


INVESTIGACIÓN

TECNOLÓGICA IST CENTRAL TÉCNICO

Volumen 8 · Número 1 · Junio 2026 · Publicación semestral



Análisis comparativo basado en el estudio de datos mediante cámaras termográficas para detectar fallas existentes en una máquina a medir.

COMPARATIVE ANALYSIS BASED ON THE STUDY OF DATA USING THERMOGRAPHIC CAMERAS TO DETECT EXISTING FAULTS IN A MACHINE TO BE MEASURED.

ANÁLISIS COMPARATIVO BASADO EN EL ESTUDIO DE DATOS MEDIANTE CÁMARAS TERMOGRÁFICAS PARA DETECTAR FALLAS EXISTENTES EN UNA MÁQUINA A MEDIR.

Emili Milena Molina Ponce¹, Gabriel Collaguazo Soria², German Mauricio Almeida Montenegro³[0000-0003-2558-7154]

¹ Instituto Superior Universitario Central Técnico, Quito, Ecuador
E-mail: emolinap@istct.edu.ec

² Instituto Superior Universitario Central Técnico, Quito, Ecuador
E-mail: gcollaguazo@istct.edu.ec

³ Instituto Superior Universitario Central Técnico, Quito, Ecuador
E-mail: galmeyda@istct.edu.ec

Recibido: 11/05/2026

Aceptado: 12/06/2026

Publicado: 30/06/2026

RESUMEN

La termografía infrarroja constituye una técnica de inspección no destructiva de creciente aplicación en el ámbito industrial, debido a su capacidad para identificar variaciones térmicas en equipos en operación sin necesidad de contacto directo. En entornos donde los procesos dependen del control preciso de la temperatura, como ocurre con los hornos de fundición y tratamiento térmico, esta tecnología permite evaluar condiciones de funcionamiento, detectar anomalías y apoyar estrategias de mantenimiento preventivo. El objetivo de esta investigación fue realizar un análisis comparativo del comportamiento térmico de un horno antiguo y un horno eléctrico actual pertenecientes al taller de tratamientos térmicos de la carrera de Mecánica Industrial, mediante el uso de una cámara termográfica FLIR ONE PRO. La metodología correspondió a un estudio descriptivo-comparativo, de campo y no experimental, sustentado en observación directa, calentamiento simultáneo de ambos hornos bajo un mismo intervalo temporal, captura de imágenes termográficas y análisis posterior mediante el software FLIR Thermal Studio. Los resultados evidenciaron que, tras 90 minutos de operación, el horno actual alcanzó 850 °C, mientras que el horno antiguo llegó a 552 °C, revelando diferencias importantes en eficiencia térmica, distribución del calor y capacidad de calentamiento. El análisis cromático

permitió identificar zonas frías y calientes con claridad, facilitando la interpretación del rendimiento de cada equipo. Se concluye que la termografía infrarroja es una herramienta eficaz, segura y funcional para la evaluación de maquinaria industrial, al optimizar tiempos de inspección, reducir riesgos operativos y mejorar la toma de decisiones en procesos de mantenimiento y control térmico.

Palabras clave: termografía infrarroja; cámara termográfica; hornos industriales; mantenimiento preventivo; análisis comparativo; diagnóstico térmico

ABSTRACT

Infrared thermography is a non-destructive inspection technique increasingly used in industry because of its ability to identify thermal variations in operating equipment without direct contact. In environments where processes depend on precise temperature control, such as melting and heat-treatment furnaces, this technology makes it possible to assess operating conditions, detect anomalies, and support preventive maintenance strategies. The objective of this research was to perform a comparative analysis of the thermal behavior of an old furnace and a current electric furnace located in the heat treatment workshop of the Industrial Mechanics program by using a FLIR ONE PRO thermal imaging camera. The methodology consisted of a descriptive-comparative, field-based, and non-experimental study supported by direct observation, simultaneous heating of both furnaces under the same time interval, thermographic image capture, and subsequent analysis using FLIR Thermal Studio software. The results showed that after 90 minutes of operation, the current furnace reached 850 °C, whereas the old furnace only reached 552 °C, revealing significant differences in thermal efficiency, heat distribution, and heating capacity. Chromatic analysis clearly identified cold and hot zones, facilitating the interpretation of the performance of each piece of equipment. It is concluded that infrared thermography is an effective, safe, and functional tool for the evaluation of industrial machinery, since it optimizes inspection time, reduces operational risks, and improves decision-making in maintenance and thermal control processes.

Index terms: infrared thermography; thermal imaging camera; industrial furnaces; preventive maintenance; comparative analysis; thermal diagnosis

1. INTRODUCCIÓN

La incorporación de nuevas tecnologías en los procesos de inspección industrial ha transformado la manera en que se diagnostica el estado operativo de máquinas y sistemas térmicos. En este escenario, la termografía infrarroja se ha posicionado como una herramienta de alta utilidad, ya que permite observar la distribución térmica superficial de un equipo en funcionamiento y detectar anomalías asociadas a pérdidas de calor, sobrecalentamientos, fallas en componentes o ineficiencias energéticas (García Arranz & Santolaria Mazo, 2023). Su aplicación resulta particularmente relevante en sectores donde el control de temperatura es un factor crítico para la calidad del proceso y la seguridad operativa.

La termografía es una técnica de adquisición de imágenes que registra la radiación infrarroja emitida por los cuerpos y la traduce en representaciones visuales mediante escalas cromáticas. De esta forma, el operador puede interpretar patrones térmicos a partir de colores asociados a distintos niveles de temperatura (Aldas & Pilco, 2025). Según (Javier, 2021), esta técnica es especialmente útil en procesos de diagnóstico industrial, porque permite analizar el comportamiento térmico sin intervenir directamente sobre el equipo. (Calle Jara, 2023) sostiene que su valor técnico se relaciona con la posibilidad de inspeccionar máquinas activas, reduciendo interrupciones del proceso y mejorando la seguridad del personal.

El fundamento físico de la termografía se encuentra en los mecanismos de transferencia de calor: conducción, convección y radiación (Javier, 2021) La conducción es el proceso mediante el cual el calor se transfiere a través del contacto directo entre partículas, siendo predominante en sólidos. La convección, por su parte, ocurre principalmente en fluidos como líquidos y gases, donde el calor se desplaza por efecto del movimiento del medio. Finalmente, según (Betancourt Acosta, 2023) la radiación corresponde a la emisión de energía térmica en forma de ondas electromagnéticas, fenómeno que no requiere un medio material para propagarse y que constituye la base del funcionamiento de las cámaras termográficas. Comprender estos principios es indispensable para interpretar adecuadamente las imágenes obtenidas durante una inspección térmica.

A nivel histórico, el desarrollo de la termografía ha transitado desde aplicaciones militares y científicas hasta su uso extendido en el campo industrial, eléctrico, mecánico, médico y de la construcción. (Hormaechea, 2024) señala que los avances tecnológicos en sensores térmicos, resolución de imagen y portabilidad han permitido que estos equipos sean cada vez más accesibles y funcionales. En la actualidad, dispositivos como la FLIR ONE PRO integran prestaciones de medición térmica con dispositivos móviles, lo que favorece su utilización en actividades académicas y profesionales de diagnóstico rápido.

En la industria metalúrgica y mecánica, los hornos son equipos esenciales para procesos de fundición, calentamiento, temple, revenido y otros tratamientos térmicos. Su operación depende de alcanzar y mantener rangos de temperatura definidos para modificar propiedades físicas o mecánicas de los materiales. De acuerdo con (Espinoza Aguilar & Parrales Toledo, 2024) el control de la temperatura en estos sistemas es un factor crítico para asegurar la eficiencia del proceso industrial. Por su parte, (Calle Cadme, 2022; Zavala, 2023) sostiene que la evolución de los hornos industriales ha respondido a la necesidad de mejorar la estabilidad térmica, la seguridad y el consumo energético.

Dentro del taller de tratamientos térmicos de la carrera de Mecánica Industrial del Instituto Superior Universitario Central Técnico, se dispone de distintos hornos con características estructurales y tecnológicas diferentes. Esta diversidad constituye una oportunidad de análisis, ya que permite comparar el desempeño de un horno antiguo, construido para trabajos de laboratorio o taller, y un horno eléctrico actual tipo NABERTHERM, diseñado con mejores sistemas de ventilación, control y distribución de calor. A partir de esta comparación, es posible valorar en qué medida la termografía contribuye a identificar diferencias de eficiencia térmica y posibles oportunidades de mejora en el mantenimiento del equipamiento.

El problema que da origen a este estudio radica en la necesidad de contar con herramientas seguras y confiables que permitan evaluar el estado térmico de los hornos sin detener su funcionamiento y sin exponer al operador a riesgos innecesarios. En muchos entornos de formación técnica e industrial, la inspección de hornos se realiza a partir de observaciones convencionales o lectura de parámetros generales, lo que puede resultar insuficiente para detectar diferencias internas o superficiales en la distribución del calor. Por ello, la termografía aparece como una alternativa de alto valor técnico y pedagógico.

En este contexto, el objetivo general de la investigación fue realizar un análisis comparativo basado en el estudio de datos obtenidos mediante cámaras termográficas para detectar variaciones térmicas entre un horno antiguo y un horno actual del taller de tratamientos térmicos. La importancia del estudio reside en demostrar que la termografía no solo permite observar temperaturas, sino que también constituye un recurso aplicable al mantenimiento preventivo, al diagnóstico de fallas y a la optimización de procesos industriales.

Además de su relevancia técnica, esta investigación posee valor formativo, pues fortalece la integración entre teoría y práctica dentro de la carrera de Mecánica Industrial. El uso de herramientas como la cámara termográfica y el software de análisis térmico favorece la adquisición de competencias relacionadas con la medición, interpretación de datos, evaluación de equipos y cultura de seguridad industrial. En pocas palabras: no es solo “tomar una foto de calor”; es leer el comportamiento de una máquina antes de que la máquina empiece a quejarse en serio.

2. MATERIALES Y MÉTODOS / DESARROLLO

La presente investigación se desarrolló con un enfoque orientado a la observación y comparación objetiva del comportamiento térmico de dos hornos utilizados en el taller de tratamientos térmicos. Para ello, se emplearon instrumentos de medición no invasivos y un procedimiento controlado que permitió registrar temperaturas en igualdad de condiciones temporales.

2.1 Enfoque y tipo de investigación

El estudio se enmarcó en un enfoque descriptivo-comparativo, dado que se buscó identificar, registrar e interpretar las diferencias térmicas existentes entre dos equipos sometidos a condiciones similares de operación. Fue además una investigación de campo, ya que se llevó a cabo directamente en el lugar donde se encuentran instalados los hornos, y no experimental, porque no se manipularon variables independientes distintas a las condiciones habituales de encendido y observación. (Mora Reyna et al., 2022)

El componente comparativo fue fundamental, puesto que permitió analizar el desempeño relativo de cada horno en función del tiempo y la temperatura alcanzada. Esta modalidad facilitó establecer una relación entre el tipo de equipo y su eficiencia térmica observable mediante termografía.

2.2 Contexto del estudio

La investigación se realizó en el taller de tratamientos térmicos de la carrera de Mecánica Industrial del Instituto Superior Universitario Central Técnico, en Quito, Ecuador. Este espacio

cuenta con hornos destinados a prácticas de calentamiento y tratamientos térmicos, lo que lo convierte en un entorno adecuado para estudios de evaluación térmica aplicada.

Los equipos analizados fueron:

- Horno antiguo, diseñado para trabajos de laboratorio y tratamientos térmicos, con capacidad aproximada de hasta 850 °C.
- Horno eléctrico actual NABERTHERM, equipado con sistema de calentamiento por varios lados, controlador programable y mejores condiciones de ventilación y estabilidad estructural.

2.3 Materiales e instrumentos

Para la ejecución del estudio se emplearon los siguientes materiales e instrumentos:

- Cámara termográfica FLIR ONE PRO-SERIES
- Teléfono inteligente con sistema operativo Android
- Aplicación móvil FLIR ONE
- Software FLIR Thermal Studio
- Horno antiguo del taller
- Horno actual NABERTHERM
- Registro fotográfico de apoyo
- Observación directa en campo

La elección de la cámara FLIR ONE PRO respondió a sus características de portabilidad, facilidad de uso e integración con dispositivos móviles. Además, ofrece una resolución suficiente para la detección de diferencias térmicas en superficies metálicas y estructuras industriales. Entre sus ventajas se destacan la rapidez de medición, la posibilidad de operar sin interrumpir la función del equipo y la generación de imágenes térmicas útiles para interpretación visual y análisis posterior.

2.4 Fundamentos técnicos para el uso de la cámara

Antes de proceder a la toma de imágenes, fue necesario considerar algunos factores técnicos que influyen en la calidad del análisis termográfico:

- Resolución óptica: a mayor número de píxeles, mayor nivel de detalle.
- Sensibilidad térmica: determina la capacidad de la cámara para detectar pequeñas diferencias de temperatura.
- Campo de visión: influye en la cobertura del área observada.
- Batería y autonomía: esenciales para evitar interrupciones durante la toma de datos.
- Enfoque y distancia de medición: determinantes para obtener imágenes claras y representativas.

Asimismo, se consideró la interpretación básica de la paleta de colores utilizada por la cámara. Generalmente, los colores fríos como azul y verde representan temperaturas más bajas, mientras que los colores amarillo, naranja y rojo indican zonas con mayor energía térmica (*Cámaras termográficas (IR térmico)*, 2020). Esta lectura cromática fue clave para diferenciar visualmente el desempeño de los hornos.

2.5 Procedimiento de investigación

El procedimiento se estructuró en varias etapas sucesivas:

Revisión conceptual y preparación

En primer lugar, se realizó una revisión de conceptos relacionados con termografía, transferencia de calor, tipos de hornos y seguridad en medición térmica. Esta fase permitió establecer criterios claros para la observación y asegurar el uso adecuado del instrumento.

Identificación de los equipos

Posteriormente, se reconocieron las características generales de ambos hornos. En el caso del horno antiguo, se observaron elementos como su sistema de puerta guillotina, resistencia en alambre, paredes de carburo de silicio y orientación a procesos de tratamiento térmico. En el horno actual NABERTHERM se identificaron componentes como puerta giratoria, sistema de ventilación, controlador táctil programable y calefacción distribuida.

Preparación del instrumento

La cámara termográfica fue conectada al dispositivo Android y se verificó su correcto funcionamiento mediante la aplicación correspondiente. También se revisó la visibilidad del entorno, la batería del dispositivo y la seguridad del área de trabajo.

Encendido simultáneo de hornos

Ambos hornos fueron puestos en funcionamiento al mismo tiempo, con el propósito de someterlos a un mismo intervalo de calentamiento y garantizar condiciones comparables.

Registro térmico

Luego de 90 minutos de operación, se procedió a captar imágenes termográficas de ambos equipos. La observación se efectuó manteniendo una distancia aproximada de 150 mm, de acuerdo con las condiciones descritas en el documento fuente.

Procesamiento y análisis

Las imágenes fueron posteriormente evaluadas con el software FLIR Thermal Studio, lo cual permitió observar histogramas de distribución térmica, parámetros de temperatura y contraste cromático en cada caso.

Cierre del procedimiento

Finalmente, los hornos fueron apagados y desconectados para permitir su enfriamiento en condiciones seguras. Se organizaron los datos recolectados y se elaboró la comparación final.

2.6 Población y muestra

Dado que se trata de un estudio aplicado sobre equipos específicos, la población estuvo constituida por los hornos disponibles en el taller de tratamientos térmicos, mientras que la muestra estuvo conformada por dos hornos seleccionados intencionalmente: uno antiguo y uno actual. La selección respondió a su disponibilidad, estado operativo y pertinencia para fines comparativos.

2.7 Técnicas de recolección de datos

Las técnicas utilizadas fueron:

- Observación directa
- Registro termográfico
- Análisis visual comparativo
- Procesamiento digital de imágenes térmicas

Estas técnicas permitieron obtener información tanto cuantitativa básica, como las temperaturas alcanzadas, como cualitativa, relacionada con la distribución y visualización del calor.

2.8 Consideraciones de seguridad y ética técnica

Aunque el estudio no involucró personas como sujetos de investigación, sí requirió un manejo responsable de equipos que operan a altas temperaturas. Por ello, se respetaron criterios de seguridad como la supervisión del proceso, la distancia prudente al momento de realizar la captura termográfica y la manipulación adecuada de los hornos y del dispositivo de medición. También se consideró la importancia de que el operador cuente con capacitación básica en interpretación de imágenes térmicas, ya que una lectura incorrecta puede conducir a conclusiones imprecisas.

3. RESULTADOS

Los resultados obtenidos permitieron identificar diferencias claras entre el comportamiento térmico del horno antiguo y el horno actual. La información recolectada mediante observación directa, imágenes termográficas y análisis en software especializado facilitó una evaluación comparativa del desempeño de ambos equipos.

3.1 Resultados de temperatura alcanzada

Tras el calentamiento simultáneo de los dos hornos durante 90 minutos, se registraron las siguientes temperaturas que se indica en la siguiente tabla.

Tabla 1.

Resultado del calentamiento de los hornos analizados

Tipo de máquina	Tiempo de calentamiento	Temperatura alcanzada
Horno antiguo	90 minutos	552 °C
Horno actual	90 minutos	850 °C

La diferencia térmica observada fue de 298 °C, lo cual representa una brecha importante en capacidad de calentamiento para el mismo periodo de tiempo.

3.2 Interpretación cuantitativa del desempeño

La comparación directa evidencia que el horno actual posee una respuesta térmica superior. Esto permite afirmar que:

- Alcanza temperaturas mayores en menor tiempo relativo,
- Presenta una mayor eficiencia en transferencia y acumulación de calor,
- Ofrece condiciones más adecuadas para procesos que demandan temperaturas elevadas,
- Reduce el tiempo de espera para operaciones térmicas específicas.

Desde una perspectiva operativa, esta diferencia tiene implicaciones sobre productividad, consumo de tiempo y control del proceso. Un equipo que alcanza la temperatura requerida con mayor rapidez puede optimizar el desarrollo de prácticas y procesos industriales.

3.3 Resultados del análisis cromático

Las imágenes termográficas obtenidas del estudio realizado de los dos hornos que son caso de estudio mostraron patrones cromáticos diferenciados entre ambos hornos.

Horno antiguo

En el horno antiguo se observó principalmente:

- Color morado en la zona externa,
- Color amarillo brillante en la parte interna o zonas de mayor emisión térmica.

Esta combinación sugiere que la energía térmica no se distribuye de forma tan amplia o uniforme sobre la superficie observable, concentrándose con mayor intensidad en áreas puntuales.

Horno actual

En el horno actual se registró una imagen térmica con mayor intensidad general y una distribución de calor más consistente con el valor térmico alcanzado. La presencia de colores cálidos más extendidos indicó un mayor nivel de acumulación y transferencia de calor.

3.4 Análisis mediante FLIR Thermal Studio

El uso del software FLIR Thermal Studio permitió complementar la observación visual con una lectura más precisa de parámetros térmicos. Entre los elementos analizados estuvieron:

- Temperatura mínima y máxima visible,
- Perfil térmico superficial,
- Histograma de distribución de datos,
- Frecuencia de aparición de rangos térmicos.

El histograma permitió visualizar la distribución de temperaturas en relación con el número de píxeles o puntos registrados. Esta herramienta facilitó confirmar que el horno actual presentaba una mayor concentración de valores térmicos altos, mientras que el horno antiguo mostraba una distribución más limitada.

3.5 Comparación funcional entre equipos

A partir de la información obtenida, se identificaron varias diferencias funcionales relevantes que

se demuestra en la tabla 2.

Tabla 2.

Diferencias funcionales entre los hornos caso de estudio

Criterio de comparación	Horno antiguo	Horno actual
Temperatura en 90 min	552 °C	850 °C
Intensidad térmica observable	Media	Alta
Distribución de calor	Más localizada	Más uniforme
Respuesta de calentamiento	Menor	Mayor
Aplicación eficiente en procesos exigentes	Limitada	Más adecuada

La tabla anterior resume el comportamiento de ambos hornos y permite interpretar de manera sintética las ventajas del equipo más actual.

3.6 Hallazgos cualitativos

Además de los valores de temperatura, se identificaron hallazgos cualitativos importantes:

- La cámara termográfica facilitó la inspección sin necesidad de detener el funcionamiento del equipo.
- Se logró una interpretación visual rápida del estado térmico.
- El análisis fue realizado de manera segura desde una distancia razonable.
- La tecnología empleada permitió documentar y almacenar evidencia térmica para análisis posterior.
- El procedimiento mostró potencial para ser aplicado en otros equipos industriales del taller.

3.7 Validación práctica del instrumento

La investigación permitió comprobar que la cámara termográfica FLIR ONE PRO es funcional para actividades académicas y técnicas de diagnóstico térmico. Aunque se trata de un equipo portátil, ofreció resultados suficientemente claros para establecer diferencias entre los hornos. La combinación entre captura de imagen y análisis con software fortaleció la confiabilidad del procedimiento.

En términos prácticos, el instrumento cumplió adecuadamente con tres funciones esenciales:

1. Detección de variaciones de temperatura
2. Representación visual de zonas térmicas
3. Apoyo a la comparación objetiva entre equipos

4. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos permiten afirmar que la termografía infrarroja constituye una herramienta eficaz para el análisis del comportamiento térmico de hornos industriales en condiciones reales de trabajo. La diferencia observada entre el horno antiguo y el horno actual no solo refleja una variación en temperatura alcanzada, sino también una distinción en eficiencia operativa, distribución del calor y potencial de aplicación en procesos de tratamiento térmico más exigentes.

Desde el punto de vista técnico, el hecho de que el horno actual alcance 850 °C en 90 minutos, mientras el horno antiguo llega a 552 °C en el mismo lapso, sugiere que el diseño estructural, el sistema de calefacción y los mecanismos de ventilación influyen directamente en el rendimiento térmico. Este resultado es coherente con las características descritas para el horno NABERTHERM, el cual incorpora un sistema de calentamiento más robusto, control programable y una arquitectura orientada a mejorar la estabilidad de la cámara térmica interna.

La literatura revisada respalda este comportamiento. (Chamba Espinoza & Pineda Bravo, 2023) plantea que la eficiencia de los sistemas térmicos industriales depende en gran medida del control de variables como temperatura, aislamiento, resistencia de materiales y distribución energética. De forma complementaria, (García Arranz & Santolaria Mazo, 2023) señala que la evolución de los hornos industriales ha estado orientada a incrementar la homogeneidad térmica y la confiabilidad del proceso, aspectos que parecen reflejarse en el equipo actual evaluado en este estudio.

El análisis termográfico confirmó también la utilidad de la escala cromática como herramienta interpretativa. En el horno antiguo, la presencia marcada de zonas moradas en el contorno y amarillas al interior permitió observar una diferenciación térmica más evidente entre regiones frías y calientes. En contraste, el horno actual mostró una imagen térmica más intensa y estable, compatible con un mejor aprovechamiento del calor generado. Esta observación coincide con (Viscaino et al., 2025), quien destaca que la termografía no solo informa temperaturas, sino patrones energéticos de funcionamiento.

Un aspecto relevante de esta investigación es que la toma de datos se realizó sin interrumpir la operación de los hornos. Este punto tiene una gran importancia práctica, ya que reduce el tiempo improductivo y minimiza la exposición del operador. En entornos industriales, la posibilidad de inspeccionar equipos activos constituye una ventaja estratégica para el mantenimiento preventivo. (Camacho et al., 2025) resalta precisamente que la termografía se convierte en un método de alto valor cuando permite detectar irregularidades sin necesidad de desmontajes o paradas prolongadas.

Por otro lado, la investigación tiene también una dimensión pedagógica. El empleo de la cámara

termográfica dentro del taller no solo aportó datos técnicos, sino que permitió desarrollar competencias de observación, análisis de imágenes, interpretación de variables térmicas y uso de software especializado. En carreras técnicas, este tipo de prácticas fortalece la formación aplicada y aproxima al estudiante a metodologías reales de diagnóstico industrial.

No obstante, es importante reconocer ciertas limitaciones del estudio. La muestra fue reducida, ya que se compararon únicamente dos hornos. Además, los datos se centraron principalmente en un intervalo temporal de 90 minutos, lo cual impide construir curvas de calentamiento más detalladas en distintos momentos. También sería deseable contar con mediciones repetidas en diferentes días o condiciones ambientales, a fin de aumentar la robustez estadística del análisis. En otras palabras: la investigación funciona muy bien como estudio aplicado comparativo, pero todavía hay espacio para volverla más “musculosa” desde el punto de vista experimental.

Aun con estas limitaciones, el estudio demuestra de manera convincente que la termografía es una herramienta apropiada para inspección térmica en talleres de Mecánica Industrial. Su potencial de aplicación no se restringe a hornos, sino que puede extenderse a motores, tableros eléctricos, rodamientos, sistemas de transmisión, tornos, fresadoras y otras máquinas donde la temperatura constituye un indicador clave de funcionamiento.

En síntesis, la discusión permite sostener que la diferencia entre ambos hornos no es un dato aislado, sino una evidencia del valor que tiene la medición térmica en la evaluación de maquinaria. El uso de cámaras termográficas puede convertirse en un componente esencial de los programas de mantenimiento predictivo y preventivo, especialmente en instituciones de formación técnica donde la evaluación del estado de los equipos impacta directamente en la seguridad, la calidad de la práctica y la conservación de los recursos institucionales.

5. CONCLUSIONES

La investigación permitió demostrar que la termografía infrarroja es una técnica eficaz para evaluar el comportamiento térmico de equipos industriales sin necesidad de contacto directo y sin interrumpir su funcionamiento. Esta característica la convierte en una herramienta de gran utilidad para procesos de inspección, monitoreo y mantenimiento preventivo.

El análisis comparativo realizado entre un horno antiguo y un horno actual del taller de tratamientos térmicos evidenció diferencias claras de desempeño. Después de 90 minutos de operación, el horno actual alcanzó 850 °C, mientras que el horno antiguo llegó a 552 °C, lo que revela una ventaja significativa del equipo moderno en términos de eficiencia térmica y capacidad de calentamiento.

Las imágenes obtenidas con la cámara FLIR ONE PRO, así como su procesamiento mediante FLIR Thermal Studio, permitieron identificar zonas de distinta intensidad térmica y representarlas visualmente a través de escalas cromáticas. Esto facilitó una lectura rápida, comprensible y técnicamente útil de la distribución del calor en cada equipo.

Se concluye que la cámara termográfica constituye un recurso valioso no solo para fines de observación académica, sino también para su integración en planes de mantenimiento industrial.

Su aplicación puede contribuir a detectar anomalías, prevenir fallas, optimizar tiempos de diagnóstico y mejorar la seguridad de los operadores.

Asimismo, se determinó que el uso adecuado de esta tecnología requiere capacitación previa, especialmente en la interpretación de imágenes térmicas y en la comprensión de variables que pueden afectar la medición, como la distancia, la resolución y las condiciones del entorno. Por ello, se recomienda fortalecer la formación técnica de los estudiantes en el manejo responsable de estos instrumentos.

Finalmente, la investigación aporta evidencia de que la implementación de cámaras termográficas en talleres e instalaciones de Mecánica Industrial puede mejorar significativamente la capacidad de análisis y control de equipos, favoreciendo una cultura de mantenimiento más moderna, preventiva y orientada a la toma de decisiones basada en datos.

6. RECOMENDACIONES

A partir de los resultados y conclusiones alcanzadas, se plantean las siguientes recomendaciones:

- Implementar el uso de cámaras termográficas en las diferentes áreas del taller de Mecánica Industrial como parte de estrategias de mantenimiento preventivo y predictivo.
- Capacitar a estudiantes y docentes en el uso correcto de la cámara termográfica, interpretación de imágenes y análisis de datos térmicos.
- Establecer protocolos de inspección periódica para hornos y otras máquinas del taller, con el fin de generar historiales térmicos comparables.
- Complementar futuros estudios con mediciones en distintos intervalos de tiempo, por ejemplo cada 10, 20, 30, 60 y 90 minutos.
- Ampliar la investigación hacia otros equipos, como tornos, fresadoras, motores eléctricos o sistemas de transmisión mecánica.
- Fortalecer el registro de variables ambientales y técnicas para mejorar la precisión del análisis.
- Incorporar el uso del software de análisis térmico en prácticas formativas, de modo que el estudiante no solo capture imágenes, sino que aprenda a interpretar patrones y tomar decisiones técnicas fundamentadas.

7. REFERENCIAS

- Aldas, R. T. A., & Pilco, D. D. R. (2025). Ingeniera/o en mantenimiento industrial.
- Betancourt Acosta, C. A. (2023). Diagnóstico de puntos calientes a través de tomas termográficas en los sistemas eléctricos de potencia basado en el procesamiento de imágenes [bachelorThesis]. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/26439>
- Calle Cadme, A. C. (2022). Detección de fallas en bajantes de transformadores de distribución, mediante el análisis Deep learning, en imágenes termográficas [bachelorThesis]. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/21911>

- Calle Jara, F. E. (2023). Procesamiento de imágenes termográficas en Matlab para detección predictiva de fallas en el generador eléctrico de la Hidroeléctrica Sopladora. [masterThesis, Quito, Ecuador: Universidad Tecnológica Israel]. <https://repositorio.uisrael.edu.ec/handle/47000/3501>
- Camacho, Á. A. C., Rolando, U. B. E., & Arévalo, C. I. A. (2025). Análisis Termográfico de los Tableros Eléctricos de la Empresa Alimentos CADE: Thermographic Analysis of the Electrical Panels of the Company Alimentos CADE. *Revista Científica Multidisciplinar G-nerando*, 6(1), ág. 1756-1768. <https://doi.org/10.60100/rcmg.v6i1.497>
- Cámaras termográficas (IR térmico). (s.f.). Recuperado 9 de junio de 2026, de <https://riull.ull.es/xmlui/handle/915/21422>
- Chamba Espinoza, R. J., & Pineda Bravo, A. I. (2023). Desarrollo de un método de inspección utilizando termografía como herramienta para mantenimiento predictivo de la batería de alto voltaje de NI-MH de vehículo híbrido tipo sedán [bachelorThesis]. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/25898>
- Espinoza Aguilar, A. E., & Parrales Toledo, R. A. (2024). Detección de fallas en motores eléctricos utilizando termografías y redes neuronales [bachelorThesis]. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/29169>
- García Arranz, D., & Santolaria Mazo, J. (with Universidad de Zaragoza). (2023). Configuración y análisis de cámaras termográficas para medición en proceso de estampación en caliente. Proceso de inspección y ensayos experimentales. Universidad de Zaragoza.
- Hormaechea, A. (2024). Plan de Mantenimiento y Mejoras basado en Termografía y Vibraciones. Caso de Estudio: Carpintería Industrial [Thesis, Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ingeniería. Argentina]. <https://rinfi.fi.mdp.edu.ar/xmlui/handle/123456789/870>
- Javier, S. (2021). Estudio, desarrollo y comparación de tecnologías para la detección temprana de falla en Equipos Rotantes.
- Mora Reyna, E. M., Navarrete García, Í., & Llosas Albuérne, Y. (2022). Análisis de termografía aplicada en las líneas eléctricas del alimentador de la Subestación 'Crucita'. *Polo del Conocimiento: Revista científico - profesional*, 7(9 (SEPTIEMBRE 2022)), 204-221.
- Viscaino, A. A. C., Castro, B. S. T., & Arévalo, C. I. A. (2025). Análisis Termográficos de los Tableros Eléctricos del Cuarto de Máquinas de Mantenimiento del Hospital IESS Santo Domingo.: Thermographic Analysis of the Electrical Panels in the Maintenance Machine Room of the IESS Santo Domingo Hospital. *Revista Científica Multidisciplinar G-nerando*, 6(2), ág. 566-589. <https://doi.org/10.60100/rcmg.v6i2.587>
- Zavala, A. S. V. (2023). Ingeniero en mantenimiento industrial.