





## PROYECTO TÉCNICO

### CARRERA:

**Mecánica Industrial**

### TEMA:

Implementación de un sistema de mantenimiento predictivo con equipos y herramientas para la verificación de los tableros didácticos de Refrigeración y Aire Acondicionado en el laboratorio de máquinas térmicas del ISU Central Técnico.

### Elaborado por:

Rodney Stiven Bisney Gancino  
Cristian Ramiro Tupiza Morales

### Tutor:

Mgs. Ernesto Quishpe

**Fecha:** 07 de febrero 2025

## Índice

1. Objetivos .....	4
Objetivo General.....	4
Objetivos Específicos .....	4
2. Antecedentes .....	4
Aplicaciones en la Educación Técnica.....	5
3. Justificación.....	6
4. Marco Teórico .....	6
Introducción .....	6
Definición y Conceptos Clave del Mantenimiento.....	7
Historia y Evolución del Mantenimiento.....	7
Herramientas y Tecnologías Utilizadas en el Mantenimiento Predictivo .....	8
Beneficios del Mantenimiento Predictivo en Tableros Didácticos.....	8
Aplicaciones de la Refrigeración y el Aire Acondicionado .....	9
Metodología de la implementación.....	12
5. Alcance .....	13
6. Talento Humano.....	13
7. Cronograma .....	14
8. Recursos materiales .....	15
9. Asignaturas de apoyo .....	15
10. Bibliografías .....	16

## Índice de Tablas

Tabla 1.....	<i>Aplicaciones de los equipos de mantenimiento</i>
Tabla 2.....	<i>Componentes principales de un sistema de refrigeración</i>
Tabla 3.....	<i>Participantes del proyecto</i>
Tabla 4.....	<i>Equipos, herramientas e instrumentos adquiridos.</i>

## Objetivos

### Objetivo General

Implementar un sistema de mantenimiento predictivo utilizando equipos y herramientas especializadas con el fin de garantizar la óptima funcionalidad y prolongar la vida útil de los tableros didácticos de Refrigeración y Aire Acondicionado, en el laboratorio de máquinas térmicas del ISU Central Técnico para mejorar la calidad de la enseñanza y la investigación.

### Objetivos Específicos

- Seleccionar los equipos y herramientas necesarios para la implementación del sistema de mantenimiento predictivo, asegurando que cumplan con los requisitos técnicos y operativos de los tableros.
- Desarrollar un protocolo de mantenimiento predictivo que incluya procedimientos de inspección y análisis de datos para evaluar el estado de los componentes del sistema.
- Capacitar al personal técnico y estudiantes en el uso de las nuevas herramientas y sistemas de mantenimiento predictivo, asegurando que todos los usuarios comprendan y puedan operar el sistema de manera efectiva.

### Antecedentes

Recientemente, el mantenimiento predictivo se ha destacado como una estrategia eficaz para mejorar la gestión de equipos y reducir los costos operativos en varias industrias. Tradicionalmente, los enfoques de mantenimiento han sido correctivos y preventivos. Sin embargo, estos métodos no siempre resultan ser los más eficientes, ya que pueden provocar tiempos de inactividad no previstos o mantenimiento innecesario (Engeman, 2024).

**Desarrollo del Mantenimiento Predictivo:** El mantenimiento predictivo ha surgido como una solución moderna que permite prever fallos potenciales antes de que ocurran, mediante el monitoreo constante y el análisis de datos en tiempo real. Esta metodología se fundamenta en la recolección de datos a través de sensores y el uso de algoritmos analíticos para identificar patrones y anomalías que puedan indicar un posible fallo. Esto permite programar intervenciones de mantenimiento justo en el momento necesario, optimizando así los recursos y mejorando la eficiencia operativa (Santalices Pérez, 2019).

### **Aplicaciones en la Educación Técnica**

En el ámbito educativo, especialmente en instituciones técnicas y de formación profesional, la implementación de sistemas de mantenimiento predictivo en laboratorios didácticos se convierte en una herramienta pedagógica valiosa. Los tableros didácticos de refrigeración y aire acondicionado, utilizados en los laboratorios académicos, son esenciales para la formación práctica de los estudiantes. Garantizar el correcto funcionamiento y la disponibilidad de estos equipos no solo mejora la calidad educativa, sino que también prepara a los estudiantes para enfrentar desafíos reales en el entorno laboral (Santalices Pérez, 2019).

**Beneficios Esperados:** La adopción de un sistema de mantenimiento predictivo en este laboratorio tiene el potencial de:

1. **Mejorar la eficiencia operativa.**
2. **Reducir los costos de mantenimiento.**
3. **Prolongar la vida útil de los equipos.**
4. **Enriquecer el proceso educativo.**



## **Justificación**

La implementación de un sistema de mantenimiento predictivo en los tableros didácticos de Refrigeración y Aire Acondicionado en el laboratorio de Máquinas Térmicas del ISU Central Técnico, se presenta como una iniciativa de gran relevancia tanto a nivel educativo como operativo.

La implementación de este sistema en los tableros didácticos no solo optimiza el uso de recursos y mejora la eficiencia operativa, sino que también reduce significativamente los costos de mantenimiento. Además, prolonga la vida útil de los equipos, asegurando que el laboratorio funcione de manera óptima y continua.

Este proyecto no solo aborda necesidades inmediatas de mantenimiento y operación, sino que también tiene un impacto duradero en la calidad educativa, la eficiencia operativa y el desarrollo técnico y tecnológico, justificando plenamente su implementación de los equipos de mantenimiento en el laboratorio de Máquinas térmicas.

## **Marco Teórico**

### **Introducción**

El mantenimiento predictivo representa una evolución en las prácticas de mantenimiento tradicional, pasando de acciones correctivas y preventivas a una estrategia proactiva basada en la predicción de fallas. En el contexto de los tableros didácticos de refrigeración y aire acondicionado, la implementación de este sistema ofrece múltiples beneficios, como la optimización de recursos, la prolongación de la vida útil de los equipos y la mejora de la calidad educativa (Olarte C., 2020, pág. 45).

El mantenimiento predictivo es una estrategia avanzada que permite anticipar fallos potenciales en equipos y sistemas antes de que ocurran, mediante el monitoreo continuo y el análisis de datos en tiempo real. En el contexto educativo, su implementación en laboratorios

didácticos es crucial para asegurar el correcto funcionamiento de los equipos utilizados en la formación práctica de los estudiantes, mejorando así la calidad del aprendizaje y la preparación para el mundo laboral (Olarte C., 2020).

### **Definición y Conceptos Clave del Mantenimiento Predictivo**

El mantenimiento predictivo es una metodología avanzada que se centra en la monitorización continua de la condición de los equipos mediante el uso de diversas tecnologías. Esta estrategia permite identificar fallos potenciales antes de que ocurran, lo que reduce significativamente los tiempos de inactividad y los costos de reparación. Entre los conceptos clave se encuentran el monitoreo de condición, el análisis de datos y el mantenimiento basado en la condición (CBM). El autor destaca la importancia del uso de sensores, análisis de vibraciones, termografía infrarroja y análisis de aceite como herramientas fundamentales para evaluar y mantener los equipos en óptimas condiciones operativas (García Ortega, 2023).

### **Historia y Evolución del Mantenimiento**

La evolución del mantenimiento ha estado estrechamente ligada al progreso técnico y cultural desde la Revolución Industrial. Inicialmente, el mantenimiento se limitaba a reparaciones correctivas después de que ocurriera una falla. Con el tiempo, surgieron estrategias preventivas y predictivas para mejorar la eficiencia y reducir los costos. Hoy en día, el mantenimiento se ha convertido en una disciplina esencial para garantizar la productividad y la competitividad de las empresas (García Ortega, 2023).

## **Herramientas y Tecnologías Utilizadas en el Mantenimiento Predictivo**

Las herramientas y tecnologías para el mantenimiento predictivo en tableros didácticos en el laboratorio de Máquinas Térmicas. Si bien muchas de las herramientas son aplicables de acuerdo a complejidad de cada proyecto, en este caso es de carácter educativo que a menudo es más sencillo el procedimiento de mantenimiento de estos tableros, podemos enfocarnos en algunas en particular:

Los sensores básicos, como termómetros, manómetros y amperímetros, son cruciales para medir la temperatura del refrigerante, las presiones del sistema y el consumo de corriente, respectivamente. El uso de software de monitoreo básico, como hojas de cálculo y software de gráficos, permite registrar y analizar los datos obtenidos, facilitando la detección de anomalías.

Además, las inspecciones visuales periódicas y el uso de lupas o microscopios ayudan a identificar problemas como fugas, corrosión y desgaste de componentes. Las herramientas de medición eléctrica, como multímetros y detectores de fugas de refrigerante, son indispensables para verificar el estado de los circuitos eléctricos y detectar posibles fugas. Finalmente, las herramientas de mantenimiento general, como llaves, destornilladores y equipos de vacío, son necesarias para ajustar conexiones, realizar reparaciones y extraer aire y humedad del sistema de refrigeración, asegurando su correcto funcionamiento y prolongando su vida útil.

## **Beneficios del Mantenimiento Predictivo en Tableros Didácticos**

Trabajar con los estudiantes en los tableros didácticos no requieren de sistemas de monitoreo tan sofisticados como los equipos industriales, la implementación de un mantenimiento predictivo básico, utilizando herramientas sencillas y accesibles, puede generar grandes beneficios en términos de eficiencia y durabilidad. El mantenimiento genera beneficios como:



- Mayor vida útil de los equipos
- Reducción de costos
- Mejora de la calidad de la enseñanza
- Mayor disponibilidad de los equipos

### Aplicaciones de la Refrigeración y el Aire Acondicionado

La refrigeración y el aire acondicionado son tecnologías esenciales en nuestra vida diaria, con una amplia gama de aplicaciones que van desde la conservación de alimentos hasta la creación de ambientes confortables en hogares, oficinas y espacios industriales.

A continuación, se presenta en una tabla con los tipos de aplicaciones.


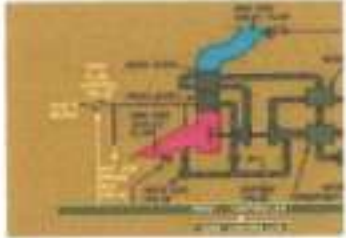

**Tabla 1.** Aplicaciones de los equipos de mantenimiento

1. Conservación de Alimentos			
Refrigeradores domésticos	Congeladores	Cámaras frigoríficas	Transporte refrigerado
			
2. Climatización			
Aire acondicionado residencial	Sistemas de ventilación	Calefacción	Control de humedad
			

### 3. Industria

Procesamiento de alimentos	Farmacéutica	Electrónica	Metalurgia
			

### 4. Transporte

Automóviles	Aviones	Trenes
		

### 5. Comercio

Supermercados	Tiendas de conveniencia
	

## 6. Otros

Centros deportivos	Hospitales	Data centers
		

Fuente: Imágenes tomadas de la red (Aplicaciones de sistema de refrigeración y aire acondicionado) recuperadas de

<https://www.google.com/search?q=aplicaciones+en+la+industria+los+sistemas+de+refrigeracion+y+aire+acondicionado&scas=B94H&scient=img>

### Principios de Funcionamiento

La refrigeración y el aire acondicionado se basan en el ciclo termodinámico de refrigeración, que implica la transferencia de calor de un espacio frío a uno caliente.

**Tabla 2 componentes principales de un sistema de refrigeración**

COMPONENTE	FUNCIONAMIENTO
Compresor	Aumenta la presión y la temperatura del refrigerante.
Condensador	Disipa el calor del refrigerante al ambiente.
Válvula de expansión	Reduce la presión y la temperatura del refrigerante.
Evaporador	Absorbe el calor del espacio a enfriar.

### Tipos de Refrigerantes

CFCs: Clorofluorocarbonos (prohibidos por el Protocolo de Montreal debido a su impacto en la capa de ozono).

HCFCs: Hidroclorofluorocarbonos (en proceso de eliminación gradual).



HFCs: Hidrofluorocarbonos (tienen un bajo potencial de agotamiento de la capa de ozono, pero alto potencial de calentamiento global).

Refrigerantes naturales: Amoníaco, dióxido de carbono, hidrocarburos (propano, isobutano).

#### **Tendencias Actuales**

Eficiencia energética: Desarrollo de sistemas más eficientes para reducir el consumo de energía.

Refrigerantes naturales: Mayor uso de refrigerantes naturales con menor impacto ambiental.

Sistemas inteligentes: Integración de tecnologías de control y automatización para optimizar el funcionamiento.

#### **Metodología de la implementación.**

La implementación exitosa de equipos de mantenimiento básico en refrigeración y aire acondicionado requiere una planificación cuidadosa y una ejecución metódica. A continuación, te presento una metodología general que se puede adaptar a las necesidades específicas en los tableros didácticos del laboratorio de máquinas térmicas:

##### **1. Análisis de Necesidades**

Identificar equipos: Realizar un inventario detallado de todos los equipos de refrigeración y aire acondicionado que requieren mantenimiento.

Evaluar el estado actual: Realizar una inspección visual y funcional de cada equipo para determinar su condición y necesidades de mantenimiento.

Definir las tareas: Establecer las tareas de mantenimiento básicas que se realizarán de forma regular (limpieza, lubricación, inspección, etc.).

##### **2. Selección de equipos:**

Herramientas básicas: Llaves, destornilladores, alicates, Manómetros, Termómetros, Detector de fugas de refrigerante, Vacío, Limpiadores, Lubricantes.

Equipos de protección personal: Guantes, gafas de seguridad, mascarilla.



### 3. Capacitación del personal

Conocimientos básicos: Funcionamiento de los sistemas de refrigeración y aire acondicionado, Identificación de componentes, Uso correcto de las herramientas.

#### Alcance

Adquirir y equipar el laboratorio de Máquinas Térmicas para realizar el mantenimiento básico para los tableros didácticos de refrigeración y aire acondicionado, con el fin de garantizar su correcto funcionamiento y prolongar su vida útil, a través de la generación de guías de mantenimiento prácticas y sencillas. Con las herramientas manuales, instrumentos de medición, bomba de vacío, equipo de soldadura y equipos de protección personal.

#### Talento Humano

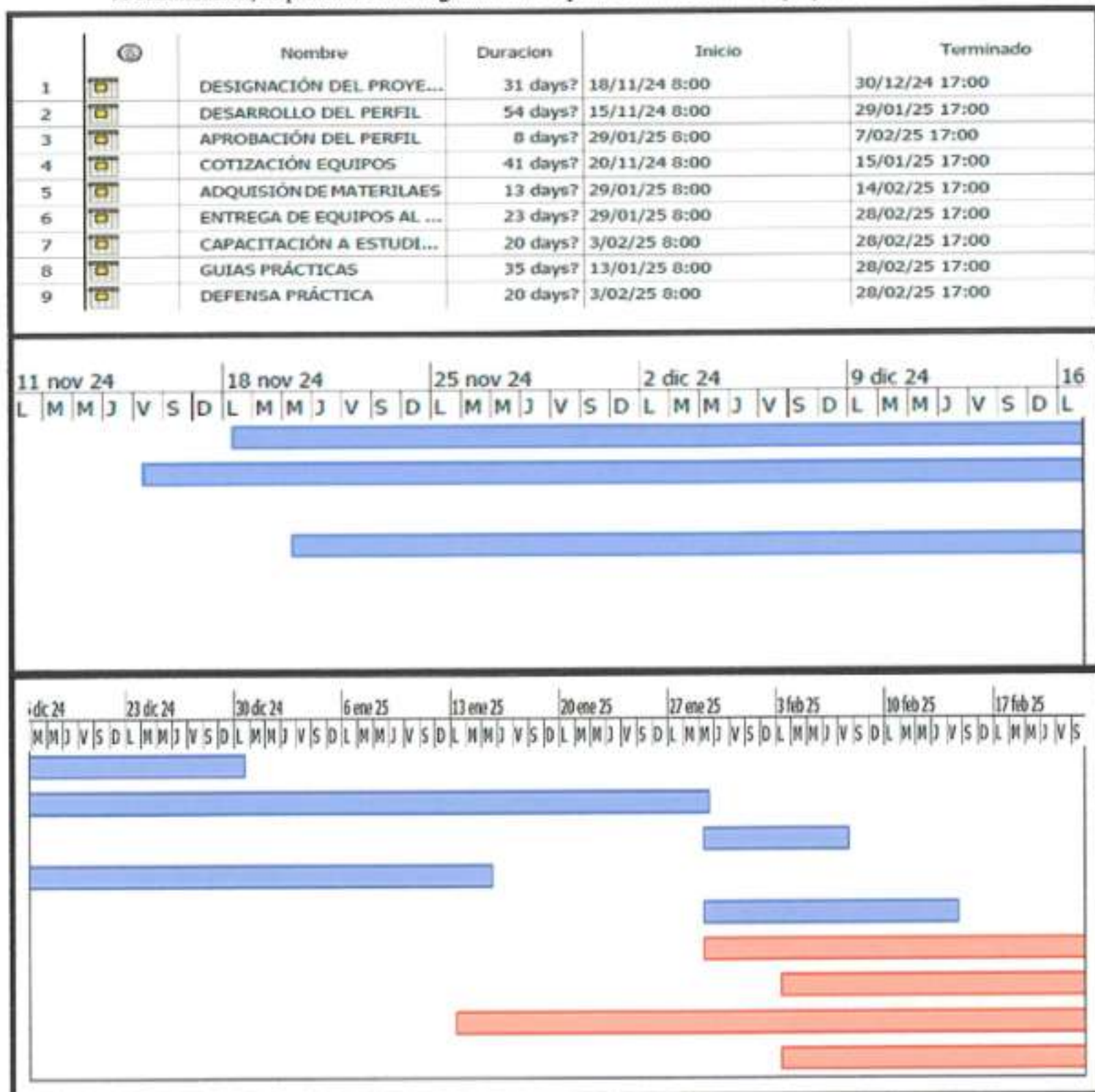
En la siguiente tabla se menciona a los participantes para desarrollar el proyecto.

**Tabla 3. Participantes del proyecto**

Nº	Participantes	Rol a desempeñar en el proyecto	Carrera
1	Rodney Stiven Bisney Gancino	Tesista	Mecánica Industrial
2	Cristian Ramiro Tupiza Morales	Tesista	Mecánica Industrial
3	Mgs. Ernesto Quishpe	Tutor	Mecánica Industrial

## Cronograma

A continuación, se presenta el cronograma con el que se estima realizar el proyecto.



Realizado en Project (Rodney Bisney)

### Recursos materiales

En la siguiente tabla se puede visualizar los equipos, herramientas e instrumentos adquiridos para el proyecto.

**Tabla 4. Listado de equipos, herramientas e instrumentos adquiridos**

ítem	Descripción	Cant.	V. Unitario	V. Total
1	Bomba Vacío ¾ HP 110-220V 2VLP-8	1	260.00	260.00
2	Cilindro de Nitrógeno	1	170.00	170.00
3	Regulador de Nitrógeno	1	60.00	60.00
4	Juego de Manómetro	1	35.00	35.00
5	Juego de Expansores	1	35.00	35.00
6	Pinza Amperimétrica	1	30.00	30.00
7	Antorcha de mano para Gas	1	20.00	20.00
8	Gas Mapp (Soldar tubería de cobre)	1	12.00	12.00
9	Cortador de tubos	1	10.00	10.00
10	Llave Ratchet	1	7.00	8.00
11	EPP			10.00
12	Mesa – Cajón para guardar los equipos			80.00
13	Acoples de cobre			20.00
<b>TOTAL</b>				<b>750</b>

### Asignaturas de apoyo

1. Termodinámica: Conocer el principio de funcionamiento de los sistemas de refrigeración y aire acondicionado
2. Máquinas térmicas: Realiza el estudio de los componentes de los sistemas.

3. Mantenimiento industrial: Aprender a realizar mantenimientos correctamente.
4. Refrigeración y aire acondicionado: Aborda la temática del proyecto
5. Soldadura: Ayuda a un correcto mantenimiento en las tuberías de cobre utilizadas en los sistemas.

## Bibliografías

Baque Anzulez, J. A., & Ruiz Ávila, P. G. (2024). *Diseño y Construcción de un ciclo de refrigeración por compresión de vapor con fines pedagógicos* (Doctoral dissertation)

García Mena, J. P. (2024). Implementación de un módulo de refrigeración para la carga y descarga de refrigerantes naturales para el laboratorio de tecnología industrial de la Esfot: módulo para la carga y descarga del refrigerante natural isobutano r600a.

GARCÍA ORTEGA, J. (2023). DERECHO DEL TRABAJO 11A EDICIÓN (P. 45). . TIRANT LO BLANCH.

García, S. (2023). *Mantenimiento Predictivo: Estrategias y Técnicas*. MARCA CHAMBI, J. E. (2024). *ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA UNA CÁMARA FRIGORÍFICA Y LOS EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN CON SISTEMA DE ABSORCIÓN DEL LABORATORIO DE REFRIGERACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO CORRESPONDIENTE A LA UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMÓN* (Doctoral dissertation).

Olarte C. (2020). *Técnicas de mantenimiento predictivo en la industria*. Pereria-Colombia: Universidad Tecnica de Pereira.


Santalices Pérez, S. ( 2019). *Mantenimiento Predictivo: Historia, una guía de implementación y enfoques actuales*. Consorcio Bucle.




**REALIZADO  
POR:**

Rodney Stiven Bisney Gancino	
<b>NOMBRE</b>	<b>FIRMA</b>

**REALIZADO  
POR:**

Cristian Ramiro Tupiza Morales	
<b>NOMBRE</b>	<b>FIRMA</b>

**REVISADO  
POR:**

Mgs. Ernesto Quishpe Sacancela	
<b>NOMBRE</b>	<b>FIRMA</b>

**CARRERA: MECÁNICA INDUSTRIAL****FECHA DE PRESENTACIÓN:**

07 FEBRERO 2025

**APELLIDOS Y NOMBRES DEL EGRESADO:**RODNEY STIVEN BISNEY  
CRISTIAN RAMIRO TUPIZA MORALES**TITULO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA:**

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO CON EQUIPOS Y HERRAMIENTAS PARA LA VERIFICACIÓN DE LOS TABLEROS DIDÁCTICOS DE REFRIGERACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO EN EL LABORATORIO DE MÁQUINAS TÉRMICAS DEL ISU CENTRAL TÉCNICO

**PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:**

CUMPLE

NO CUMPLE

- OBSERVACIÓN Y DESCRIPCIÓN
- ANÁLISIS
- DELIMITACIÓN.
- PROBLEMÁTICA
- FORMULACIÓN PREGUNTAS/AFIRMACIÓN

☒☒☒☒☒☒☐☐☐☐☐☐**PLANTEAMIENTO DE OBJETIVOS:****GENERALES:**

REFLEJA LOS CAMBIOS QUE SE ESPERA LOGRAR CON LA INTERVENCIÓN DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

SI

☒

NO

☐**ESPECÍFICOS:**

GUARDA RELACIÓN CON EL OBJETIVO GENERAL PLANTEADO

SI

☒

NO

☐

FUENTES DE INFORMACIÓN: \_\_\_\_\_

RECURSOS:

CUMPLE

NO CUMPLE

HUMANOS

☒☐

ECONÓMICOS

☒☐

MATERIALES

☒☐

#### PERFIL DE PROPUESTA TECNOLÓGICA

Aceptado

☒

Negado

☐

el diseño de propuesta tecnológica por las siguientes razones:

a) \_\_\_\_\_

b) \_\_\_\_\_

ESTUDIO REALIZADO POR EL ASESOR:

Ernesto Quichpo S.



NOMBRE Y FIRMA DEL ASESOR: \_\_\_\_\_

29 ENERO 2025  
FECHA DE ENTREGA DE INFORME