

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
ESCUELA DE POSGRADO
UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE
INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA



TESIS

**PLAN DE MANTENIMIENTO PARA MEJORAR LA
DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS Y MÁQUINAS DEL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE FLUIDOS Y MÁQUINAS
TÉRMICAS DE LA FIME-UNAC 2018.**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN GERENCIA
DEL MANTENIMIENTO**

**ESTEBAN ANTONIO GUTIÉRREZ HERVIAS
ENIO ELIAS TENA JACINTO**

Callao, 2019

PERÚ

HOJA DE REFERENCIA DEL JURADO REVISOR Y APROBACIÓN

JURADO EXAMINADOR Y ASESOR DE TESIS

Presidente:

Secretario:

Miembro:

Miembro:

Miembro suplente:

N° DE LIBRO DE SUTENTACIÓN:

N° DE ACTA DE SUSTENTACION:

FECHA DE APROBACION DE TESIS:

DEDICATORIA

A los estudiantes de la FIME-UNAC que de alguna manera les sirva para facilitar el mantenimiento de los equipos y máquinas del laboratorio de Mecánica de fluidos y Máquinas térmicas.

ÍNDICE

	Página
Índice	1
Índice de cuadros	3
Índice de figuras	6
Índice de gráficas	7
Resumen	8
Abstract	9
INTRODUCCIÓN	10
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
1.1 Descripción de la realidad problemática	13
1.2 Formulación del problema	17
1.2.1 Problema general	17
1.2.2 Problemas específicos	17
1.3 Objetivos de la investigación	17
1.3.1 Objetivo general.	17
1.3.2 Objetivos específicos.	18
1.4 Limitantes de la investigación.	18
1.4.1 Teórica	18
1.4.2 Temporal	18
1.4.3 Espacial	18
II. MARCO TEÓRICO	19
2.1 Antecedentes	19
2.1.1 Antecedentes Internacionales.	19
2.1.2 Antecedentes Nacionales	22
2.2 Bases Teóricas	25
2.3 Conceptual	38
2.4 Definición de términos básicos	65

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES	69
3.1 Hipótesis	69
3.1.1 Hipótesis general.	69
3.1.2. Hipótesis específicos:	69
3.2 Definición conceptual de las variables.	69
3.2.1 Operacionalización de las variables	70
IV. DISEÑO METODOLÓGICO	71
4.1 Tipo y diseño de la investigación	71
4.2 Método de la investigación	72
4.3 Población y muestra.	73
4.4 Lugar de estudio y periodo desarrollado	73
4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de la información	75
4.6 Análisis y procesamiento de datos.	76
V. RESULTADOS	118
5.1 Resultados Descriptivos	118
5. 2 Resultados Estadísticos	118
VI. DISCUSION DE RESULTADOS	122
6.1 Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados	122
6.1.2 Con referencia a la hipótesis general	122
6.1.3 Con referencia a las hipótesis específicas	122
6.2 Contrastación de los resultados con otros estudios similares	124
6.3 Responsabilidad ética	124
CONCLUSIONES	125
RECOMENDACIONES	126
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	127

TABLA DE CUADRO

Cuadro 1	Comparación de costos de 3 tipos de mantenimiento	31
Cuadro 2	Análisis foda	46
Cuadro 3	Propuesta para valorar la criticidad de un equipo.	48
Cuadro 4	Jerarquía de máquinas y equipos	51
Cuadro 5	Operacionalización de variables	70
Cuadro 6	Intercambiador de Calor	76
Cuadro 7	Intercambiador de Calor	77
Cuadro 8	Banco Hidráulico	78
Cuadro 9	Banco Hidráulico	79
Cuadro 10	Generador de Vapor	80
Cuadro 11	Generador de Vapor	81
Cuadro 12	Generador de Vapor	82
Cuadro 13	Banco De Prueba De Manómetro De Peso Muerto	83
Cuadro 14	Banco De Prueba De Manómetro De Peso Muerto	84
Cuadro 15	Bomba Centrífuga: Banco de prueba	85
Cuadro 16	Bomba Centrífuga: Banco de prueba	86
Cuadro 17	Ventilador Centrífugo	87
Cuadro 18	Ventilador Centrífugo	88
Cuadro 19	Viscosímetro De Engler	89
Cuadro 20	Viscosímetro De Engler	90

Cuadro 21	Bomba Calorimetrica De Junquer	91
Cuadro 22	Bomba Calorimetrica De Junquer	92
Cuadro 23	Intercambiador de calor	95
Cuadro 24	Banco hidráulico	95
Cuadro 25	Banco de manómetro de peso muerto	95
Cuadro 26	Generador de vapor	95
Cuadro 27	Banco de bomba centrifuga	96
Cuadro 28	Viscosímetro de Engler	96
Cuadro 29	Bomba calorimétrica de Junker	96
Cuadro 30	Ventilador centrifugo	96
Cuadro 31	Generador de vapor	97
Cuadro 32	Banco de bomba centrifuga	97
Cuadro 33	Ventilador centrífugo	97
Cuadro 34	Intercambio de calor	98
Cuadro 35	Banco de manómetro de peso muerto	98
Cuadro 36	Viscosímetro Engler	98
Cuadro 37	Bomba calorimétrica de Junker	99
Cuadro 38	Banco hidráulico	99
Cuadro 39	Disponibilidad de los equipos sin plan de mantenimiento	99
Cuadro 40	Intercambiador de calor (equipo)	113
Cuadro 41	Banco hidráulico (equipo)	113
Cuadro 42	Banco de manómetro de peso muerto (equipo)	114

Cuadro 43	Bomba centrífuga (maquina)	114
Cuadro 44	Viscosímetro Engler (equipo)	115
Cuadro 45	Ventilador centrífugo (maquina)	115
Cuadro 46	Bomba calorimétrica de Junker (Equipo)	116
Cuadro 47	Caldera o generador de vapor (maquina)	117
Cuadro 48	Disponibilidad sin plan de mantenimiento	118
Cuadro 49	Disponibilidad con plan de mantenimiento	120

TABLA DE FIGURAS

Figura 1	Laboratorio Mecánica de Fluidos y Máquinas térmicas	14
Figura 2	Árbol de problemas	16
Figura 3	Diagrama de secuencia del mantenimiento preventivo	36
Figura 4	Organigrama de la facultad de ingeniería mecánica y de energía	44
Figura 5	Probabilidad de riesgos	55
Figura 6	Estimación de riesgos	57
Figura 7	Protección para el cuerpo	64
Figura 8	Protección contra el polvo	64
Figura 9	Protección para la vista	65
Figura 10	Protección para el oído	65
Figura 11	Croquis del laboratorio de mecánica de fluidos y máquinas térmicas FIME-UNAC	74
Figura 12	Organigrama del laboratorio de mecánica de fluidos y máquinas térmicas de la FIME- UNAC	74
Figura 13	Intercambiador de calor del laboratorio de mecánica de fluidos y máquinas térmicas de la FIME - UNAC	77
Figura 14	Banco del laboratorio mecánica de fluidos y máquinas térmicas	79
Figura 15	Generador de vapor del laboratorio mecánica de fluidos y máquinas térmicas	82
Figura 16	Banco de prueba de manómetro de peso muerto 84	84
Figura 17	Banco de bomba centrífuga	86
Figura 18	Ventilador centrífugo	88
Figura 19	Viscosímetro de Engler	91
Figura 20	Bomba calorimétrica de Junquer	92

TABLA DE GRÁFICAS

Grafica 1	Costos de mantenimiento	28
Grafica 2	Disponibilidad sin plan de mantenimiento	100
Grafica 3	Disponibilidad sin plan de Mantenimiento	119
Grafica 4	Disponibilidad con proyección de plan de mantenimiento	120
Grafica 5	Comparación de la disponibilidad sin plan y con plan de mantenimiento	121

RESUMEN

Teniendo conocimiento que no existe plan de mantenimiento para los equipos y máquinas del laboratorio de mecánica de fluidos y máquinas térmicas FIME-UNAC, y siendo necesario mejorar la disponibilidad de los mismos, realizamos la presente investigación que tiene como objetivo principal proyectar un plan de mantenimiento preventivo para los equipos y máquinas del laboratorio de mecánica de fluidos y máquinas térmicas FIME-UNAC a fin de garantizar la continuidad de su vida operativa de los mismos y comprobar los aspectos teóricos mediante los experimentos, prácticas de índole tecnológico en los niveles correspondientes de formación profesional a los estudiantes de ingeniería mecánica y de energía.

El método aplicado en esta investigación es deductivo, inductivo y prospectivo, de tipo aplicada no experimental, teniendo como muestra 8 unidades entre equipos y máquinas del laboratorio de mecánica de fluidos y máquinas térmicas de la FIME-UNAC, los instrumentos utilizados fueron la observación directa, como resultado se lograría que la disponibilidad de los equipos y máquinas aumentaran en promedio de 68,75% al 86,75%, mediante la proyección del plan de mantenimiento propuesto, lograríamos nuestro objetivo de mejorar la disponibilidad de las unidades experimentales de nuestra muestra.

Palabras claves: Plan de mantenimiento, Disponibilidad de equipos, tiempo operativo, tiempo programado, tiempo de fallas.

ABSTRACT

Having knowledge that there is no maintenance plan for the equipment and machines of the laboratory of fluids mechanics and thermal machines FIME-UNAC, and being necessary to improve the availability of them, we carry out the present investigation that has as main objective to project a maintenance plan preventive for the equipment and machines of the laboratory of fluid mechanics and thermal machines FIME-UNAC in order to guarantee the continuity of their operational life of the same and check the theoretical aspects through experiments, technological practices at the corresponding levels of training Professional mechanical and energy engineering students.

The method applied in this investigation is deductive, inductive and prospective, of a non-experimental applied type, having as an example 8 units between equipment and machines of the laboratory of fluid mechanics and thermal machines of the FIME-UNAC, the instruments used were direct observation , as a result, the availability of equipment and machines would be increased on average from 68.75% to 86.75%, through the project of the proposed maintenance plan, we would achieve our objective of improving the availability of the experimental units of our shows.

Keywords: Maintenance plan, Equipment availability, operating time, scheduled time, failure time.

INTRODUCCIÓN

Como exalumnos de FIME-UNAC, y egresados de la maestría Gerencia de Mantenimiento con conocimiento que no se realiza el mantenimiento de los equipos y máquinas en el laboratorio de mecánica de fluidos y máquinas térmicas FIME-UNAC y siendo un aspecto importante del aseguramiento de la calidad en el laboratorio que Influye en la precisión de las experiencias y tener máquinas disponibles libres de fallas, nos ha motivado a realizar esta investigación con el objetivo de elaborar el plan de mantenimiento que pueden ayudar a aumentar la vida del equipo evitando tener equipos defectuosos que pueden ser inseguros para los estudiantes y sirva además como un medio de comunicación real entre los docentes y estudiantes usuarios del laboratorio acerca de los procesos de mantenimiento de los equipos y máquinas.

Con esta investigación se lograra a proyectar un plan de mantenimiento que es una herramienta útil para garantizar la disponibilidad continua de los equipos y máquinas, creando un sistema que incluye listado, codificación, inventario, historial y diagnóstico de los equipos y máquinas del laboratorio de Mecánica de Fluidos y Máquinas térmicas FIME-UNAC que permita realizar las prácticas fiables.

En el capítulo I se describieron la realidad problemática, se establecieron los problemas, los objetivos, y la hipótesis así también los limitantes de la investigación.

En el capítulo II se mencionaron los antecedentes internacionales y nacionales y además se establecieron las bases teóricas en función de las variables de esta investigación

En el capítulo III se determinó la operacionalización de las variables así también la definición conceptual de las variables.

En el capítulo IV se determinó que la investigación es de tipo descriptiva y aplicada, de diseño no experimental con un método deductivo, inductivo y prospectivo, la población está constituida por todas las máquinas y equipos del laboratorio de Mecánica de Fluidos y Máquinas térmicas FIME-UNAC, mientras que la muestra solo tiene 8 unidades experimentales, los instrumentos de recolección de datos fueron documentos, observación directa, análisis y procesamiento de datos, se realizó en 4 etapas:

1. Historial y diagnóstico del estado actual de los equipos y máquinas nos proporcionará un diagnóstico aplicando las herramientas como el árbol de problemas.
2. Preparación de la hoja de datos técnicos considerando los tiempos de operatividad de los equipos y máquinas utilizando el programa computacional Excel que permitirá conocer la disponibilidad de los mismos.
3. Realizar el análisis de criticidad a los equipos y máquinas a fin de obtener una jerarquía entre ellos, de manera que exista una prioridad prospectiva respecto a los equipos más críticos.

4. Proyectar un plan de mantenimiento estableciendo procedimientos para cada equipo o máquina a fin de garantizar el funcionamiento normal de ellos.

En el capítulo V los resultados demostraran que si se aplicara el plan de mantenimiento preventivo propuesto se lograra mejorar la disponibilidad de los equipos y máquinas del laboratorio de Mecánica de Fluidos y Máquinas térmicas FIME-UNAC.

En el capítulo VI se hizo la discusión de resultados contrastando la disponibilidad de los equipos y máquinas sin y con la proyección del plan de mantenimiento propuesto.

En el capítulo VII se logró describir las conclusiones en base a los objetivos

En el capítulo VIII se hizo las recomendaciones en base a los resultados obtenidos, luego se hizo el listado de las referencias bibliográficas.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

Las universidades del mundo en el siglo XXI enfrentan nuevos retos con sus estudiantes por el servicio cada vez más exigentes, en este contexto es necesario mejorar el nivel de servicio, para ello es necesario e importante incorporar el plan de mantenimiento que llevaría al buen uso y adecuada manipulación de equipos y maquinas en el laboratorio de Mecánica de fluidos y Máquinas Térmicas.

En el Perú actualmente los laboratorios de las universidades no garantiza la disponibilidad de los equipos y máquinas, ni facilita ofrecer un servicio de calidad a los estudiantes de una manera totalmente exitosa, más bien resalta la desactualización de los ensayos y prácticas sumada al ineficiente proceso administrativo por ello la necesidad de elaborar un plan de mantenimiento para los activos del laboratorio de Mecánica de fluidos y maquinas térmicas, que garantice la disponibilidad ya que incide en el aprendizaje y la formación del futuro ingeniero mecánico.

En la facultad de ingeniería Mecánica y de Energía de la UNAC especialmente en el laboratorio de mecánica de fluidos y máquinas térmicas, se pudo comprobar los siguientes problemas:

- A) En el laboratorio de mecánica de fluidos y máquinas térmicas de la FIME-UNAC, se pudo observar que no existe un plan de

mantenimiento, cuya aplicación garantizaría tener una disponibilidad continua de los equipos y máquinas.

- B) El mantenimiento de los dispositivos de los equipos del laboratorio de mecánica de fluidos se realizan mediante el servicio de terceros trayendo como consecuencia un gasto económico sustantivo a la facultad.
- C) No contamos con un técnico profesional de la tecnología de mantenimiento, y las máquinas solo funcionan durante un ciclo académico de 4 meses, luego quedan en paro durante buen periodo y no se le aplica mantenimiento por la falta de un plan y personal técnico de mantenimiento.
- D) El medio ambiente del Callao por su alta humedad afecta la disponibilidad y su funcionamiento de los equipos durante el periodo de parada.

Figura 1:

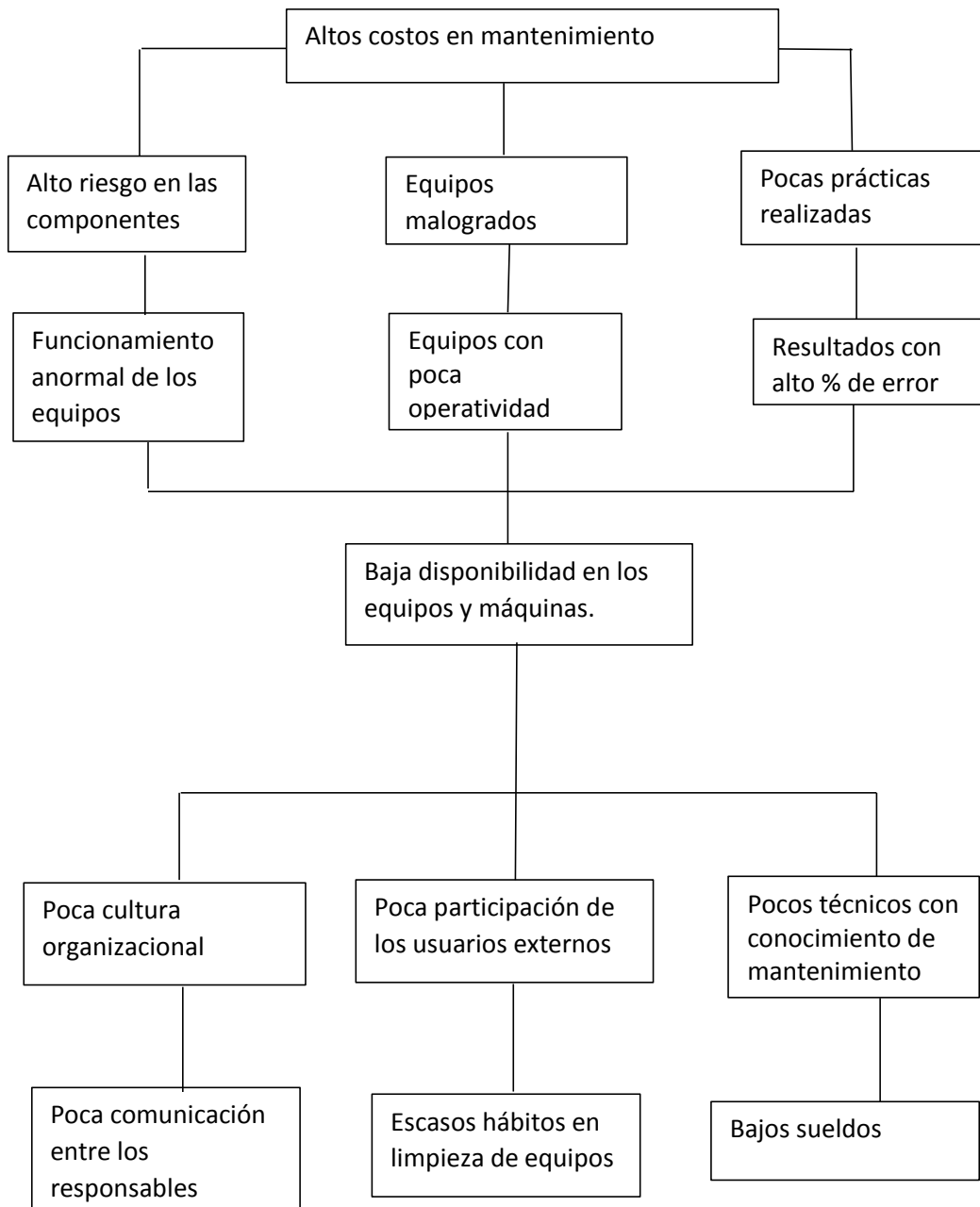
Laboratorio de Mecánica de fluidos y Máquinas térmicas



Fuente: Elaboración propia

Todo lo mencionado anteriormente nos lleva a tener una reflexión, respecto a esta realidad problemática y nos conlleva al propósito de proyectar un plan de mantenimiento exclusivamente para los equipos y maquinas del laboratorio de Mecánica de fluidos y Máquinas Térmicas FIME-UNAC, ya que el servicio de formación que brindamos no garantiza calidad en los resultados de las experiencias realizadas.

**Figura 2:
Árbol de Problemas**



Fuente: Elaboración propia

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Cómo proyectar un plan de mantenimiento para los equipos y máquinas del laboratorio de Mecánica de fluidos y Máquinas térmicas de la FIME-UNAC que permita mayor disponibilidad?

1.2.2 Problemas específicos

- a) ¿Cómo realizar el historial y diagnóstico del estado actual de los equipos y máquinas del laboratorio de Mecánica de fluidos y máquinas térmicas de la FIME-UNAC para tener mayor disponibilidad?
- b) ¿De qué manera podemos obtener la operatividad de los equipos y máquinas del laboratorio de Mecánica de fluidos y Máquinas térmicas de la FIME-UNAC para tener mayor disponibilidad?
- c) ¿De qué manera podemos realizar el análisis criticidad de los equipos y máquinas del laboratorio de Mecánica de fluidos y Máquinas térmicas de la FIME-UNAC para tener mayor disponibilidad?

1.3 Objetivos de la investigación.

1.3.1 Objetivo general.

Proyectar un plan mantenimiento para los equipos y máquinas del laboratorio de Mecánica de fluidos y Máquinas térmicas de la FIME-UNAC para tener una mayor disponibilidad.

1.3.2 Objetivos específicos.

- a) Obtendremos el historial y diagnóstico del estado actual de los equipos y máquinas del laboratorio de Mecánica de fluidos y máquinas térmicas de la FIME-UNAC para tener mayor disponibilidad
- b) Determinaremos la operatividad de los equipos y máquinas del laboratorio de Mecánica de fluidos y Máquinas térmicas de la FIME-UNAC para tener mayor disponibilidad
- c) Analizaremos la criticidad de los equipos y máquinas del laboratorio de Mecánica de fluidos y Máquinas térmicas de la FIME-UNAC para tener mayor disponibilidad

1.4 Limitantes de la investigación.

1.4.1 Teórica

La presente investigación ha utilizado los conceptos de la teoría de mantenimiento, del cual se ha seleccionado un tipo de mantenimiento para mejorar la disponibilidad y por ende darle mejores servicios de calidad.

1.4.2 Temporal

El presente proyecto está condicionado por un límite de tiempo, con el fin de satisfacer las necesidades actuales del laboratorio y beneficiar a los estudiantes de la facultad de ingeniería Mecánica y de energía.

1.4.3 Espacial.

El presente proyecto tiene una limitante espacial, debido a que dependerá únicamente del espacio disponible con el que cuenta el laboratorio de mecánica de fluidos y maquinas térmicas de la FIME-UNAC.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

2.1.1 Antecedentes Internacionales.

Ramírez (2014), en su tesis de Maestría “**ANÁLISIS DE DATOS DE FALLA**” **Universidad Nacional de Colombia sede Manizales**.

En esta investigación el menciona que no existe metodología que permite conocer procedimientos para realizar el análisis de los datos de falla de componentes, equipos y sistemas para pronosticar el comportamiento futuro de los activos de producción o de servicios que usan los dispositivos mecánicos, eléctricos y electrónicos.

La Investigación tiene como objetivo proponer una metodología para realizar un análisis de los datos de falla, tanto de sistemas no reparables como de sistemas reparables empleando el Método gráfico y comprobando los resultados mediante el método analítico de Mínimos cuadrados, así mismo aplicar la ley de fallas de weibull y así encontrar los resultados que permitan pronosticar el comportamiento futuro de los sistemas y posibiliten la programación del mantenimiento preventivo.

La conclusión en esta investigación fue la realización de la evaluación de los índices más representativos que expresan la eficiencia de la operación, que tan bueno es el servicio prestado por los sistemas para ello se hizo un buen registro de datos de fallas y de interacciones sobre ellos donde están los tiempos de falla, los tiempos de reparación, se propone una metodología de análisis de los datos de falla que puedan varía de acuerdo con el tiempo de datos disponibles, que permitirá tomar decisiones sobre los cambios operativos del sistema y con la distribución weibul, se puede

modelar todos los periodos de la vida operativa de un componente o sistema.

Muncharaz (2014), en su tesis de maestría “PLANTEAMIENTO PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL” Universidad Politécnica de Valencia-España.

El autor de esta investigación da a conocer que trabajando como ingeniero de procesos con responsabilidad sobre el departamento de Mantenimiento, no existiendo una propuesta de un programa de mantenimiento preventivo para la gran mayoría de equipos de los que tiene la empresa y teniendo que subcontratar personal de mantenimiento generando sobrecostos y por ende problemas económicos, se propone como objetivo realizar el planteamiento de optimización del mantenimiento preventivo que permita organizar y posteriormente informatizar para optimizar la disponibilidad del equipo productivo para la disminución de los costos de mantenimiento y maximizar la vida útil de las máquinas.

El investigador llega a la conclusión que la realización del planteamiento de optimización del mantenimiento preventivo le permitió organizar y optimizar la disponibilidad de los equipos maximizando la vida útil del equipo.

Guillén (2015), en su tesis de maestría **“OPTIMIZACIÓN DE LA EFECTIVIDAD GLOBAL DE LOS EQUIPOS (OEE) A TRAVÉS DE ESTRATEGIAS DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO”**, Empresa Negroven S.A-España”.

El autor de esta investigación menciona que en la actualidad debemos tener en cuenta los cuatro retos principales para la competitividad como: Eficiencia, efectividad, calidad y productividad, estos aspectos que demandan cualquier empresa necesitan realizar una gestión adecuada de mantenimiento, para así lograr la competitividad en el mercado globalizado, en esta empresa no existe un sistema que garantice la producción optimizada en sus operaciones para el alcance y superación de los mismos.

La presente investigación tiene como objetivo realizar un diagnóstico de los equipos que conforman la planta mediante una metodología de análisis de criticidad y seleccionar el equipo más crítico del proceso, también identificar el estado inicial del indicador de efectividad global (OEE) del equipo de mayor criticidad para fijar su condición actual, también diseñar estrategias de gestión de mantenimiento, la conclusión en esta investigación fue él logró de analizar e interpretar tales hechos mediante el análisis de criticidad AHP (Análisis jerárquico) y dio resultados que permitió aumentar el OEE de un 49.25% a 66.67% logrando acciones de mejora, también se generó un formato para la medición y registro de OEE, el instrumento resultó adecuado a las políticas de mantenimiento logrando mejorar técnicamente la confiabilidad del procesos productivo de la empresa Negroven, S.A.

2.1.2 Antecedentes Nacionales

Aguirre (2012), en su tesis Doctoral “GESTIÓN DE MANTENIMIENTO MEDIANTE SIX SIGMA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE LAS MÁQUINAS Y EQUIPOS DE LA EMPRESA REMAP SAC LIMA-PERÚ.”

Resumen

En esta investigación se estudia la existencia de fallas en el área de mantenimiento en la empresa de maquinaria pesada, ya que hay varios valores fuera de los límites de especificación exigidos por el cliente, la mayoría de ellos generados por fallas de los equipos y máquinas; así también en el área de trabajo, las herramientas no son las adecuadas no hay información técnica que apoye las labores de mantenimiento.

El objetivo principal es determinar cómo la aplicación de la gestión de mantenimiento optimizara la productividad de las máquinas y equipos diversos de la empresa REMAP SAC Lima-Perú, con conocimientos teóricos dentro de un sistema de mantenimiento, llegando a la conclusión de obtener el logro de la optimización de la productividad aplicando la gestión de mantenimiento, la gestión de mantenimiento a los equipos y máquinas, los procesos en el área estimulando la capacitación y especialización del personal de mantenimiento preventivo obteniendo mejoras en la productividad.

Blancas y Rodríguez (2015), en su tesis de Maestría “PROPUESTA DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y DE LOGÍSTICA PARA FIRTH INDUSTRIES PERÚ S.A”

El Investigador describe que la empresa no cuenta con herramientas de gestión de operaciones que permita diagnosticar la situación actual relacionado con las causas que producen las fallas en los equipos, ni existe la planificación de mantenimiento y logística por lo tanto carece de una programación de las tareas de mantenimiento adecuado y con el respectivo análisis de factibilidad técnica y de sostenibilidad de cada una de sus actividades, entonces surge el objetivo es proponer un sistema de mantenimiento que garantice la disponibilidad, funcionalidad y conservación de los equipos a un costo competitivo, de manera que genere un incremento importante en la vida útil de los equipos. El sistema de mantenimiento es un administrador de información, generador de reportes e indicadores que sirven como un soporte para las necesidades de control y evaluación del mantenimiento de equipos.

En la presente investigación la conclusión fue describir y analizar los problemas generados en el trabajo y a partir de ello se presentaron las distintas soluciones que se integran en el sistema de planificación y control de los inventarios del área de mantenimiento que permitirá mejorar la Gestión evitando reparaciones costosas y pérdidas de tiempo por la falta de disponibilidad de máquinas.

Ponce (2016), en su tesis de Maestría "METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS DE CRITICIDAD CON MODO Y EFECTO DE FALLA EN LOS SISTEMAS ELECTROMECAÑICOS DE REAL PLAZA HUANCAYO-PERÚ"

La investigación tuvo lugar en el centro comercial real plaza Huancayo que cuenta con una serie de equipos electromecánicos, que en su conjunto permiten el funcionamiento y operatividad del centro comercial, siendo cada equipo parte importante y/o relevante para la continuidad del servicio respecto a la atención que el centro comercial brinda, al estar este sistema en operación continua y directa a los clientes es vulnerable a presentar fallas, debido a ello es necesario contar con herramientas que permitan ayudar a la realización de un estudio que concierne al mantenimiento de cada componente del sistema y no contando con una metodología que se centra en el análisis de elementos materiales que nos permita conocer y valorarlos modos de fallo y evaluar sus potenciales de ocurrencia, sus causas, y efectos para prevenir o corregir estableciendo acciones específicas con el propósito de eliminar o minimizar el riesgo asociado a estas fallas, entonces surge el objetivo de mejorar la disponibilidad de los sistemas electromecánicos del centro comercial real plaza Huancayo empleando la metodología del análisis de criticidad con modo y efecto de Falla, para ello se calculara el índice de riesgo (NPR) de cada equipo, también se analizara las causas, modos y efectos de las fallas de los equipos a fin de disminuir los gastos de mantenimiento correctivo.

El investigador llegó a la conclusión que al hacer el análisis de criticidad a cada equipo se logró darle una reorientación al plan de mantenimiento permitiendo una mejor organización del sistema aplicando la metodología

del análisis de criticidad en modo y efecto de fallas y esto influyo positivamente en el resultado de la mejora de la disponibilidad al aumentar en 5.14% respecto al año anterior, el estudio del análisis centrado en modo y efecto de falla (ACMEF) permitió mejorar la disponibilidad de los equipos así mismo conllevó a concentrar esfuerzos en el área de mantenimiento para dar una intervención periódica en el mantenimiento de equipos.

2.2 BASES TEÓRICAS

Según **Gallara y Póntelli (2010)** “Guía de Mantenimiento de Equipos”

Mantenimiento.

Se entiende por mantenimiento a un conjunto actividades técnicas y administrativas que se realizan sobre un elemento para conservar sus características operativas apropiadas antes de que su avería ocurra (mantenimiento preventivo) o para devolverle dichas características perdidas cuando la avería del elemento ocurre (mantenimiento correctivo).

El mantenimiento puede ser definido como el conjunto de acciones destinadas a mantener o reacondicionar un componente, equipo o sistema, en un estado en el cual sus funciones pueden ser cumplidas. Entendiendo como función cualquier actividad que un componente, equipo o sistema desempeña, bajo el punto de vista operacional.

La confiabilidad, mantenibilidad, y disponibilidad forman parte de la cotidianidad del mantenimiento, dado que su función es garantizar la

Disponibilidad de los equipos de modo que permita atender a un proceso de producción o de servicio con calidad, confiabilidad, seguridad, preservación del medio ambiente y costo adecuado.

Funciones del mantenimiento.

Según Muñoz Abella Belén, (2014), la función del mantenimiento es conservar la disponibilidad de un elemento para la producción de bienes o servicios y minimizar el deterioro de los equipos logrando el menor costo posible.

Rol del mantenimiento

El Rol del mantenimiento es conservar un determinado nivel de disponibilidad para la producción en condiciones de calidad al mínimo costo, con el máximo nivel de seguridad para el personal que lo utiliza y lo mantiene, así como también la mínima degradación del medio ambiente.

En particular en esta investigación el rol del mantenimiento es garantizar la disponibilidad de los equipos y máquinas del laboratorio para el desarrollo de las experiencias programadas mediante el cumplimiento de las tareas establecidas en dicho plan.

Tipos de mantenimiento.

De Acuerdo con Gallara (2010), los tipos de mantenimiento son procesos con características propias que se adoptan de acuerdo a las circunstancias encontradas o establecidas en las empresas y que tienen el fin de organizar eficientemente.

Las tareas de mantención entre ellas tenemos:

- Mantenimiento correctivo
- Mantenimiento preventivo

- Mantenimiento centrado en la confiabilidad
- Mantenimiento proactivo
- Mantenimiento predictivo
- Mantenimiento productivo total
- **Mantenimiento Correctivo.**

Consiste en dejar a los equipos que operen sin ningún servicio o control del estado de los mismos hasta que se produzca una falla en su funcionamiento. En el mantenimiento correctivo campea la improvisación y genera mayores gastos, es de muy poco interés la condición de operación óptima del elemento, ya que la mayoría de tareas responden a fallas e interrupciones en la producción y el único fin es que la máquina funcione a un nivel aceptable.

Ventajas del mantenimiento correctivo.

Para Gonzales (2005), no es muy beneficioso, sin embargo puede aplicarse en equipos que no inciden fuertemente en la producción o que influyen en costos de operación bajos y son de poca importancia.

Desventajas del mantenimiento correctivo.

- No se encuentran las causas raíces de las fallas, sino solo los síntomas más obvios.
- Puede producirse un daño muy grande por no realizar inspección ni prevención de fallas.
- Los costos de mantenimiento son elevados.

- **Mantenimiento preventivo.**

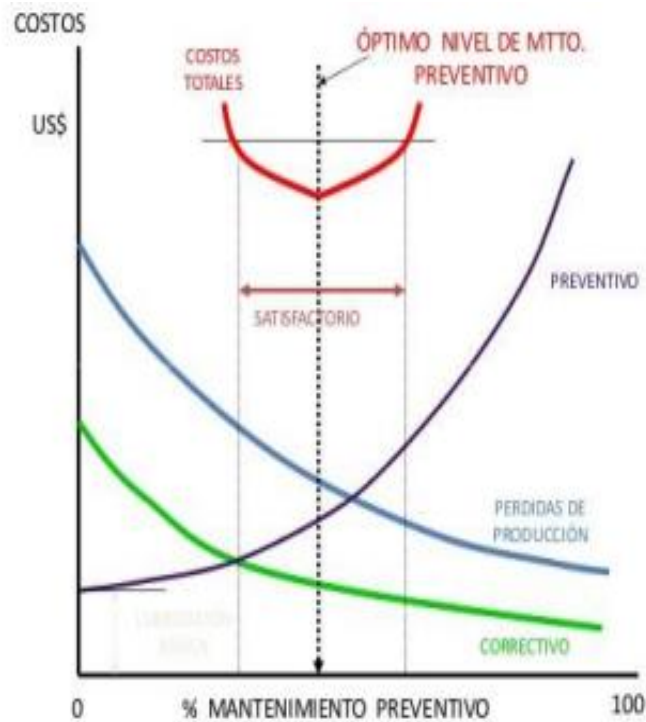
Es una técnica de dirección que provee los medios para la conservación de los elementos físicos de una empresa, en condiciones de operar con una máxima eficiencia, seguridad, economía y con una afectación mínima al medio ambiente, el mantenimiento preventivo se ha diseñado con la idea de prever y anticiparse a las fallas de las máquinas y equipos, utilizando para ello una serie de tareas sobre los distintos sistemas.

Keith Mobley (2010), Los análisis realizados por varias organizaciones industriales, comerciales y profesionales señalan de manera concluyente que el mantenimiento es la fuente principal para mejorar al menos 20% de las pérdidas de la disponibilidad, sin la práctica de mantenimiento no lograríamos aumentar disponibilidad

Costos del mantenimiento preventivo.

Antes de iniciar el programa de mantenimiento preventivo será necesario que tenga una idea completa de cuál será su costo, ya que hay un número de requerimientos a considerar. A continuación le señalamos algunos de estos costos, al inicio Siempre existen costos asociados con el arranque de cualquier programa, en el inicio de su programa de mantenimiento preventivo necesitará un costo inicial para su desarrollo inicial.

**Gráfica 1:
Costos- Mantenimiento**



Fuente: Estructuras del KAFEE

Colaboradores del mantenimiento preventivo.

Programado a tiempo fijo.- Las operaciones de mantenimiento se pueden realizar en intervalos de tiempo regulares, determinado por el número de horas, ciclos y días de operación.

Programado a tiempo variable.- Los trabajos de mantención se coordinan principalmente con el departamento de producción, motivo por el cual no se puede establecer una fecha fija.

Ventajas del mantenimiento preventivo.

- Confiabilidad, los equipos operan en mejores condiciones de seguridad, ya que se conoce su estado y condiciones de funcionamiento.
- Disminución del tiempo muerto, tiempo de parada de equipos y máquinas.
- Mayor duración de los equipos.
- Disminución de permanencia de repuestos en bodegas, por lo tanto disminución de costos.
- Uniformidad en la carga de trabajo para el personal de mantenimiento debido a una programación de actividades.
- Menor costo de las reparaciones.

Desventajas del mantenimiento preventivo.

- Cambios innecesarios.
- Problemas iniciales de operación.
- Costo en inventario
- Mano de obra.
- Mantenimiento no efectuado.

• Mantenimiento predictivo.

Sondalini Mike. (2015), Es una técnica para pronosticar el punto futuro de falla de un componente de una máquina de tal forma que dicho componente pueda reemplazarse antes de que falle, así el tiempo muerto del equipo se minimiza y el tiempo de vida del componente se maximiza.

Ventajas del mantenimiento predictivo.

- Minimizar los tiempos y costos de parada de un equipo.
- Reduce las tareas de carácter correctivo.
- Reduce los cambios innecesarios de partes.
- Permite tener un control exacto de lo que sucede con los equipos productivos.
- Permite adelantarse a la aparición de una falla mucho antes que suceda si se aplica correctamente.

Desventajas del mantenimiento predictivo.

- Requiere de técnicos con conocimientos avanzados, como análisis de vibraciones, análisis de lubricantes, ultrasonido, termografía infrarroja y análisis de corriente eléctrica.
- Requiere de disponer de equipos y tecnología de análisis o de contratar servicios profesionales en determinadas áreas de investigación.

**Cuadro 1:
Comparación de costos de 3 tipos de mantenimiento**

Costos	Correctivo	Preventivo	Predictivo
Para implementar	Bajo	Mediano	Altos
Improductivos	Altos	Mediano	Muy bajos
Tiempo de parada	Altos e indefinidos	Predefinidos	Mínimos
Asociado la existencia de repuestos	Alto consumo e indefinidos	Alto consumo y definidos	Consumo mínimo

Fuente: www.fing.uncu.edu.ar/catedras/planeamiento

- **Mantenimiento basado en confiabilidad (RCM).**

Este puede ser definido como una estrategia de mantenibilidad global de un sistema usando métodos de análisis estructurado que permite asegurar la fiabilidad inherente a tal sistema.

Ventajas del RCM.

- Asegura y aumenta la eficiencia del equipo en materia de seguridad de funcionamiento.
- Mejora la calidad del producto y el cumplimiento de normas de seguridad y medio ambiente.
- Mejora la comunicación entre el personal de mantenimiento y operación.
- Disminuye los costos directos e indirectos relacionados con el mantenimiento.
- Optimiza las actividades de carácter preventivo.

Desventajas del RCM.

- Su implementación requiere de una planificación extensiva.
- Requiere de un involucramiento de todos los actores de la organización.
- Necesita mayores recursos y tiempo de preparación para su posterior ejecución.

- **Mantenimiento proactivo.**

De acuerdo con Kardek, A. Nascif, J. (2002), se enfoca a eliminar o disminuir las consecuencias de las fallas y a extender la vida útil de las máquinas, buscando eliminar o minimizar la causa de la falla.

Ventajas del mantenimiento proactivo.

- Engloba un conjunto de tareas del mantenimiento preventivo y predictivo.
- Disminuye las acciones del mantenimiento correctivo.
- Alarga su ciclo de funcionamiento.
- Obtiene mejores eficiencias en los procesos.
- Reduce los gastos de mantenimiento.
- Aumenta la disponibilidad y confiabilidad de los equipos incrementando los ingresos.

- **Mantenimiento productivo total (TPM).**

El TPM, se puede definir como un programa para mejorar la efectividad global de los equipos, con la participación activa de los operadores y de todo el personal de la organización. El TPM, trata de eliminar totalmente las Pérdidas, esto implica cero fallas, cero defectos de calidad y cero accidentes.

Ventajas del TPM.

- Se logra que cada operador sea responsable de su máquina.
- Realice tareas de mantenimiento básicas tales como: limpiar, lubricar, inspeccionar.
- Permite formar pequeños grupos de trabajo para discutir problemas de mantención.
- Cubre todos los departamentos involucrados.

Desventajas del TPM.

- El proceso de implementación es sumamente costoso.
- Requiere que el personal de toda la organización asuma sus funciones y compromiso dentro del TPM.

Plan de mantenimiento

Para Pinto, A. K. (2012), es un documento que contiene las directrices y políticas, contiene metas, estrategias a seguir en el tiempo y espacio, de un conjunto de actividades destinadas a realizar el mantenimiento, reflejan las tareas de mantenimiento que se realizarán en forma periódica con el propósito de evitar fallas en los equipos o máquinas.

Mantenibilidad

Para Pinto, A. K. (2012), la mantenibilidad es un parámetro estadístico que se define como la probabilidad que tiene un ítem en estado de falla, de ser diagnosticado y Reparado con éxito en un tiempo "t", y en el contexto de

operación establecido. Por ello debe tenerse en cuenta para programar rutinas definidas en los planes de mantenimiento preventivo.

Si la mantenibilidad se asocia más al mantenimiento correctivo se le podría llamar reparabilidad que podría determinarse por:

$$MTTR = \frac{(1 - D_0) \times MTTF}{D_0} \dots\dots (1)$$

Donde:

MTTR: Tiempo medio de reparación

MTTF: Tiempo medio hasta el fallo

D_0 : Disponibilidad

El tiempo medio de reparación (TMPR) depende en general de:

- ✓ La capacitación profesional de quien hace la intervención
- ✓ De las características de la organización y la planificación del mantenimiento

Disponibilidad

(Gualoto Fausto, 2014) La disponibilidad se expresa como el porcentaje de tiempo en que el sistema está listo para operar o producir, esto en sistemas que operan continuamente, en la fase de diseño de equipos o sistemas, se debe buscar el equilibrio entre la disponibilidad y el costo.

Matemáticamente se obtiene mediante la expresión:

$$D_0 = \frac{T_{OPERATIVO}}{T_{PROGRAMADO}} \dots\dots (2)$$

$$T_{OPERACION} = T_{PROGRAMADO} - T_{FALLAS} - T_{REPARACION} \dots \dots \dots (3)$$

Tiempo medio entre fallas (MTBF)

Es el tiempo medio entre cada ocurrencia de una parada específica por fallo o avería de un proceso.

$$MTBF = \frac{\text{numero de equipos } \times \text{ tiempo operativo}}{\text{numero de fallas}} \dots \dots \dots (4)$$

Intervalos de número de fallas (FFI)

$$FFI = 2 (100 - D_o) \% \times MTBF \dots \dots \dots (5)$$

Criterios para optar por el mantenimiento preventivo

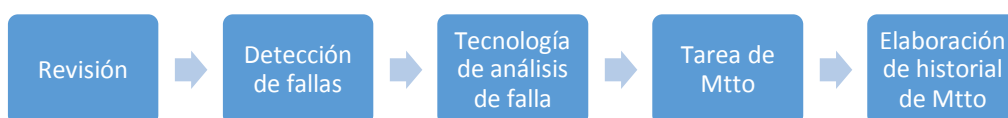
De acuerdo con **Gualoto Fausto (2014)**, las razones fundamentales para optar por el plan mantenimiento preventivo para los equipos y máquinas del laboratorio de mecánica de fluidos y máquinas térmicas de la FIME-UNAC lo describimos a continuación:

- 1) Incrementa la disponibilidad de equipos y máquinas Obviamente, si tiene muchas fallas que atender menos tiempo puede dedicarle al mantenimiento programado y estará utilizando un mantenimiento reactivo mucho más caro por ser un mantenimiento de "apaga fuegos"
- 2) Incrementa la vida de los equipos e instalaciones. Si tiene buen cuidado con los equipos puede ayudar a incrementar su vida. Sin embargo,

requiere de involucrar a todos en la idea de la prioridad ineludible de realizar y cumplir fielmente con el programa.

- 3) Mejora la utilización de los recursos. Cuando los trabajos se realizan con calidad y el programa se cumple fielmente. El mantenimiento preventivo incrementa la utilización de maquinaria, equipo e instalaciones, esto tiene una relación directa con: El programa de mantenimiento preventivo que se hace. Lo que se puede hacer, y como debe hacerse.
- 4) Reduce los niveles del inventario. Al tener un mantenimiento planeado puede reducir los niveles de existencias del almacén.
- 5) Un sol ahorrado en mantenimiento son muchos soles de utilidad para la compañía. Cuando los equipos trabajan más eficientemente el valor del ahorro es muy significativo. Beneficios del mantenimiento preventivo. Necesitará proyectar los beneficios del mantenimiento preventivo, muchos pesos de utilidad para la compañía. Cuando los equipos trabajan más eficientemente el valor del ahorro es muy significativo.

Figura 3:
Diagrama de secuencia de mantenimiento preventivo



Fuente: Elaboración propia

En el desarrollo de la primera actividad que consiste en la recolección de información se presenciaron varias inconveniencias como:

El laboratorio de Mecánica de fluidos y Máquinas térmicas de la FIME-UNAC, que brinda un servicio académico no cuentan con la aplicación de la metodología de mantenimiento preventivo a los equipos, por lo que no existe un plan de mantenimiento, no llevan un registro ordenado de intervenciones de mantenimiento a los equipos y en orden cronológico de las tareas pertenecientes a un historial de mantenimiento de cada equipo. Además, no se cuenta con la fecha de adquisición de los equipos por lo que se estima un año de instalación de acuerdo con la noción de la persona encargada del laboratorio.

El desarrollo de la actividad de generar el plan de mantenimiento preventivo para los equipos de la Facultad se limita debido a la inexistencia de antecedentes anteriormente mencionados, además no se cuenta con la contratación de personal técnico capacitado para la ejecución de tareas de mantenimiento, la Facultad no cuenta con un almacén de insumos o repuestos necesarios para cualquier intervención de mantenimiento a los equipos, lo que dificulta la planeación y ejecución de las intervenciones.

2.3 CONCEPTUAL

Mantenimiento: En el laboratorio de Mecánica de fluidos y Máquinas Térmicas, el mantenimiento se percibe como un conjunto de acciones de revisión y reparación de los equipos o máquinas necesarias para asegurar el buen estado de conservación de manera que se brinde un servicio de buena calidad.

El mantenimiento preventivo se diseñó con la idea de prever y anticiparse a los fallos de las máquinas y equipos, utilizando para ello una serie de datos sobre los distintos sistemas y sub-sistemas e inclusive partes. Bajo esa premisa se diseña el programa con frecuencias calendario o uso del equipo, para realizar cambios de sub-ensambles, cambio de partes, reparaciones, ajustes, cambios de aceite y lubricantes, etc., a maquinaria, equipos e instalaciones y que se considera importante realizar para evitar fallos.

El Mantenimiento Preventivo es el conjunto de acciones necesarias para conservar un equipo en buen estado independientemente de la aparición de las fallas.

Este tipo de mantenimiento busca garantizar que las condiciones normales de operación de un equipo o sistema sean respetadas es decir que el equipo esté libre de polvo, sus lubricantes conserven sus características y sus elementos consumibles tales como filtros, mangueras, correas etc. Sean sustituidas dentro de su vida útil.

El Mantenimiento Preventivo prevé fallas a través de sus cuatro áreas básicas.

a) Limpieza: las máquinas limpias son más fáciles de mantener operan mejor y reducen la contaminación. La limpieza constituye la actividad más sencilla y eficaz para reducir desgastes, deterioros y roturas.

b) Inspección: se realizan para verificar el funcionamiento seguro, eficiente y económico de la maquinaria y equipo. EL personal de mantenimiento deberá reconocer la importancia de una inspección

objetiva para determinar las condiciones del equipo. Con las informaciones obtenidas por medio de las inspecciones, se toman las decisiones a fin de llevar a cabo el mantenimiento adecuado y oportuno.

- c) **Lubricación:** Un lubricante es toda sustancia que al ser introducida entre dos partes móviles, reduce el frotamiento, calentamiento y desgaste, debido a la formación de una capa resbalante entre ellas, la lubricación es la acción realizada por el lubricante
- d) **Ajuste:** Es una consecuencia directa de la inspección; ya que es a través de ellas que se detectan las condiciones inadecuadas de los equipos y maquinarias, evitándose así posibles fallas.

Según García (2009), el mantenimiento preventivo es el cumplimiento de tareas de inspección o de servicio que han sido planeadas para mantener las capacidades funcionales del equipo operativo y de los sistemas en un tipo específico. Se debe buscar que el programa sea económicamente rentable, por esta razón el mantenimiento preventivo debe estar apoyado del mantenimiento predictivo para encontrar el punto óptimo en el tiempo, también se debe tener en cuenta que en el inicio de la aplicación puede generar sobre costos ya que no se ha hecho un seguimiento rutinario pero se espera que disminuyan de manera notable. (GARCÍA, 2009)

Principios básicos del mantenimiento

- a) Se debe contar con un personal especializado con funciones específicas para el mantenimiento de las máquinas y equipos del laboratorio.

- b) Se debe contar con la información técnica completa en relación con los trabajos de mantenimiento de cada máquina o equipo.
- c) Orden y control de los equipos y máquinas para la atender las reparaciones.
- d) Respeto a la programación técnica de mantenimiento.

Mantenimiento preventivo

El concepto técnico de dicho mantenimiento es la inspección y la reparación antes que se produzca el fallo, es decir aplicar el sistema de trabajo antes que la máquina pare por averías para asegurar la continuidad de funcionamiento, él mantenimiento preventivo es importante por las siguientes razones:

- a) nos proporciona alta disponibilidad operativa y buen nivel de seguridad.
- b) Reducción sustantivo del desgaste o deterioro de los equipos y máquinas preservando el capital invertido en dichos activos.
- c) Nos proporciona un ahorro significativo teniendo en cuenta los aspectos mencionados anteriormente.

Inventario de equipos

Es un registro que contiene una lista de todos los equipos previamente codificados que permite identificar con prontitud para aplicar alguna gestión técnica.

Dossier de mantenimiento

Llamado también dossier técnico, es un documento que contiene toda la información que permite conocer exhaustivamente los equipos o máquinas, en cuanto al histórico de las intervenciones entre otros tenemos.

Registro

Documento de información que contiene los hechos de ocurrencia que sirve para comprobar o acreditar algo dado que está escrito, juega un papel importante y predominante ya que contiene información de los sucesos en los equipos en forma escrita, dentro de estos documentos se tienen:

- ✓ Registros de fallas
- ✓ Inventarios de repuestos
- ✓ Solicitud de mantenimiento y herramientas
- ✓ Ordenes de trabajo y otros para la aplicación del mantenimiento.

Ficha Técnica

Es un documento que contiene la descripción de las características de un equipo o máquina de manera detallada como: nombre, características físicas.

Plan de mantenimiento

Para **Gómez de León F. (1998)**. Es un documento que contiene todas las tareas de mantenimiento a realizarse en los equipos y máquinas, comprende todas las funciones con la preparación del orden de trabajo, lista de materiales, la adquisición de compras de repuesto, los estándares de tiempo y todos los necesarios para concretar las tareas de mantenimiento.

Los planes con una programación confiable deben considerar los siguientes aspectos:

-Una clasificación de prioridades de trabajos que refleje la urgencia y el grado crítico del trabajo

-Que todos los materiales necesarios para el orden de trabajo están en la planta, sino no debe programarse la orden de trabajo.

Disponibilidad.

La disponibilidad es el tiempo real que la maquina o equipo es capaz de producir como un porcentaje del tiempo total de producción planificado, el mantenimiento tiene un papel importante en la funciones de rendimiento, capacidad de producción, calidad del producto, y rentabilidad.

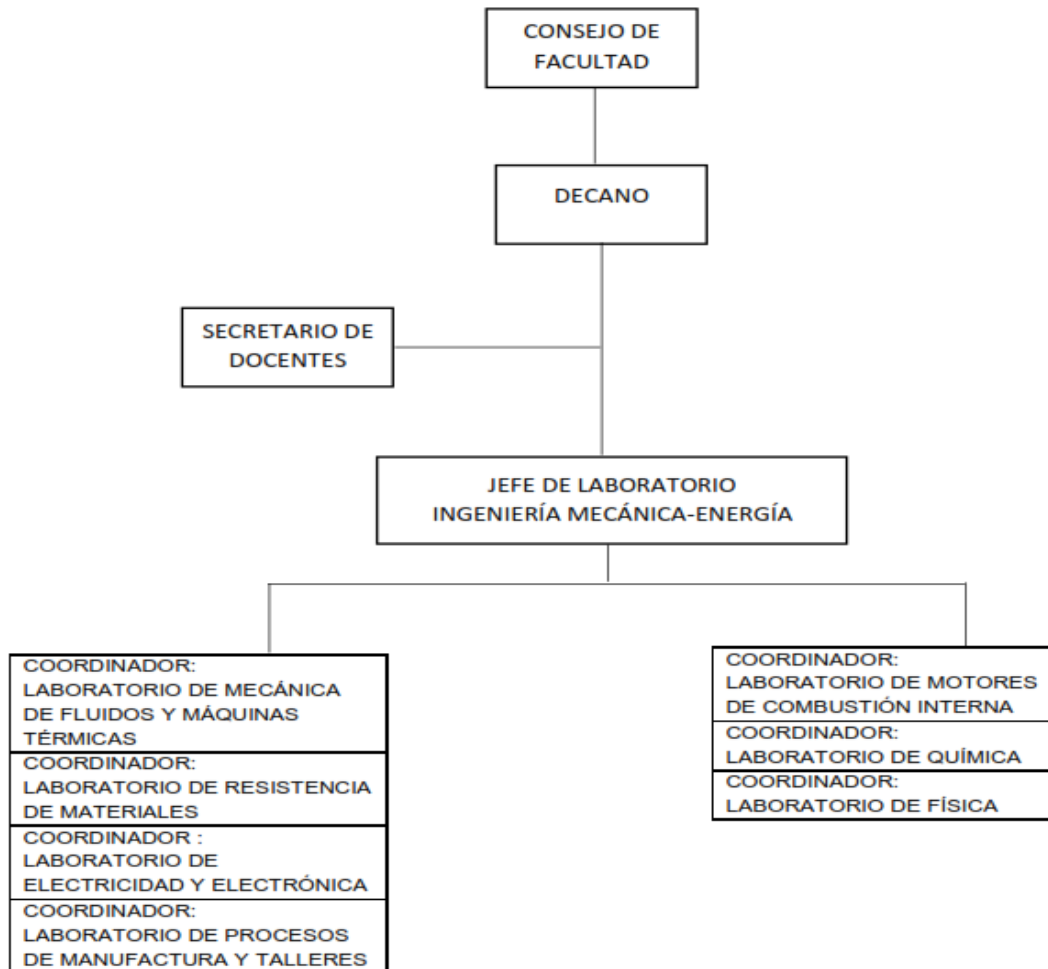
Es la probabilidad de que una máquina o equipo esté en su estado normal para realizar su trabajo, se puede obtener mediante las siguientes expresiones:

Reseña histórica del laboratorio de Mecánica de Fluidos y Máquinas Térmicas.

La Universidad Nacional del Callao, institución que brinda formación científica y tecnológica a la comunidad de jóvenes peruanos, cuenta con una diversidad de facultades profesionales dentro del cual se encuentra ubicada la facultad de Ingeniería mecánica y Energía.

El Laboratorio de Mecánica de Fluidos y Máquinas Térmicas, cuyo funcionamiento data del año 1985, teniendo como Decano al ing. Daniel Salcedo y como jefe de laboratorio el Ing. Eliseo Paez Apolinario.

Figura 4:
Organigrama: Facultad De Ingeniería Mecánica – Energía



Fuente: Facultad de ingeniería Mecánica y de Energía

FODA: Es una matriz donde se realiza un diagnóstico sobre la situación del objeto en estudio, tiene fundamentalmente dos características internas y dos características externas.

Características internas

Fortaleza (F): corresponde al análisis interno que pueden interferir en el logro de los objetivos de una actividad dedicado a la producción o al

servicio, para establecer las fortalezas se tendrá en cuenta las siguientes preguntas:

¿Con que talento cuento en la actualidad?

¿Cuál es el nivel académico y las habilidades personales del equipo de trabajo?

¿Qué es lo que mi servicio ofrece respecto a otras similares?

¿El recurso humano de la institución cuenta con personas comprometidas con la visión a futuro?

Debilidad (D): Son limitaciones internas que pueden inferir con la capacidad de servicio para lograr sus objetivos, generalmente estas debilidades se dan por causas como falta de experiencia, falta de capital de trabajo o desconocimiento del mercado.

Oportunidades(O): Son factores externos muy valiosos que podrían facilitar a la institución superar los obstáculos encontrados para lograr el objetivo planteado, aquí cabe considerar las preguntas como:

¿Cómo está el mercado en el la institución considerada quiere desarrollarse?

¿Cuáles son los productos o servicios con tendencia en el área de la institución?

Amenazas(A): Son factores externos actuales y emergentes que pueden dificultar la continuidad de un buen rendimiento de la institución, para plantear una amenaza cabe preguntarse:

¿Qué hacen los competidores mejor que tu institución

Cuadro 2:
ANÁLISIS FODA

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<ol style="list-style-type: none"> 1. Se cuenta con docentes con experiencia en el manejo de equipos y máquinas en el laboratorio. 2. Programación horaria definida 3. Se cuenta con herramientas básicas para realizar el mantenimiento preventivo. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Implementación de nuevas tecnologías en convenio con el gobierno Regional 2. Las autoridades de la UNAC estarían dispuestos a considerar un presupuesto para el mantenimiento preventivo 3. Se puede aprovechar los conocimientos de los egresados de la maestría para elaborar el plan de mantenimiento de los equipos y máquinas.
DEBILIDADES	AMENAZAS
<ol style="list-style-type: none"> 1. No se cuenta con técnico especializado para el mantenimiento de equipos y máquinas. 2. No se cuenta con un plan de mantenimiento. 3. Equipos y máquinas con baja disponibilidad 	<ol style="list-style-type: none"> 1. La universidad no tiene en el presupuesto un recurso económico para realizar el mantenimiento preventivo. 2. Los egresados en el mercado laboral no serán competentes.

Fuente: elaboración propia

Análisis de criticidad

Es una metodología que nos permite jerarquizar sistemas, máquinas o equipos, en función de ciertos parámetros considerados para obtener su impacto global, con el fin de facilitar la toma de decisiones de subdividir de manera que puede ser controlable en las tareas de mantenimiento,

teniendo también en cuenta los recursos económicos para el mantenimiento de equipos y máquinas, teniendo que priorizar los más críticos.

Niveles de importancia y criticidad

a) Equipos críticos

Son aquellos equipos y máquinas cuya parada o mal funcionamiento afecta significativamente

b) Equipos importantes

Son aquellos equipos y máquinas cuya parada, avería o mal funcionamiento afectan pero las consecuencias son asumibles

c) Equipos prescindibles

Son aquellos con una incidencia escasa en los resultados

Criterios para clasificar a los equipos y máquinas

1. **Producción:** Cuando valoramos la influencia que un equipo o máquina tiene en horas de servicio, o sea, cómo afecta un posible fallo a las horas de servicio.
2. **Calidad:** El equipo o máquina puede tener una influencia decisiva en la calidad de la experiencia realizada.
3. **Mantenimiento:** El equipo o máquina puede ser muy problemático, con averías caras y frecuentes, con un costo medio en mantenimiento o muy bajo costo.

4. **Seguridad y medio ambiente:** Un fallo en el equipo o máquina puede suponer un accidente muy grande, bien para el medio o para las personas.

Cuadro 3:

Propuesta para valorar la criticidad de un equipo.

Tipo de equipo	Seguridad y medio ambiente	Producción	Calidad	Mantenimiento
A Critico	puede originar accidente muy grave	su parada afecta el plan de producción	Es clave para la calidad del producto	Alto costo de reparación en caso de avería
	Necesita revisiones frecuentes			Averías muy frecuentes
	Ha producido accidentes en el pasado		Es el causante de un alto porcentaje de rechazo	Consume una parte de los recursos de mantenimiento
B Importante	Necesita revisiones periódicas	Afecta a la producción, pero es recuperable	Afecta a la calidad, pero habitualmente no es problemático	Costo medio de mantenimiento
C Prescindible	poca influencia en seguridad	Poca influencia en producción	No afecta a la calidad	Bajo costo de mantenimiento

Fuente: García (2003) Organización y gestión integral de mantenimiento

1. Bomba calorimétrica de Junker

De acuerdo a las condiciones de valoración, los aspectos para este equipo son:

Seguridad: Necesita revisiones periódicas (anual)

Producción: Afecta la producción, pero es recuperable

Calidad: Afecta la calidad, pero habitualmente no es problemático

Mantenimiento: Coste medio de mantenimiento

Por lo tanto, la Bomba calorimétrica de junker corresponde al tipo (B) importante

2. Banco hidráulico

De acuerdo a las condiciones de valoración, los aspectos para este equipo son:

Seguridad: Necesita revisiones periódicas (anual)

Producción: Afecta la producción, pero es recuperable

Calidad: Afecta la calidad, pero habitualmente no es problemático

Mantenimiento: Coste medio de mantenimiento

Por lo tanto, el Banco hidráulico corresponde al tipo (B) importante

3. Banco de manómetro de Peso Muerto

De acuerdo a las condiciones de valoración, los aspectos para este equipo son:

Seguridad: Necesita revisiones periódicas (anual)

Producción: Afecta la producción, pero es recuperable

Calidad: Afecta la calidad, pero habitualmente no es problemático

Mantenimiento: Coste medio de mantenimiento

Por lo tanto, el Banco de manómetro de peso muerto corresponde al tipo (B) importante

4. Intercambiador de calor

De acuerdo a las condiciones de valoración, los aspectos para este equipo son:

Seguridad: Necesita revisiones periódicas, frecuentes (mensuales)

Producción: su parada afecta el plan de producción

Calidad: es clave para la calidad del producto

Mantenimiento: averías muy frecuentes

Por lo tanto, el Intercambiador de calor corresponde al tipo(A) crítico

5. Viscosímetro de Engler

De acuerdo a las condiciones de valoración, los aspectos para este equipo son:

Seguridad: necesita revisiones periódicas (anualmente)

Producción: Afecta a la producción, pero es recuperable

Calidad: afecta a la calidad, pero habitualmente no es problemático

Mantenimiento: Coste medio en mantenimiento

Por lo tanto, el Banco de manómetro de peso muerto corresponde al tipo (B) importante

6. Bomba centrífuga

De acuerdo a las condiciones de valoración, los aspectos para este equipo son:

Seguridad: Necesita revisiones periódicas, frecuentes (mensuales)

Producción: su parada afecta el plan de producción

Calidad: es clave para la calidad del producto

Mantenimiento: averías muy frecuentes

Por lo tanto, la bomba centrífuga corresponde al tipo (A) crítico

7. Ventilador centrífugo

De acuerdo a las condiciones de valoración, los aspectos para este equipo son:

Seguridad: necesita revisiones periódicas (anualmente)

Producción: Afecta a la producción, pero es recuperable

Calidad: afecta a la calidad, pero habitualmente no es problemático

Mantenimiento: Coste medio en mantenimiento

Por lo tanto, el Ventilador centrifugo corresponde al tipo (B) importante

8. Caldera

De acuerdo a las condiciones de valoración, los aspectos para este equipo son:

Seguridad: Necesita revisiones periódicas, frecuentes (mensuales)

Producción: su parada afecta el plan de producción

Calidad: es clave para la calidad del producto

Mantenimiento: averías muy frecuentes

Por lo tanto, la Caldera corresponde al tipo (A) crítico.

Luego del análisis de criticidad para cada equipo y máquina, se logra un ordenamiento como sigue:

Cuadro 4:

Jerarquía de máquinas y equipos

Equipo y máquina	Tipo	Grado de jerarquía
Caldera	A	Critico
Bomba centrifuga	A	Critico
Intercambiador de calor	A	Critico
Banco hidráulico	B	Importante
Ventilador centrifugo	B	Importante
Bomba calorimétrica de junker	B	Importante
Viscosímetro de engler.	B	Importante
Banco de manómetro de peso muerto	B	Importante

Fuente: Elaboración propia

Teoría de seguridad para toda actividad

Quinde Rangel, Ronald Leonardo, (2013). Lo primero que hay que tener en cuenta, es que todos estamos expuestos a Peligros y Riesgos en cada una de las actividades que desarrollamos, y no solamente en el trabajo, pues en nuestro diario quehacer, estamos expuestos continuamente a peligros y riesgos.

Peligro: Situación o característica intrínseca de algo capaz de ocasionar daños a las personas, equipos, procesos y ambiente.

Riesgo: Probabilidad de que un peligro se materialice en determinadas condiciones y genere daños a las personas, equipo y al ambiente.

Tipos de riesgos

Riesgos Físicos: Son los agentes y/o factores físicos presentes en el entorno de trabajo, tales como: Ruido, Vibración, iluminación no adecuada, temperaturas extremas, humedad, ventilación, radiaciones no ionizantes e ionizantes, etc.

Riesgos Químicos: Aquellos cuyo origen está en la presencia y manipulación de agentes químicos. Tienen diferentes características que los hacen peligrosos: inflamables, tóxicos, corrosivos, irritantes, etc. Ejemplos: fungicidas, combustibles, herbicidas, etc.

Riesgos Mecánicos: Presencia de máquinas, equipos, útiles, herramientas, con potencial de producir lesiones tales como: cortes, quemaduras, atrapamientos, golpes, caerse, etc. Ejemplos: montacargas, motores sin guardas, grúas, molinos, etc.

Riesgos Biológicos: Son los que se originan por la manipulación o la exposición de los agentes biológicos como hongos, bacterias, virus, etc. Ejemplos: Laboratorios, hospitales, recolección de residuos, etc.

Riesgos Psicosociales: Es todo aquello que se produce por la interrelación del elemento humano: exceso o sobrecarga de trabajo, un clima laboral o social negativo, etc. pudiendo provocar un problema de estrés, fatiga, cansancio, depresión, etc.

Riesgos Ergonómicos: Producidos por exposición a exceso de carga, posturas forzadas o inadecuadas, trabajos repetitivos, etc. Generan problemas musculo esqueléticos, fatigas musculares, tendinitis, etc.

Identificación de peligros y evaluación de riesgos (IPER)

De acuerdo a las disposiciones legales vigentes (R.M. 050-2013-TR), “la identificación de riesgos es la acción de observar, identificar, analizar los peligros o factores de riesgo relacionados con los aspectos del trabajo, ambiente de trabajo, estructura e instalaciones, equipos de trabajo como la maquinaria y herramientas, así como los riesgos químicos, físicos, biológico y di ergonómicos presentes en la organización respectivamente.

La evaluación deberá realizarse considerando la información sobre la organización, las características y complejidad del trabajo, los materiales utilizados, los equipos existentes y el estado de salud de los trabajadores,

Valorando los riesgos existentes en función de criterios objetivos que brinden confianza sobre los resultados a alcanzar.

Una persona “muy temerosa” considerará que esa actividad es de mucho riesgo. De ahí que el IPER brinda las herramientas y criterios de evaluación generales.

El IPER se desarrolla usando una matriz como la que se adjunta. Su uso y aplicación es mundial. Esto se efectúa con el ánimo de evaluar neutralmente y con criterios mundialmente estándares, si un riesgo es “muy alto” o “muy bajo”, denominándose correctamente como un riesgo “significativo” (SI) o “no significativo” (NO).

En la matriz se indican dos partes: Una que es la identificación de peligros y riesgos, y la otra que es la de evaluar dichos riesgos. Esta matriz presenta una tabla en la que hay que indicar índices acordes con los criterios base planteada en la leyenda debajo indicada. Ejemplo: en la matriz hay una columna indicada como Número de personas expuestas (en una actividad identificada). Si en esa actividad hay cinco personas, corresponderá un índice 2. Si sólo hubiese habido una persona, correspondería un índice 1

Figura 5:
Probabilidad de riesgos

INDICE	PROBABILIDAD				SEVERIDAD (Consecuencia)	ESTIMACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO	
	PERSONAS EXPUESTAS	PROCEDIMIENTOS EXISTENTES	CAPACITACIÓN	EXPOSICIÓN AL RIESGO		GRADO DE RIESGO	PUNTAJE
1	De 1 a 3	Existen son satisfactorios y suficientes	Personal entrenado, conoce el peligro y lo previene	Al menos una vez al año (S)	Lesión sin incapacidad (S)	Trivial (T)	4
				Esporádicamente (SO)	Disconfort / Incomodidad (SO)		
2	De 4 a 12	Existen parcialmente y no son satisfactorios o satisfactorios	Personal parcialmente entrenado, conoce el peligro pero no toma acciones de control	Al menos una vez al mes (S)	Lesión con incapacidad temporal (S)	Moderado (M)	De 9 a 16
				Eventualmente (S)	Daño a la salud reversible		
3	Mas de 12	No existen	Personal no entrenado, no conoce el peligro, no toma acciones de control	Al menos una vez al día (S)	Lesión con incapacidad permanente (S)	Intolerable (TI)	De 25 a 36
				Permanentemente (SO)	Daño a la salud irreversible		

Fuente: García (2003) Organización y gestión integral de mantenimiento

La evaluación del grado de riesgo arrojará un resultado que determinará un valor final y que se interpretará de la siguiente manera:

1. un resultado clasificado como trivial, tolerable o moderado, serán considerados como riesgos no significativos.
2. un resultado clasificado como importante e intolerable, serán considerados como riesgos significativos

Estos grados de riesgo podrán ser minimizados, aplicando una serie de medidas de control, entre las cuales podemos mencionar las siguientes:

Mapa de riesgos: Siguiendo con la definición propuesta por la normativa legal vigente, el Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo (R.M. N° 050-2013-TR), la Mapa de riesgos es un plano de las condiciones de trabajo, que puede emplear diversas técnicas y localizar los problemas y las acciones de promoción y protección de la salud de los trabajadores en

la organización del empleador y los servicios que presta. Es una herramienta participativa y necesaria para llevar a cabo las actividades de localizar, controlar, dar seguimiento y representar en forma gráfica, los agentes generadores de riesgos que ocasionan accidentes, incidentes peligrosos, otros incidentes y enfermedades ocupacionales en el trabajo. Sirve para Facilitar el análisis colectivo de las condiciones de trabajo y Como apoyo a las acciones recomendadas para el seguimiento, control y vigilancia de los factores de riesgo. Lo elaboramos haciendo un plano sencillo de las instalaciones de la empresa, entidad pública o privada ubicando los puestos de trabajo, maquinarias o equipos existentes que generan alto riesgo y Asignarle un símbolo que represente el tipo de riesgo, también asignar un símbolo para adoptar las medidas de protección a utilizarse.

Para el uso de señales, puede usarse la simbología de la Norma Técnica Peruana NTP 399.010 – 1 Señales de Seguridad, se indican a continuación, señales de ADVERTENCIA y OBLIGATORIEDAD con los colores y formas característicos: Algunos ejemplos de esas señales

**Figura 6:
Estimación de riesgos**

ANTECEDENTES

ISO 3461-1:1988, General principles for the creation of graphical symbols.
ISO 3864:2002, Safety colours and safety signs.

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
ATENCIÓN RIESGO ELÉCTRICO O PELIGRO DE MUERTE ALTO VOLTAJE		
RIESGO DE DESCARGAS ELÉCTRICAS		
SUSTANCIA O MATERIAS TÓXICAS O PELIGRO DE MUERTE		
SUSTANCIAS O MATERIAS INFLAMABLES O PELIGRO INFLAMABLE		

Fuente: Norma Técnica Peruana NTP 399.010

En los últimos años, el Estado peruano ha emitido importantes normas para orientar la implementación, desarrollo y gestión de la calidad en el país, como son la Política Nacional para la Calidad aprobada mediante el Decreto Supremo N° 046-2014-PCM, y el Sistema Nacional para la Calidad aprobada mediante Ley N° 30224 (del cual su ente rector es el Instituto Nacional de Calidad – INACAL)

En estos tiempos, la necesidad de mejorar la información sobre la calidad de los bienes y servicios viene cobrando aún más relevancia en la sociedad, toda vez que se percibe a ésta como sinónimo de seguridad y garantía de que estos sean aptos para el consumo humano y que no causen daños al medio ambiente. En general, la mejora de la calidad, es un tema transversal que involucra a diferentes actores de la economía, desde: las empresas que reciben exigencia de calidad para mantenerse competitivos; el Estado, en su doble rol de promoción de la competitividad y de protección del consumidor; y, los ciudadanos que deben tener la mayor información posible sobre las características y atributos de calidad de los bienes y servicios que se ofertan en el mercado.

Concordante con esto, en el año 2014, el Estado Peruano, aprueba la “Política Nacional para la Calidad”, crea el “Sistema Nacional para la Calidad” y el “Instituto Nacional de Calidad INACAL”, con el objetivo de contribuir a la mejora de la competitividad de la producción y comercialización de bienes y servicios que coadyuven a que las personas tengan una mejor calidad de vida y desarrollo sostenible.

Seguridad y Riesgos en el laboratorio de Mecánica de fluidos y Máquinas térmicas

Para garantizar la seguridad en el uso de laboratorios y talleres, es necesario establecer normas y criterios para el manejo adecuado de sustancias químicas y residuos producidos en transcurso de las actividades de enseñanza, investigación y extensión en los laboratorios y talleres de la Universidad Nacional del Callao.

El presente protocolo, lo establece lineamientos de seguridad cuya finalidad es la prevención de accidentes y enfermedades profesionales en las personas que acceden a los laboratorios y talleres donde se realicen prácticas de docencia, investigación y extensión.

Objetivos

Establecer los lineamientos para lograr un desempeño eficiente y seguro dentro del laboratorio, en el que cada persona comprende su responsabilidad al efectuar el trabajo en estas áreas procurando siempre la seguridad personal, de sus compañeros, de los equipos y preservación del medio ambiente.

Alcance

El presente protocolo de seguridad tiene alcance para su cumplimiento a todos los usuarios de los laboratorios y talleres de la Universidad Nacional del Callao en los cuales se desarrollan actividades de enseñanza, investigación y extensión.

- **Accidente laboral:** es todo suceso repentino que sobrevenga por causa o con ocasión de trabajo, y que produzca en el trabajador una lesión orgánica, una perturbación funcional, una invalidez o una muerte.

- **Acto inseguro:** comportamiento que podría dar paso, a la ocurrencia de un accidente.

- **Contenedor primario:** recipiente que entrega el proveedor con la sustancia química.

- **Almacenamiento:** es el depósito temporal de residuos o desechos peligrosos en un espacio físico definido y por un tiempo determinado con carácter previo a su aprovechamiento y/o valorización, tratamiento y/o disposición final.
- **Contenedor secundario:** recipiente donde se deposita y/o trasvasa una sustancia química.
- **Derrame:** fuga, descarga o emisión, producida por práctica o manipulación inadecuada de la sustancia peligrosa.
- **Disposición final:** es el proceso de aislar y confinar los residuos o desechos peligrosos, en especial los no aprovechables, en lugares especialmente seleccionados, diseñados y debidamente autorizados, para evitar la contaminación y los daños o riesgos a la salud humana y al ambiente.
- **Enfermedad:** condición física o mental adversas identificables, que surgen, empeoran o ambas, a causa de una actividad laboral, una situación relacionada con el trabajo o ambas.
- **Enfermedad profesional:** todo estado patológico que sobrevenga como consecuencia obligada de la clase de trabajo que desempeña el trabajador o del medio en el que se ha visto a trabajar, bien sea determinado por agentes físicos, químicos o biológicos.
- **Elementos de protección personal:** todo elemento fabricado para preservar el cuerpo humano, en todo o en parte, de riesgos específicos de accidentes del trabajo o enfermedades profesionales.

- **Evacuación:** es la acción de desalojar una unidad, servicio o lugar, en que se ha declarado una emergencia.
- **Extintor:** equipo con propiedades físicas o químicas diseñado para la extinción inmediata del fuego.
- **Factor de riesgo:** existencia de elementos, fenómenos, condiciones, circunstancias y acciones humanas, que pueden producir lesiones o daños.
- **Fuente de riesgo:** condición/ acción que genera el riesgo.
- **Higiene industrial:** conjunto de actividades destinadas a la identificación, evaluación y control de los factores de riesgo del ambiente de trabajo que pueden alterar la salud de los trabajadores, generando enfermedades profesionales.
- **Hoja de seguridad:** documento que describe los riesgos de un material peligroso y suministra información sobre cómo se puede manipular, usar y almacenar el material con seguridad.
- **Incompatibilidad:** es el proceso que sufre las mercancías peligrosas cuando puestas en contacto entre si puedan sufrir alteraciones de las características físicas o químicas originales de cualquiera de ellos con riesgo de provocar explosión, desprendimiento de llamas o calor, formación de compuestos, mezclas, vapores o gases peligrosos, entre otros.
- **Impacto ambiental:** cualquier cambio en el ambiente ya sea adverso o beneficioso, como resultado total o parcial de los aspectos ambientales de una organización.

- **Incendio:** fuego de grandes proporciones que provoca daño a las personas y a las instalaciones y al medio ambiente.
- **Neutralizar:** hacer que una sustancia química sea neutra, que pueda su carácter ácido o básico.
- **Peligro:** fuente, situación, o acto con una potencia de daño en término de lesión o enfermedad, o una combinación de éstas.
- **Prevención:** es el conjunto de acciones dirigidas a identificar, controlar y reducir los factores de riesgos biológicos, del ambiente y de la salud.
- **Productos químicos:** designa los elementos y compuestos químicos, y sus mezclas, ya sean naturales o sintéticos.
- **Reactivos:** son aquellos que por sí solos y condiciones naturales, al mezclarse o al entrar en contacto con otros elementos, compuestos, sustancias o residuos, generan gases, vapores, humos tóxicos, explosión o reaccionan térmicamente, colocando en riesgo la salud humana o el medio ambiente.
- **Residuos o desechos:** es cualquier objeto, material, sustancia, elemento o producto que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, cuyo generador descarta, rechaza o entrega porque sus propiedades no permiten usarlos nuevamente en la actividad que lo genero o porque la legislación o la normatividad vigente así lo estipula.
- **Residuos no peligrosos:** son aquellos residuos producidos por el generador con algunas de las siguientes características: infecciosas,

combustibles, inflamables, explosivos, reactivos, radioactivos, volátiles, corrosivos y/o tóxicos, que pueden causar daño a la salud humana y/o medioambiente. Así mismo se considera peligrosa los envases, empaques, y embalajes que hayan estado en contacto con ellas.

- **Riesgo:** combinación de posibilidad de la ocurrencia de un evento peligroso o exposición y la severidad de la lesión o enfermedad que pueden ser causados por el evento o la exposición.

- **Riesgos químicos:** es aquel riesgo susceptible de ser producido por una explosión no controlada a sustancias químicas, la cual puede producir efectos agudos y/o crónicos, así como la consecuente aparición de enfermedades.

- Trasvase: procedimiento de pasar un líquido de un recipiente a otro.

Elementos de protección personal:

Debido a la serie de actividades propias que se realizan en los laboratorios, se cuenta con una elevada exposición a múltiples factores de riesgo.

Los elementos de protección personal se deben colocar al ingresar al laboratorio antes de iniciar las actividades en esa área.

Se utilizará de acuerdo a la naturaleza del trabajo y riesgos específicos

a) Para el cuerpo:

- Guardapolvo, guantes y botas con planta de jebe.

Figura 7:
Protección para el cuerpo



Fuente: Norma Técnica Peruana NTP

b) Para las vías respiratorias

- **Mascarillas:** En caso de trabajar en ambientes con partículas de polvo

Figura 8
Protección contra el polvo



Fuente: Norma Técnica Peruana NTP

c) Para la vista:

- Lentes de policarbonato o careta facial

Figura 9:

Protección para la vista



Fuente: Norma Técnica Peruana NTP

d) Para los oídos

- En caso de ruidos producidos por equipos y/o campanas de extracción que sobrepasen los 85 decibeles, se deberá utilizar protectores auditivos tipo fono.

Figura 10:

Protectores para el oído.



Fuente: Norma Técnica Peruana NTP

2.4 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- 1) **Análisis de criticidad:** es una metodología que permite jerarquizar sistemas, instalaciones y equipos, en función de su impacto global, con el fin de facilitar la toma de decisiones. Para realizar un análisis de criticidad se debe: definir un alcance y propósito para el análisis, establecer los criterios de evaluación y seleccionar un método de evaluación para jerarquizar la selección de los sistemas objeto del análisis.
- 2) **Análisis:** comprobación de la existencia y consistencia de los requerimientos.
- 3) **Criticidad:** Es una herramienta efectiva para encontrar los elementos críticos, y para la toma de decisiones en priorizar la actividad de mantenimiento.
- 4) **Diagnóstico:** Es evaluar su situación y su desempeño de la máquina para luego dar a conocer las causas.
- 5) **Disponibilidad:** Situación de estar disponible para realizar la actividad de rutina.
- 6) **Equipo:** Conjunto de accesorios necesarios para realizar cierta actividad.
- 7) **Falla o avería:** Daño que impide el buen funcionamiento de la maquina o equipo.
- 8) **Gestión:** Conjunto de acciones que se realizan para administrar una empresa.

- 9) **Mantenibilidad:** Es la capacidad que tiene un activo o componente de ser mantenido o restaurado en un periodo de tiempo, a un estado donde sea capaz de realizar su función original nuevamente.
- 10) **Mantenimiento:** Es la acción para conservar un objeto en un buen estado para evitar su degradación.
- 11) **Máquina:** Conjunto de mecanismos dispuestos para producir, aprovechar o regular una energía motriz.
- 12) **Mejorar:** Pasar de un estado a otro, donde la máquina brinda un mayor desempeño.
- 13) **Norma Americana MIL-STD-721c:** dice son todas las acciones para conservar un objeto en un buen estado o restablecerlo a él.
- 14) **Norma francesa AFNOR NF X 60 -010:** Dice que el mantenimiento es un conjunto de acciones que permiten mantener o restablecer un activo para que pueda realizar una función determinada.
- 15) **Norma inglesa BS3811:** Dice que es la combinación de acciones técnicas y administrativas tendientes a conservar las máquinas o restablecerlo tal que pueda cumplir su función.
- 16) **Operatividad:** Es la cualidad que nos indica el buen funcionamiento de un equipo o máquina.
- 17) **Organización Europea de Mantenimiento:** Dice que es una función empresarial a la que se encomienda el control constante de las instalaciones así como la revisión constante y reparaciones para garantizar el funcionamiento regular y el buen estado de conservación de las máquinas en la instalación industrial.

- 18) **Paradas:** Es el tiempo donde las máquinas dejan de producir a fin de darle un tipo de mantenimiento.
- 19) **Plan:** Un plan es una intención o un proyecto. Se trata de un modelo sistemático que se elabora antes de realizar una acción, con el objetivo de dirigirla y encauzarla.
- 20) **Prevención:** Preparación que se hace con anticipación ante un riesgo de falla o avería de una máquina.
- 21) **Programa:** Conjunto de operaciones que se realiza para lograr un resultado.
- 22) **Propuesta:** Es un proyecto que se presenta a una autoridad para ver si procede su aprobación.
- 23) **Seguridad:** Asegurar las buenas condiciones en los equipos y el personal para garantizar el buen funcionamiento de la empresa.
- 24) **TMEF:** Tiempo medio entre fallas.
- 25) **TMPR:** Tiempo promedio que se demora en reparar el equipo cada vez que es intervenido.
- 26) **Vida útil:** Es el periodo que puede alcanzar la máquina o equipo, el cual realiza su función sin que ocurran fallas.

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1 HIPÓTESIS

3.1.1 Hipótesis general.

Si se proyecta un plan de mantenimiento para los equipos y máquinas del laboratorio de Mecánica de fluidos y Máquinas térmicas de la FIME-UNAC, se logrará una mayor disponibilidad

3.1.2. Hipótesis específicas:

- a) Si se obtuviera el historial y diagnóstico del estado actual de los equipos y máquinas del laboratorio de Mecánica de fluidos y máquinas térmicas de la FIME-UNAC lograremos tener mayor disponibilidad
- b) Si se determinara la operatividad de los equipos y máquinas del laboratorio de Mecánica de fluidos y Máquinas térmicas de la FIME-UNAC lograremos tener mayor disponibilidad
- c) Si se analizara la criticidad de los equipos y máquinas del laboratorio de Mecánica de fluidos y Máquinas térmicas de la FIME-UNAC, para jerarquizar los equipos.

3.2 Definición conceptual de las variables.

Plan de mantenimiento (V.I)

El plan de mantenimiento es un documento que contiene un conjunto de tareas o procesos a realizar en un periodo de tiempo para que una máquina o equipo cumpla sus funciones normales.

Disponibilidad (V.D)

Es la capacidad que posee un equipo o máquina para mantenerse en un estado normal que le permita ejercer sus funciones encomendadas de producción o servicio asignadas en un periodo de tiempo.

3.2.1 Operacionalización de las variables

Es un procedimiento que consiste en desglosar las variables a fin de llegar a niveles de concreción expresados en los indicadores, como se muestra en el cuadro siguiente:

Cuadro 5:
Operacionalización de variables

Variable	Dimensión	Indicadores
Independiente Plan de Mantenimiento	Historial y diagnostico	<ul style="list-style-type: none"> • Vida útil • Disponibilidad • Ficha técnica
	Operatividad de equipos y máquinas	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo programado • Frecuencia de parada • Frecuencia de fallas
	Análisis de criticidad	<ul style="list-style-type: none"> • Valoración de equipos y máquinas • Jerarquía de equipos y máquinas
Dependiente Disponibilidad de equipos y máquinas	Mantenibilidad	<ul style="list-style-type: none"> • tiempo de operatividad

Fuente: Elaboración propia

IV. DISEÑO METODOLÓGICO

4.1 Tipo y diseño de la investigación

La presente investigación es de tipo aplicada o tecnológica, ya que tiene como propósito aplicar los resultados para la solución de los problemas, en el presente caso aplica los conocimientos relacionados con el plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de equipos y máquinas.

El nivel de investigación es descriptivo, no experimental por que mide la variable y permite realizar un diagnóstico de la situación real y actual de los equipos y máquinas para establecer el plan de mantenimiento.

Los investigadores mismos midieron los datos en el lugar de la investigación, también es propositiva, por cuanto se fundamenta en una necesidad que tiene la FIME-UNAC, de contar con una propuesta para superar las deficiencias y la problemática actual en el mantenimiento de equipos y máquinas encontradas al no contar con un plan de mantenimiento que se aplique en el contexto específico.

Para el diseño de esta investigación no experimental se ha considerado una metodología indicado a continuación:

Primera etapa: Evaluación y análisis del estado actual de los equipos y máquinas nos proporcionará un diagnostico aplicando la herramienta como el árbol de problemas.

Segunda etapa: Preparación de la hoja de datos técnicos considerando el tiempo total de operación y el tiempo de paro de

Los equipos y maquinas utilizando el programa computacional Excel que permitirá conocer la disponibilidad de los equipos o máquinas.

Tercera etapa: Elaboración del análisis de criticidad a los equipos y maquinas a fin de obtener una jerarquía entre ellos, de manera que exista una prioridad prospectiva respecto a los equipos más críticos.

Cuarta etapa: Elaboración del plan de mantenimiento según las normas de mantenimiento, estableciendo procedimientos para cada equipo o máquina a fin de garantizar el funcionamiento normal de ellos.

4.2 Método de la investigación.

En esta investigación se ha utilizado el método deductivo, inductivo y prospectivo, es deductivo por que se utilizado la vasta teoría del mantenimiento para aplicarlo al caso singular y concreto como es el laboratorio de mecánica de fluidos y máquinas térmicas de la FIME-UNAC, es prospectivo por que la mejora de la disponibilidad se realizara a futuro a medida que se aplique el plan de mantenimiento propuesto, se refiere a la intención de anticipar lo que está por venir sobre el objeto de investigación y es inductivo porque inducimos ciertos parámetros basados en los estudios realizados por otros investigadores.

Esta investigación está orientada por la norma internacional ISO 14224 que brinda un formato establecido para la recolección de datos de confiabilidad y mantenimiento, así también para las Tareas preventivas que están alineadas con la pregunta ¿Qué se puede hacer para prevenir los fallos?

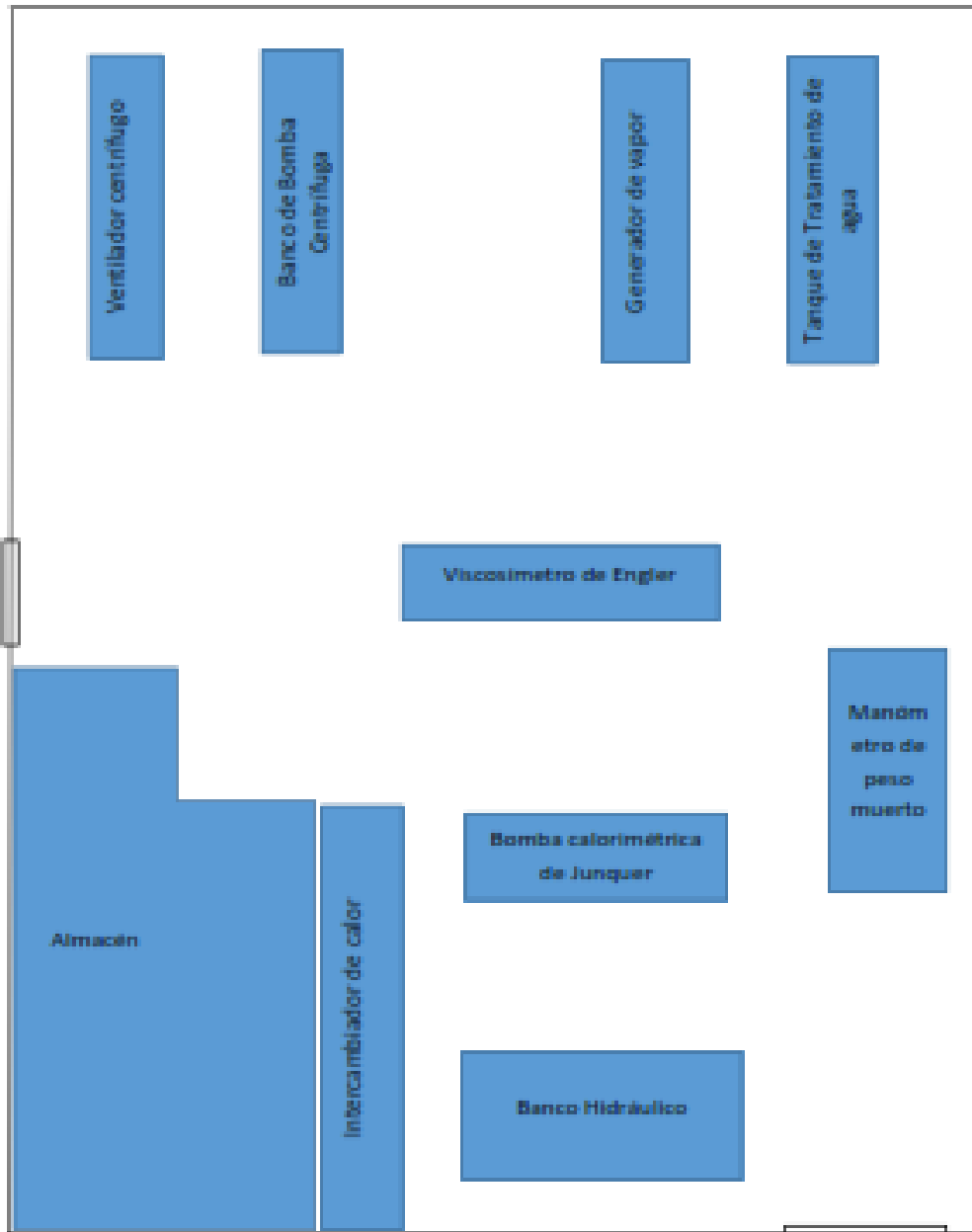
4.3 Población y muestra.

La población se encuentra integrada por todos los equipos y máquinas del laboratorio de mecánica de fluidos y máquinas térmicas de la FIME-UNAC(SL01LA29), por ser un caso atípico la muestra es la población, dado que todos los equipos y máquinas son distintos que trabajan independientemente.

4.4 Lugar de estudio y periodo desarrollado

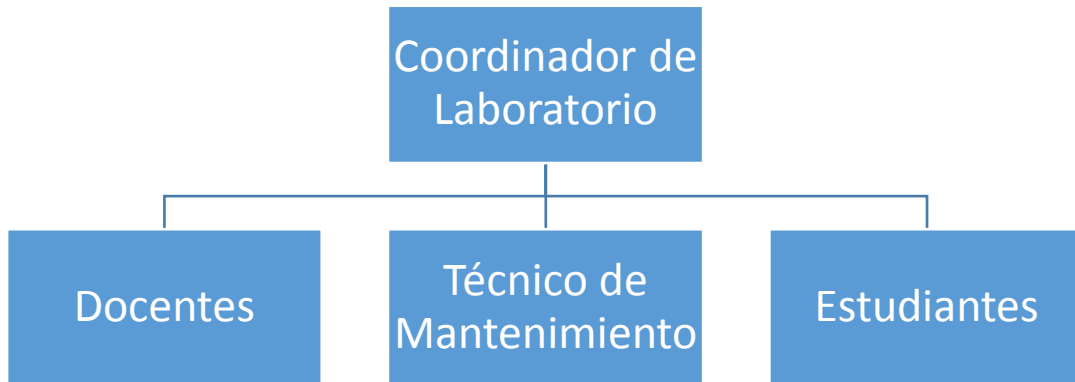
El estudio de la investigación se realizara en el laboratorio de mecánica de fluidos y máquinas térmicas de la FIME-UNAC, ubicado en la avenida Santa Rosa s/n Distrito de Bellavista, provincia constitucional del Callao, en el año 2018.

Figura 11:
Croquis del laboratorio de Mecánica de fluidos y maquinas térmicas FIME-
UNAC(SL01LA29)



Fuente: Elaboración Propia

Figura 12
Organigrama del Laboratorio de Mecánica de Fluidos y Máquinas Térmicas
de la FIME-UNAC(SL01LA29).



Fuente: Elaboración propia, en coordinación con FIME

4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de la información.

Técnicas:

Son procedimientos o formas de obtener los datos de información, los usados en esta investigación fueron:

a. Observación directa: La observación directa consiste en observar los diversos equipos y máquinas en funcionamiento que permita conocer e identificar cada una de las actividades, tecnología, y procedimientos de mantenimiento para conocer su estado actual, lo cual nos servirá para determinar la disponibilidad de los equipos y máquinas.

Instrumentos:

Son los recursos que utiliza el investigador, varía de acuerdo

- Observación de equipos y máquinas

4.6 Análisis y procesamiento de datos.

Para la presente investigación se utilizó el Excel para procesar datos de manera que nos proporciona los histogramas de disponibilidad también la estadística inferencial, luego de un mapeo de la teoría del mantenimiento.

Cuadro 6:
Intercambiador de Calor

	INTERCAMBIADOR DE CALOR	FICHA °	
	Función: Intercambiar la transferencia de energía de 2 fluidos. Objetivo: determinar el coeficiente global de transferencia	CODIGO: LMFMT-IC-01	
		UBICACIÓN: EIM-FIME	
	FICHA TECNICA		
Fabricado por los estudiantes asesorado por el Ing. Jaime Ravelo.			
COMPONENTES	CARACTERÍSTICAS		ESTADO
Tubo exterior	Diámetro 1 7/8 "		Malo
Tubo interior	Diámetro 1 ¼"		Regular
Ventilador centrifugo	Diámetro de eje 25 cms.		Regular
Calentador	Resistencia 1200 voltios		Regular
Tuberías de agua	Diámetro 1", material fierro galvanizado		Regular
Válvula de paso	Diámetro 1"		Regular
Tablero de control de temperatura de aire	Digital		Regular
Termómetro para el agua	Digital		Regular

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 7:
Intercambiador de calor

Ciclo	Disponibilidad	Horas programadas	Tiempo de falla	Tiempo de reparación.
2018 A	67%	10	2	1
2018 B		8	1	2
Totales		18	3	3

Fuente: Elaboración propia

Figura 13:
Intercambiador de calor del Laboratorio de Mecánica de Fluidos y Máquinas Térmicas de la FIME-UNAC



Fuente: Elaboración propia

**Cuadro 8:
Banco Hidráulico**

	BANCO HIDRAULICO	FICHA ° 2
	Función: Permite determinar el caudal Real Mediante la Medición Directa empleando los métodos gravimétricos y volumétricos. Objetivo: Permite evaluar la fuerza de Impulso sobre superficie plana, semiesférica mediante un chorro	CODIGO: LMFMT-BH-02
		UBICACIÓN: EIM-FIME
FICHA TECNICA		
Marca: TQ-INGLATERRA Serie: 1304 Tipo: H1 Voltaje: 240		
COMPONENTES	CARACTERÍSTICAS	ESTADO
Bomba centrifuga	proporciona el caudal que se regula para la experiencia	Malo
Válvula	Regula el flujo másico durante la experiencia.	Regular
Cilindro de Baquelita	Sirve como accesorio para otros accesorios	Regular
Tobera	Dirige el chorro hidráulico hacia la superficie en estudio	Regular
Regla graduada	Mide el desplazamiento de la carga móvil	Bueno
Superficie plana	Elemento a ser analizado en el proceso experimental	Bueno
Superficie semiesférica	Elemento a ser analizado en el proceso experimental	Bueno
Cilindro de vidrio	Impide que el flujo saliente por la tobera se esparza hacia afuera	Bueno
Armazón de fibra de vidrio	Contiene a los elementos externos a utilizar	Bueno
Manguera	conduce al flujo másico de agua	Regular
Resorte	Permite equilibrar el sistema de la regla y la carga móvil	Regular

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 9:
Banco Hidráulico

Ciclo	Disponibilidad	Horas programadas	Tiempo de falla	Tiempo de reparación.
2018 A	75%	12	2	1
2018 B		12	2	1
Totales		24	4	2

Fuente: Elaboración propia

Figura 14:

Banco Hidráulico del Laboratorio Mecánica de Fluidos y Máquinas térmicas



Fuente: Elaboración propia

**Cuadro 10:
Generador de Vapor**

	GENERADOR DE VAPOR	FICHA N° 3
	Objetivo: -Análisis de performance y balance térmico.	CODIGO: LMFMT-GV-03
		UBICACIÓN: EIM-FIME
	FICHA TECNICA	
	Marca: SERMIN Modelo: Año: Código: Serie:	
COMPONENTES	CARACTERÍSTICAS	ESTADO
CALDERA	Cantidad: 01 Marca: JPC-Sermin-S.A Modelo: D 42 – 40 – 2G Potencia: 40 BHP Flujo Másico: 1350 lb/H Voltaje: 220 voltios Fase: 3 Eficiencia: 85% Ciclaje: Co Hertz Presión de diseño: 250	Bueno
VALVULA DE BOLA	Cantidad: 07 Marca: Apollo Modelo: 195 H Tipo: Llave de paso Rápido Diámetro: 4 pulg	Regular
VALVULA DE GLOBO	Cantidad: 01 Marca: GRANE Modelo: GLASS - 300 Tipo: De asiento Diámetro: 4 pulg	Regular
MANOMETRO	1 Marca: ASHCROFT(presión de vapor) Rango: 0-400 7 1 Marca: MARSHALL Rango: 0-30 PSI (presión de H2O) 1 Marca: IMPETO Rango: 0-400 PSI (presión de combustible)	Regular
PRESOSTATO	Cantidad: 02 Marca: HONEYWELL Rango: 0-30	Regular

Fuente: Elaboración propia

**Cuadro 11:
Generador de Vapor**

TERMOMETRO	Cantidad: 01 Marca: CIMPA Rango: 0-300 °C	Bueno
FLUJOMETRO (flujo másico de vapor)	Cantidad: 01 Marca: CIMPA Rango: 0-300 °C	Malo
TUBERIAS	Tipo: Hidromox Diámetro: 1 ½ pulg	Regular
TANQUE DE CONDENSADO	Marca: JAC SERWINN S.A Modelo: 1C – 50 Capacidad: 50 galones Serie: 017 – 98 Año: 1998	Regular
ABLANDADOR DE AGUA	Marca: SERWIM S.A Modelo: R1660 Capacidad: 12 gal/mir Serie: 020-98 Año:1998	Regular
BOMBA DE ALIMENTACION DE AGUA	Marca: BALDOR Tipo: Axial Serie: 62 – 05 Año:	Buena
QUEMADOR	Marca: POWER FLAME BURNER Modelo: C2 - GO – 20B Serie:019883413 Tipo de combustible: Petróleo (diesel N°2) Cantidad Mínima: 5,5 Gal/H Cantidad Máxima: 22, gal/H Pot Motor: 1-1/2 Hp Voltaje: 230 Voltios	Buena

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 12:
Generador de Vapor

Generador de Vapor

Ciclo	Disponibilidad	Horas programadas	Tiempo de falla	Tiempo de reparación
2018 A	71%	8	1	1
2018 B		6	1	1
Totales		14	2	2

Fuente: Elaboración propia

Figura 15:
Generador de Vapor del Laboratorio Mecánica de Fluidos y Máquinas térmicas



Fuente: Elaboración propia

Cuadro 13:

Banco De Prueba De Manómetro De Peso Muerto

	BANCO DE PRUEBA DE MANOMETRO DE PESO MUERTO Objetivo: Es contrastar y calibrar los manómetros de tipo burdon.	FICHA N° 4	
		CODIGO: LMFMT-BPMMPM-04	
		UBICACIÓN:EIM-FIME	
	FICHA TECNICA Marca: IMPIANTI Serie: 2285 Material: FIERRO FUNDIBLE		
COMPONENTES	CARACTERÍSTICAS		ESTADO
Carcasa o cuerpo	Contiene todos los componentes a utilizar en el experimento		Regular
Volante	Regula la presión a trabajar		Bueno
Manómetro	Es el instrumento a ser analizado tiene un Rango: 0-4 bar		Malo
Pesas	Compara el valor con el valor del instrumento a medir contamos con 14K 4 Unid 0,05 bar 8 Unid 1 bar 2Unid 0,2 bar1, Unid 0.5 bar 1 Unid 0,8 bar		Regular
Porta pesas	Contiene las pesas a ser analizadas, es de aluminio		Regular

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 14:
Banco de manómetro de Peso muerto

Ciclo	Disponibilidad	Horas programadas	Tiempo de falla	Tiempo de reparación
2018 A	58%	6	1	1
2018 B		6	2	1
Totales		12	3	2

Fuente: Elaboración propia

Figura 16:
Banco de prueba de manómetro de peso muerto



Fuente: Elaboración propia

Cuadro 15:
Banco de prueba de bomba centrífuga

	BOMBA CENTRIFUGA	FICHA N° 5
	OBJETIVO -Establecer relación entre la altura de la Bomba y el Caudal -Establecer relación entre la potencia de una bomba -De terminar las curvas características a velocidad constantes. -Asociación de Bombas en serie y Paralelo.	CODIGO: LMFMT-BC-05
		UBICACIÓN: EIM-FIME
FICHA TECNICA		
Marca: IMPIANTI Flujo Volumétrico: 3-25 m ³ /H		
COMPONENTES	CARACTERÍSTICAS	ESTADO
Carcasa	Plancha de hierro de 1/8" de espesor 1,40 x 1,20x 1,00 m.	Regular
Dos bombas centrifugas iguales	Impulsor diámetro de tubería 20 cms Ancho 8 cms Caudal = 12 m ³ /s	Regular
Motor eléctrico	Corriente continua Voltaje variable, 3000 RPM, potencia= 1,85	Regular
Dos tuberías de succión	Material fierro fundido, diámetro 2 pulgadas	Regular
Dos tuberías de impulsión	Material fierro fundido de 1 ½ de diámetro	Regular
Dos manómetros	Marca Wintier Rango: de 6 a 4 bar	Regular
Dos Vacuometros	Marca Wintier Rango : de -1 a 7 bar	Regular
Dos flujometros	Caudal de 1,2 a 12 m ³ /s	Malo
Cuatro Válvulas	diámetro de 2" a 4"	Regular
Tablero de control	Marca : LS 3000 RPM	Regular
Voltímetro	Rango de 0 a 200	Regular
Amperímetro	Rango de 0 a 30	Regular

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 16:
Banco de Bomba Centrífuga

Ciclo	Disponibilidad	Horas programadas	Tiempo de falla	Tiempo de reparación
2018 A	75%	16	2	2
2018 B		12	2	1
Totales		28	4	3

Fuente: Elaboración propia

Figura 17:
Banco de Bomba Centrífuga



Fuente: Elaboración propia

**Cuadro 17:
Ventilador Centrifugo**

	VENTILADOR CENTRIFUGO	FICHA N° 6	
	Objetivo: Determinar los perfiles de distribución de velocidad.	CODIGO: LMFMT-VC-06	
		UBICACIÓN: EIM-FIME	
FICHA TECNICA			
Marca: Delcrosa Potencia 2HP Voltaje: 220 Amperaje: 5,4			
COMPONENTES	CARACTERÍSTICAS		ESTADO
Túnel de viento	Conducto por el cual se desplaza el flujo másico de aire		Regular
Motor Eléctrico	Acciona al ventilador centrífugo.		Bueno
Tubo Pitot	Determina la presión total presión estática Y presión dinámica		Regular
Cono regulador	se encarga de regular el flujo másico de aire		Regular
Tablero de control	Son paneles donde se encuentran instrumentos para el control		Bueno

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 18:
Ventilador centrífugo

Ciclo	Disponibilidad	Horas programadas	Tiempo de falla	Tiempo de reparación
2018 A	76%	14	2	1
2018 B		12	2	1
Totales		26	4	2

Fuente: Elaboración propia

Figura 18:
Ventilador Centrífugo



Fuente: Elaboración propia

Cuadro 19:

Viscosímetro de Engler

	VISCOSIMETRO DE ENGLER	
	FICHA N° 7	
	CODIGO: LMFMT-VE-07 UBICACIÓN: EIM-FIME	
	Objetivo: Determinar la viscosidad del lubricante.	
	FICHA TECNICA Marca: IMPIANTI Material: Latón Diámetro interno: 200 mm Diámetro externo: 290 mm	
COMPONENTES	CARACTERÍSTICAS	ESTADO
Recipiente Metálico	Contiene el lubricante a ser analizado	Regular
Trípode	Soporte que mantiene el recipiente metálico	Regular
Termómetro	Instrumento que mide las temperaturas durante el ensayo	Bueno
Obturador	Permite la salida del lubricante a ser analizado	Regular
Probeta de 200 cc.	Sirve para recibir al lubricante a ser analizado	Bueno
Cronometro	Instrumento que mide el tiempo de llenado del lubricante en la probeta	Bueno

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 20:
Viscosímetro Engler

Ciclo	Disponibilidad	Horas programadas	Tiempo de falla	Tiempo de reparación
2018 A	58%	6	1	1
2018 B		6	2	1
Totales		12	3	2

Fuente: Elaboración propia

Figura 19:
Viscosímetro de Engler



Fuente: Elaboración propia

Cuadro 21:
Bomba Calorimétrica de Junquer

	BOMBA CALORIMETRICA DE JUNQUER	FICHA ° 8
	Objetivo: Determinar poderes caloríficos de combustibles gaseosos	CODIGO: LMFMT-BCJ-08
		UBICACIÓN: EIM-FIME
FICHA TECNICA		
Marca: IMPIANTI Superficie: 0.8 x 1.5 m Peso: 23 Kg		
COMPONENTES	CARACTERÍSTICAS	ESTADO
contador de gas	Marca: IMPIANTI Modelo: TROMMELGAS ZAHLER	Malo
intercambiador de calor	Marca: IMPIANTI Tipo: TURBO CORAZA Serie: 4023200	Malo
humificador de aire	Marca: IMPIANTI	Regular
termómetros	Rango: 0-100 °C	Bueno
mechero de bunsen o quemador	Material: Latón Longitud: 4 pulgadas	Regular
probeta de vidrio	V=200000	Bueno

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 22:
Bomba calorimétrica de Junker

Ciclo	Disponibilidad	Horas programadas	Tiempo de falla	Tiempo de reparación
2018 A	70%	8	1	1
2018 B		6	3	1
Totales		14	4	2

Fuente: Elaboración propia

Figura 20:
Bomba Calorimétrica de Junquer



Fuente: Elaboración propia

Programación académica año 2018

Durante el año académico 2018, se estableció la programación de los grupos horarios a llevarse a cabo en el laboratorio de mecánica de fluidos y máquinas térmicas, siendo la distribución de los grupos horarios en los ciclos 2018-A y 2018-B. La hora académica es de 50 minutos, las experiencias a llevarse a cabo por cada laboratorio son las siguientes:

a) Laboratorio de mecánica de los fluidos

- Medición directa de caudal
- Viscosidad cinemática
- Contratación y calibración de manómetros
- Perfil de velocidad
- Ensayo elemental de bomba centrífuga
- Impacto de un chorro hidráulico

b) Laboratorio de Termodinámica II

- Análisis de gases de combustión
- Poder calorífico de combustible gaseoso
- Poder calorífico de combustible líquido- sólido
- Performance de la turbina a gas de 2 ejes
- Refrigeración
- Compresor multi-entálpico
- Planta térmica a vapor

c) Laboratorio de ingeniería térmica e hidráulica experimental

- Balance térmico de la caldera
- Balance térmico del intercambiador de calor
- Ensayo completo de la bomba centrífuga
- Curva de homologación del ventilador centrífugo
- Turbinas hidráulicas- Pelton y Francis

Para el ciclo 2018- A, se programaron los siguientes grupos horarios:

- Laboratorio mecánico de fluidos 03 GH
- Ingeniería térmica e hidráulica experimental 04 GH + 01 GH
- Laboratorio termodinámica II 04 GH

Para el ciclo 2018- B, se programaron los siguientes grupos horarios:

- Laboratorio de mecánica de fluidos 03 GH
- Ingeniería térmica e hidráulica experimental 03 GH + 01 GH
- Laboratorio termodinámica II 03 GH

Tiempo de paradas de los equipos y máquinas
Del laboratorio de mecánica de fluidos y máquinas térmicas FIME-UNAC

Cuadro 23:

Intercambiador de calor

2018 A				2018 B		
1G	2G	3G	4G	1G	2G	3G
-	-	-	2 H	-	1 H	-

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 24:

Banco hidráulico

2018 A			2018 B		
1G	2G	3G	1G	2G	3G
-	2 H	-	-	-	2 H

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 25:

Banco de manómetro de Peso muerto

2018 A			2018 B		
1G	2G	3G	1G	2G	3G
1 H	-	-	-	-	2 H

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 26:

Generador de vapor

2018 A				2018 B		
1G	2G	3G	4G	1G	2G	3G
-	-	1 H	-	-	-	1 H

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 27:

Banco de bomba centrífuga

2018 A								2018 B					
1G	2G	3G	4G	5G	6G	7G	8G	1G	2G	3G	4G	5G	6G
-	-	-	-	-	2 H	-	-	-	-	-	-	-	2 H

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 28:

Viscosímetro de Engler

2018 A			2018 B		
1G	2G	3G	1G	2G	3G
-	1 H	-	-	2 H	-

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 29:

Bomba Calorimétrica de Junker

2018 A				2018 B		
1G	2G	3G	4G	1G	2G	3G
-	-	1 H	-	2H	1H	-

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 30:

Ventilador centrífugo

2018 A							2018 B					
1G	2G	3G	4G	5G	6G	7G	1G	2G	3G	4G	5G	6G
-	-	-	2H	-	-	-	-	-	-	-	2H	-

Fuente: Elaboración propia

Disponibilidad de los Equipos o Máquinas sin plan de Mantenimiento

Cuadro 31:

Generador de Vapor

Ciclo	Disponibilidad	Horas programadas	Tiempo de falla	Tiempo de reparación
2018 A	71%	8	1	1
2018 B		6	1	1
Totales		14	2	2

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 32:

Banco de Bomba Centrífuga

Ciclo	Disponibilidad	Horas programadas	Tiempo de falla	Tiempo de reparación
2018 A	75%	16	2	2
2018 B		12	2	1
Totales		28	4	3

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 33:

Ventilador centrífugo

Ciclo	Disponibilidad	Horas programadas	Tiempo de falla	Tiempo de reparación
2018 A	76%	14	2	1
2018 B		12	2	1
Totales		26	4	2

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 34:

Intercambiador de calor

Ciclo	Disponibilidad	Horas programadas	Tiempo de falla	Tiempo de reparación.
2018 A	67%	10	2	1
2018 B		8	1	2
Totales		18	3	3

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 35:

Banco de manómetro de Peso muerto

Ciclo	Disponibilidad	Horas programadas	Tiempo de falla	Tiempo de reparación
2018 A	58%	6	1	1
2018 B		6	2	1
Totales		12	3	2

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 36:

Viscosímetro Engler

Ciclo	Disponibilidad	Horas programadas	Tiempo de falla	Tiempo de reparación
2018 A	58%	6	1	1
2018 B		6	2	1
Totales		12	3	2

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 37:

Bomba calorimétrica de Junker

Ciclo	Disponibilidad	Horas programadas	Tiempo de falla	Tiempo de reparación
2018 A	70%	8	1	1
2018 B		6	3	1
Totales		14	4	2

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 38:

Banco Hidráulico

Ciclo	Disponibilidad	Horas programadas	Tiempo de falla	Tiempo de reparación.
2018 A	75%	12	2	1
2018 B		12	2	1
Totales		24	4	2

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 39:

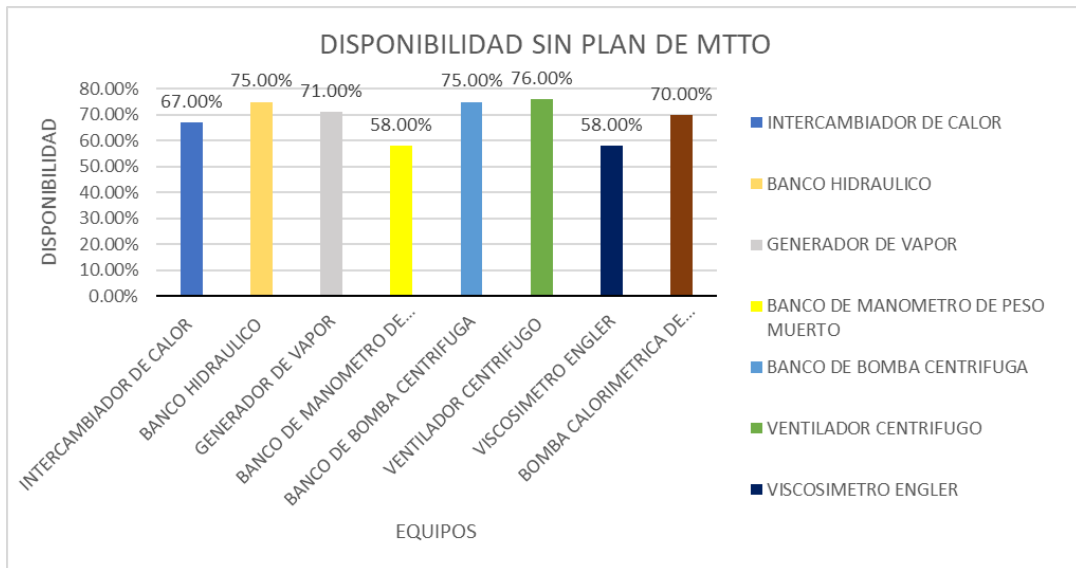
Disponibilidad de los equipos sin plan de mantenimiento.

EQUIPO	DISPONIBILIDAD SIN PLAN DE MTTTO
INTERCAMBIADOR DE CALOR	67%
BANCO HIDRAULICO	75%
GENERADOR DE VAPOR	71%
BANCO DE MANOMETRO DE PESO MUERTO	58%
BANCO DE BOMBA CENTRIFUGA	75%
VENTILADOR CENTRIFUGO	76%
VISCOSIMETRO ENGLER	58%
BOMBA CALORIMETRICA DE JUNKER	70%

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 2:

Disponibilidad de los equipos sin plan de mantenimiento.



Fuente: Elaboración propia

Propuesta del Plan de Mantenimiento Preventivo por Equipo y/o Máquina

La propuesta del plan de mantenimiento preventivo está destinada a la conservación de los equipos y máquinas de laboratorio de Mecánica de fluidos y Máquinas Térmicas FIME-UNAC, ya que dicho mantenimiento es el mejor aliado a la calidad de servicio por tener procesos anticipativos como Inspección, limpieza, revisión, lubricación, engrase, cambios de piezas, y reparaciones programadas a fin garantizar su buen funcionamiento y fiabilidad para lograr mayor disponibilidad de servicio en el laboratorio mencionado y cumplir con el programa establecido por la dirección de escuela profesional de ingeniería Mecánica y de Energía.

Descripción del mantenimiento preventivo por equipo y/o máquina

A continuación describiremos las funciones que poseen cada una de las componentes de los equipos y/o máquinas, así también la medicina preventiva y curativa para cada componente del equipo o máquina.

Intercambiador de calor (equipo)

Intercambiador

Su función es intercambiar la energía calorífica entre dos sustancias a diferentes temperaturas, para su conservación se realizara una limpieza exterior y limpieza de tubos para evitar la acumulación de polvillos, también se verificara la fugas para obtener valores adecuados en la experiencia.

Válvulas

Permite controlar el flujo másico de agua para la experiencia, su mantenimiento se efectuara atreves de la revisión de su estado y verificación de su funcionamiento.

Ventilador

Permite la succión del aire del medio ambiente para que actúe como una sustancia de disipador de calor, para su mantenimiento se efectuara una limpieza exterior para evitar la acumulación de impurezas y limpieza de los ductos para evitar la obstrucción del aire, también se revisara los cojinetes y se aplicara su respectiva lubricación para evitar fallos en el rodamiento.

Termómetros digitales

Permite obtener las lecturas de temperatura de las dos sustancias de trabajo para su conservación se realizara limpieza exterior para evitar las impurezas y revisar los componentes eléctricos para evitar posibles cortos circuitos.

Tuberías de Aire

Su función es conducir es conducir el aire en el equipo, su mantenimiento se ha mediante la limpieza para evitar obstrucciones y revisar fugas y obtener buenas lecturas en los instrumentos.

Tablero de control

Permite realizar la operatividad del equipo, su mantenimiento se efectuara mediante una limpieza exterior para evitar la acumulación de impurezas, también se revisara los instrumentos de medición mediante una calibración para evitar lecturas defectuosas.

Tubería de alimentación del agua

Permite la circulación del agua para su mantenimiento se realizara la limpieza del ducto para evitar obstrucción debido a la presencia del sarro.

Banco hidráulico (Equipo)

Bomba de Alimentación

Su función es de desplazar un caudal de agua, para su mantenimiento se realiza una limpieza externa, para evitar las impurezas, también se realizara la lubricación de los rodamientos para evitar su endurecimiento y revisar los cables eléctricos para evitar corto circuito.

Manguera

Transporta el caudal de agua, su mantenimiento consiste en realizar una limpieza con el fin de evitar obstrucciones, también revisar las fugas a fin de obtener buenas lecturas en los instrumentos.

Válvula

Nos permite controlar el flujo de agua, su mantenimiento consiste en revisar su estado y lubricar a fin de evitar el endurecimiento.

Cables Eléctricos

Conducen la corriente hacia la bomba de combustible, su mantenimiento consiste en revisar su estado para evitar posible corto circuito.

Tobera

Permite acelerar el flujo de agua y generar mayor presión, su mantenimiento se efectúa limpiando interiormente para evitar obstrucciones.

Resorte

Nos permite realizar el equilibrio de los accesorios del banco hidráulico, su mantenimiento consiste en revisar su tensión y lubricarlo.

Trípode

Permite la estabilidad del cilindro y sus accesorios, su mantenimiento se efectúa revisando su estado para evitar una posible caída de los accesorios.

Bomba centrífuga (Máquina)

Tanque de agua

Es un acumulador de la sustancia de trabajo, su mantenimiento consiste en una limpieza interior para evitar corrosiones en su superficie.

Manómetro

Permite realizar las mediciones de las presiones interiores, su mantenimiento consiste en revisar fugas para evitar las burbujas de aire. También verificar su funcionamiento para garantizar el buen estado del instrumento.

Válvula

Su función es controlar el flujo de agua, su mantenimiento consiste en revisar fugas para evitar malas lecturas de caudales, también realizar limpieza para evitar endurecimiento.

Bomba centrífuga

Su función es elevar la presión del caudal de agua, su mantenimiento consiste en lubricar los rodamientos a fin de evitar el agarrotamiento, también revisar fugas y conexiones para evitar el mal funcionamiento de la bomba.

Tuberías

Transporta el caudal de agua, su mantenimiento consiste en limpiar interiormente la tubería para evitar atoros del fluido y también revisar fugas para garantizar buenas lecturas en la experiencia.

Rotámetro

Mide el caudal de agua, su mantenimiento consiste en una limpieza para evitar obstrucciones del paso del caudal, revisar fugas para obtener buenas lecturas.

Tablero de control

Nos permite realizar el encendido de la bomba centrífuga, su mantenimiento consiste en limpiar con el fin de evitar la corrosión de los componentes.

Motor eléctrico

S u función es darle energía a la bomba centrífuga para que realice su movimiento, su mantenimiento consiste e limpiar interiormente las impurezas contenidas en el motor también revisar los componentes eléctricos a fin de evitar posibles cortos circuitos.

Voltímetro

Nos permite medir el voltaje del motor eléctrico, su mantenimiento consiste en revisar su estado, para que mida las lecturas adecuadas.

Amperímetro

Permite medir el amperaje del motor eléctrico, su mantenimiento consiste en revisar su estado de funcionamiento a fin de obtener lecturas adecuadas.

Banco de manómetro de peso muerto (Equipo)

Volante

Su función es reducir el volumen en el cilindro para elevar la presión, su mantenimiento consiste en realizar la limpieza y la lubricación para evitar posible agarrotamiento

Cilindro principal

Es un dispositivo que contiene glicerina en su interior, que se desplaza en el circuito hidráulico, su mantenimiento se hace revisando fugas y limpieza para evitar la disminución de presión

Pistón porta pesa

Es el componente que contiene los elementos patrones, su mantenimiento consiste en revisar su funcionamiento para garantizar la medición de valores reales.

Manómetro

Su función es medir las presiones interiores, su mantenimiento consiste en revisar las fugas para evitar las apariciones de burbujas de aire y evitar inadecuadas lecturas en su medición.

Cañería.

Transporta el fluido hacia los manómetros a analizar, su mantenimiento consiste en realizar limpieza y revisión de fugas, para evitar obstrucciones al paso de fluido y así obtener valores adecuados.

Carcasa

Su función es contener todas las componentes del banco de manómetro de peso muerto, su mantenimiento consiste en realizar limpieza e revisión de las conexiones para evitar corrosión de las mismas.

Ventilador centrífugo (Máquina)

Motor eléctrico

Su función es mover el ventilador centrífugo, su mantenimiento se hace limpiando externamente e internamente para evitar el agarrotamiento y obstrucción, también revisar las conexiones para asegurar el buen funcionamiento

Ventilador

Su función es desplazar el aire que ingresa, su mantenimiento consiste en limpiar y lubricar para garantizar su buen funcionamiento

Ducto de aire

Su función es transportar aire dentro de su interior, su mantenimiento consiste en limpiar internamente para evitar la corrosión.

Cañería

Su función es transportar el fluido hacia los manómetros, su mantenimiento consiste en realizar limpieza y revisión de fugas interiormente para evitar obstrucciones y asegurar su buen funcionamiento.

Manómetros

Su función es medir la presión interior, su mantenimiento se realiza mediante la revisión de fugas para evitar pérdidas de líquido.

Tubo de pitot

Su función es medir la presión total del fluido, su mantenimiento consiste en realizar limpieza a fin de evitar obstrucciones.

Tablero de control

Su función es realizar el encendido del ventilador centrífugo, su mantenimiento consiste en limpiar interiormente para evitar la corrosión de sus componentes internos.

Bomba calorimétrica de Junker (Equipo)

Contador de gas

Su función es medir el volumen de gas, su mantenimiento consiste en realizar la limpieza para evitar la corrosión al igual que revisar las fugas, tanto del gas como del agua.

Humidificador de Aire

Su función es la de saturar al aire con más oxígeno, en su mantenimiento debemos realizar limpieza externa y revisar las conexiones, esto garantizará un perfecto funcionamiento del equipo.

Intercambiador de Calor

Su función es intercambiar el calor entre dos sustancias a diferente temperatura, su mantenimiento consiste en limpiar interiormente y exteriormente para tener un buen aprovechamiento del calor.

Manguera

Su función es transportar el caudal de gas y del agua, su mantenimiento consiste en limpiar interiormente para evitar obstrucciones de los fluidos, y además revisar fugas

Mechero de bunsen

Su función es realiza el encendido de la mezcla aire-combustible, su mantenimiento consiste en realizar la limpieza para evitar las obstrucciones del gas

Viscosímetro Engler (Equipo)

Recipiente Cilíndrico

Su función es retener la muestra que va ser analizada, su mantenimiento consiste en realizar una limpieza para evitar la corrosión y verificar su estado para asegurar que no exista fisura o grieta.

Agitador

Es una válvula que permite la salida de la muestra para ser analizada, su mantenimiento consiste en realizar una limpieza y verificar su estado.

Termómetro

Su función es medir la temperatura de la muestra durante la experiencia a realizar, su mantenimiento consiste en revisar su estado para garantizar su operatividad.

Cronometro

Su función es medir el tiempo del escurrimiento de la muestra, su mantenimiento consiste en revisar su funcionamiento a través de la limpieza para garantizar la correcta lectura del tiempo real.

Trípode

Su función es darle la estabilidad de los cilindros metálicos que contienen la muestra, su mantenimiento consiste en revisar su estado de funcionamiento para evitar la posible caída.

Caldera o Generador de Vapor (Máquina)

Tablero de control

Su función es permitir realizar el encendido de la caldera, su mantenimiento consiste en realizar la limpieza para evitar la corrosión de los sistemas incluidos.

Ventilador centrífugo

Su función es de desplazar el aire hacia la cámara de combustión, su mantenimiento consiste en realizar limpieza interior para darle una libre circulación al aire que es el la sustancia de trabajo.

Tuberías de alimentación de combustible

Su función es Transportar el combustible hacia la cámara de combustión, su mantenimiento debe realizarse con una limpieza interior a las tuberías para evitar obstrucciones, también revisar fugas para evitar pérdidas del combustible.

Quemador

Su función es generar combustión de la mezcla aire-combustible en la cámara de combustión, su mantenimiento se realiza mediante una limpieza, para asegurar su funcionamiento.

Tubería de alimentación de agua

Su función es transportar agua hacia el interior de la caldera, su mantenimiento se realizara mediante limpieza interior y revisión de fugas para garantizar que no exista perdida de agua.

Manómetro

Su lectura es medir la presión interior, su mantenimiento se realizara mediante la limpieza y revisión de fugas y en algunas ocasiones cambiaremos el instrumento ello decidiremos mediante la observación.

Presostato

Su función es medir la presión de vapor, su mantenimiento se hará con una limpieza y verificación de las conexiones para asegurar su funcionamiento

Válvula de flujo de vapor

Su función es controlar el flujo de vapor, su mantenimiento se efectuara haciendo una limpieza y lubricación con el fin de evitar el endurecimiento

Válvula de seguridad

Su función es regular y permitir la salida del vapor cuando sucede una sobrepresión, su mantenimiento se realizara mediante la revisión y limpieza para mantener su estado, de lo contrario podría causar accidentes muy graves

Tubería de vapor

Su función es transportar el vapor a su destino, su mantenimiento debe realizarse mediante la limpieza para evitar obstrucción del vapor y además verificar su aislamiento, esto asegura la calidad del vapor.

Chimenea de escape

Su función es transportar los gases producto de la combustión, su mantenimiento se debe realizar mediante una limpieza interior para evitar la formación del hollín.

Bomba de alimentación del agua

Su función es desplazar el caudal de agua a la caldera, su mantenimiento se efectuara mediante revisiones de las fugas, de manera que su operación sea adecuada.

Tanque ablandador de agua

Su función es ablandar el agua con productos químicos, su mantenimiento consistirá en limpieza interior y exterior para lograr un óptimo ablandamiento del agua.

Tanque hidroneumático

Su función es darle presión al fluido para que pueda desplazarse, su mantenimiento se efectuara mediante la limpieza para garantizar su funcionamiento continuo.

Filtro de combustible

Su función es detener las impurezas que trae el aire, su mantenimiento se realizara con una limpieza o cambio de filtro según sea el resultado de la revisión.

Actividades de Mantenimiento Preventivo por Equipo o Máquina

Cuadro 40:

Intercambiador de calor (equipo)

Componente	Actividad	Frecuencia	Responsable
Intercambiador	Limpieza exterior	Semanal	Técnico
	Limpieza de tubos	Semestral	Técnico
	Revisar fugas	Semanal	Técnico
Válvulas	Revisar su estado	Diario	Técnico
	Revisar su funcionamiento	Semanal	Técnico
Ventilador	Limpieza exterior	Semanal	Técnico
	Limpieza del ducto	Semanal	Técnico
	Revisar cojinetes y lubricar	Mensual	Técnico
Termómetros digitales	Revisar componentes eléctricos	Mensual	Técnico
	Limpieza exterior	Semanal	Técnico
Tuberías del aire	Revisar fugas	Semanal	
	Limpieza exterior	Mensual	Técnico
Tablero de control	Limpieza exterior	Mensual	Técnico
	Revisar instrumentos de medición	Mensual	Técnico
Tuberías de alimentación del agua	Limpieza del ducto	Semanal	Técnico
	Revisar fugas en las conexiones	Semanal	Técnico

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41:

Banco hidráulico (Equipo)

Componente	Actividad	Frecuencia	Responsable
Bomba de alimentación	Limpieza externa	Mensual	Técnico
	Revisar fugas y acople	Semanal	Técnico
	Lubricación	Semanal	Técnico
	Revisar cables eléctricos	Semanal	Técnico
Manguera	Limpieza	Semanal	Técnico
	Revisar fugas	Semanal	Técnico
Válvula	Revisar su estado	Diario	Técnico
	Revisar funcionamiento	Semanal	Técnico
Cables eléctricos	Revisar estado y condición	Semanal	Técnico
Tobera	Revisar y limpieza	Semanal	Técnico
Resorte	Revisar y limpieza	Semanal	Técnico
	Lubricar	Mensual	Técnico
Trípode	Revisar estado	Mensual	Técnico

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 42:

Banco de manómetro de peso muerto (Equipo)

Componente	Actividad	Frecuencia	Responsable
Volante	Limpieza exterior	Semanal	Técnico
	Revisar estado	Semanal	Técnico
	Lubricar	Mensual	Técnico
Cilindro principal	Revisar fugas	Semanal	Técnico
	Limpieza exterior	Semanal	Técnico
Pistón porta pesa	Limpieza exterior	Semanal	Técnico
	Revisar funcionamiento	Semanal	Técnico
Manómetro	Limpieza	Semanal	Técnico
	Revisar fugas	Semanal	Técnico
	Revisar funcionamiento	Semanal	Técnico
Cañería	Limpieza	Semanal	Técnico
	Revisar fuga	Semanal	Técnico
Carcaza	Revisar estado	Mensual	Técnico
	Revisar conexiones	Semanal	Técnico
	Limpieza	Semanal	Técnico

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 43:

Bomba centrífuga (Máquina)

Componente	Actividad	Frecuencia	Responsable
Tanque de agua	Limpieza interna	Semanal	Técnico
	Limpieza externa	Anual	Técnico
Manómetro	Revisar fugas	Semanal	Técnico
	Limpieza	Mensual	Técnico
	Revisar funcionamiento	Semanal	Técnico
Válvula	Revisar fugas	Diario	Técnico
	Limpieza	Trimestral	Técnico
	Revisar funcionamiento	Semanal	Técnico
Bomba centrífuga	Revisar funcionamiento	Mensual	Técnico
	Revisar fugas	Mensual	Técnico
	Revisar conexiones	Semanal	Técnico
	Lubricar	Quincenal	Técnico
Tuberías	Limpieza	Mensual	Técnico
	Revisar fugas	Semanal	Técnico
Rotámetro	Revisar fugas	Semanal	Técnico
	Limpieza interna	Mensual	Técnico
Tablero de control	Limpieza	Mensual	Técnico
	Revisar instrumentos de medición	Mensual	Técnico
Motor eléctrico	Limpieza externa	Semanal	Técnico
	Lubricar	Semanal	Técnico
	Revisar componente eléctrico	Mensual	Técnico
Voltímetro	Revisar su estado	Semanal	Técnico
Amperímetro	Revisar su estado	Semanal	Técnico

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 44:

Viscosímetro Engler (Equipo)

Componente	Actividad	Frecuencia	Responsable
Recipiente cilíndrico	Limpieza	Semanal	Técnico
	Revisar su estado	Semanal	Técnico
Agitador	Limpieza	Semanal	Técnico
	Revisar su estado	Semanal	Técnico
Termómetro	Revisar su estado	Semanal	Técnico
Cronómetro	Revisar su funcionamiento	Semanal	Técnico
Trípode	Revisar su estado	Mensual	Técnico

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 45:

Ventilador centrífugo (Máquina)

Componente	Actividad	Frecuencia	Responsable
Motor eléctrico	Limpieza externa	Mensual	Técnico
	Lubricar	Mensual	Técnico
	Revisar conexiones eléctricas	Mensual	Técnico
Ventilador	Limpieza ducto	Semanal	Técnico
	Lubricar cojinete	Semanal	Técnico
	Revisar funcionalidades	Semanal	Técnico
Ducto de aire	Limpieza externa	Semanal	Técnico
Cañería	Limpieza externa	Mensual	Técnico
	Revisar fugas	Semanal	Técnico
Manómetros U	Limpieza	Semanal	Técnico
	Revisar su stock	Mensual	Técnico
Tubo de Pitot	Limpieza	Semanal	Técnico
	Revisar estado	Mensual	Técnico
Tablero de control	Limpieza exterior	Mensual	Técnico
	Revisar instrumento de control	Mensual	Técnico

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 46:

Bomba calorimétrica de Junker (Equipo)

Componente	Actividad	Frecuencia	Responsable
Contador de gas	Limpieza externa	Semanal	Técnico
	Revisar fugas	Semanal	Técnico
	Revisar funcionalidad	Semanal	Técnico
Humidificador de aire	Limpieza externa	Semanal	Técnico
	Revisar conexión	Semanal	Técnico
	Revisar funcionamiento	Semanal	Técnico
Intercambiador de calor	Limpieza externa	Semanal	Técnico
	Limpieza interna	Semestral	Técnico
	Cambio de empaquetamiento	Semestral	Técnico
Mangueras	Revisar fugas	Semanal	Técnico
	Ajuste de conexión	Semanal	Técnico
	Revisar su estado	Semanal	Técnico
Mechero de Bunsen	Limpieza interior	Mensual	Técnico

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 47:

Caldera o Generador de Vapor (Máquina)

Componente	Actividad	Frecuencia	Responsable
Tablero de control	Revisar sistema de arranque	Mensual	Técnico
	Revisar componentes eléctricos	Mensual	Técnico
Ventilador centrífugo	Limpieza exterior	Semanal	Técnico
	Revisar funcionamiento	Semanal	Técnico
Tubería de alimentación de combustible	Revisar fugas	Semanal	Técnico
	Revisar conexiones	Semanal	Técnico
Quemador	Limpieza exterior	Semanal	Técnico
	Revisar base de apoyo	Semanal	Técnico
Tubería de alimentación de agua	Revisar fugas	Semanal	Técnico
	Revisar conexiones	Semanal	Técnico
Manómetro	Limpieza	Diario	Técnico
	Revisar conexiones	Semanal	Técnico
Válvula de flujo de vapor	Revisar su estado	Diario	Técnico
	Revisar su funcionamiento	Semanal	Técnico
Válvula de seguridad	Revisar estado	Mensual	Técnico
	Revisar funcionamiento	Mensual	Técnico
Tubería de vapor	Limpieza exterior	Semanal	Técnico
	Verificar aislamiento	Mensual	Técnico
Chimenea de escape de gases	Limpieza interior	Semestral	Técnico
	Revisar fugas	Semanal	Técnico
Cables eléctricos	Revisar estado	Mensual	Técnico
Bomba de alimentación de agua	Revisar fugas	Semanal	Técnico
	Revisar funcionamiento	Semanal	Técnico
Tanque ablandador de agua	Limpieza externa	Semanal	Técnico
	Limpieza interior	Semestral	Técnico
	Revisar fugas	Semanal	Técnico
Tanque hidroneumático	Limpieza externa	Semanal	Técnico
	Revisar funcionamiento	Semanal	Técnico
Tanque de combustible	Limpieza	Semanal	Técnico
	Revisar fugas	Semanal	Técnico
	Revisar nivel	Semanal	Técnico
Filtro de combustible	Limpieza	Quincenal	
	Cambiar	Semestral	

Fuente: Elaboración propia

V. RESULTADOS

5.1 Resultados Descriptivos

Conocedores que el Mantenimiento preventivo debe garantizar las condiciones óptimas de funcionamiento, para ello se debe planificar y programar e inspeccionar haciendo uso del plan de mantenimiento propuesto, para no llegar a prácticas costosas, además la gestión de Mantenimiento debe ser practicados por todos los docentes del laboratorio mencionado siguiendo las prácticas estandarizadas y buscando siempre la mejora continua, comprender que la capacidad de mantenimiento afecta la disponibilidad..

5.2 Resultados Estadísticos

Cuadro 48:

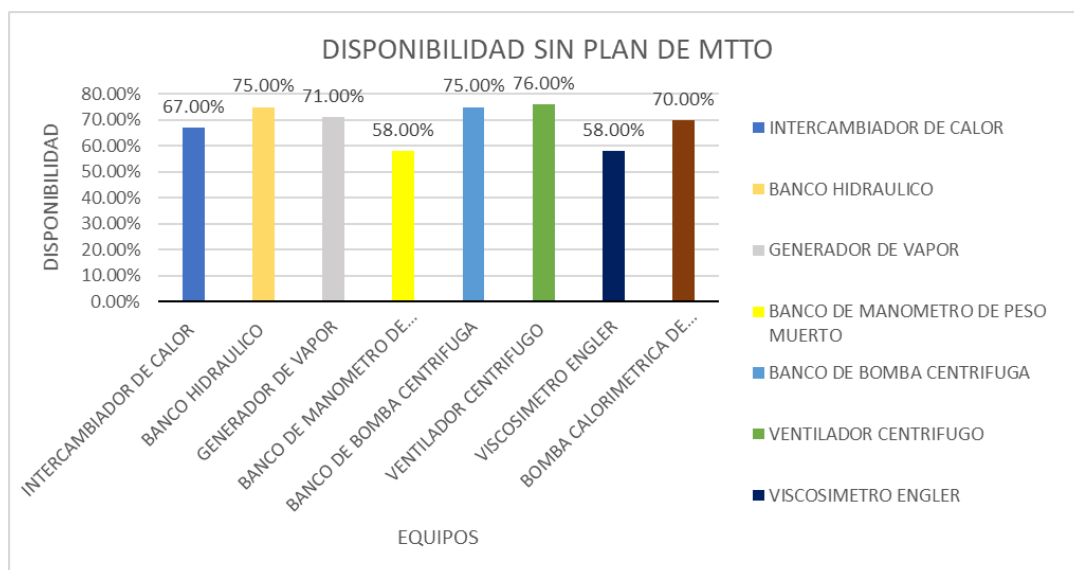
Disponibilidad sin plan de mantenimiento

EQUIPO	DISPONIBILIDAD SIN PLAN DE MTTO	DISPONIBILIDAD PROMEDIO
INTERCAMBIADOR DE CALOR	67%	68,75%
BANCO HIDRAULICO	75%	
GENERADOR DE VAPOR	71%	
BANCO DE MANOMETRO DE PESO MUERTO	58%	
BANCO DE BOMBA CENTRIFUGA	75%	
VENTILADOR CENTRIFUGO	76%	
VISCOSIMETRO ENGLER	58%	
BOMBA CALORIMETRICA DE JUNKER	70%	

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 3:

Disponibilidad sin plan de mantenimiento



Fuente: Elaboración propia

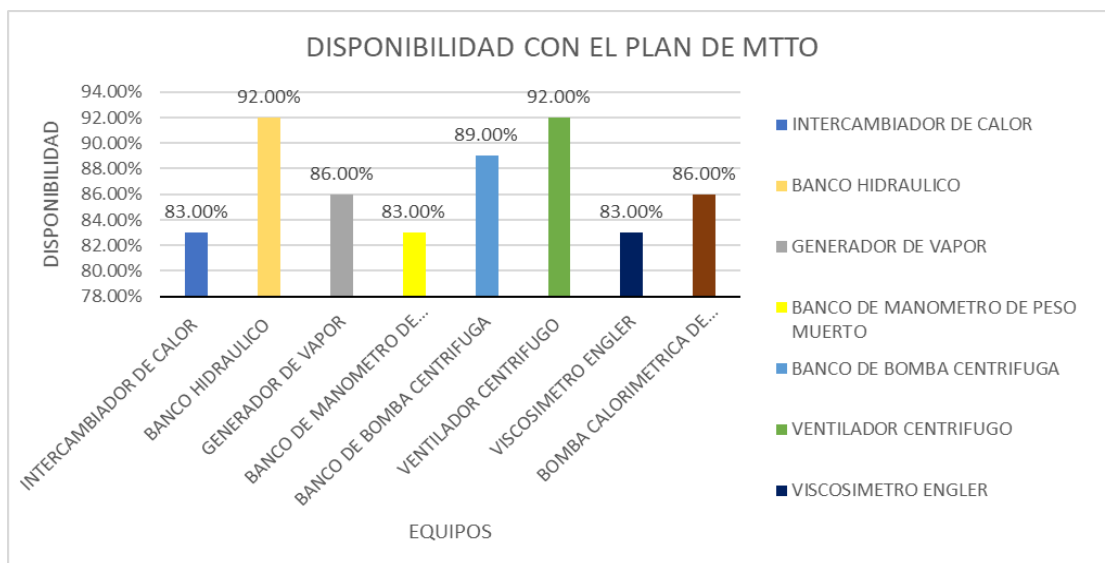
En el cuadro 48 y gráfica 3 observamos las disponibilidades determinados con la expresión 1 de los equipos o máquinas antes de poner en marcha del plan de mantenimiento propuesto, podemos concebir que las disponibilidades son bajas dado que dichas unidades instructivas tienen más de 25 años de vida operativa.

Cuadro 49:
Disponibilidad con Plan de Mantenimiento

EQUIPO	DISPONIBILIDAD CON PLAN DE MTTO	DISPONIBILIDAD PROMEDIO
INTERCAMBIADOR DE CALOR	83%	86,75%
BANCO HIDRAULICO	92%	
GENERADOR DE VAPOR	86%	
BANCO DE MANOMETRO DE PESO MUERTO	83%	
BANCO DE BOMBA CENTRIFUGA	89%	
VENTILADOR CENTRIFUGO	92%	
VISCOSIMETRO ENGLER	83%	
BOMBA CALORIMETRICA DE JUNKER	86%	

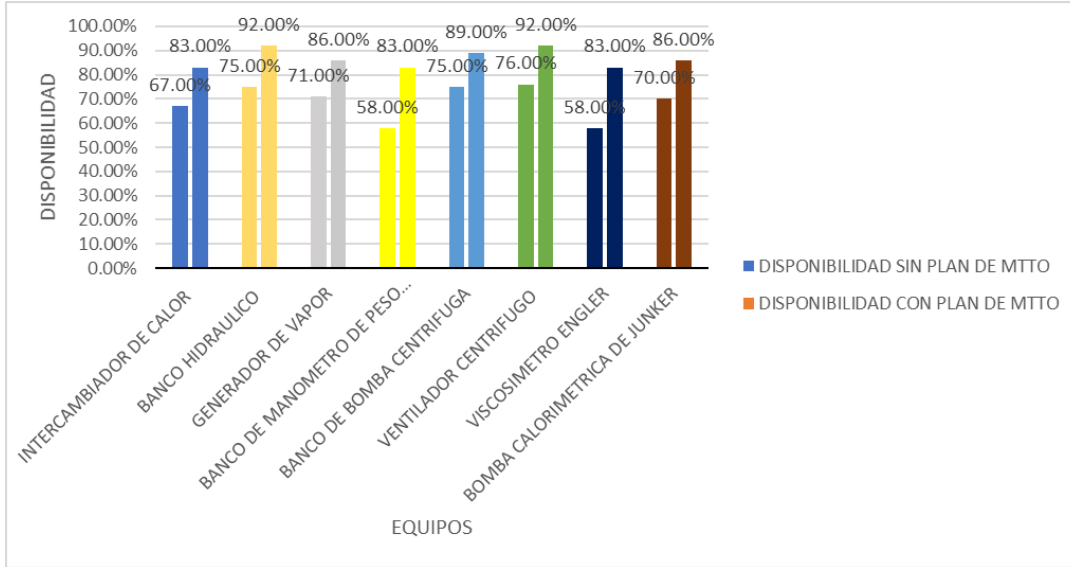
Fuente: Elaboración propia

Gráfica 4:
Disponibilidad con Plan de Mantenimiento



Fuente: Elaboración propia

Gráfica 5:
Comparación de la disponibilidad sin plan y con plan de mantenimiento



Fuente: Elaboración propia

En la cuadro 49 y grafica 5 observamos las disponibilidades de los equipos y máquinas con puesta en marcha del plan de mantenimiento propuesto, han aumentado significativamente en 18%.

VI. DISCUSION DE RESULTADOS

6.1 Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados

6.1.2 Con referencia a la hipótesis general.

Se plantea que: Si se proyecta un plan de mantenimiento para los equipos y máquinas del laboratorio de Mecánica de fluidos y Máquinas térmicas de la FIME-UNAC, se logrará una mayor disponibilidad

Al proyectar un plan de mantenimiento para los equipos y máquinas del laboratorio de Mecánica de fluidos y Máquinas térmicas de la FIME-UNAC, nos llevara tener una mayor disponibilidad según los resultados proyectados.

6.1.3 Con referencia a las hipótesis específicas:

H1: Si se obtuviera el historial y diagnóstico del estado actual de los equipos y máquinas del laboratorio de Mecánica de fluidos y máquinas térmicas de la FIME-UNAC lograremos tener mayor disponibilidad

El determinar el historial y diagnóstico de los equipos y máquinas del laboratorio de Mecánica de fluidos y máquinas térmicas de la FIME-UNAC, nos permitirá obtener mayor disponibilidad.

H2: Si se determinara la operatividad de los equipos y máquinas del laboratorio de Mecánica de fluidos y Máquinas térmicas de la FIME-UNAC lograremos tener mayor disponibilidad

Las condiciones proyectadas de operatividad de los equipos y máquinas del laboratorio de Mecánica de fluidos y Máquinas térmicas de la FIME-UNAC, nos demostrarán tener mayor disponibilidad.

H3: Si se analizara la criticidad de los equipos y máquinas del laboratorio de Mecánica de fluidos y Máquinas térmicas de la FIME-UNAC lograremos jerarquizar los equipos

Si analizamos la criticidad de los equipos y máquinas del laboratorio de Mecánica de fluidos y Máquinas térmicas de la FIME-UNAC, lograremos jerarquizar los equipos para priorizar el mantenimiento.

6.2 contrastación de los resultados con otros estudios similares

Ponce (2016), en su tesis de Maestría” Metodología del análisis de criticidad con modo y efecto de falla en los sistemas electromecánicos de real plaza Huancayo-Perú”

La hipótesis planteada fue: Se mejorara la disponibilidad de los sistemas electromecánicos del centro comercial real plaza Huancayo empleando la metodología del análisis de criticidad con modo y efecto de las fallas de los equipos.

Al aplicar la metodología del análisis de criticidad a los sistemas electromecánicos su disponibilidad aumento en 5.14% respecto al año anterior, así mismo describimos que al proyectar el plan mantenimiento para los equipos y máquinas del laboratorio de Mecánica de fluidos y Máquinas térmicas permitirá aumentar la disponibilidad en 18%, lo cual indica que la investigación está orientado positivamente.

6.3 RESPONSABILIDAD ÉTICA

La investigación cumplió con requisitos de forma y fondo que nos brinda la Universidad Nacional del Callao atreves del Vicerrectorado de Investigación, así mismo se ha respetado en el contenido la autoría de las fuentes utilizadas acorde a las normas ISO 690 y las Normas APA, se precisó que los datos obtenidos fueron proporcionados por la dirección de la escuela profesional de ingeniería mecánica y del registro personal del ingeniero esteban Gutiérrez Hervías, docente experto del laboratorio de Mecánica de fluidos y Máquinas térmicas FIME-UNAC.

CONCLUSIONES

- 1) Si se proyectó el plan de mantenimiento para los equipos y máquinas del laboratorio de mecánica de fluidos y máquinas térmicas de la FIME-UNAC, con el fin de alcanzar mayor disponibilidad
- 2) Si se realizó el historial y diagnóstico de los equipos y máquinas del laboratorio de mecánica de fluidos y máquinas térmicas de la FIME-UNAC, con el fin de elaborar la ficha técnica
- 3) Si se determinó los tiempos de operatividad de los equipos y máquinas del laboratorio de mecánica de fluidos y máquinas térmicas de la FIME-UNAC, con el fin de determinar la disponibilidad
- 4) Si se realizó el análisis de criticidad de los equipos y máquinas del laboratorio de mecánica de fluidos y máquinas térmicas de la FIME-UNAC, logrando jerarquizar para priorizar el mantenimiento.

RECOMENDACIONES

- 1) Se recomienda a las autoridades de la UNAC, gestionar la viabilidad del plan de mantenimiento propuesto para los equipos y máquinas del laboratorio de Mecánica de fluidos y Máquinas térmicas de la FIME-UNAC.
- 2) Se recomienda utilizar un archivo documentario donde se lleve el control de mantenimiento y cambio de repuestos de los equipos y máquinas del laboratorio de Mecánica de fluidos y Máquinas térmicas de la FIME-UNAC, lo cual se contará con un historial.
- 3) Se recomienda que los equipos y máquinas del laboratorio de Mecánica de fluidos y Máquinas térmicas de la FIME-UNAC, se automatice e incorpore instrumentos digitales de medición del tiempo.
- 4) Se recomienda para mejorar el análisis de criticidad de los equipos y máquinas del laboratorio de Mecánica de fluidos y Máquinas térmicas de la FIME-UNAC, utilizar un programa computacional.
- 5) Se recomienda que el laboratorio de Mecánica de fluidos y Máquinas térmicas de la FIME-UNAC, cuente con personal técnico que lleve el control con un registro de todos los procesos de mantenimiento por equipo indicando nombre números de serie, tareas realizadas según formato propuesto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIRRE, R. 2012. Gestión de mantenimiento mediante Six Sigma para la optimización de la productividad de las máquinas y equipos de la empresa REMAP SAC Lima-Perú. *Tesis Doctoral*. Lima : s.n., 2012.

BLANCAS, A.; RODRÍGUEZ, J. 2015. Propuesta de un sistema de mantenimiento preventivo y de logística para FIRTH INDUSTRIES PERÚ S.A. *Tesis de maestría*. Perú : s.n., 2015.

CATERPILLAR. 2010. *Manual de rendimiento SEBD0337*. 31. Peoria : Publication By Caterpillar, 2010.

ESPINOZA, C. 2014. *Metodología de la Investigación Tecnológica*. Huancayo Perú : s.n., 2014.

GALLARA, Póntelli. 2010. *Guía de Mantenimiento de Equipos*. Córdoba : Editorial Universitas, 2010.

GARCÍA, S. 2009. *Colección Mantenimiento Industrial* . Madrid : RENOVETEC , 2009.

GARRIDO, Santiago. 2003. *Modelo de mantenimiento de alta disponibilidad*. Madrid : Ediciones Díaz Santos, 2003.

GÓMEZ DE LEÓN, F. 1998. *Tecnología del mantenimiento industrial*. Murcia : Servicio de Publicaciones , 1998.

GONZALES, Francisco . 2005. *Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado. 2* . España : Editorial Fundación Confemetal, 2005.

GUALOTO, Fausto. 2014. *Administración y dirección del Mantenimiento*. s.l. : Universidad Técnica del Norte, 2014.

GUILLÉN, B. 2015. Optimización de la efectividad global de los equipos (OEE) a través de estrategias de gestión de mantenimiento, empresa

NEGROVEN SA - España. *Tesis de maestría*. Valencia-España : s.n., 2015.

KARDEK, A.; NASCIF, J. 2002. *Mantenimiento, Función Estratégica*. Rio de Janeiro : CIP Brasil, 2002.

LAFRAIA, J. R. 2014. *Manual de Confiabilidade, Manutenibilidade e disponibilidade*. s.l. : Qualitymark Editora, 2014.

MUNCHARAZ, A. 2014. Planteamiento para la optimización del mantenimiento preventivo en una instalación industrial. *Tesis de maestría*. España : Universidad Politécnica de Valencia, 2014.

MUÑOZ, Belén. 2014. *Mantenimiento Industrial*. Madrid, España : Universidad Carlos III, 2014.

PINTO, A. K. 2012. *Gerenciamento moderno de Manutenção*. Sao Paulo : s.n., 2012.

PONCE, E. 2016. Metodología del análisis de criticidad con modo y efecto de falla en los sistemas electromecánicos de real plaza Huancayo-Perú. *Tesis de Maestría*. Huancayo : s.n., 2016.

QUINDE, Ronald. 2013. Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento para una empresa constructora que se dedica a la elaboración de vías lastradas en la provincia del Guayas. *Tesis*. Ecuador : Escuela Superior Politécnica del Litoral, G, 2013.

RAMÍREZ, S. 2014. Análisis de datos de falla. *Tesis de Maestría*. Colombia : Universidad Nacional de Colombia sede Manizales, 2014.

SALIH, O.; DUFFUA, A.; RAOUF, DIXON, Jhon. 2009. *Sistemas de Mantenimiento: Planeación y Control*. México : Limusa Wiley, 2009.

SONDALINI, Mike. 2015. *The Japanese Path To Maintenance Excellence*. s.l. : ED E-Books: Products, 2015.