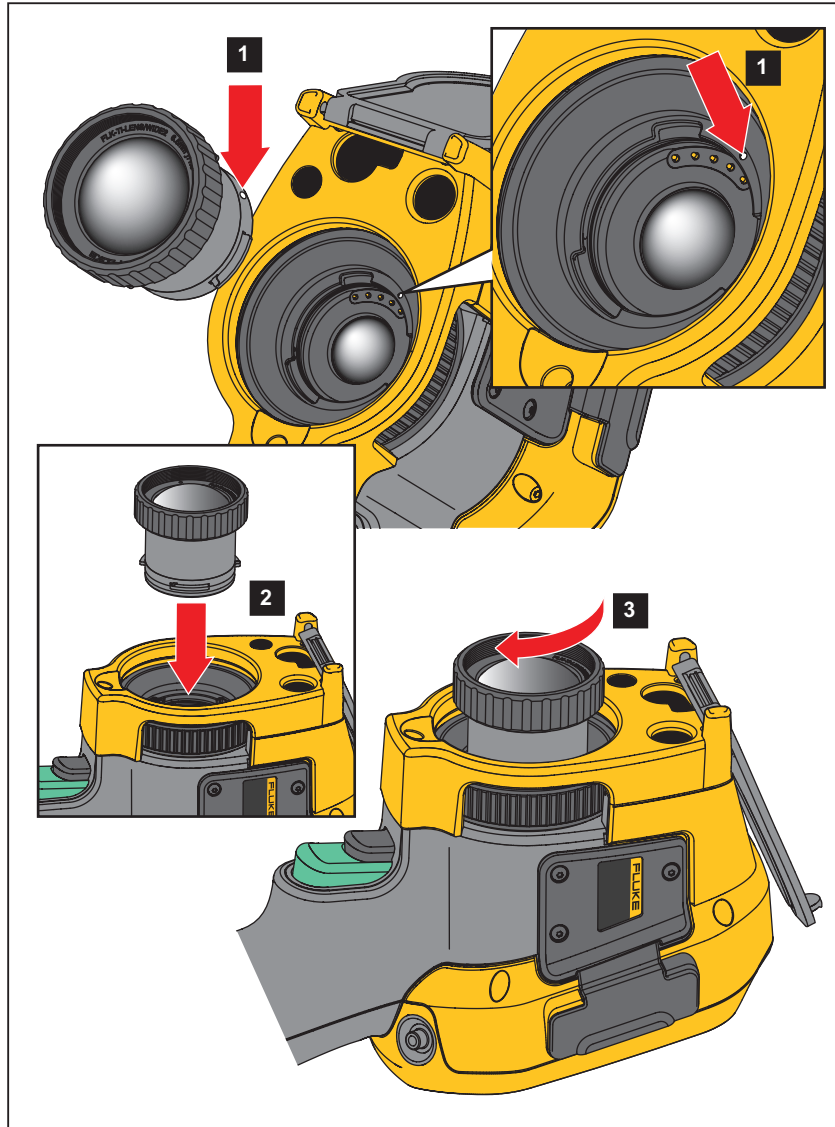


Figura 1. Instalación de lente opcional