



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“TERMOGRAFÍA INFRARROJA COMO
HERRAMIENTA PARA EL MANTENIMIENTO
PREDICTIVO DE TABLEROS ELÉCTRICOS EN LA
EMPRESA AEI ENGINEERS S.A.C.”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autores:

Bach. Ruben Ivan Carvallo Cumpa
Bach. Ernesto Ronald Nieto Narciso

Asesor:

Mg. Carlos Ramos Gonzáles

Lima - Perú

2020

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi querida madre Ana Cumpa, porque siempre estuvo apoyando en mi crecimiento profesional y que ahora desde el cielo continua con ese apoyo en tomar buenas decisiones.

Ivan C.

Dedico este trabajo primeramente a Dios, a mi familia por su apoyo continuo en mis estudios, objetivos y metas.

Ronald N.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer primeramente a Dios, por regalarme la vida y por permitirme llegar hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mis Padres Ana y Eduardo que, a pesar de encontrarnos lejos, siempre están brindándome su apoyo incondicional. A mi esposa Haydee, por todo el Amor y Cariño que me brinda y por inspirarme constantemente a ser mejor cada día. A mis hijos Ángel, Luana e Ivanna, por ser mi fuente de inspiración y motivación para poder superarme cada día más

Ivan C.

Queremos agradecer a nuestro tutor, Ing. Carlos Ramos Gonzáles por compartir con nosotros sus conocimientos profesionales, y por habernos guiado en todo momento para sacar adelante nuestra tesis. A nuestros padres que, gracias a sus consejos y palabras de aliento, nos han ayudado a crecer como persona y a luchar por lo que queremos.

Ronald N.

Tabla de contenidos

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS.....	6
ÍNDICE DE ECUACIONES	8
RESUMEN.....	9
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	10
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	30
CAPÍTULO III. RESULTADOS.....	38
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	78
REFERENCIAS.....	81
ANEXOS.....	85

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de la Variable Independiente.....	31
Tabla 2 Operacionalización de la Variable Dependiente	32
Tabla 3 Técnica De Instrumento De Recolección De Datos	35
Tabla 4 Conocimiento Sobre Termografía	39
Tabla 5 Termografía como Vital Integridad Para las Personas.....	42
Tabla 6 Incremento de Temperatura en los Tableros	45
Tabla 7 Aplicación de la Técnica de la Termografía	48
Tabla 8 Termografía en Favor del Mantenimiento de los Tableros	51
Tabla 9 Sistema de Control para Predecir el Mantenimiento.....	54
Tabla 10 Paradas Inesperadas de los Tableros Eléctricos	57
Tabla 11 Eficiencia de los Tableros Eléctricos	59
Tabla 12 Mantenimiento de los Tableros Eléctricos	61
Tabla 13 Mantenimiento Predictivo	63
Tabla 14 Frecuencia del Mantenimiento a los Tableros.....	66
Tabla 15 Tiempo Dedicado al Mantenimiento de Tableros	69
Tabla 16 Herramientas Adecuadas Para el Mantenimiento	72
Tabla 17 Gestión como Ayuda Para el Mantenimiento	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Imagen Termográfica.....	20
Figura 2 Cámara Termográfica	23
Figura 3 Desequilibrio Entre Fases	25
Figura 4 Cantidad de Técnicos que Conocen la Termografía.....	40
Figura 5 Porcentaje de Técnicos que Conocen la Termografía	41
Figura 6 Número de Técnicos que Opinan que la Termografía es Vital para su Integridad	43
Figura 7 Porcentaje de Técnicos que Opinan que la Termografía es Vital para su Integridad.....	44
Figura 8 Incremento de Temperatura en Tableros	46
Figura 9 Porcentaje en Incremento de Temperatura	47
Figura 10 Número de Técnicos que Aplicarían la Termografía	49
Figura 11 Porcentaje de Técnicos que Aplicarían la Termografía.....	50
Figura 12 Termografía en Favor del Mantenimiento de Tableros	52
Figura 13 Termografía en Favor del Mantenimiento de Tableros en Porcentaje	52
Figura 14 Sistema de Control para el Mantenimiento en Cantidad	55
Figura 15 Sistema de Control para el Mantenimiento en Porcentaje.....	56
Figura 16 Cantidad de Paradas Inesperadas de los Tableros	57
Figura 17 Porcentaje de Paradas Inesperadas de los Tableros	58
Figura 18 Cantidad que Creen en la Eficiencia de Funcionamiento de los Tableros	59
Figura 19 Porcentaje que Creen en la Eficiencia de Funcionamiento de los Tableros	60
Figura 20 Cantidad de Mantenimiento en Tableros	62
Figura 21 Porcentaje de Mantenimiento en Tableros	62

Figura 22 Número de Técnicos que Conocen el Mantenimiento Predictivo	64
Figura 23 Porcentaje de Técnicos que Conocen el Mantenimiento Predictivo	65
Figura 24 Frecuencia con que se hace Mantenimiento	67
Figura 25 Porcentaje con que se hace Mantenimiento	67
Figura 26 Cantidad de Tiempo Destinado al Mantenimiento	70
Figura 27 Porcentaje de Tiempo Destinado al Mantenimiento.....	70
Figura 28 Cantidad de Herramientas Adecuadas para el Mantenimiento.....	73
Figura 29 Porcentaje de Herramientas Adecuadas para el Mantenimiento	73
Figura 30 Gestión como Ayuda Para el Mantenimiento.....	76
Figura 31 Gestión Como Ayuda Para el Mantenimiento en Porcentaje	76

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Fórmula para calcular el coeficiente alfa de Cronbach.....37

RESUMEN

La finalidad de presenta tesis, es establecer el grado de relación que existe entre la termografía infrarroja dentro del mantenimiento predictivo dentro de la empresa AEI Engineers S.A.C , la investigación es de carácter cuantitativo, no experimental , transversal, método descriptivo-correlación cuyo objetivo es determinar el grado de relación que tienen nuestra variables dependiente e independiente, donde su busca implementar un plan de mantenimiento predictivo, utilizando la tecnología con cámara termografía a las inspecciones periódicas de los tableros eléctricos. La población está conformada por los tableros eléctricos que brinda servicio la empresa, la muestra fue censal, es decir estuvo conformada por 80 técnicos especializados en mantenimiento de tableros eléctricos, donde se aplicó un cuestionario tipo escala de Likert , Previamente , los instrumentos fueron declarados validos mediante juicio de expertos; asimismo se obtuvo la confiabilidad por el coeficiente Alpha de Cronbach, mediante la aplicación de los instrumentos validados , el análisis estadístico permitió demostrar la gran utilidad que tiene la termografía infrarroja dentro del mantenimiento predictivo..

Palabras clave: Termografía, Mantenimiento Predictivo, Tableros Eléctricos

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Con el desarrollo y avance de la tecnología en las industrias a nivel mundial, la termografía infrarroja se ha convertido en una herramienta clave para el mantenimiento predictivo de los tableros eléctricos que emplean las grandes empresas, ya que evitan enormes pérdidas económicas ocasionadas por las paradas inesperadas de un equipo que hace parte de su planta de producción. La termografía infrarroja (TIR) tiene muchas aplicaciones (mecánica, eléctrica, edificaciones, sistemas de vapor, construcción, medicina, etc.), sin embargo, dada la naturaleza del trabajo, se amoldará a su uso en el área eléctrica, en especial a los tableros eléctricos de control de distintas empresas.

La importancia de la termografía en mantenimiento industrial, radica en la necesidad que tienen las empresas de conservar todas sus máquinas e instalaciones trabajando continua y eficientemente. Además, cuando estas, son conscientes de las pérdidas que se producen cuando una máquina se descompone o interrumpe su producción, destinan una buena parte de su presupuesto en actividades para el mantenimiento predictivo.

Con la termografía aplicada al mantenimiento predictivo, en especial en los tableros eléctricos, se realiza un seguimiento de cada una de las variables relacionadas con el funcionamiento de las máquinas para poder predecir posibles fallas y tomar las acciones correctivas más apropiadas en el momento oportuno. A pesar del alto costo que implica el desarrollo del mantenimiento predictivo, hoy en día es el tipo de mantenimiento más implementado en las industrias gracias a la ventaja que posee de poder mostrar en cualquier instante de tiempo el estado general de cada una de las máquinas de la planta permitiendo controlar su óptimo funcionamiento.

La inspección termográfica en tableros eléctricos se basa en la detección de problemas en forma rápida y sin interrumpir el funcionamiento del equipo, mediante el monitoreo de cambios de temperaturas con la cámara termográfica y su posterior análisis en el ordenador para la elaboración de un informe de las muestras examinadas.

Si analizamos un panorama internacional, podemos notar que la termografía infrarroja es cada vez más importantes en las tareas de inspección de tableros eléctricos y para el mantenimiento predictivo, pues según estudios realizados en la industria INVANISA, en Ecuador durante el mes de marzo del 2019, donde obtuvieron reducir costosas reparaciones a través un diagnóstico temprano de los problemas que atacaban a sus máquinas eléctricas y esto con la ayuda de un análisis termográfico (Izquierdo, 2019).

Néstor (2016), en un plan de mantenimiento predictivo logró reducir en un 10% y 20% la temperatura de sus máquinas rotativas y esto fue logrado a través de un análisis termográfico realizado en la planta de producción SOGUAR S.A. ubicada en la ciudad de Ambato-Ecuador, luego este plan fue aplicado para sus tableros eléctricos.

En cuanto al ámbito nacional, en la ciudad de Arequipa, existen tesis como el de Aguilar (2019), donde incluye a la termografía infrarroja como parte de un mantenimiento basado en condición para detectar las fallas que se presentan en sus sistemas de transmisión de potencia de una pala eléctrica las cuales le vienen generando pérdidas por producción de \$ 8,869 dólares por hora.

Poma (2012), plantea una solución para las unidades de mantenimiento en especial de los elementos de las sub estaciones de la empresa VOLCAN ubicada en la

ciudad de Huancayo, la cual utilizo a la termografía infrarroja como principal herramienta. Y al tener en cuenta que esta técnica es sin contacto, les permitió a los inspectores no tener que suspender el servicio eléctrico, garantizando así la continuidad del servicio sin tener que tener una amenaza económica como pérdida.

Además, debemos tener en cuenta que el objetivo de las empresas industriales es mantener su producción funcionando durante las 24 horas del día, los 365 días del año, por lo tanto, ésta no puede detenerse porque produciría costosas averías y pérdidas de tiempo, por ello muchas empresas han optado por incluir en su mantenimiento predictivo la técnica de la termografía (Flir, Systems 2011).

La Termografía Infrarroja, juega un rol cada vez más importante en las tareas de mantenimiento. Esta técnica de producir imágenes térmicas o denominadas termogramas a partir de la radiación térmica que emiten los objetos, sirve a los ingeniero o técnicos de mantenimiento en dos aspectos, el primero es un medio que permite identificar, sin contacto alguno, componentes eléctricos y mecánicos más calientes con temperatura de trabajo más elevadas de los que fueron diseñados, manteniéndolos así fuera de peligro, y segundo que como esta técnica no es intrusiva no afecta de ninguna manera al cuerpo.

La técnica termográfica se ha convertido en una de las herramientas de diagnóstico más valiosas para el mantenimiento predictivo. Al detectar anomalías que suelen ser invisibles a simple vista, la termografía permite realizar correcciones antes de que se produzcan costosos fallos en el sistema.

Para el presente trabajo se tiene como Antecedentes Internacionales, estudios realizados que dan fe sobre la gran importancia que se tiene de aplicar la termografía infrarroja en las distintas empresas, como la Tesis de grado elaborada por (Ortiz Tisalema S.A 2018) titulada “Mantenimiento predictivo en subestación de distribución de UCSG-facultad técnica empleando termografía de rayos infrarrojos y megger flucke” Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, y la cual tuvo como objetivo describir fundamentos teóricos de los sistemas de transformadores y sus respectivas aplicaciones, realizar pruebas experimentales de resistencia de aislamiento en los transformadores, realizar pruebas experimentales de termografía en el transformador de potencia y relación de transformación, analizar resultados obtenidos en las mediciones experimentales utilizando equipos Megger y Fluke.

(Pérez y Ruíz 2013) plantean una “Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo planificado para el Taller Hermanos Rodríguez durante el período Marzo-junio 2013”. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. En este seminario los autores realizaron un estudio de tres tipos de máquinas que se encontraban en estado crítico con ello lograron priorizar el mantenimiento y saber cuáles eran las actividades a realizar a cada máquina, tiempo requerido y el personal adecuado. Adicional a ello diseñaron una ficha para llevar el control detallado de sus actividades.

Abarca & Iglesias (2012) desarrollaron la “Elaboración de un plan de mantenimiento predictivo mediante la aplicación de termografía industrial en los motores eléctricos de la planta de Eurolit en la empresa Tubasec C.A.”. escuela superior politécnica de Chimborazo. El estudio tenía como objetivo la verificación de

un Plan de Mantenimiento Predictivo Mediante la Aplicación de Termografía Industrial en los Motores Eléctricos de la Planta de Eurolit de la Empresa Tubasec C.A., con la finalidad de determinar el estado en que se encuentran operando los motores y dar un diagnóstico de los equipos en mención, conocer los problemas que generan las altas temperaturas en los componentes para así evitar paros imprevistos y pérdidas de la producción. La investigación contempla, conceptos teóricos, funcionamiento de la cámara termográfica, conocimiento del software para el análisis de las imágenes infrarrojas, efectuando los monitoreos de los equipos de la planta, elaboración de reportes de termografía estableciendo comentarios y recomendaciones a cerca de lo que se debe realizar de las imágenes. Contiene recopilación de información técnica de las máquinas en la planta de producción especialmente de los motores eléctricos, la codificación de los equipos, el análisis de criticidad en todo el proceso de producción de la planta, la correcta estructuración de las rutas de inspección y la elaboración del plan de mantenimiento. En base al análisis efectuado y a los datos recopilados en cada uno de los motores del Centro Productivo se implementó una adecuada Planificación del Mantenimiento Predictivo basada en los factores que ayudaron en la detección de problemas, se recomienda tanto al personal administrativo como técnico la utilización de este trabajo investigativo como fuente de consulta, para lograr evitar daños imprevistos y alcanzar un óptimo rendimiento y eficiencia de la maquinaria.

La tesis de grado “Propuesta de una guía técnica para la aplicación de la termografía infrarroja en el mantenimiento predictivo de los principales equipos industriales presentes en las industrias nicaragüenses, en el periodo comprendido de agosto a diciembre del 2017”. Universidad nacional autónoma de nicaragua, managua

Soto, E. (2017), donde se pretende buscar, ofrecer una guía técnica como se expresa en el lema, esto se debe a que en Nicaragua no se realiza la aplicación de métodos de mantenimiento predictivo debido a que se considera el mantenimiento como un costo y no como una inversión, además, no se cuenta con una herramienta que permita la facilidad de aplicación de la termografía, El estudio fue de tipo explicativo , ya que se presentan las razones de la aplicación termográfica así como sus ventajas y desventajas, ofreciendo un razonamiento lógico de la forma en que se debe proceder para ejecutar el análisis basado en las normas de control establecidas para este tipo de método de mantenimiento.

Aldana, R. & Muñoz, R. (2017) en su trabajo de grado para optar el título de ingenieros Aeronáutico, Plantean la “Aplicación de la termografía infrarroja como método de inspección no destructivo de un túnel de viento de baja velocidad”. Universidad libertadores, Bogotá. En este documento se describe con detalle el procedimiento de inspección bajo estándares de ASTM, de un túnel de viento de baja de velocidad, partiendo desde los principios físicos de la radiación infrarroja. Se inspeccionaron los componentes eléctricos y mecánicos de un túnel de viento de baja velocidad, y los patrones de radiación superficial obtenidos en los termogramas, permitieron diagnosticar el estado de los componentes y evaluar las indicaciones y/o anomalías, analizando las imágenes térmicas en el software especializado FLIR Tools. Los termogramas obtenidos servirán como patrones de referencia cualitativos para futuras comparaciones, ya que esta técnica de inspección se plantea como una valiosa e innovadora herramienta para el mantenimiento preventivo eléctrico y mecánico

Los antecedentes presentados a continuación son de revisiones Bibliográficas de estudios Nacionales, enfocados a diferentes industrias y los cuales detallamos a continuación:

Cabrera, G. (2018) en su tesis de grado “Mantenimiento predictivo con aplicación de un sistema termográfico para optimizar los indicadores de calidad de suministro en los alimentadores de media tensión Trujillo Noreste”. Universidad cesar vallejo, tuvo como propuesta optimizar los indicadores de calidad de suministros, realizando mantenimiento predictivo mediante un sistema termográfico en los alimentadores de media tensión de Trujillo Noreste, con este plan de mantenimiento realizado se logró reducir en un 65.5% las paradas no deseadas de los equipos y pago por compensaciones , por consiguiente el ahorro podría ser invertido en mejorar los elementos eléctricos que conforman los alimentadores de media tensión , como también aumentar la frecuencia del mantenimiento predictivo a fin de aumentar la confiabilidad del sistema. El tipo de investigación realizada fue preexperimental y aplicada, teniendo como muestra el alimentador de media tensión TOE 104 por ser el más crítico

Aznarán, I, & Reyes G. (2016). En la ciudad de Chimbote, se realizó la “Aplicación de la Termografía Infrarroja en Tableros Eléctricos de Distribución para mejorar la Seguridad y la Calidad de la Energía Eléctrica”. Universidad Nacional del Santa, Chimbote. Donde, se tuvo como propuesta primordial la aplicación de la Termografía Infrarroja en Tableros Eléctricos de distribución para aumenta la calidad de la Corriente Eléctrica, examinando para ello la unidad de negocios Chimbote de

Hidrandina S.A., en especial la radial CHN011 Pardo. La investigación es aplicada es aplicativa, en donde se toma en cuenta los fenómenos termográficos para la inspección y control de las instalaciones de los tableros de distribución de baja tensión. En el estudio se evaluó 479 datos, identificándose 142 puntos calientes que representan el 30% de anomalías, de las cuales el 43% son críticas, determinándose la disponibilidad de equipos e instalaciones eléctricas en la zona en estudio y su evolución, el cual aumentó de 92.18% a 92.64%. Dentro de los beneficios económicos de utilizar una inspección termográfica, considerando todos los recursos utilizados; se obtuvo un ahorro S/. 44336.66, comparando los costos 2013 y 2014. La supervisión y control de las diferentes instalaciones eléctricas utilizando la inspección termográfica es muy importante, para conocer claramente las características del sistema y el entorno de los equipos hacia los cuales iba dirigido.

Bandes, H. (2020). En su tesis “Mantenimiento predictivo mediante la técnica de termografía para optimizar el funcionamiento del sistema eléctrico tierras nuevas en empresa Coelvisac”. Universidad cesar vallejo. Tuvo como objetivo la reducción y eliminación de las paradas inesperadas de las redes eléctricas de la empresa Coelvisac, en el sistema eléctrico Tierras Nuevas, ubicado en el proyecto Olmos. Esta investigación consistió en inspeccionar periódicamente al sistema eléctrico tierras nuevas sin necesidad de realizar cortes de energía, mayormente a los puntos de conexión bushing de los transformadores, entradas y salidas de los seccionamientos tipo Cut Out, a los conectores tipo Ampac en los empalmes aéreos y donde existe esfuerzo mecánico. La investigación es del tipo aplicada y pre experimental teniendo en cuenta que se puso en práctica lo adquirido teóricamente y fue aplicada a una muestra de tres circuitos de redes de distribución en 22.9 Kv.

Reyes, Á. (2018). En su Tesis de grado “Aplicación de cámara termográfica en la prevención de fallas del sistema eléctrico para mejorar la confiabilidad de unidades Komatsu 730E Bayóvar – 2018”. Universidad Cesar Vallejo. La finalidad de esta investigación fue determinar en qué medida la aplicación de cámara termo gráfica mejora la confiabilidad del sistema eléctrico de las unidades Komatsu 730E. En ese sentido la formulación del problema es: ¿Cómo una aplicación de cámara termográfica mejora la confiabilidad del sistema eléctrico de unidades Komatsu 730E?, para ello se registró información de la confiabilidad en dos momentos como es el antes y después para luego compararlas y ver resultados, con respecto a la metodología fue un enfoque pre experimental. La población está compuesta por los reportes de mantenimiento del sistema eléctrico de 20 unidades Komatsu 730E - Bayóvar. Las conclusiones obtenidas son: Se logró determinar la confiabilidad de las unidades Komatsu antes de la propuesta, alcanza un promedio de 47.55%, esto significa que no llega a la mitad del porcentaje si consideramos que para una producción regular debe superar el 50%, en ese sentido es necesario la implementación de la propuesta de aplicación de cámara termografía para prevenir las fallas del sistema eléctrico. La prevención de fallas antes de la aplicación presentaba un costo de parada de USD 1, 211,100, la prevención de fallas presentaba un promedio de 291.20, con respecto al Daño a dispositivo se tiene un costo en dólares de 2.251,164.00, y un Costo de mantenimiento de 3.462,264.00, en resumen, las características presentadas expresan un alto costo para la organización.

Por lo tanto, con esta tesis se justifica ante la necesidad de tener que describir cómo a través de la técnica de la termografía infrarroja podemos hallar los diferentes tipos de fallas que puedan existir en los tableros eléctricos para posteriormente puedan

ser analizadas, de esta forma poder asegurar el funcionamiento estructural de producción evitando costosas averías y mejorar la confiabilidad de las instalaciones, la ventaja de este tipo de técnica o mantenimiento predictivo es la suficiencia para llevar a cabo inspecciones termográficas mientras los tableros eléctricos están en carga o funcionamiento, al tratarse de un método de diagnóstico sin contacto, la termografía infrarroja (TIR) puede inspeccionar rápidamente un componente en concreto de un equipo a una distancia de seguridad sin exponerse a ningún peligro.

Los beneficios encontrados por la herramienta predictiva de la termografía infrarroja son la de reducir los costes de mantenimiento, anticipar paradas inesperadas por falla en los tableros eléctricos que puedan generar costosas pérdidas en producción, aumentara el grado de fiabilidad de la maquinaria, reemplazara practicas pobres de mantenimiento, mantener al inspector fuera de peligro ya que es una técnica que no necesita tener contacto directo con la máquina.

Por último, en el trabajo de tesis se rescata los conceptos siguientes:

Termografía Infrarroja. es una técnica que permite utilizar patrones de temperaturas superficiales y sin contacto usando cámaras electrónicas especiales. Así lo especifica Aznarán y Reyes, (2016), “La termografía es una técnica que permite calcular y determinar temperaturas a distancia, con exactitud y sin necesidad de contacto físico con el objeto a estudiar. La termografía permite captar la radiación infrarroja del espectro electromagnético, utilizando cámaras termográficas o de termovisión”. (p.19).

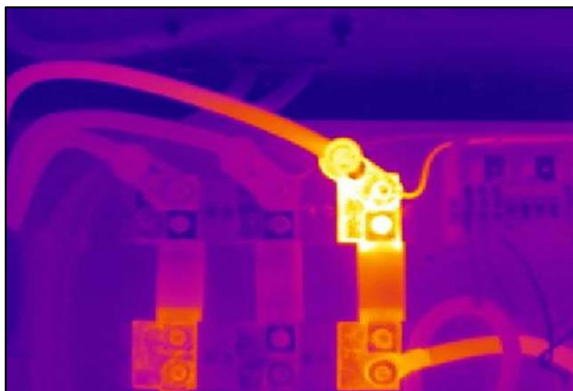
De la misma manera (Lancho. E, 2008, P.13) nos menciona que la Termografía es un método de inspección de equipos eléctricos y mecánicos que permite a distancia y sin ningún contacto, medir y visualizar temperatura de superficies con precisión.

Para Barrera, G. (2016) la termografía infrarroja es una técnica que se utiliza para encontrar radiación difícil de detectar por el ojo humano y esto sin necesidad de un contacto físico con la instalación o el equipo, su principal funcionamiento de los equipos utilizados para esta técnica es la conversión de la energía calorífica en luz visible.

De acuerdo a la descripción de estos autores con respecto a la termografía, podemos mencionar que se coincide en que es una técnica no invasiva, esto quiere decir que no es necesario detener una máquina, o que el inspector tenga un contacto directo con los equipos para poder detectar una falla. Lo cual puede ser beneficiosa para la integridad de las personas.

Figura 1

Imagen Termográfica



Fuente: <http://www.sight.cl/termografia.html>

El mantenimiento predictivo. es una técnica para pronosticar la posibilidad de una falla a futuro de un componente de una máquina. De tal forma que dicho componente pueda reemplazarse, con base en un plan, justo antes de que falle.

Para Caiza, N. (2016) El mantenimiento predictivo es programar y planificar de tal forma que podamos adelantarnos a que un componente de una máquina no falle. Así mismo evitar el tiempo muerto del equipo se minimiza y el tiempo de vida útil del componente se maximiza, eso nos permite tener menos equipos en stock.

De acuerdo a Picazo (2016) define al mantenimiento predictivo como el alcance establecido con un control periódico del estado del sistema y su comparación llevando patrones preestablecidos, para la determinar el instante en que se debe producir la intervención del mantenimiento.

Afirma también, que, el mantenimiento predictivo radica en predecir el estado y grado de fiabilidad de una máquina sin necesidad de que esta pare, llegando a reparar el fallo cuando este se encuentra aún en un estado incipiente, es decir, justo antes de que se produzca.

Se debe acotar que esta técnica supone la medición de diversos parámetros que muestren una tendencia en el ciclo de vida de los componentes de un sistema o equipo. Los cuales estos parámetros suelen ser la temperatura de las conexiones eléctricas, resistencia de aislamiento de motores, vibración de los cojinetes, entre otros.

Temperatura. Nos indica qué tan rápido se agitan y vibran los átomos y moléculas de un cuerpo o sustancia. Se mide en grados Celsius, Fahrenheit o Kelvin, a menos temperatura se mueven o vibran menos las moléculas (Aldana Rodríguez & Muñoz Rodríguez, 2017)

Calor. Es una forma en que la energía que es transferida a causa de una diferencia de temperaturas y fluye siempre de una región de mayor temperatura a una de menor temperatura. Cuando se agrega calor a un objeto la energía se acumula como energía interna e incrementa la temperatura de los objetos (Aldana Rodríguez & Muñoz Rodríguez, 2017)

Cámaras Termográficas. Para (Alejandro, Miguel de Jesús, Juan Jorge, & Gustavo, 2017) “Una cámara termográfica, es un equipo complejo que tiene como función medir la emisión natural de radiación infrarroja de un objeto, determinar su temperatura y generar una imagen térmica, realizando un procesamiento digital de las señales sensadas”.

Pero sin embargo Flir Systems, 2011 nos indica que, “Una cámara termográfica registra la intensidad de la radiación en la zona infrarroja del espectro electromagnético y la convierte en una imagen visible”. La cámara termográfica crea imágenes de temperatura, mide la energía infrarroja radiada por un cuerpo y convierte dicha información en una imagen electrónica.

Figura 2

Cámara Termográfica



Fuente: Extraído de Flir System

Análisis termográfico. se basa en la interpretación de imágenes termografías o termogramas las cuales fueron tomadas en condiciones conocidas y útiles para el propósito. De esta manera podremos conocer la radiación de las superficies termografiadas y así estimar las temperaturas de los objetos. (Cabrera, I. 2018).

Termogramas. No es más que una imagen de cualquier objeto obtenida con una cámara termográfica durante una inspección

Software para el análisis de las imágenes infrarrojas. para el análisis de los termogramas existen varios softwares, dependiendo de la marca de cámara que estemos utilizando, por ejemplo, la empresa FLIR, tiene el software Flir Tools, el cual incorpora funciones de medida para realizar análisis de la temperatura, incluyendo isothermas, puntos, perfiles lineales, histogramas y sustracción de imágenes. Todas sus herramientas de medida le permiten configurar valores de emisividad y de distancia independientes (Flir System 2011)

El Espectro Electromagnético. De acuerdo con Lancho, E. (2008), el espectro Electromagnético, “Es el conjunto de ondas electromagnéticas que se encuentran ordenadas de acuerdo a su frecuencia (f) y longitud de onda (λ) si bien todas las ondas electromagnéticas son iguales por su naturaleza, los efectos que ocasionan no son siempre iguales, razón por la cual a cada grupo de ondas electromagnéticas que dan lugar a efectos similares se les ha asignado un nombre”. (p.23) Cuanto mayor es la cantidad de temperatura de un cuerpo, más cantidad de energía emite en cada longitud de onda y menor es la longitud de onda en la que el nivel de visión es más alto.

Termografía en problemas eléctricos. Izquierdo Sócola, I. A. (2019),” Las fallas en una instalación eléctrica a menudo aparecen como puntos calientes que pueden ser detectados por la cámara termográfica. Los puntos calientes son a menudo el resultado de una mayor resistencia en un circuito, sobrecarga o falla de aislamiento”. (p.42).

Palacios (2015),” Cuando una imagen térmica muestra que un conductor tiene una temperatura mayor que los otros componentes de un circuito, puede ser un indicio de que el conductor está mal dimensionado (por defecto) o sobrecargado. Hay que tener en cuenta que ni el circuito de alimentación ni los subcircuitos deben cargarse hasta el límite máximo permitido”.

Figura 3

Desequilibrio Entre Fases



Fuente: Flir System

En la figura 2 se puede observar la existencia de una sobre carga en una de las fases a la salida del interruptor termomagnético, lo cual evidencia el aumento de la temperatura.

Mantenimiento. son todas las actividades que deben ser desarrolladas en orden lógico, con el propósito de conservar en condiciones de funcionamiento seguro, eficiente y económico los equipos de producción, herramientas y demás propiedades físicas de las diferentes instalaciones de una empresa. (García, O. 2006).

Mantenimiento Correctivo. Conjunto de actividades conducentes a la corrección de fallas y anomalías en los equipos a medida que se van presentando y con la maquinaria fuera de servicio (García, O. 2006).

Mantenimiento Preventivo. Es el conjunto de actividades que permiten en forma económica, la operación segura y eficiente de un equipo, con tendencia a evitar las fallas imprevistas. Son trabajos programados sistemáticamente con suficiente anticipación (García, O. 2006).

Mantenimiento Mixto. Es la aplicación de labores correctivas y preventivas de cualquier tipo, pero al mismo tiempo, aprovechando la disponibilidad del equipo cuando se encuentra fuera de servicio por una falla imprevista. (García, O. 2006).

Tablero eléctrico. es una caja o gabinete que contiene los dispositivos de conexión, maniobra, comando, medición, protección, alarma y señalización, con sus cubiertas y soportes correspondientes, para cumplir una función específica dentro de un sistema eléctrico. (Rodríguez, 2012)

Tablero General (T.G.) son los tableros principales de las instalaciones. En ellos estarán montados los dispositivos de protección y maniobra que protegen los alimentadores y que permiten operar sobre toda la instalación interior en forma conjunta o fraccionada. (Wordpress, 2015)

Tableros Generales Auxiliares (T.G.A.) Son tableros que serán alimentados desde un tablero general y desde ello se protegen y operan sub. -alimentadores que alimentan tableros de distribución. (Rodríguez, 2012)

Tableros De Distribución (T.D.) Son tableros que contienen dispositivos de protección y maniobra que permiten proteger y operar directamente los circuitos en

que está dividida la instalación o una parte de ella. Pueden ser alimentados desde un tablero general, desde un tablero general auxiliar o directamente desde el empalme. (Rodríguez, 2012)

Tableros Centro De Control (T.C.C.) Son tableros que contienen dispositivos de protección y de maniobra o únicamente dispositivos de maniobra y que permiten la operación de grupos de artefactos en forma individual, en conjunto, en subgrupos en forma programada o no programada. (Rodríguez, 2012)

Clasificación de prioridades de reparación. A cada Termograma se le asigna una Clasificación de Prioridad de Reparación, la cual está basada en valores de elevación de temperatura sobre una temperatura de referencia, ya sea de un equipo operando en condiciones similares o datos del fabricante. La norma ISO 18434-1 establece criterios de aceptación y rechazo en sistemas eléctricos (Morales Montero, J, F. 2018, p.28), los cuales se especifican en el apartado “A”

Es importante aclarar que esta corrección se hace únicamente cuando se encuentra una falla o anomalía y se requiere hacer un análisis cuantitativo.

A. – De acuerdo a la N.E.T.A. (InterNational Electrical Testing Association):

ΔT de 1 a 3 °C. Evaluar condición del Componente y Continuar con Termografía.

ΔT de 4 a 15 ° C. deficiencias. Reparar cuando sea posible.

ΔT de 16 ° C. en adelante, deficiencias importantes. Reparar inmediatamente

ACEPTABLE: Condición que define a un equipo rotativo, estático o dispositivo eléctrico que no presenta problema (Temperatura de operación dentro de los límites Permisibles) y opera sin ninguna restricción.

BAJO OBSERVACION: Condición que define a un equipo rotativo, estático o dispositivo eléctrico que presenta limitaciones en etapa inicial o que se excitan bajo ciertas condiciones de operación, aquella condición en que la temperatura se encuentra entre Temperaturas definidas para cada equipo evaluado. Continuar con la operación de dicho equipo (dispositivo) y prever su correctivo en la disponibilidad que se presente.

INACEPTABLE: Condición que define a un equipo rotativo, estático o dispositivo eléctrico que presenta severos defectos y que implica un riesgo el seguir operando en esas condiciones; aquella condición en que la temperatura se supera la TMAX, definida. Implica que deberá intervenir a la brevedad posible (de acuerdo a los alcances de las recomendaciones indicadas).

1.2. Formulación del problema

El problema principal se formula en la siguiente interrogante: ¿Qué utilidad brinda la termografía infrarroja como herramienta para el mantenimiento predictivo de los tableros eléctricos en la empresa AEI ENGINEERS S.A.C.?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Describir la gran utilidad que brinda la tecnología de la Termografía Infrarroja como una herramienta dentro del entorno del Mantenimiento predictivo aplicada en los tableros eléctricos por la empresa AEI ENGINEERS S.A.C.

1.3.2. Objetivos específicos

- 1.- Diagnosticar las distintas fallas posibles que pueden existir en un tablero eléctrico a través del análisis termográfico.
- 2.- Desarrollar las diversas fallas encontradas en los tableros eléctricos con la termografía
- 3.- Validar las fallas encontradas en los tableros eléctricos utilizando el Software de análisis de imágenes termográficas.

1.4. Hipótesis

Sampieri, (2014), en su trabajo, Metodología de la Investigación, nos hace mención que un trabajo de investigación del tipo descriptiva, no lleva hipótesis, el cual lo describe de la siguiente manera. “debemos señalar que los estudios descriptivos no suelen contener hipótesis, y ello se debe a que en ocasiones es difícil precisar el valor que se puede manifestar en una variable” (pág. 116). Por lo tanto, en nuestra tesis no se contempla hipótesis por ser del tipo descriptiva.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

De acuerdo con lo especificado por Valderrama, S. (2019), La presente investigación es de enfoque cuantitativo, porque se caracteriza en la recolección y el análisis de datos para contestar a la formulación del problema de investigación (p.106); Método descriptivo con estudio correlacional (p.81) y según su diseño es No experimental transversal; debido a que se basará fundamentalmente en la observación de fenómenos tal y como se dan en su contexto natural para analizarlos con posterioridad (Hernández, Fernández, Baptista, 2010, p. 149)

Tabla 1

Operacionalización de la Variable Independiente

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Escala
Variable Independiente <i>Termografía Infrarroja</i>	La termografía es una técnica que permite calcular y determinar temperaturas a distancia, con exactitud y sin necesidad de contacto físico con el objeto a estudiar. (Aznarán y Reyes, 2016)	Se utilizará la termografía, para a través de sus imágenes térmicas verificar la eficiencia de funcionamiento de los tableros eléctricos de la empresa AEI Engineers S.A.C.	Termografía	Imágenes térmicas	1,2,3, 4,5	Ordinales
				Sistemas Eléctricos		

Nota. Fuente: elaboración propia

Tabla 2

Operacionalización de la Variable Dependiente

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Escala
Variable Dependiente <i>Mantenimiento Predictivo</i>	Es una técnica para pronosticar la posibilidad de una falla a futuro de un componente de una máquina. De tal forma que dicho componente pueda reemplazarse, con base en un plan, justo antes de que falle. Así mismo el tiempo muerto del equipo se minimiza y el tiempo de vida útil del componente se maximiza.	Se definirá los tipos de mantenimiento que pueden ser utilizados en los tableros eléctricos de la empresa AEI Engineers S.A.C.	Mantenimiento Industrial	Mantenimiento	9,10	Ordinales
				Tipos de Mantenimiento		
				Frecuencia de mantenimiento		
				Tiempo de ejecución	11,12,13, 14	
			Continuidad en los procesos	Medios o herramientas utilizadas		
				Disponibilidad del equipo		

Nota. Fuente: elaboración propia

2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

2.2.1. Población.

“Es un conjunto finito o infinito de elementos, seres o cosas, que tienen atributos o características comunes, susceptibles de ser observados” (Valderrama, 2016, p.182). por lo tanto, nuestra investigación tiene una población conformada por los tableros eléctricos de la Empresa AEI Engineers S.A.C., esta es una organización nacional que brinda el servicio de mantenimiento a instalaciones eléctricas.

2.2.2. Muestra.

“Es un subconjunto representativo de un universo o población. Es representativo, porque refleja fielmente las características de la población cuando se aplica la técnica adecuada de muestreo de la cual procede; difiere de ella solo en número de unidades incluidas y es adecuada, ya que se debe incluir un número óptimo y mínimo de unidades” (Valderrama, 2016, p. 184). Por el nivel de estudio no existe muestra.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

“Son los medios materiales que emplea el investigador para recoger y almacenar la información. Pueden ser formularios, pruebas de conocimientos o escalas de actitudes” (Valderrama, 2013, p. 195).

Como método de recolección de información se pretende utilizar principalmente, la encuesta, observación directa, y la revisión bibliográfica, de este modo se dará cobertura a las variables del estudio y poder obtener un resultado. Se utilizará la encuesta “El método de encuesta recoge datos más o menos limitados de un número

relativamente de casos” (Valderrama, 2019, p. 82) Se requiere de la observación directa para medir, cuantificar y registrar el comportamiento térmico de los equipos seleccionados como muestra donde se harán visitas a algunos equipos y se tomarán imágenes con la cámara termográfica, para registrar su comportamiento. También se entrevistará a sujetos encargados del mantenimiento y con experiencia en la aplicación de la termografía, con esto pretenderíamos obtener un control claro de las principales

Propuesta de una guía técnica para la aplicación de la termografía infrarroja en el mantenimiento predictivo de los principales equipos industriales presentes en los tableros eléctricos que inspecciona la empresa AEI Engineers S.A.C. Luego para formar la guía técnica de aplicación se realizará una revisión bibliográfica de las normas y restricciones en cuanto a la aplicabilidad de la termografía, de este modo se complementará el estudio para darle una mayor relevancia legal.

Tabla 3

Técnica De Instrumento De Recolección De Datos

Técnica	Definición	Instrumento
Encuesta	Se realizará una serie de varias preguntas por parte del investigador a las personas que laboran en la empresa AEI Engineers S.A.C. para tener mayor claridad.	Formato de Encuesta
Observación	Determinación de los parámetros del mantenimiento predictivo. Evaluación del mantenimiento predictivo con cámara termografía	Formatos de inspección en el sistema de distribución.
Revisión Documentaria	Búsqueda de información técnica para el plan de mantenimiento.	Ficha de revisión documentaria

Nota. Fuente: elaboración propia

la validez de los instrumentos, Bisquerra (2005), citado por Valderrama (2013) “Determina el grado en que los ítems son una muestra representativa de todo el contenido a medir. Es decir, que la pregunta debe tener relación con los elementos de los indicadores. Por ejemplo, si el instrumento es para medir actitudes de las personas, debe medir eso y no sus emociones” (2013, p. 206).

Con respecto a la validez del contenido y formato de los instrumentos, formato de recolección de datos., será realizado por el juicio de tres ingenieros expertos, especialistas del tema de investigación.

2.4. Procedimiento

Para la elaboración del instrumento de recolección de los datos, fueron hallados mediante la revisión de investigaciones bibliográficas y acoplados de acuerdo a la experiencia de los investigadores, también se precisó que los indicadores deberían ser tomados para las encuestas aplicadas conteniendo 14 preguntas, las respuestas de las encuestas se obtuvieron a través del Google drive (formulario de Google). Cabe resaltar que el instrumento fue validado primeramente por el Ing. José Demetrio Puican López, especialista y certificado (39N003) por el ITC (Infrared Training Center) en nivel II en Termografía Infrarroja y además Jefe en Confiabilidad, aquí se validó la relación que deberían tener los indicadores con su dimensión y a la vez con su variable.

Para el análisis de los resultados obtenidos en las encuestas se utilizó el escalamiento de Likert “Este método fue desarrollado por Rensis Likert en 1932; sin embargo, se trata de un enfoque vigente y bastante popularizado. Consiste en un conjunto de ítems presentados en forma de afirmaciones o juicios, ante los cuales se pide la reacción de los participantes. Es decir, se presenta cada afirmación y se solicita al sujeto que externar su reacción eligiendo uno de los cinco puntos o categorías de la escala” (Sampieri, 2014, p. 238).

Luego se procedió con el coeficiente alfa de Cronbach “es el modo más habitual de estimar la fiabilidad de pruebas basadas en teoría clásica de los test; es decir, es un procedimiento que sirve para calcular la confiabilidad y validez de los instrumentos.” (Gotuzzo, 2018, p. 456).

Se utilizo el programa SPSS para analizar el coeficiente alfa de Cronbach, obteniendo los siguientes resultados, de acuerdo con los resultados de análisis de fiabilidad, que dio como resultado .856, y según la tabla categórica, se determina que el instrumento de medición es de consistencia interna con tendencia a muy alta.

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{V_i}{V_t} \right]$$

CAPÍTULO III. RESULTADOS

En el presente capítulo presentaremos la interpretación de los resultados obtenidos de una encuesta aplicada a personal técnico en el área de mantenimiento y que labora en la empresa, para describir la gran utilidad que brinda la tecnología de la Termografía Infrarroja como una herramienta dentro del entorno del Mantenimiento predictivo aplicada en los tableros eléctricos por la empresa AEI Engineers S.A.C. Se adquirieron resultados notables con respecto a las técnicas en termografía.

A continuación se presentan los resultados obtenidos de las encuestas aplicadas a técnicos que trabajan en el área de mantenimiento.

Pregunta N°1. ¿Conoce usted lo que es la termografía o captura de imágenes a distancia?

Tabla 4

Conocimiento Sobre Termografía

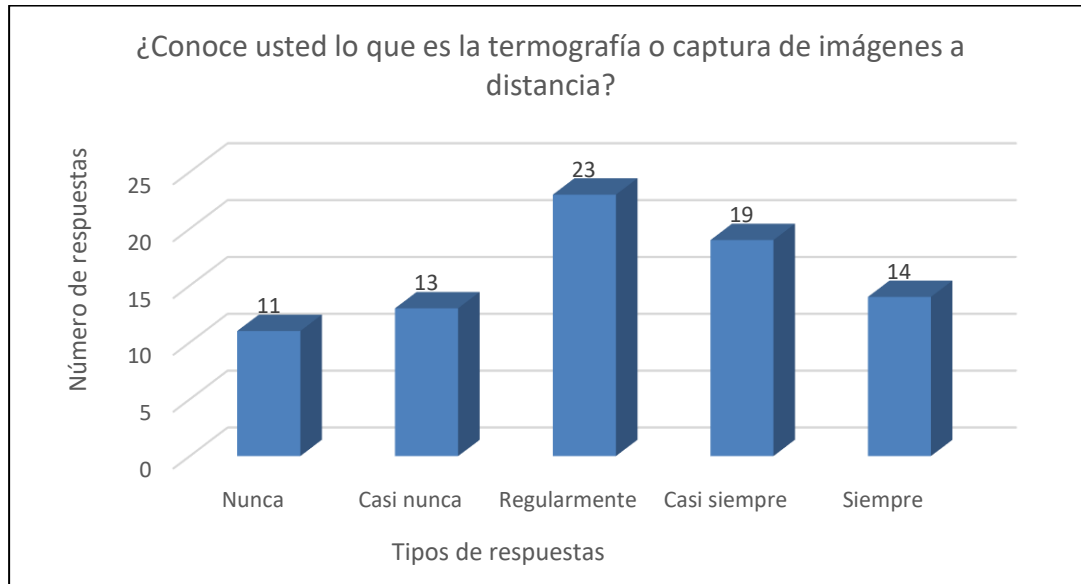
N° de Resp.	Datos Estadísticos	Porcentaje	
1	Nunca	11	14%
2	Casi nunca	13	16%
3	Regularmente	23	29%
4	Casi siempre	19	24%
5	Siempre	14	18%
Total		80	100%

Nota. Elaboración propia. La tabla representa la cantidad de respuestas obtenidas en la pregunta número uno

De la Tabla 4 podemos notar la frecuencia de los datos obtenidos a un total de 80 encuestados, donde se presentan que la cantidad de 11 personas respondieron no conocer la técnica de la termografía infrarroja, así mismo 13 encuestados casi nunca conocen esta técnica, mientras que de los 80, 23 personal técnico dedicado al mantenimiento resultan que regularmente conocen la termografía. Para 19 técnicos encuestados les parece familiar esta técnica llegando a responder que casi siempre la conocen, mientras tanto existen 14 mantenedores que dicen conocer siempre la termografía infrarroja. Los datos obtenidos fueron graficados (Fig.1) para una mejor visualización de los mismos.

Figura 4

Cantidad de Técnicos que Conocen la Termografía

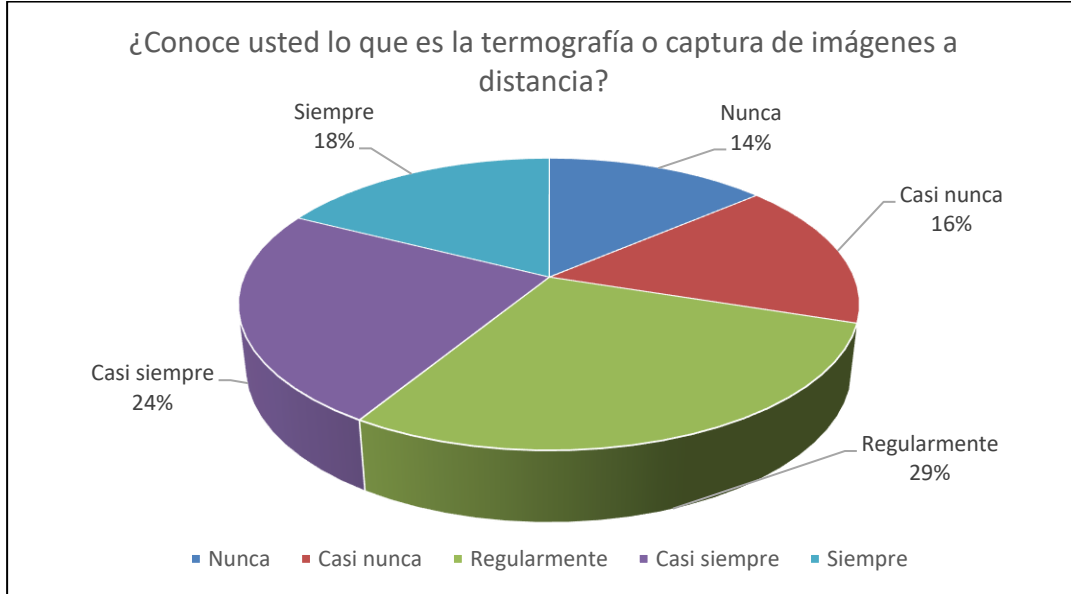


Fuente: Elaboración Propia

Como se puede notar en esta grafica 1, podemos resaltar que existe una cantidad 14 técnicos que trabaja en el área de mantenimiento que, si conocen la técnica de la termografía infrarroja, lo cual esto puede ser muy útil para la empresa.

Figura 5

Porcentaje de Técnicos que Conocen la Termografía



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: de la población estudiada, y en referente a los resultados obtenidos, se debe indicar y resaltar que el 29% indicaron conocer regularmente la técnica de la termografía infrarroja. seguido de un 24% que casi siempre conoce la técnica, seguida del 18% que siempre la conoce. Así mismo tenemos un 16% de los que casi nunca sabe lo que es la termografía, por último, tenemos el 14% de los encuestados que no conocen esta técnica. En este sentido con un porcentaje de 18% que conocen la técnica, es útil si la empresa requiere aplicar esta técnica para determinar la falla en sus tableros eléctricos antes de que esta suceda ya que el personal tiene el conocimiento básico.

Pregunta N°2. ¿Considera Usted, que la termografía es vital para la integridad de las personas?

Tabla 5

Termografía como Vital Integridad Para las Personas

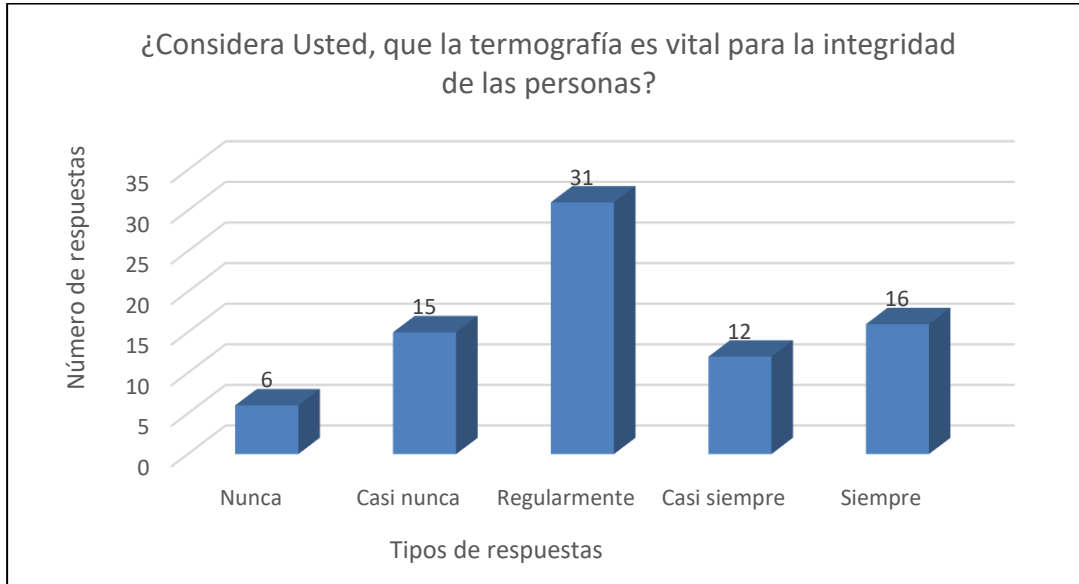
N° de Resp.	Datos Estadísticos	Porcentaje	
1	Nunca	6	8%
2	Casi nunca	15	19%
3	Regularmente	31	39%
4	Casi siempre	12	15%
5	Siempre	16	20%
Total		80	100%

Nota. Elaboración propia

Otra pregunta muy importante que se aplicó fue que si la termografía es vital para la integridad de las personas que se dedican a las labores de mantenimiento, los resultados se muestran en la Tabla 5, donde podemos notar la frecuencia de los datos obtenidos a un total de 80 encuestados, de los cuales la cantidad de 6 personas respondieron nunca, así mismo 15 encuestados casi nunca, 31 encuestados piensan que regularmente la termografía es vital para el personal técnico dedicado al mantenimiento, también resulta que 12 personas piensan que casi siempre y para 16 técnicos siempre. Los datos obtenidos fueron graficados (Fig.3) para una mejor visualización de los mismos.

Figura 6

Número de Técnicos que Opinan que la Termografía es Vital para su Integridad

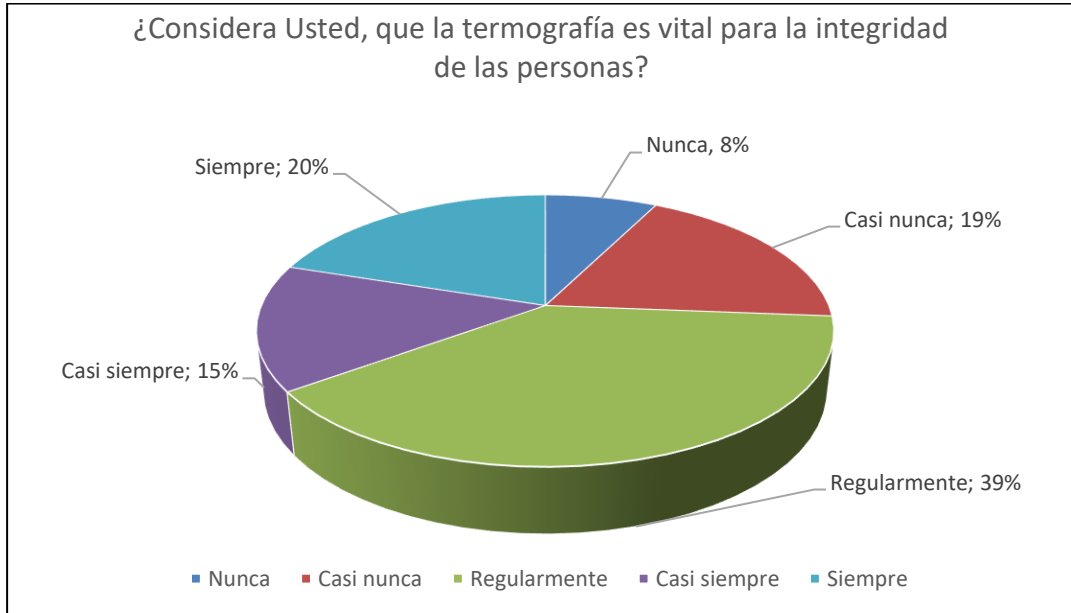


Fuente: Elaboración Propia

Como lo podemos apreciar en esta grafica (Fig.3), 31 encuestados piensan regularmente que la termografía es vital para la seguridad de los técnicos a la hora de hacer inspecciones térmicas, mientras que 16 dicen siempre es vital.

Figura 7

Porcentaje de Técnicos que Opinan que la Termografía es Vital para su Integridad



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Con lo que respecta a los resultados obtenidos en porcentaje, se debe indicar que el 39% de los encuestados, indicaron que la técnica de la termografía infrarroja ayuda o es vital para la integridad de los inspectores a la hora de hacer capturas de imágenes térmicas, pasando como segundo lugar a un 20% que dijeron que siempre es vital, seguida del 19% que casi nunca lo es. Así mismo tenemos un 15% de los que opinan que casi siempre, por último, tenemos el otro 8% de los encuestados que piensan no es vital.

Pregunta N°3. ¿Considera usted que el incremento de temperatura es un factor que afecta la confiabilidad de los tableros eléctricos?

Tabla 6

Incremento de Temperatura en los Tableros

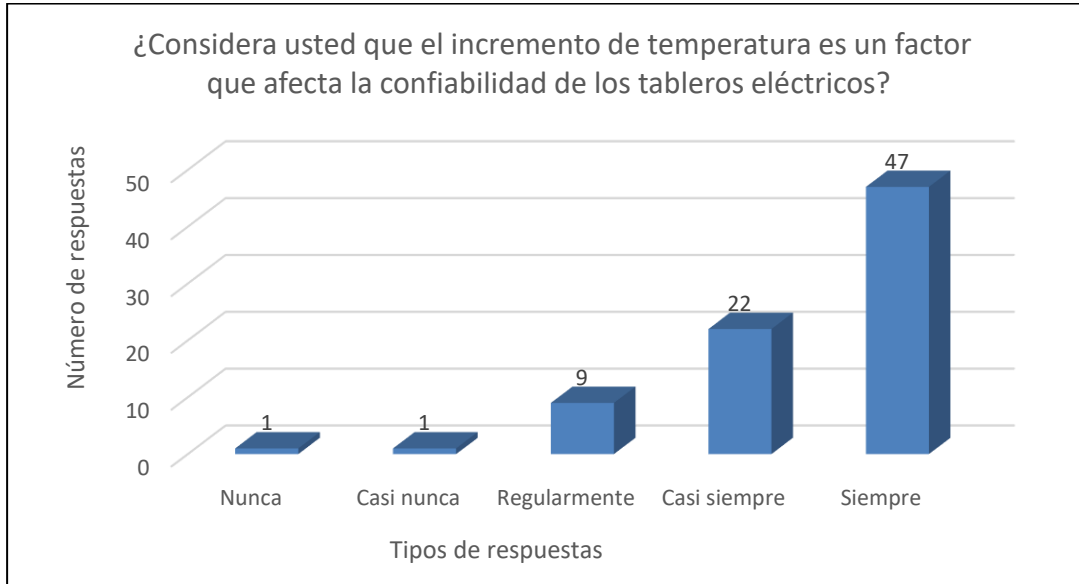
N° de Resp.	Datos Estadísticos	Porcentaje	
1	Nunca	1	1%
2	Casi nunca	1	1%
3	Regularmente	9	11%
4	Casi siempre	22	28%
5	Siempre	47	59%
Total		80	100%

Nota. Elaboración propia

Los datos estadísticos que representa la Tabla 6 son la resultante a la pregunta ¿Considera usted que el incremento de temperatura es un factor que afecta la confiabilidad de los tableros eléctricos? y de donde podemos notar que la cantidad de 1 personas respondieron no conocer, de igual forma existe otra persona que indica casi nunca la temperatura afecta a los tableros. Pasando a una frecuencia más alta, tenemos un número de 9 personas técnico que regularmente, un número de 22 y 47 personas que respondieron casi siempre y siempre respectivamente dicen que la temperatura influye en el buen funcionamiento de los tableos eléctricos.

Figura 8

Incremento de Temperatura en Tableros

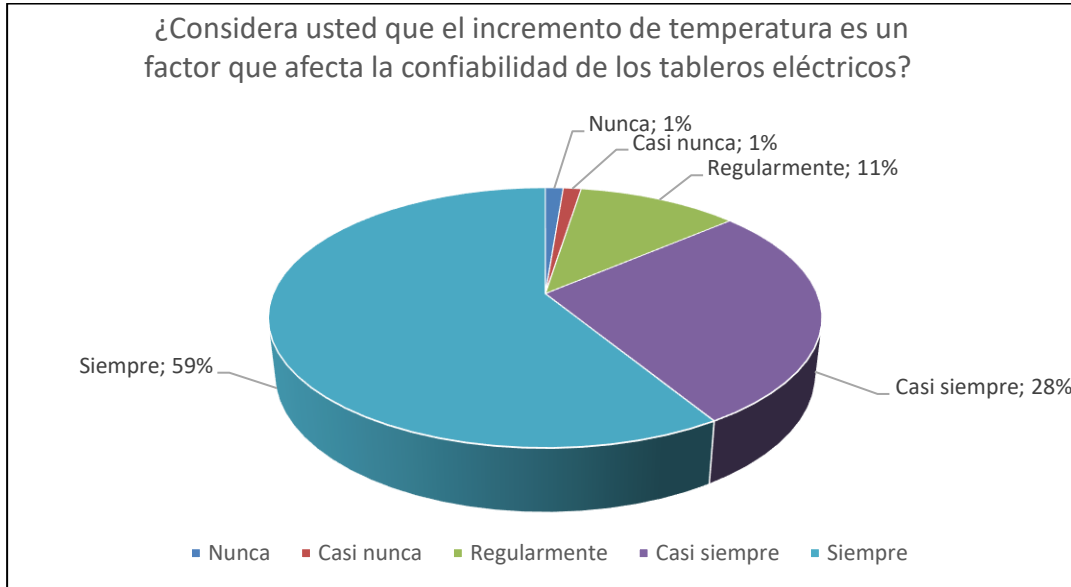


Fuente: Elaboración Propia

Como se puede notar en esta figura 5, podemos visualizar claramente que existe una cantidad 47 respuestas obtenidas que dan fe que el incremento de la temperatura puede afectar la confiabilidad del funcionamiento de los tableos eléctricos, seguido de 22 personas que opinan que esto se da casi siempre.

Figura 9

Porcentaje en Incremento de Temperatura



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Luego de realizar la tabulación estadística de los ítems correspondientes a la dimensión, el instrumento arrojó lo siguiente:

El 59% respondió que siempre la temperatura es un factor que afecta la confiabilidad de los tableros eléctricos.

El 28% casi siempre, la temperatura es un factor que afecta.

El 11% regularmente, opinan que los componentes de los tableros eléctricos se ven afectados por el incremento de temperatura.

El otro 2% opinan que nunca y casi nunca, que la temperatura tenga que ver con la falla de los tableros.

De este modo se puede explicar que uno de los factores que puede afectar el funcionamiento de los tableros, es el incremento de la temperatura, la cual utilizando la termografía la podríamos detectar a tiempo.

Pregunta N°4. ¿Encuentra conveniente aplicar la técnica de la termografía sobre el mantenimiento de los tableros eléctricos?

Tabla 7

Aplicación de la Técnica de la Termografía

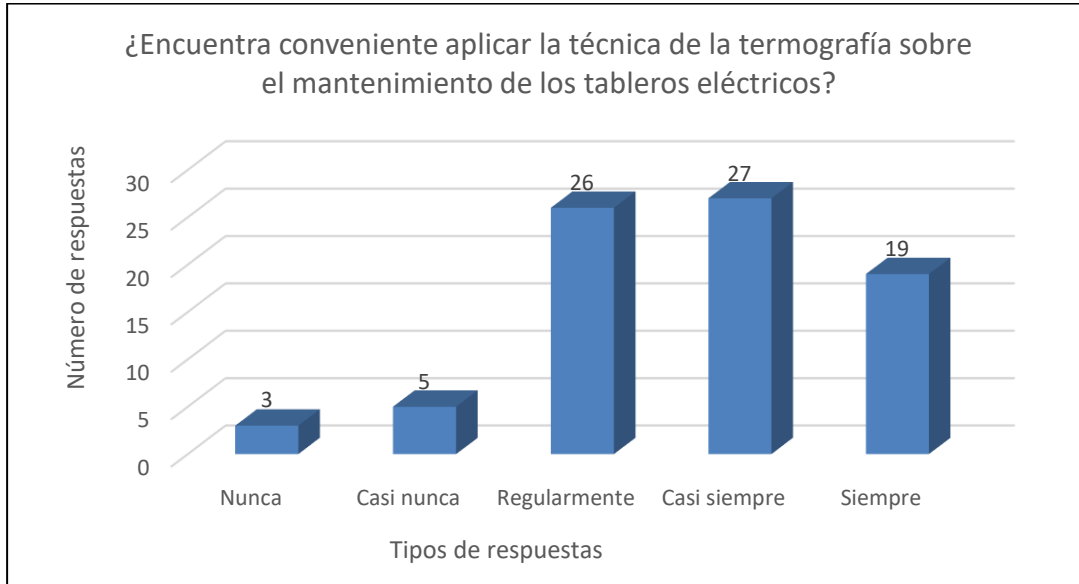
N° de Resp.	Datos Estadísticos	Porcentaje	
1	Nunca	3	4%
2	Casi nunca	5	6%
3	Regularmente	26	33%
4	Casi siempre	27	34%
5	Siempre	19	24%
Total		80	100%

Nota: Elaboración propia

Para la siguiente pregunta se obtuvieron los datos indicados en la tabla 7, los cuales representan la cantidad de respuestas obtenidas en nuestro instrumento, teniendo como datos estadísticos, nunca (3 personas), Casi nunca (5 encuestados), regularmente (26 encuestados), casi siempre (27 respuestas) y siempre (19 respuestas) siendo un total de 80 encuestados. El número de respuesta indicado en la tabla, se refiere al valor que se le dio a cada respuesta, y al otro extremo el valor en porcentaje.

Figura 10

Número de Técnicos que Aplicarían la Termografía

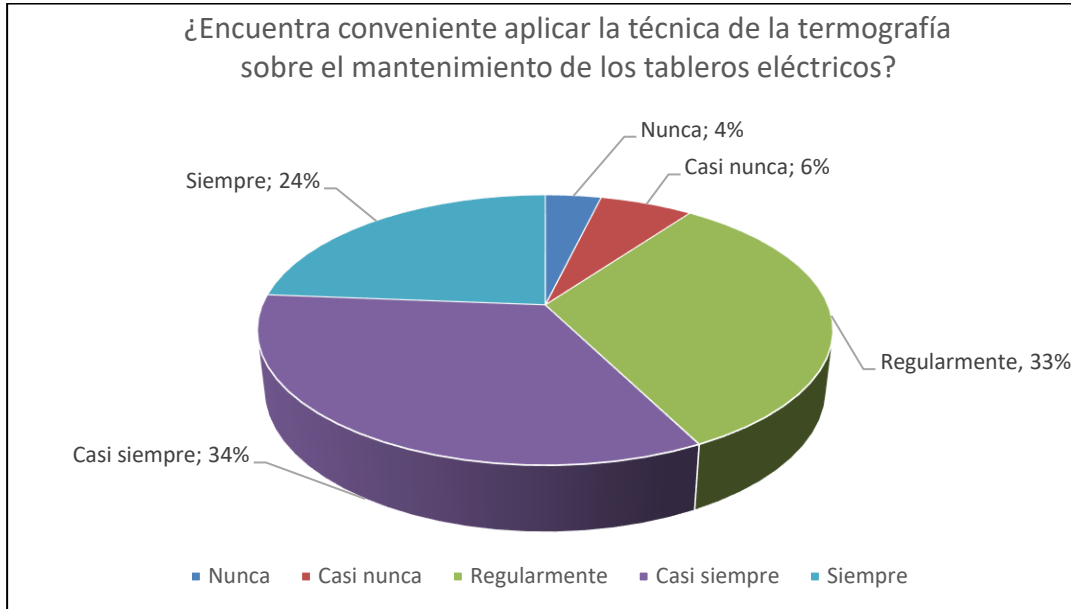


Fuente: Elaboración Propia

La representación gráfica (fig.7), muestra el número de respuestas obtenidas versus el tipo de respuesta brindadas por los encuestados, observándose con mayor relevancia que 27 técnicos casi siempre, creen conveniente aplicar la técnica de la termografía en la empresa, mientras que 3 piensan que no lo es.

Figura 11

Porcentaje de Técnicos que Aplicarían la Termografía



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Luego de realizar la tabulación estadística de los ítems correspondientes a la dimensión, el instrumento arrojó lo siguiente:

El 34% respondió que casi siempre encuentra conveniente aplicar la termografía para los tableros eléctricos de la empresa.

El 33% regularmente, le gustaría que se aplique la termografía.

El 24% siempre, se encuentra de acuerdo que la empresa aplique la técnica de la termografía para que les ayude a detectar a tiempo las fallas en los tableros.

Un 6% opinan que casi nunca,

El otro 4% restante opina que nunca, por lo que no le interesa que se aplique termografía en la empresa.

De este modo si la empresa decidiera adoptar la termografía infrarroja como parte de su mantenimiento, sería bien recibida por el 58% del personal.

Pregunta N°5. ¿Cree usted que la termografía infrarroja favorezca las labores de mantenimiento de los tableros eléctricos?

Tabla 8

Termografía en Favor del Mantenimiento de los Tableros

N° de Resp.	Datos Estadísticos	Porcentaje	
1	Nunca	3	4%
2	Casi nunca	4	5%
3	Regularmente	25	31%
4	Casi siempre	24	30%
5	Siempre	24	30%
Total		80	100%

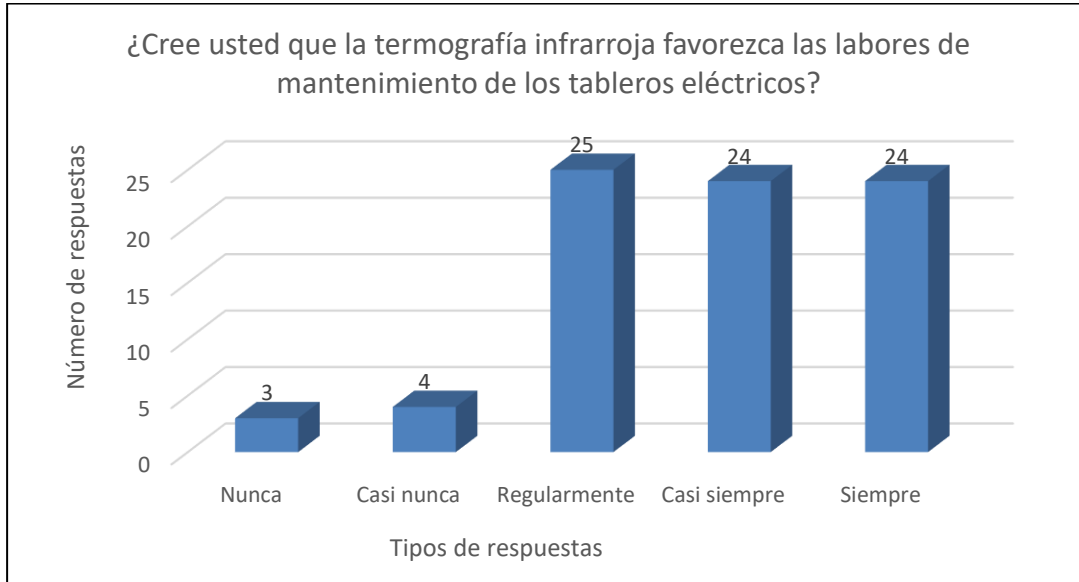
Nota: Elaboración propia

En la Tabla 8 se representa los datos recolectados en el instrumento correspondiente a la pregunta 5 y de donde podemos decir que existen 3 y 4 encuestados que opinan que nunca y casi nunca la termografía favorece al mantenimiento de los tableros eléctricos. Un buen número de encuestados, regularmente (25), casi nunca (24) y siempre (24), respondieron que sí, la termografía es favorable y que ayuda a la mantenibilidad de los tableros eléctricos.

La representación gráfica (fig.9), muestra el número de respuestas obtenidas versus el tipo de respuesta brindadas por los encuestados, observándose así que la mayoría está convencida que termografía favorece en las labores de mantenimiento de los tableros eléctricos.

Figura 12

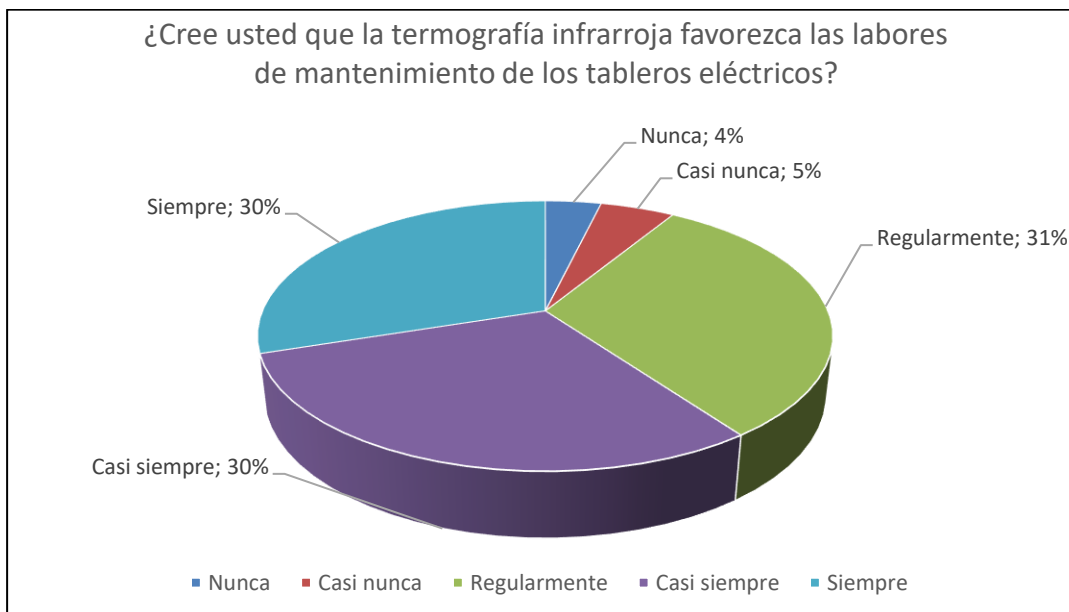
Termografía en Favor del Mantenimiento de Tableros



Fuente: Elaboración Propia

Figura 13

Termografía en Favor del Mantenimiento de Tableros en Porcentaje



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: **Interpretación:** Analizando los resultados de la figura 10, podemos mencionar lo siguiente:

El 31% respondió que regularmente la termografía infrarroja favorezca las labores de mantenimiento de los tableros eléctricos.

El 30% opina que casi siempre, y un otro

El 30% siempre, cree estar de acuerdo que el mantenimiento de los tableros se vea favorecido por la termografía. Luego existe una tendencia a la baja de un grupo de encuestados que opinan de diferente manera.

Un 5% opinan que casi nunca y el otro 4% restante opina que nunca, el mantenimiento se vea favorecido por tener a la termografía como parte de su implementación.

Pregunta N°6. ¿Considera Usted qué es necesario un sistema de control para predecir el mantenimiento de los tableros eléctricos?

Tabla 9

Sistema de Control para Predecir el Mantenimiento

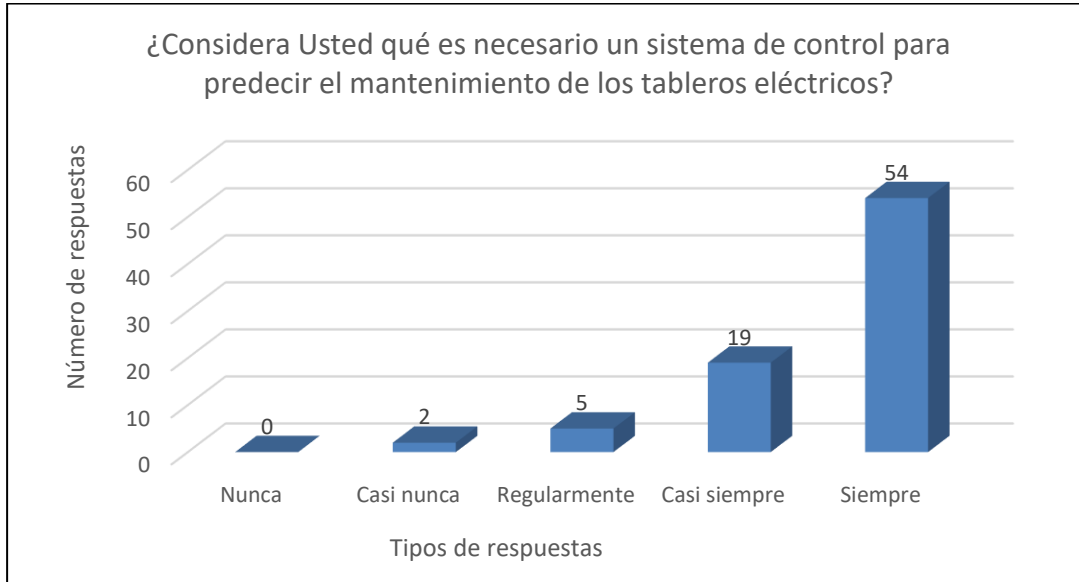
N° de Resp.	Datos Estadísticos	Porcentaje	
1	Nunca	0	0%
2	Casi nunca	2	3%
3	Regularmente	5	6%
4	Casi siempre	19	24%
5	Siempre	54	68%
Total		80	100%

Nota: Elaboración propia. La tabla representa la cantidad de respuestas obtenidas en la pregunta número seis.

Para las empresas es importante saber si su personal de mantenimiento requiere de un sistema que los ayude a predecir las fallas antes de que estas ocurran por eso la Tabla 9 representa esos valores, donde podemos notar la frecuencia de los datos obtenidos a un total de 80 encuestados, obteniendo que ninguno de los encuestado respondió en contra de tener un sistema de control para predecir el mantenimiento, así mismo 2 de los encuestados opinan que casi nunca. Luego tenemos a 5 decir regularmente. Para 19 técnicos encuestados les parece que debería ser casi siempre, y por ultimo y con número 54 encuestados a favor que opinan que siempre se debería existir un sistema de control.

Figura 14

Sistema de Control para el Mantenimiento en Cantidad

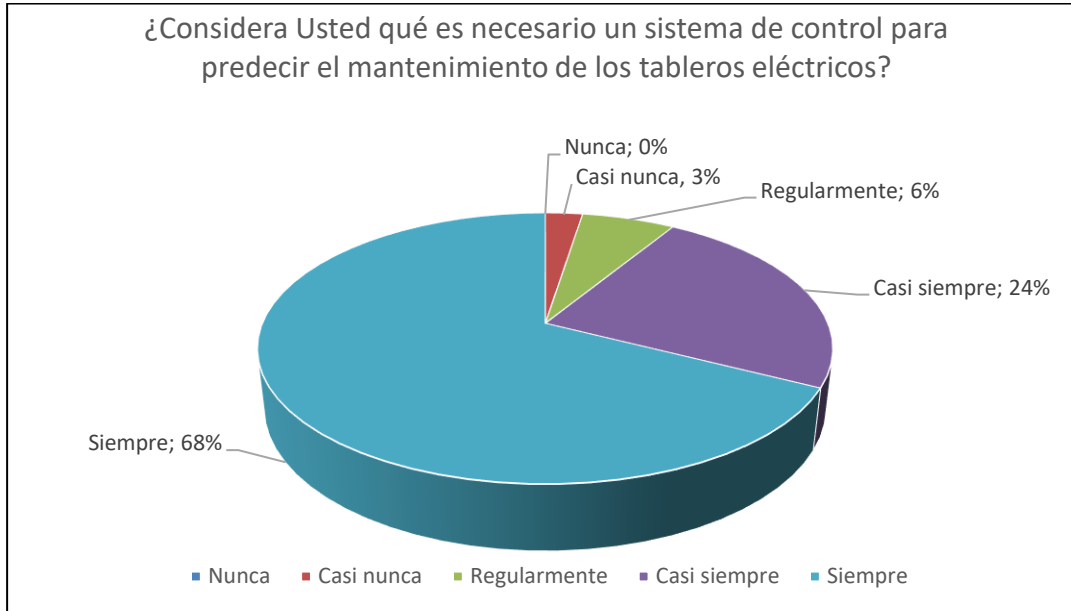


Fuente: Elaboración Propia

Como se puede notar en esta grafica 11, podemos resaltar que existe una cantidad 54 técnicos encuestados que trabaja en el área de mantenimiento que consideran que es necesario un sistema de control para predecir el mantenimiento de los tableos eléctricos en las empresas.

Figura 15

Sistema de Control para el Mantenimiento en Porcentaje



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: de la población estudiada, y en referente a los resultados obtenidos, se debe indicar y resaltar que el 68% indicaron necesitar un sistema de control en el mantenimiento de los tableros eléctricos, lo cual significa un porcentaje mayoritario, luego le sigue de un 24% con opinión de casi siempre estar de acuerdo. El 6% de los encuestados respondió regularmente, por último, tenemos un porcentaje muy bajo del 3% de los encuestados que creen que casi nunca.

Pregunta N°7. ¿considera de importancia evitar las paradas inesperadas de los tableros eléctricos?

Tabla 10

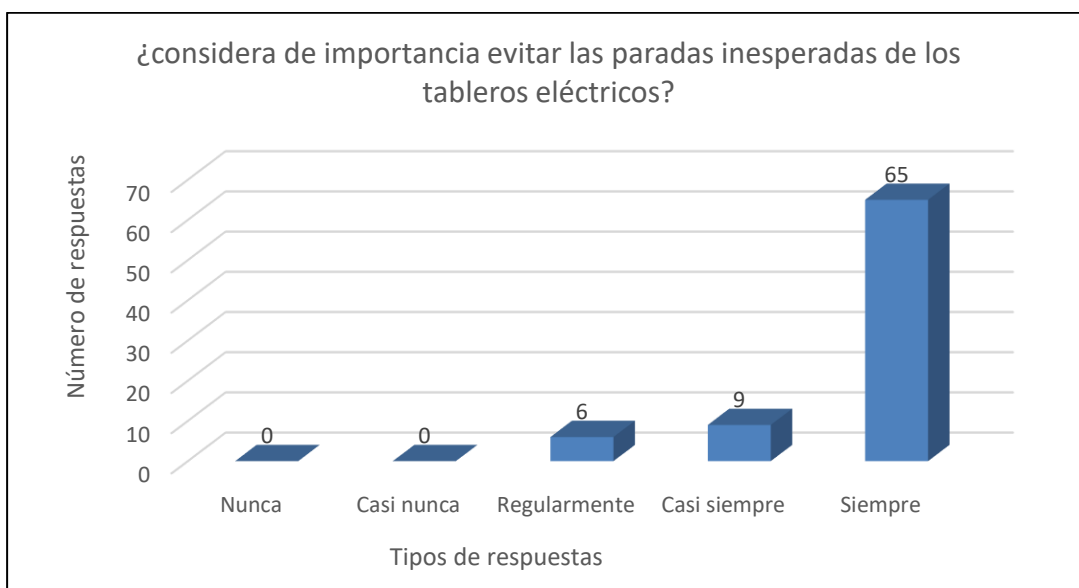
Paradas Inesperadas de los Tableros Eléctricos

N° de Resp.	Datos Estadísticos	Porcentaje	
1	Nunca	0	0%
2	Casi nunca	0	0%
3	Regularmente	6	8%
4	Casi siempre	9	11%
5	Siempre	65	81%
Total		80	100%

Nota: Elaboración propia.

Figura 16

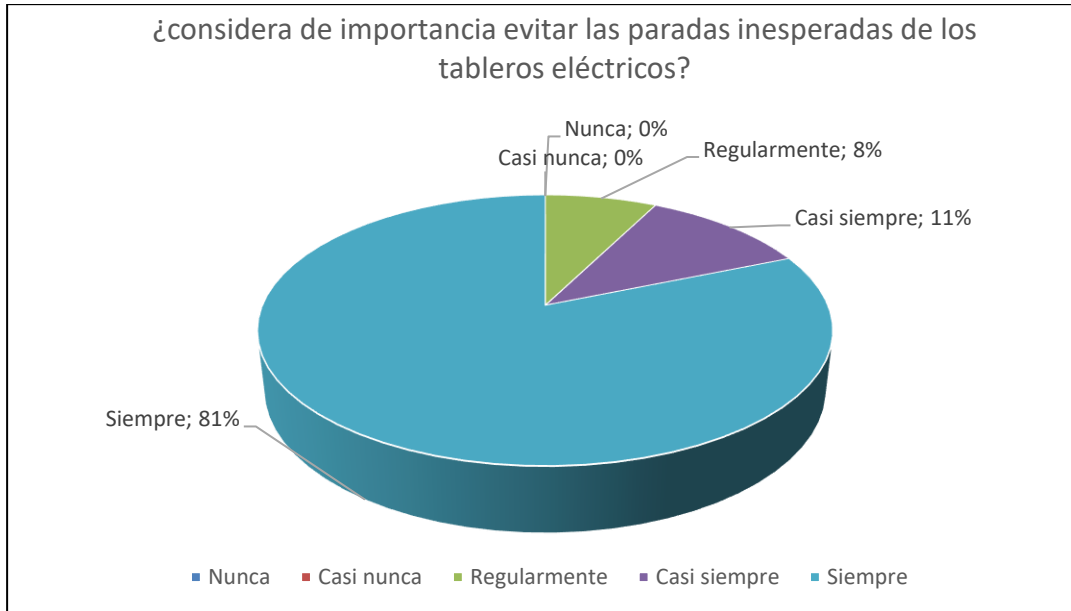
Cantidad de Paradas Inesperadas de los Tableros



Fuente: Elaboración Propia

Figura 17

Porcentaje de Paradas Inesperadas de los Tableros



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: por lo que respecta a las paradas inesperadas que se dan en los tableros eléctricos, si bien los resultados que podemos visualizar en la tabla 10 que 65 de los encuestados (81%) indican que siempre es importante que se eviten paradas inesperadas en los tableros eléctricos ya que esto perjudica a la producción, sin embargo, existe un porcentaje menor que piensan lo contrario, como son el 11% de casi siempre y un 8% que regularmente lo considera. Por otro lado, las respuestas nunca y casi nunca, no fueron consideradas por el personal técnico.

Pregunta N°8. ¿considera que la termografía infrarroja mejorara la eficiencia del funcionamiento de los tableros?

Tabla 11

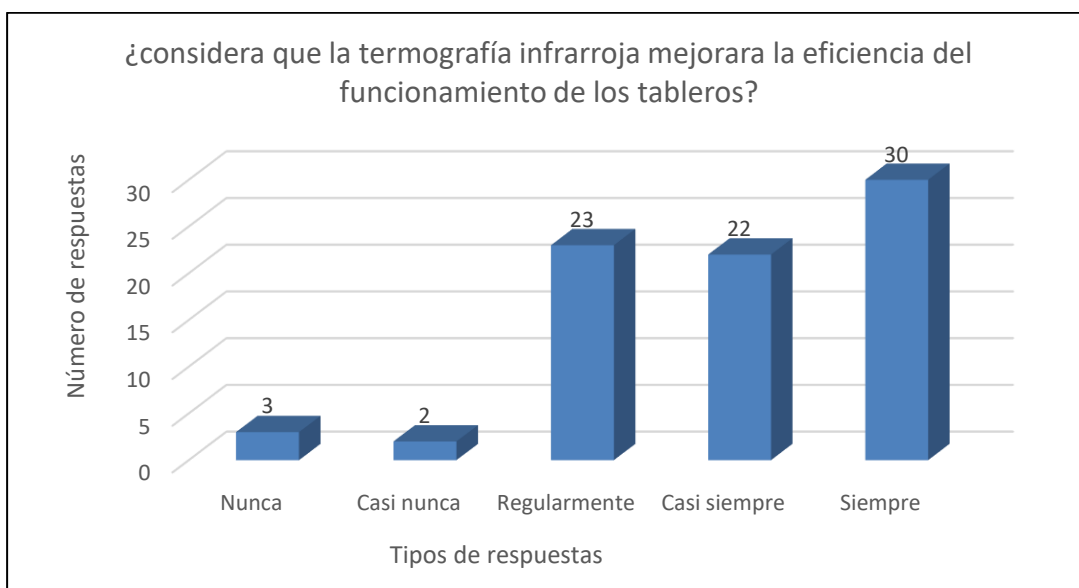
Eficiencia de los Tableros Eléctricos

N° de Resp.	Datos Estadísticos	Porcentaje
1	Nunca	3 3.75%
2	Casi nunca	2 2.50%
3	Regularmente	23 28.75%
4	Casi siempre	22 27.50%
5	Siempre	30 37.50%
Total		80 100%

Nota: Elaboración propia.

Figura 18

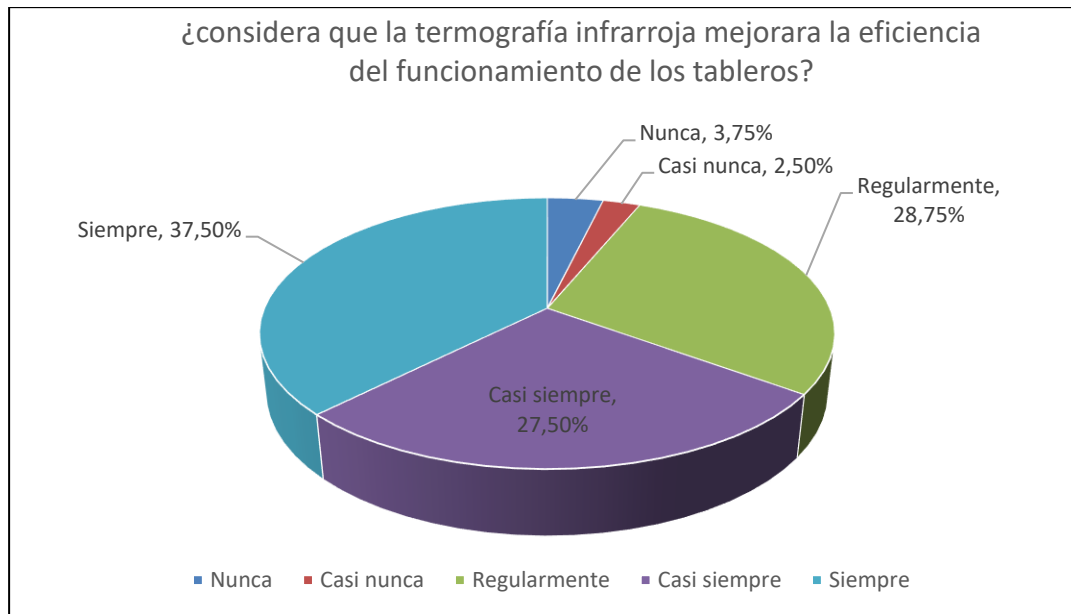
Cantidad que Creen en la Eficiencia de Funcionamiento de los Tableros



Fuente: Elaboración Propia

Figura 19

Porcentaje que Creen en la Eficiencia de Funcionamiento de los Tableros



Fuete: Elaboración Propia

Interpretación: Luego de realizar la tabulación estadística de los ítems correspondientes a la dimensión, el instrumento arrojó lo siguiente:

El 37.50% respondió que siempre la termografía mejorará la eficiencia del funcionamiento de los tableros eléctricos.

El 28.75% piensa que regularmente puede existir una mejora,

El 27.50% tiene una opinión favorable donde indican que casi siempre la termografía mejora el trabajo de los tableros.

El 3.75% y el 2.50% son opiniones como nunca y casi nunca, las cuales no son muy relevantes.

De este modo podemos explicar que existe una gran mayoría de mantenedores considerando a la termografía infrarroja como mejora de la eficiencia de funcionamiento de los tableros eléctricos.

Pregunta N°9. ¿Conoce usted lo que es el mantenimiento de los tableros eléctricos?

Tabla 12

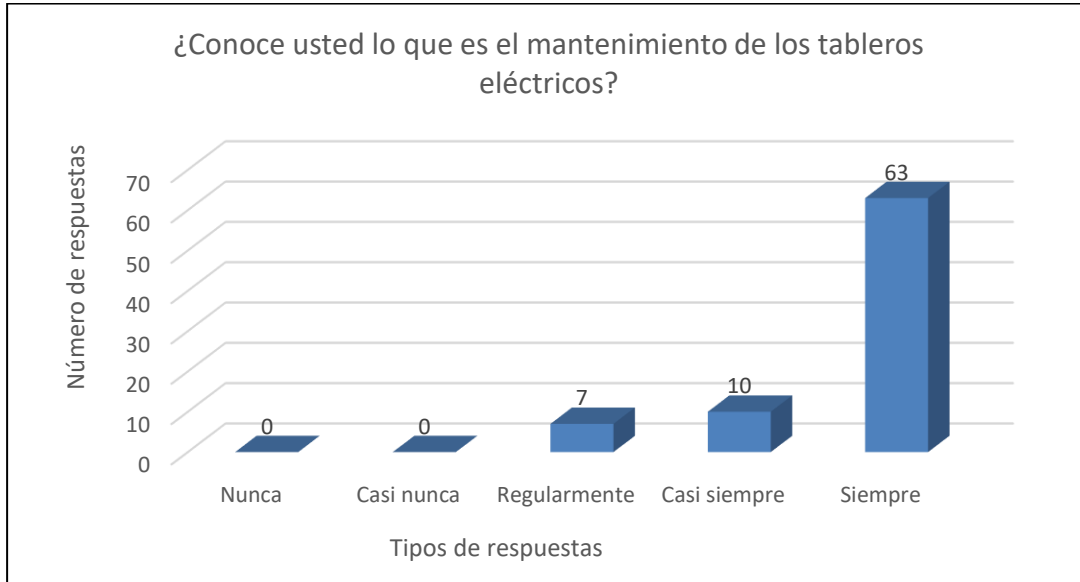
Mantenimiento de los Tableros Eléctricos

N° de Resp.	Datos Estadísticos	Porcentaje	
1	Nunca	0	0.00%
2	Casi nunca	0	0.00%
3	Regularmente	7	8.75%
4	Casi siempre	10	12.50%
5	Siempre	63	78.75%
Total		80	100%

Nota: Elaboración propia.

Figura 20

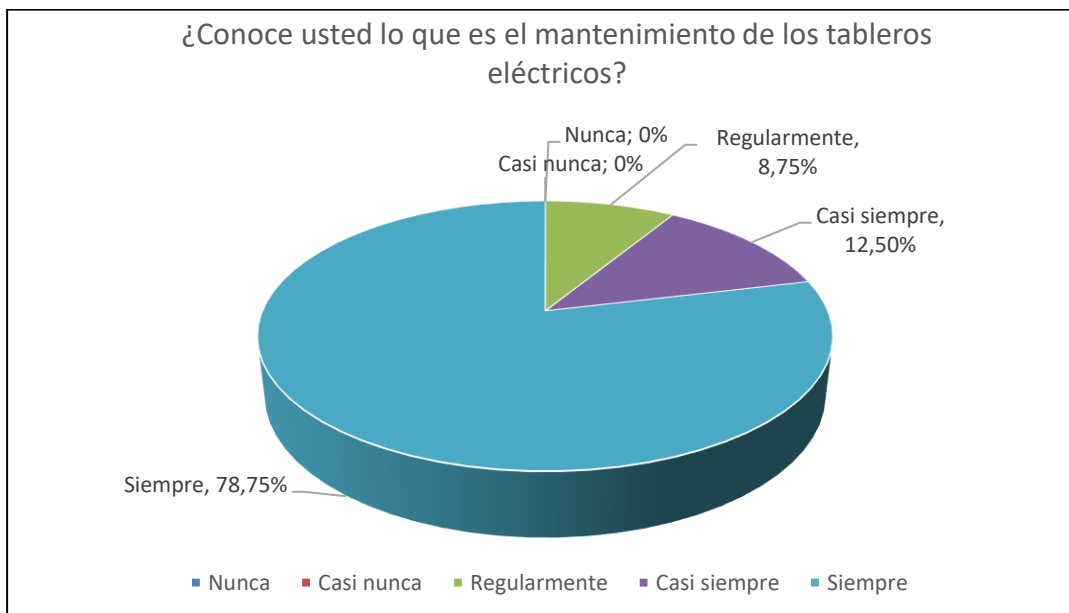
Cantidad de Mantenimiento en Tableros



Fuente: Elaboración Propia

Figura 21

Porcentaje de Mantenimiento en Tableros



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Para tener un mejor visión de que si el personal de mantenimiento tiene conocimiento del trabajo que realiza, se le pregunto si tienen conocimiento de que era un mantenimiento realizado a los tableos eléctricos de la empresa, los cuales respondieron lo siguiente:

El 78.75% sabe lo que es realizar un buen mantenimiento y a que componentes hacerle. Si a esto le sumamos el 12.50% que respondió casi siempre, tenemos que casi todos los que trabajan en el área de mantenimiento, sabe cómo realizar el mantenimiento de los tableros.

Por otro lado, existe un porcentaje muy bajo del 8.75% que regularmente sabe del trabajo.

Pregunta N°10. ¿sabe que es el mantenimiento predictivo?

Tabla 13

Mantenimiento Predictivo

N° de Resp.	Datos Estadísticos		Porcentaje
1	Nunca	0	0.00%
2	Casi nunca	0	0.00%
3	Regularmente	5	6.25%
4	Casi siempre	14	17.50%
5	Siempre	61	76.25%
	Total	80	100%

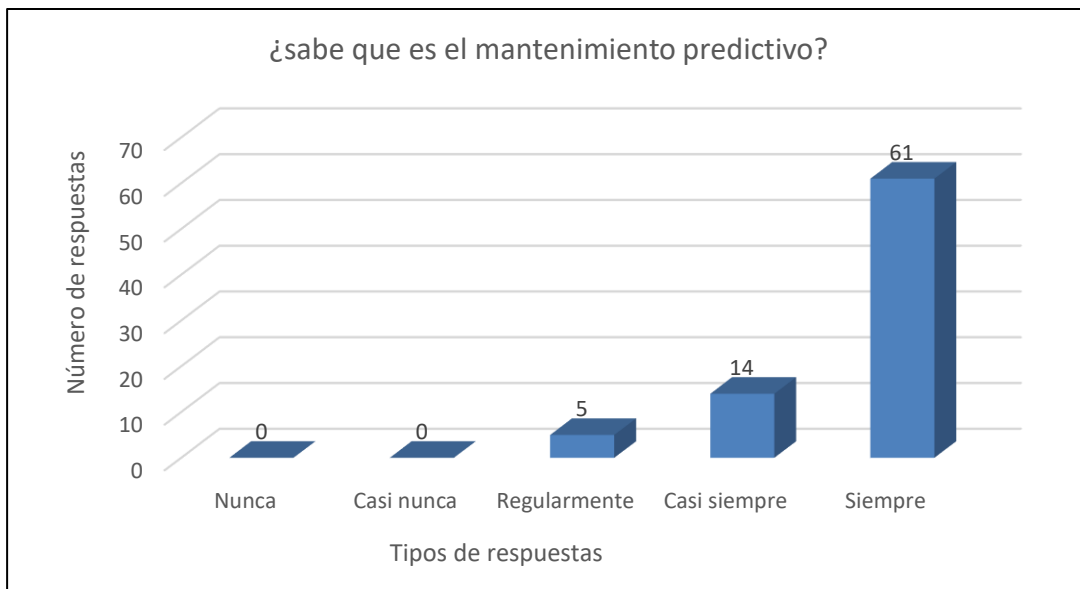
Nota: Elaboración propia.

La tabla 13 hace referencia la cantidad de respuestas obtenidas en la encuesta realizada a un total de 80 personas, teniendo como resultados muy favorables sobre el mantenimiento predictivo con un total de 61 que corresponde a la respuesta siempre y 14 a casi siempre.

Estos datos estadísticos son graficados en la figura 19 para un mejor análisis.

Figura 22

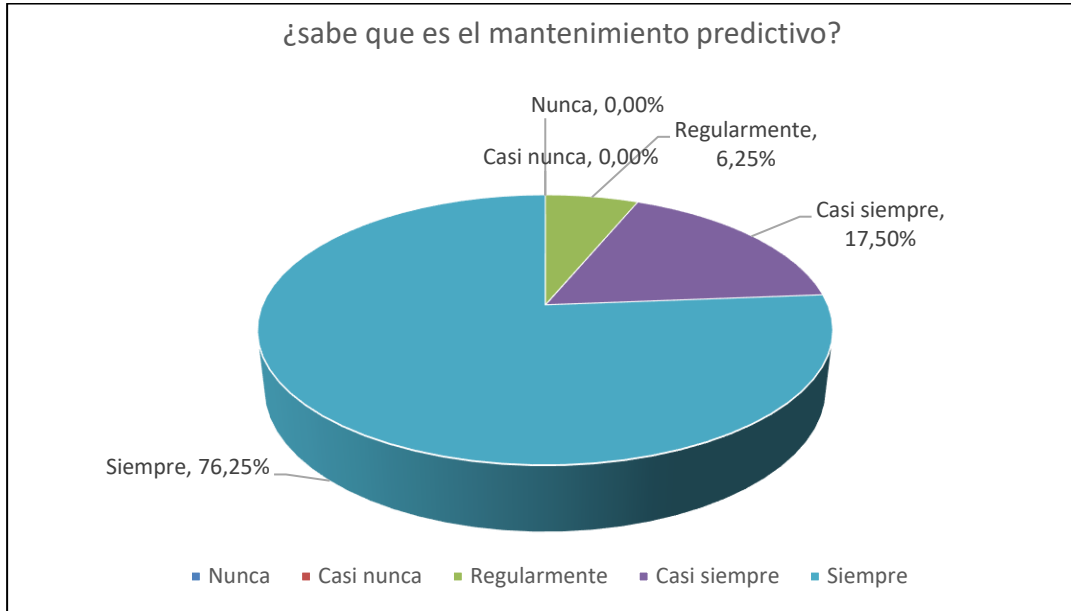
Número de Técnicos que Conocen el Mantenimiento Predictivo



Fuente: Elaboración Propia

Figura 23

Porcentaje de Técnicos que Conocen el Mantenimiento Predictivo



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Dentro de los 80 encuestados que se les realizó la pregunta que si tenían conocimiento de que era el mantenimiento predictivo, el 76.25% dijo que sí, he incluso alguno de ellos habían tenido la oportunidad de aplicar este mantenimiento en otras empresas, teniendo buena experiencia con ello. Un 17.50 % opinó que sabía lo era este tipo de mantenimiento pero que no lo había ejecutado

Pregunta N°11. ¿Con que frecuencia realiza actividades de mantenimiento en los tableros eléctricos?

La tabla que se presenta a continuación, representa los resultados obtenidos a la pregunta número 11 y de donde podemos observar que más del 50% de los técnicos realiza frecuentemente el mantenimiento de los tableros eléctricos, teniendo, así como respuestas de siempre 57 y casi siempre 12. Esto es muy importante si queremos alargar la vida útil de los equipos.

Tabla 14

Frecuencia del Mantenimiento a los Tableros

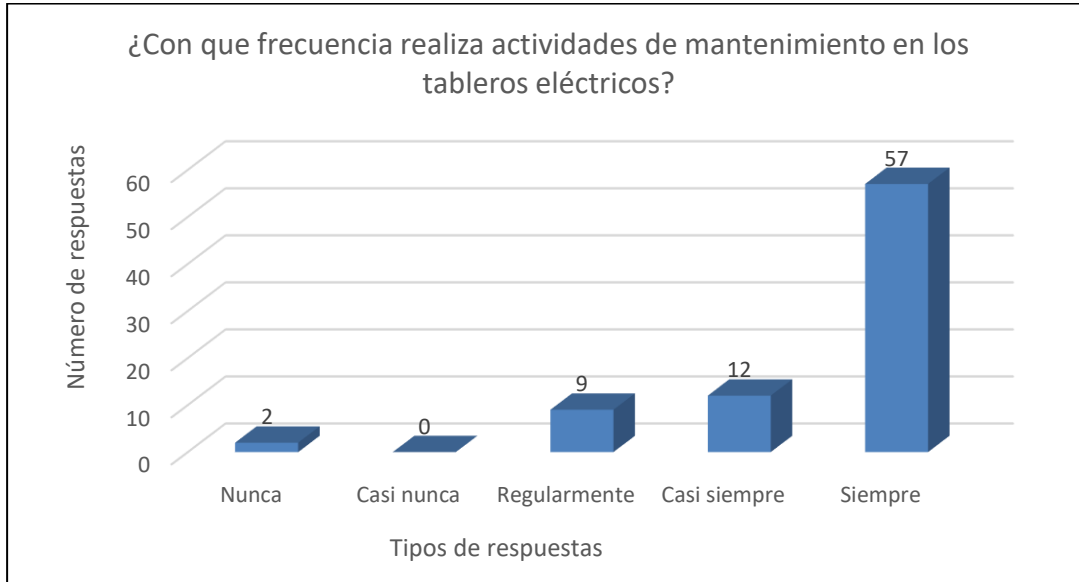
N° de Resp.	Datos Estadísticos	Porcentaje	
1	Nunca	2	2.50%
2	Casi nunca	0	0.00%
3	Regularmente	9	11.25%
4	Casi siempre	12	15.00%
5	Siempre	57	71.25%
Total		80	100%

Nota: Elaboración propia.

La figura 21 muestra la representación gráfica de los resultados obtenidos en la tabla anterior para manejar un análisis de mejor visualización, teniendo en cuenta el número de respuestas versus los tipos de respuestas.

Figura 24

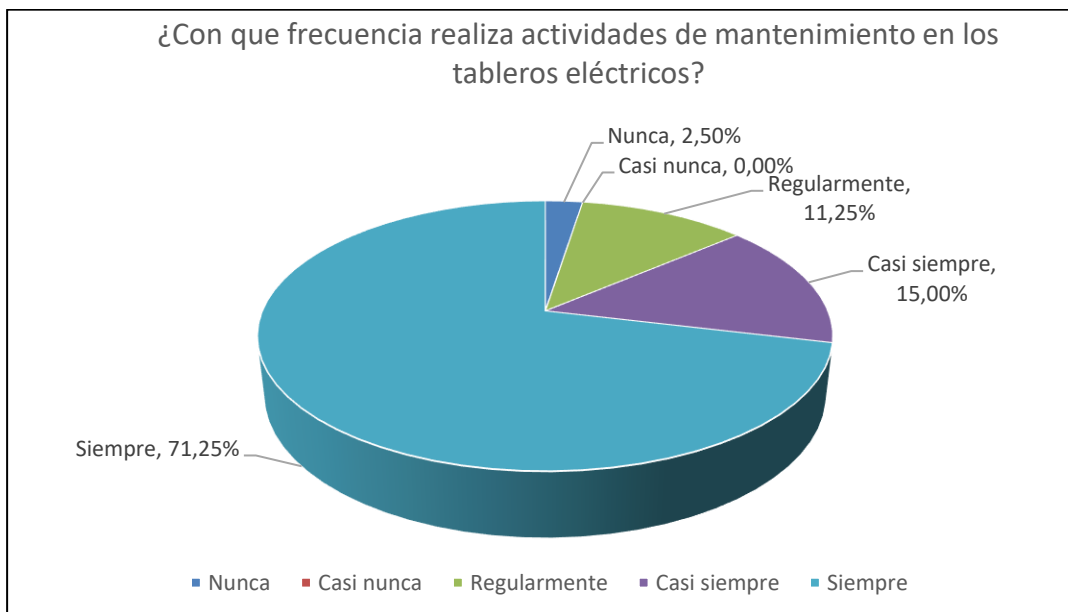
Frecuencia con que se hace Mantenimiento



Fuente: Elaboración Propia

Figura 25

Porcentaje con que se hace Mantenimiento



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Analizando los datos que se presentan en el diagrama de la figura 22, tenemos que existe un 71.25% de personal al que, se le aplicó el instrumento, que opina, siempre realiza el mantenimiento a sus tableos eléctricos. De igual forma existe el 15% que casi siempre realiza esta actividad y otro grupo de 11.25% que marco regularmente.

Pregunta N°12. ¿Destina mucho tiempo a las actividades de mantenimiento?

Tabla 15

Tiempo Dedicado al Mantenimiento de Tableros

N° de Resp.	Datos Estadísticos	Porcentaje	
1	Nunca	0	0.00%
2	Casi nunca	0	0.00%
3	Regularmente	9	11.25%
4	Casi siempre	22	27.50%
5	Siempre	49	61.25%
Total		80	100%

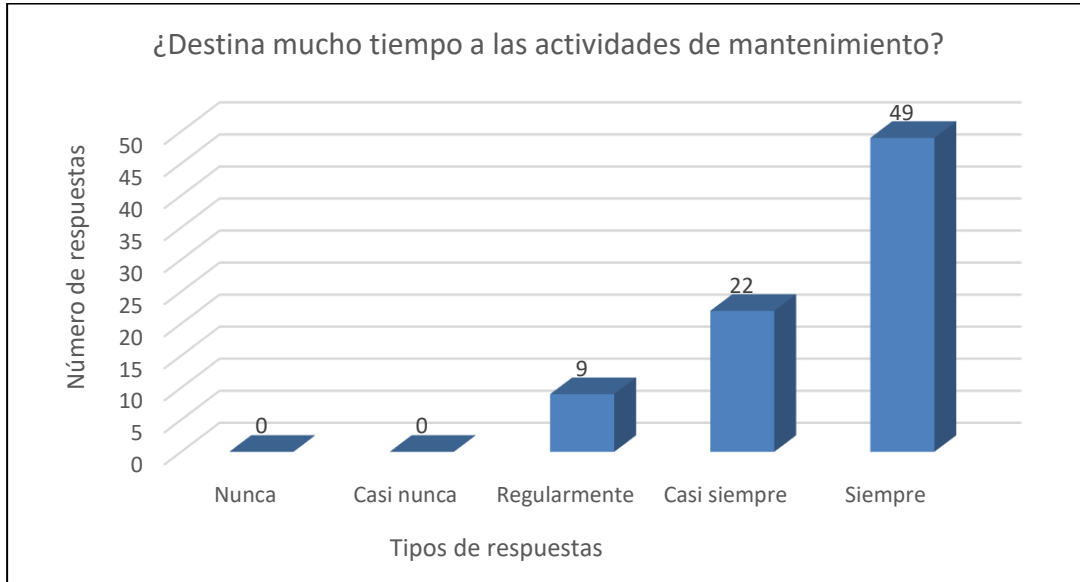
Nota: Elaboración propia.

Con esta pregunta se quiso determinar si existen técnicos que le dedican mucho tiempo a realizar el mantenimiento de los tableros. Los resultados aparecen en la tabla 15, donde 49 respondieron que siempre, 22 dijeron que casi siempre, 9 encuestados indicaron que regularmente, mientras que nunca y casi nunca alcanzaron a tener cero respuestas.

Al mismo tiempo, estos datos obtenidos fueron graficados (Fig. 23), para su análisis, y de donde se logra visualizar con mayor detalle la cantidad de encuestados y sus respectivas respuestas.

Figura 26

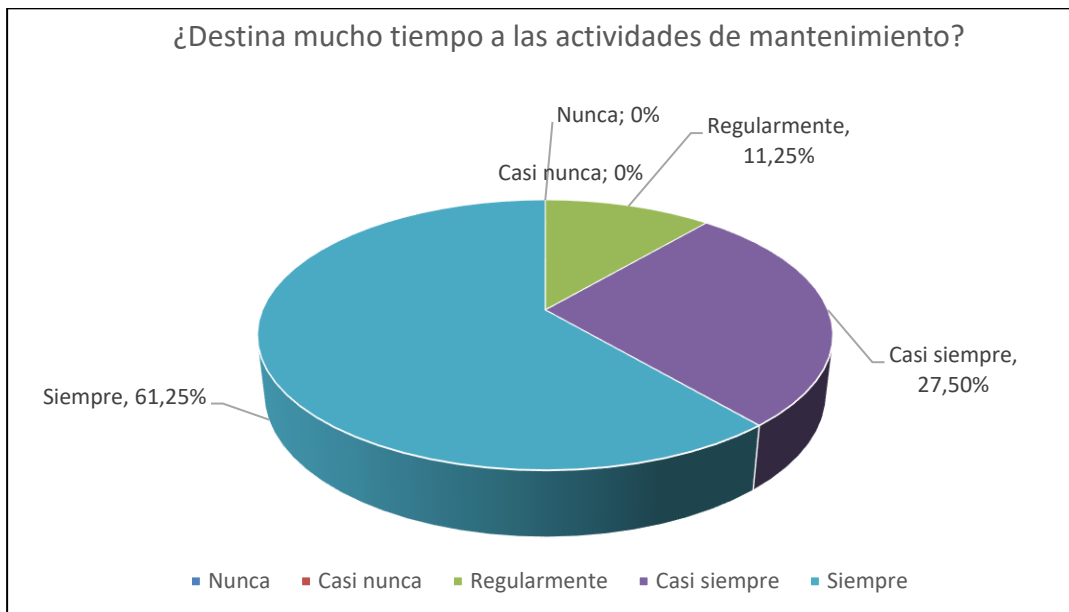
Cantidad de Tiempo Destinado al Mantenimiento



Fuente: Elaboración Propia

Figura 27

Porcentaje de Tiempo Destinado al Mantenimiento



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Muestra de los resultados obtenidos en el instrumento y en forma descendente de que si los técnicos destinan mucho tiempo a las actividades de mantenimiento llama la atención que el 61.25% de los encuestados dedica demasiado tiempo en realizar el mantenimiento de los tableos, lo cual eso se podría mejorar si se aplicara la técnica de la termografía. En ese mismo contexto se encuentran los que respondieron que casi siempre con un 27.50%. Con una cantidad de encuestados más reducido tenemos al 11.25% que dedica poco tiempo a realizar esta tarea, pudiendo así aprovechar el resto del tiempo en brindar otros servicios.

Pregunta N°13. ¿Las herramientas que se proporcionan para el mantenimiento son las adecuadas?

Tabla 16

Herramientas Adecuadas Para el Mantenimiento

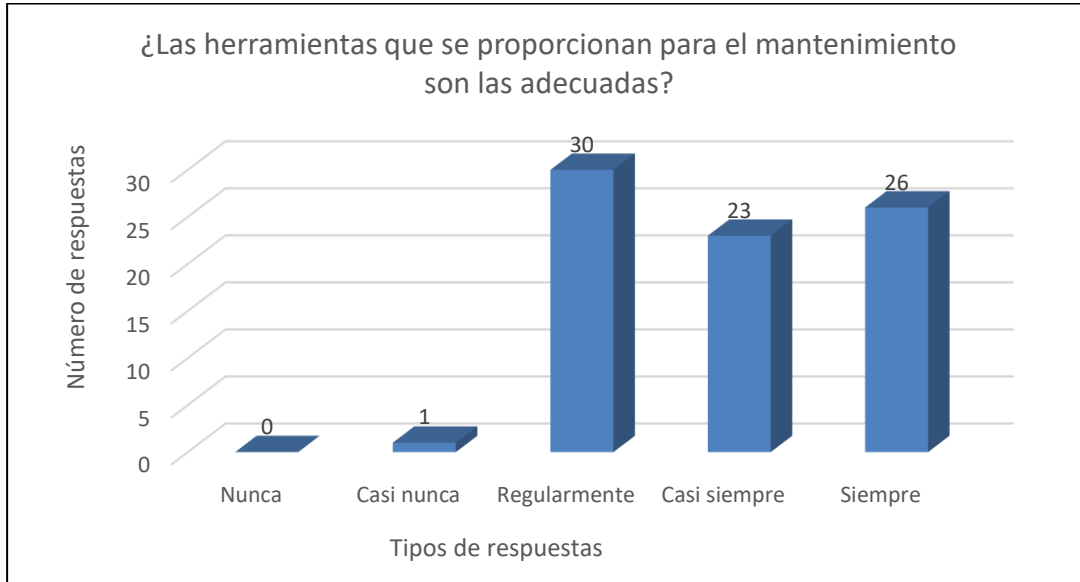
N° de Resp.	Datos Estadísticos	Porcentaje	
1	Nunca	0	0.00%
2	Casi nunca	1	1.25%
3	Regularmente	30	37.50%
4	Casi siempre	23	28.75%
5	Siempre	26	32.50%
Total		80	100%

Nota: Elaboración propia.

Si hablamos de las herramientas que se proporcionan a los técnicos para que realicen las labores de mantenimiento en específico para los tableros eléctricos, tenemos que, y como lo indica en la tabla 16. Una cantidad de 26 personas respondieron que siempre se le brinda las herramientas adecuadas, 23 respondieron que casi siempre y 30 regularmente, luego solo una persona respondió que con las herramientas que tenía, no eran suficientes para mantener el funcionamiento de los tableros eléctricos.

Figura 28

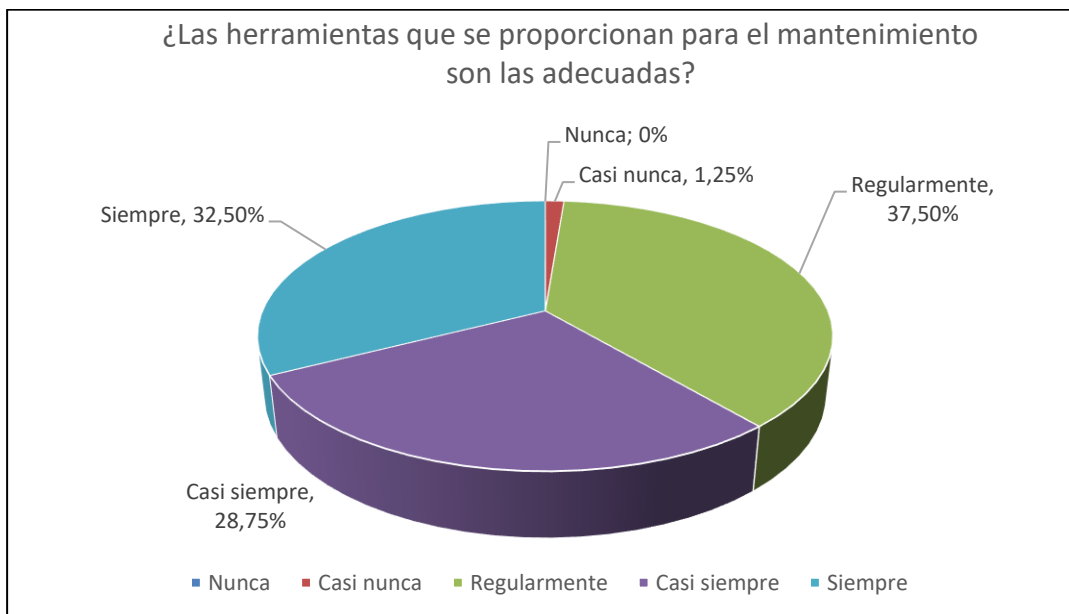
Cantidad de Herramientas Adecuadas para el Mantenimiento



Fuente: Elaboración Propia

Figura 29

Porcentaje de Herramientas Adecuadas para el Mantenimiento



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: llegando a este punto, se deseaba saber si las herramientas que utiliza el personal de mantenimiento son las adecuadas para su labor. En tal sentido se analiza los resultados obtenidos, donde:

El 37.50% indico que regularmente se proporcionaban herramientas adecuadas. Pero sin embargo tenemos que existe un 32.50% de los encuestados que respondió que siempre tiene lo necesario para realizar el mantenimiento.

El 28.75% representa el porcentaje de los sujetos encuestados que respondieron, casi siempre se le brinda herramientas de acuerdo a la tarea que realizan.

En una tendencia más baja encontramos que el 1.25% opina que las herramientas que se le brinda son insuficientes.

.

Pregunta N°14. ¿Cree usted que la gestión de mantenimiento ayuda a la continuidad y vida útil de los componentes de los tableros eléctricos?

Tabla 17

Gestión como Ayuda Para el Mantenimiento

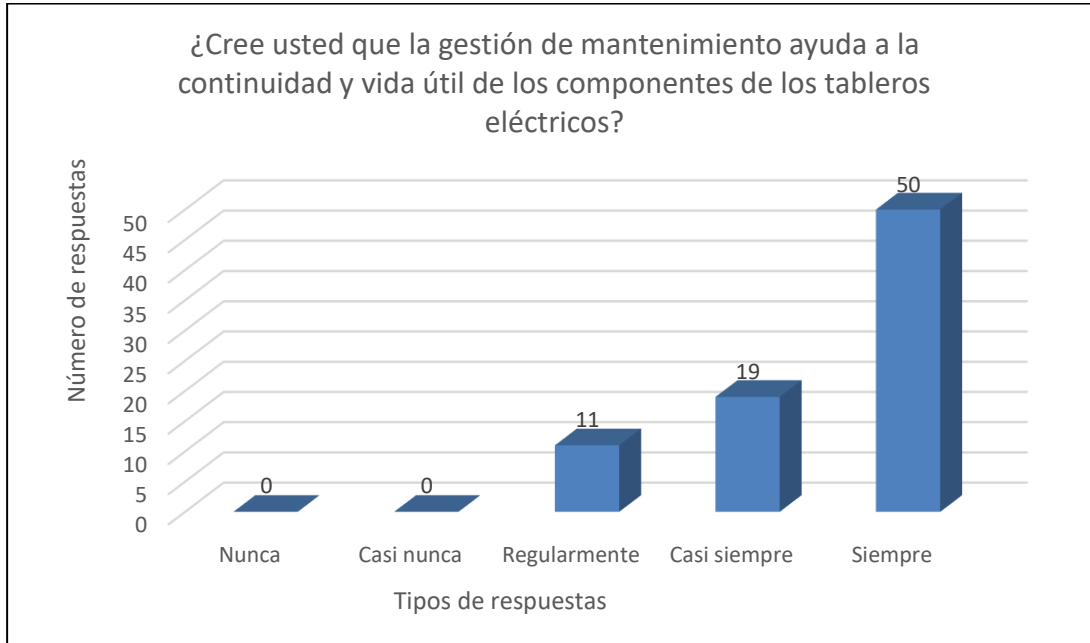
N° de Resp.	Datos Estadísticos	Porcentaje	
1	Nunca	0	0.00%
2	Casi nunca	0	0.00%
3	Regularmente	11	13.75%
4	Casi siempre	19	23.75%
5	Siempre	50	62.50%
	Total	80	100%

Nota: Elaboración propia.

Una de las preguntas más importantes realizadas a personal encuestado fue con respecto a la gestión del mantenimiento. Obteniendo resultados buenos. La tabla 17 refleja estos resultados, donde 50 sujetos indicaron siempre, 19 casi siempre y 11 regularmente.

Figura 30

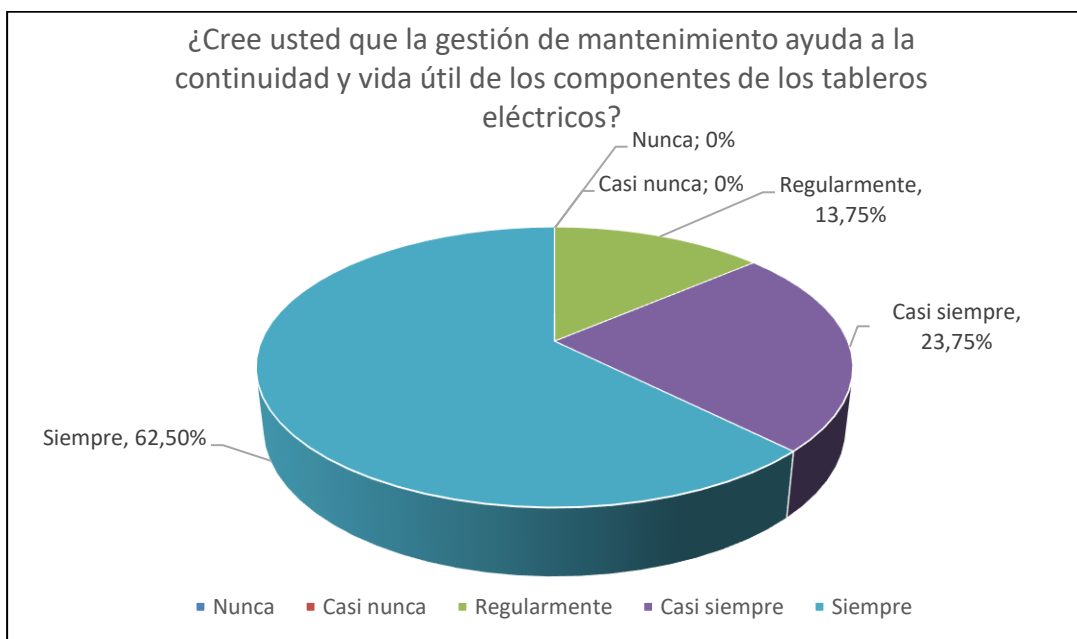
Gestión como Ayuda Para el Mantenimiento



Fuente: Elaboración Propia

Figura 31

Gestión Como Ayuda Para el Mantenimiento en Porcentaje



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Como puede verse en el diagrama de los porcentajes, tenemos que:

El 62.50% de los sujetos encuestados, respondieron que siempre la gestión de mantenimiento es de mucha utilidad para la mantenibilidad de los componentes de los tableros eléctricos.

El 23.75% indico que pocas son las veces en que la gestión colabora al mantenimiento.

En la tendencia más baja encontramos a un 13.75% de los que respondieron que la gestión como tal ayuda regularmente a mantener la continuidad y la vida útil de los componentes de los tableros eléctricos.

Esto puede indicar que la gestión juega un papel muy importante a la hora de realizar mantenimiento de los tableros.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

A partir de los hallazgos encontrados, se aceptan el objetivo general correspondiente a la Descripción sobre la gran utilidad que ofrece la técnica de la Termografía Infrarroja como una herramienta utilizada dentro del entorno del Mantenimiento predictivo aplicada en los tableros eléctricos por las empresas. Estos resultados guardan relación con lo que sostiene Cabrera, G. (2018), Aznarán, I, & Reyes G. (2016) y Bandes, H. (2020). Quienes que señalan que la termografía ayuda a lograr la reducción de las paldas inesperadas de los tableros eléctricos, provocando el Ahorro económico para las empresas. Además, como la termografía es una técnica sin contacto con el objeto, se pueden realizar inspecciones sin corte de energía. Esto es acorde con lo que en este estudio es hallado.

En lo que respecta a las fallas que se pueden encontrar en los tableros eléctricos utilizando la termografía infrarroja. Podemos decir que existe relación con lo que sostiene Izquierdo (2019) y Palacios (2015). Los cuales señalan que las fallas en los tableros en especial en los conductores, suelen surgir como un punto caliente, pudiéndose estas, ser detectados con una cámara termográfica, esto se puede deber a que un conductor este más sobre cargado que los otros o deberse a que exista un mal dimensionamiento. Aznarán, I, & Reyes G. (2016), lograron identificar 142 puntos calientes. Esto les representó para su empresa el 30% de fallas, además sostuvo que el 43% de ellas eran críticas. En este trabajo se logró obtener información donde la diferencia de temperatura es producto de falla en los tableros eléctricos. Si visualizamos la tabla 6 podemos apreciar que existe un 59% que especifica que la temperatura es un factor que afecta la confiabilidad de los tableros eléctricos.

La puntuación lograda a nivel de la variable termografía infrarroja para saber si es una técnica conocida, se ha ubicado en un nivel moderado con un 18% lo cual queda confirmado en la tabla 4. Aspecto que coincide con lo obtenido por Soto, E. (2017), en su tesis de grado “Propuesta de una guía técnica para la aplicación de la termografía infrarroja en el mantenimiento predictivo de los principales equipos industriales presentes en las industrias nicaragüenses, en el periodo comprendido de agosto a diciembre del 2017”. En la cual especifica que las empresas no se cuentan con una herramienta que permita la facilidad de aplicación de la termografía. En este sentido podemos decir que se debe brindar más información sobre esta técnica y los beneficios que genera para las empresas.

Los puntajes obtenidos para la variable mantenimiento predictivo, se han ubicado en un nivel alto teniendo un 76.25% el cual queda estipulado a nivel de los sujetos encuestados, ver tabla 13, esto es contrastado por Abarca & Iglesias (2012) en su tesis “Elaboración de un plan de mantenimiento predictivo mediante la aplicación de termografía industrial en los motores eléctricos de la planta de Eurolit en la empresa Tubasec C.A.” los autores lograron una implementación adecuada para la Planificación del Mantenimiento Predictivo basada en los factores que ayudaron en la detección de problemas. En efecto podemos agregar que con un mantenimiento predictivo podemos hacer un seguimiento y el análisis del desgaste que tienen los componentes de los tableros eléctricos y predecir su comportamiento.

Respecto al análisis de correlación general entre las variables termografía infrarroja y mantenimiento predictivo de los tableros eléctricos, se ha ubicado en un nivel medio teniendo un 30% el cual queda estampado en la tabla 8. Podemos afirmar que existe cierta relación con lo que sostienen Néstor (2016) donde con un plan de mantenimiento a través

del uso de la termografía infrarroja, logró reducir en 10% y 20% la temperatura de sus máquinas. Así mismo Cabrera, G. (2018) realizando un mantenimiento predictivo utilizando la termografía en alimentadores de media tensión, logró reducir en un 65.5% las paradas no deseadas de sus equipos.

4.2 Conclusiones

- La termografía infrarroja es una técnica mediante la cual se realizan inspecciones, mediciones y evaluaciones de los comportamientos de la temperatura en distintos sistemas y equipos, con base a este comportamiento el técnico a cargo del mantenimiento de los tableros eléctricos podrá tomar diferentes determinaciones, ya que con otros métodos podrán ser más dificultosas y costosas para la empresa AEI Engineers S.A.C
- Es importante tener en cuenta que la termografía, como muchas de las herramientas que se encuentran en continuo crecimiento gracias a los avances tecnológicos que se vienen presentando, es una herramienta de inspección altamente eficaz en todos los aspectos. Por lo tanto, la empresa AEI Engineers S.A.C, debería explotar o hacer un mayor uso de dicha técnica.
- Se pudo verificar a través de las encuestas que los técnicos de la empresa AEI Engineers S.A.C encuentran conveniente aplicar la técnica de la termografía sobre el mantenimiento y así favorecer las labores y mejorar la eficiencia del funcionamiento de los tableros eléctricos.

REFERENCIAS

Abarca & Iglesias (2012). Elaboración de un plan de mantenimiento predictivo mediante la aplicación de termografía industrial en los motores eléctricos de la planta de Eurolit en la empresa Tubasec C.A. (Tesis de pregrado). escuela superior politécnica de Chimborazo. Riobamba – Ecuador.

Aguilar, E. (2019). Diseño de un plan de monitoreo basado en la condición (CBM) de una pala eléctrica P&H 4100XPC en una empresa minera del sur del Perú, 2018. Universidad Continental. Arequipa-Perú.

Aldana Rodríguez & Muñoz Rodríguez (2017) “Aplicación de la termografía infrarroja como método de inspección no destructivo de un túnel de viento de baja velocidad”.

Alejandro, S. J., Miguel de Jesús, S. P., Juan Jorge, P. M., & Gustavo, H. S. (2017). Procedimiento para inspección de tableros eléctricos con termografía infrarroja. *Revista De Tecnología E Innovación*, (Vol.4 No.11), 24–35. Recuperado de <http://www.ecorfan.org/bolivia>.

Aznarán, I., & Reyes, G. (2016). Aplicación de la Termografía Infrarroja en Tableros Eléctricos de Distribución para mejorar la Seguridad y la Calidad de la Energía Eléctrica. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Santa, Chimbote.

Bandes, H. (2020). Mantenimiento predictivo mediante la técnica de termografía para optimizar el funcionamiento del sistema eléctrico de tierras nuevas en empresa Coelvisac. (Tesis de pregrado). Universidad cesar vallejo. Lima.

Bautista Tonato J. (2013). Tesis de Grado: Desarrollo del mantenimiento predictivo mediante la técnica de la termografía para evaluar el correcto funcionamiento de la subestación oriente y alimentador totoras de la empresa eléctrica Ambato S.A. Riobamba – Ecuador.

Fenercom. (2011), Guía de la termografía infrarroja, Aplicaciones en ahorro y eficiencia energética. Madrid Ahorra con Energía.

Farias Pesua, J. C. (2000). Mantenimiento Preventivo/Predictivo utilizando la Termografía Infrarroja en empresas de electricidad (Tesis de grado). Universidad Nacional de San Marcos, Callao.

FIIR, Systems. (2011), Guía de termografía para el mantenimiento predictivo

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). Metodología de la Investigación. México: McGraaw Hill.

Holman, J. (1986), *Transferencia de Calor*, D.F. México, Colonia San Juan Tlihuaca, Compañía editorial Continental S.A.

Izquierdo Sócola, I. A. (2019). Análisis termográfico del sistema de accionamiento eléctrico en la avícola INAVISA, en la ciudad de Manta (Trabajo de Titulación).

Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

Morales Montero, J. F. (2018). Metodología para el análisis de fallas en los motores eléctricos por medio del estudio termográfico (Trabajo de Titulación). Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

Oliverio García Palencia (2006) “El Mantenimiento General Administración de Empresas” Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

Pérez & Ruíz (2013). Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo planificado para el Taller Hermanos Rodríguez durante el período Marzo-junio 2013. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua.

Picazo Ródenas, M. J. (2016). Diagnóstico de máquinas eléctricas mediante técnicas de termografía IR. (Tesis Doctoral). Universidad Politécnica de Valencia.

Pino, R. (2018). Metodología de la investigación. Lima, Perú: San marcos.

Reyes, Á. (2018). Aplicación de cámara termográfica en la prevención de fallas del sistema eléctrico para mejorar la confiabilidad de unidades Komatsu 730E Bayóvar. (Tesis de pregrado). Universidad César Vallejo, Lima.

Rodríguez Aburto, (2012) instrumentos para tableros. Universidad Nacional del Callao.

Sampieri, R.H. (2014). Metodología de la investigación. México: Interamericana editores S.A de C.V.

Soto, E. (2017), Propuesta de una guía técnica para la aplicación de la termografía infrarroja en el mantenimiento predictivo de los principales equipos industriales presentes en las industrias nicaragüenses, en el periodo comprendido de agosto a diciembre del 2017. (Tesis de pregrado). Universidad nacional autónoma de nicaragua, managua.

Testo SE & Co. KGaA, (2017). Termografía, guía de bolsillo, Be Sure. testo, 5–10. Recuperado de www.testo.com

Valderrama, S. (2019). Pasos para elaborar proyectos de investigación científica. Lima, Perú: San marcos.

ANEXOS

Anexo 1.

Instrumento aplicado

ENCUESTA

El siguiente instrumento tiene como finalidad recabar datos sobre la importancia de la termografía infrarroja dentro del mantenimiento predictivo de tableros eléctricos.

1. ¿Conoce usted lo que es la termografía o captura de imágenes a distancia?

Marca solo un óvalo.

- Nunca
 Casi nunca
 Regularmente
 Casi siempre
 siempre

2. ¿Considera Usted, que la termografía es vital para la integridad de las personas?

Marca solo un óvalo.

- Nunca
 Casi nunca
 Regularmente
 Casi siempre
 Siempre

3. ¿Considera usted que el incremento de temperatura es un factor que afecta la confiabilidad de los tableros eléctricos?

Marca solo un óvalo.

- Nunca
 Casi nunca
 Regularmente
 Casi siempre
 Siempre

4. ¿Encuentra conveniente aplicar la técnica de la termografía sobre el mantenimiento de los tableros eléctricos?

Marca solo un óvalo.

- Nunca
 Casi nunca
 Regularmente
 Casi siempre
 Siempre

5. ¿Cree usted que la termografía infrarroja favorezca las labores de mantenimiento de los tableros eléctricos?

Marca solo un óvalo.

- Nunca
 Casi nunca
 Regularmente
 Casi siempre
 Siempre

6. ¿Considera Usted qué es necesario un sistema de control para predecir el mantenimiento de los tableros eléctricos?

Marca solo un óvalo.

- Nunca
 Casi nunca
 Regularmente
 Casi siempre
 Siempre

7. ¿considera de importancia evitar las paradas inesperadas de los tableros eléctricos?

Marca solo un óvalo.

- Nunca
 Casi nunca
 Regularmente
 Casi siempre
 Siempre

8. ¿considera que la termografía infrarroja mejorara la eficiencia del funcionamiento de los tableros?

Marca solo un óvalo.

- Nunca
 Casi nunca
 Regularmente
 Casi siempre
 Siempre

9. ¿Conoce usted lo que es el mantenimiento de los tableros eléctricos?

Marca solo un óvalo.

- Nunca
- Casi nunca
- Regularmente
- Casi siempre
- Siempre

10. ¿considera de importancia mantenimiento predictivo?

Marca solo un óvalo.

- Nunca
- Casi nunca
- Regularmente
- Casi siempre
- Siempre

11. ¿Con que frecuencia realiza actividades de mantenimiento en los tableros eléctricos?

Marca solo un óvalo.

- Nunca
- Casi nunca
- Regularmente
- Casi siempre
- Siempre

12. ¿Destina mucho tiempo a las actividades de mantenimiento?

Marca solo un óvalo.

- Nunca
- Casi nunca
- Regularmente
- Casi siempre
- Siempre

13. ¿Las herramientas que se proporciona para el mantenimiento, son las adecuadas?

Marca solo un óvalo.

- Nunca
- Casi nunca
- Regularmente
- Casi siempre
- Siempre

14. ¿Cree usted que la gestión de mantenimiento ayuda a la continuidad y vida útil de los componentes de los tableros eléctricos?

Marca solo un óvalo.

- Nunca
- Casi nunca
- Regularmente
- Casi siempre
- Siempre

Anexo 2.

Solicitud de Validación de Instrumento

“Año de la universalización de la salud”

Lima, 30 de septiembre de 2020.

Señor:

Ing. Puican López, José Demetrio
Jefe de Confiabilidad y Mantenimiento Predictivo.

Asunto: SOLICITUD VALIDACION DE INSTRUMENTO

De mi mayor consideración:

Me dirijo a usted, en la oportunidad de solicitar su colaboración, dada su experiencia en el área, en la revisión, evaluación y validación del presente cuestionario que será aplicado para realizar un trabajo de investigación titulado: “Termografía infrarroja como herramienta para el mantenimiento predictivo de tableros eléctricos en la empresa AEI Engineers S.A.C.”, el cual será presentado como trabajo de grado para optar al Título de Ingeniería Industrial, en la Universidad Privada del Norte.

El objetivo del estudio es:

Describir la gran utilidad que brinda la tecnología de la Termografía Infrarroja como una herramienta dentro del entorno del Mantenimiento predictivo aplicada en los tableros eléctricos por la empresa ABC.

Agradeciéndole de antemano, nos despedimos aprovechando la oportunidad para saludarlo.

Atentamente;



Carvalho Cumpa Rubén Ivan
DNI: 41038115

Nieto Narciso Ernesto Ronald
DNI: 40 542179

Anexo 3. Validación de Variable Independiente

Matrix de validación variable independiente

Título del proyecto																	
Termografía infrarroja como herramienta para el mantenimiento predictivo de tableros eléctricos en la empresa AEI Engineers S.A.C.																	
Objetivo																	
Describir la gran utilidad que brinda la tecnología de la Termografía Infrarroja como una herramienta dentro del entorno del Mantenimiento predictivo aplicada en los tableros eléctricos por la empresa AEI Engineers S.A.C.																	
Variable	Dimensión	Indicador	Item	Opinión de las respuestas:			Criterios de evaluación								Observación y/o recomendaciones		
				Bueno	Regular	Deficiente	Relación entre la variable y la dimensión		Relación entre la dimensión y el indicador		Relación entre el indicador y el ítem		Relación entre el ítem y la opción de respuesta			La redacción es clara, precisa y comprensible	
							Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No		Sí	No
Variable Independiente Termografía Infrarroja	Termografía	Imágenes térmicas	¿Conoce usted lo que es la termografía o captura de imágenes a distancia?	X			X		X		X		X				
			¿Considera Usted, que la termografía es vital para la integridad de las personas?	X			X		X		X		X				
		Tableros eléctricos	¿Considera usted que el incremento de temperatura es un factor que afecta la confiabilidad de los tableros eléctricos?	X			X		X		X		X		X		
			¿Encuentra conveniente aplicar la técnica de la termografía sobre el mantenimiento de los tableros eléctricos?	X			X		X		X		X		X		
			¿Cree usted que la termografía infrarroja favorezca las labores de mantenimiento de los tableros eléctricos?	X			X		X		X		X		X		
			¿Considera Usted que es necesario un sistema de control para predecir el mantenimiento de los tableros eléctricos?	X			X		X		X		X		X		
	Sistemas eléctricos	Eficiencia de los tableros eléctricos	¿considera de importancia evitar las paradas inesperadas de los tableros eléctricos?	X			X		X		X		X		X		
			¿considera que la termografía infrarroja mejorara la eficiencia del funcionamiento de los tableros?	X			X		X		X		X		X		

Observaciones: _____
 Opiniones: _____
 Apellidos y Nombres del juez validador: Ing. Paucan López, José Demetrio
 Especialidad del Validador: Ingeniero Mecánico Eléctrico

Aplicable No aplicable



Ing. Paucan López, José Demetrio
 Jefe de Confiabilidad y Mautto Predictivo
 CIP: 101469

Anexo 4. Validación de Variable Dependiente

Matriz de validación variable dependiente

Título del proyecto		Termografía infrarroja como herramienta para el mantenimiento predictivo de tableros eléctricos en la empresa AEI Engineers S.A.C.															
Objetivo		Describir la gran utilidad que brinda la tecnología de la Termografía Infrarroja como una herramienta dentro del entorno del Mantenimiento predictivo aplicada en los tableros eléctricos por la empresa AEI Engineers S.A.C.															
Variable	Dimensión	Indicador	Ítems	Opinión de las respuestas			Criterios de evaluación								Observación y/o recomendaciones		
				Bueno	Regular	Deficiente	Relación entre la variable y la dimensión		Relación entre la dimensión y el indicador		Relación entre el indicador y el ítem		Relación entre el ítem y la opción de respuesta			La redacción es clara, precisa y comprensible	
							Si	No	Si	No	Si	No	Si	No		Si	No
Variable Dependiente Mantenimiento predictivo	Mantenimiento Industrial	Mantenimiento	¿Conoce usted lo que es el mantenimiento de los tableros eléctricos?	X			X		X		X		X				
		Tipos de Mantenimiento	¿sabe que es el mantenimiento predictivo?	X			X		X		X		X				
	Continuidad de los procesos	Frecuencia de mantenimiento	¿Con que frecuencia realiza actividades de mantenimiento en los tableros eléctricos?	X			X		X		X		X				
		Tiempo de ejecución	¿Destina mucho tiempo a las actividades de mantenimiento?	X			X		X		X		X				
		Medios o herramientas utilizadas	¿Las herramientas que se proporciona para el mantenimiento, son las adecuadas?	X			X		X		X		X				
		Disponibilidad del equipo	¿Cree usted que la gestión de mantenimiento ayuda a la continuidad y vida útil de los componentes de los tableros eléctricos?	X			X		X		X		X				

Observaciones: _____

Aplicable No aplicable

Opiniones: _____

Apellidos y Nombres del juez validador: Ing. Puican López, José Demetrio

Especialidad del Validador: Ingeniero Mecánico Eléctrico



Ing. Puican López, José Demetrio
Jefe de Confabilidad y Manto Predictivo
CIP: 101469

Anexo 5.

Solicitud Validación de Instrumento

“Año de la universalización de la salud”

Lima, 30 de septiembre de 2020.

Ing. Sussan Patty Agapito Samillán

Asunto: SOLICITUD VALIDACION DE INSTRUMENTO

De mi mayor consideración:

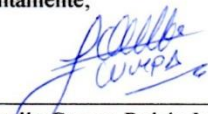
Me dirijo a usted, en la oportunidad de solicitar su colaboración, dada su experiencia en el área, en la revisión, evaluación y validación del presente cuestionario que será aplicado para realizar un trabajo de investigación titulado: **“Termografía infrarroja como herramienta para el mantenimiento predictivo de tableros eléctricos en la empresa AEI ENGINEERS S.A.C.”**, el cual será presentado como trabajo de grado para optar al Título de Ingeniería Industrial, en la Universidad Privada del Norte.

El objetivo del estudio es:

Describir la gran utilidad que brinda la tecnología de la Termografía Infrarroja como una herramienta dentro del entorno del Mantenimiento predictivo aplicada en los tableros eléctricos por la empresa AEI Engineers S.A.C.

Agradeciéndole de antemano, nos despedimos aprovechando la oportunidad para saludarlo.

Atentamente;


Carvalho Cumpa Rubén Ivan
DNI: 41038115

Nieto Narciso Ernesto Ronald
DNI: 40542179

Anexo 6. Validación de Variable Independiente

Matriz de validación variable independiente

Título del proyecto		Termografía infrarroja como herramienta para el mantenimiento predictivo de tableros eléctricos en la empresa AEI Engineers S.A.C.															
Objetivo		Describir la gran utilidad que brinda la tecnología de la Termografía Infrarroja como una herramienta dentro del entorno del Mantenimiento predictivo aplicada en los tableros eléctricos por la empresa AEI Engineers S.A.C.															
Variable	Dimensión	Indicador	Ítems	Opinión de las respuestas			Criterios de evaluación								Observación y/o recomendaciones		
				Bueno	Regular	Deficiente	Relación entre la variable y la dimensión		Relación entre la dimensión y el indicador		Relación entre el indicador y el ítem		Relación entre el ítem y la opción de respuesta			La redacción es clara, precisa y comprensible	
							Si	No	Si	No	Si	No	Si	No		Si	No
Variable Independiente Termografía Infrarroja	Termografía	Imágenes térmicas	¿Conoce usted lo que es la termografía o captura de imágenes a distancia?	✓			✓		✓		✓		✓				
			¿Considera Usted, que la termografía es vital para la integridad de las personas?	✓			✓		✓		✓		✓				
		Tableros eléctricos	¿Considera usted que el incremento de temperatura es un factor que afecta la confiabilidad de los tableros eléctricos?	✓			✓		✓		✓		✓				
			¿Encuentra conveniente aplicar la técnica de la termografía sobre el mantenimiento de los tableros eléctricos?	✓			✓		✓		✓		✓				
	¿Cree usted que la termografía infrarroja favorezca las labores de mantenimiento de los tableros eléctricos?		✓			✓		✓		✓		✓					
	Sistemas eléctricos	Eficiencia de los tableros eléctricos	¿Considera Usted qué es necesario un sistema de control para predecir el mantenimiento de los tableros eléctricos?	✓			✓		✓		✓		✓				
			¿considera de importancia evitar las paradas inesperadas de los tableros eléctricos?	✓			✓		✓		✓		✓				
			¿considera que la termografía infrarroja mejorara la eficiencia del funcionamiento de los tableros?	✓			✓		✓		✓		✓				

Observaciones: _____
 Opiniones: _____
 Apellidos y Nombres del juez validador: Agapito Samillan Sussan Patty
 Especialidad del Validador: Ing. electrónica

Aplicable No aplicable



 SUSSAN PATTY
 AGAPITO SAMILLAN
 Ingeniera Electronica
 CIP N° 238377

Anexo 7. Validación de Variable Dependiente

Matriz de validación variable dependiente

Título del proyecto		Termografía infrarroja como herramienta para el mantenimiento predictivo de tableros eléctricos en la empresa AEI Engineers S.A.C.															
Objetivo		Describir la gran utilidad que brinda la tecnología de la Termografía Infrarroja como una herramienta dentro del entorno del Mantenimiento predictivo aplicada en los tableros eléctricos por la empresa AEI Engineers S.A.C.															
Variable	Dimensión	Indicador	Ítems	Opinión de las respuestas			Criterios de evaluación								Observación y/o recomendaciones		
				Bueno	Regular	Deficiente	Relación entre la variable y la dimensión		Relación entre la dimensión y el indicador		Relación entre el indicador y el ítem		Relación entre el ítem y la opción de respuesta			La redacción es clara, precisa y comprensible	
							Si	No	Si	No	Si	No	Si	No		Si	No
Variable Dependiente Mantenimiento predictivo	Mantenimiento Industrial	Mantenimiento	¿Conoce usted lo que es el mantenimiento de los tableros eléctricos?	✓			✓		✓		✓		✓				
		Tipos de Mantenimiento	¿sabe que es el mantenimiento predictivo?	✓			✓		✓		✓		✓				
	Continuidad de los procesos	Frecuencia de mantenimiento	¿Con que frecuencia realiza actividades de mantenimiento en los tableros eléctricos?	✓			✓		✓		✓		✓				
		Tiempo de ejecución	¿Destina mucho tiempo a las actividades de mantenimiento?	✓			✓		✓		✓		✓				
		Medios o herramientas utilizadas	¿Las herramientas que se proporciona para el mantenimiento, son las adecuadas?	✓			✓		✓		✓		✓				
		Disponibilidad del equipo	¿Cree usted que la gestión de mantenimiento ayuda a la continuidad y vida útil de los componentes de los tableros eléctricos?	✓			✓		✓		✓		✓				

Observaciones: _____

Opiniones: _____

Apellidos y Nombres del juez validador: Agapito Samillan Sussan Patty

Especialidad del Validador: Ing. Electrónica

Aplicable No aplicable



 SUSSAN PATTY
 AGAPITO SAMILLAN
 Ingeniera Electrónica
 CIP N° 238377

Anexo 8.

Solicitud de Validación de Instrumento

“Año de la universalización de la salud”

Lima, 30 de septiembre de 2020.

Ing. Jose Peralta Rojas

Asunto: SOLICITUD VALIDACION DE INSTRUMENTO

De mi mayor consideración:

Me dirijo a usted, en la oportunidad de solicitar su colaboración, dada su experiencia en el área, en la revisión, evaluación y validación del presente cuestionario que será aplicado para realizar un trabajo de investigación titulado: **“Termografía infrarroja como herramienta para el mantenimiento predictivo de tableros eléctricos en la empresa AEI ENGINEERS S.A.C.”**, el cual será presentado como trabajo de grado para optar al Título de Ingeniería Industrial, en la Universidad Privada del Norte.

El objetivo del estudio es:

Describir la gran utilidad que brinda la tecnología de la Termografía Infrarroja como una herramienta dentro del entorno del Mantenimiento predictivo aplicada en los tableros eléctricos por la empresa AEI Engineers S.A.C.

Agradeciéndole de antemano, nos despedimos aprovechando la oportunidad para saludarlo.

Atentamente;


Carvalho Cumpa Rubén Ivan
DNI: 41038115

Nieto Narciso Ernesto Ronald
DNI: 40542179

Anexo 9. Validación de Variable Independiente

Matriz de validación variable independiente

Título del proyecto																	
Termografía infrarroja como herramienta para el mantenimiento predictivo de tableros eléctricos en la empresa AEI Engineers S.A.C.																	
Objetivo																	
Describir la gran utilidad que brinda la tecnología de la Termografía Infrarroja como una herramienta dentro del entorno del Mantenimiento predictivo aplicada en los tableros eléctricos por la empresa AEI Engineers S.A.C.																	
Variable	Dimensión	Indicador	Ítems	Opinión de las respuestas			Criterios de evaluación								Observación y/o recomendaciones		
				Bueno	Regular	Deficiente	Relación entre la variable y la dimensión		Relación entre la dimensión y el indicador		Relación entre el indicador y el ítem		Relación entre el ítem y la opción de respuesta			La redacción es clara, precisa y comprensible	
							Si	No	Si	No	Si	No	Si	No		Si	No
Variable Independiente Termografía Infrarroja	Termografía	Imágenes térmicas	¿Conoce usted lo que es la termografía o captura de imágenes a distancia?	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>				
			¿Considera Usted, que la termografía es vital para la integridad de las personas?	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>				
		Tableros eléctricos	¿Considera usted que el incremento de temperatura es un factor que afecta la confiabilidad de los tableros eléctricos?	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>				
			¿Encuentra conveniente aplicar la técnica de la termografía sobre el mantenimiento de los tableros eléctricos?	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>				
	Sistemas eléctricos	Eficiencia de los tableros eléctricos	¿Cree usted que la termografía infrarroja favorezca las labores de mantenimiento de los tableros eléctricos?	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>				
			¿Considera Usted qué es necesario un sistema de control para predecir el mantenimiento de los tableros eléctricos?	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>				
			¿considera de importancia evitar las paradas inesperadas de los tableros eléctricos?	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>				
			¿considera que la termografía infrarroja mejorara la eficiencia del funcionamiento de los tableros?	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>				

Observaciones: _____
 Opiniones: _____
 Apellidos y Nombres del juez validador: Peralta Rojas José
 Especialidad del Validador: Ing. Electrónico

Aplicable No aplicable


 JOSE PERALTA ROJAS
 Ingeniero Electrónico
 CIP N° 238781

Anexo 10. Validación de Variable Dependiente

Matriz de validación variable dependiente

Título del proyecto		Termografía infrarroja como herramienta para el mantenimiento predictivo de tableros eléctricos en la empresa AEI Engineers S.A.C.															
Objetivo		Describir la gran utilidad que brinda la tecnología de la Termografía Infrarroja como una herramienta dentro del entorno del Mantenimiento predictivo aplicada en los tableros eléctricos por la empresa AEI Engineers S.A.C.															
Variable	Dimensión	Indicador	Ítems	Opinión de las respuestas			Criterios de evaluación								Observación y/o recomendaciones		
				Bueno	Regular	Deficiente	Relación entre la variable y la dimensión		Relación entre la dimensión y el indicador		Relación entre el indicador y el ítem		Relación entre el ítem y la opción de respuesta			La redacción es clara, precisa y comprensible	
							Si	No	Si	No	Si	No	Si	No		Si	No
Variable Dependiente Mantenimiento predictivo	Mantenimiento Industrial	Mantenimiento	¿Conoce usted lo que es el mantenimiento de los tableros eléctricos?	✓			✓		✓		✓		✓				
		Tipos de Mantenimiento	¿sabe que es el mantenimiento predictivo?	✓			✓		✓		✓		✓				
	Continuidad de los procesos	Frecuencia de mantenimiento	¿Con que frecuencia realiza actividades de mantenimiento en los tableros eléctricos?	✓			✓		✓		✓		✓				
		Tiempo de ejecución	¿Destina mucho tiempo a las actividades de mantenimiento?	✓			✓		✓		✓		✓				
		Medios o herramientas utilizadas	¿Las herramientas que se proporciona para el mantenimiento, son las adecuadas?	✓			✓		✓		✓		✓				
		Disponibilidad del equipo	¿Cree usted que la gestión de mantenimiento ayuda a la continuidad y vida útil de los componentes de los tableros eléctricos?	✓			✓		✓		✓		✓				

Observaciones: _____

Opiniones: _____

Apellidos y Nombres del juez validador: _____

Especialidad del Validador: Ing. Peralta Rojas José
Ing. Electrónico

Aplicable No aplicable


JOSE PERALTA ROJAS
Ingeniero Electrónico
CIP Nº 238781

Anexo 11.

Porcentaje de Similitud

17.2%
Resultados del Análisis de los plagios del 2020-10-23 22:17 PET

TESIS TERMOGRAFIA FINAL.docx

Fecha: 2020-10-23 22:01 PET

* Todas las fuentes 100
🔍 Fuentes de internet 50
📁 Archivo de la organización 33
📖 Biblioteca Anti-plagio de PlagScan 16

✓ [1]	6.6%	repositorio.unan.edu.ni/8581/1/97632.pdf	51 resultados	1 documento con coincidencias exactas
✓ [3]	2.0%	repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/45649/Bances_VHR-SD.pdf?sequence=1	26 resultados	
✓ [4]	2.1%	docplayer.es/31776842-Ingeniero-de-mantenimiento.html	16 resultados	
✓ [5]	1.6%	pdfs.semanticscholar.org/38a7/3ecc9a344a39d6ec33b7206a31c37e28d488.pdf	23 resultados	
✓ [6]	1.3%	de un documento PlagScan fechado del 2020-02-12 00:42	28 resultados	
✓ [7]	1.7%	core.ac.uk/download/pdf/326422946.pdf	11 resultados	
✓ [8]	1.7%	dspace.espoeh.edu.ec/handle/123456789/3061	7 resultados	
✓ [9]	1.0%	www.fenercom.com/wp-content/uploads/2011/11/guia-de-la-termografia-infrarroja-fenercom-2011.pdf	17 resultados	1 documento con coincidencias exactas
✓ [11]	1.4%	mtpredictivo.blogspot.com/	10 resultados	