



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIA Y
ARQUITECTURA**

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN

DEL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

**“Propuesta de implementación de un sistema de gestión
de mantenimiento preventivo basado en la condición CBM en la
empresa Manabita de Comercio S.A.”**

Autor:

Suarez Mato Mayerly Priscila

Tutor de Titulación:

Ing. Manuel Horacio Hidrovo Macías, Mg.

Manta - Manabí - Ecuador

2026

**UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIA Y
ARQUITECTURA**

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“Propuesta de implementación de un sistema de gestión
de mantenimiento preventivo basado en la condición CBM en la
empresa Manabita de Comercio S.A.”**

Sometida a consideración del Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, como requisito para obtener el título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Aprobado por el Tribunal Examinador:

DECANO DE LA FACULTAD
Ing.

DIRECTOR
Ing.

JURADO EXAMINADOR

JURADO EXAMINADOR

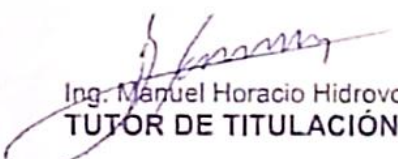
Certificación del Tutor

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría del estudiante **Suarez Mato Mayerly Priscila**, legalmente matriculado en la carrera de Ingeniería Industrial, período académico **2025-2**, cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es **“Propuesta de implementación de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo basado en la condición CBM en la empresa Manabita de Comercio S.A.”**.

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad de este, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

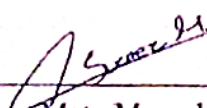
Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.



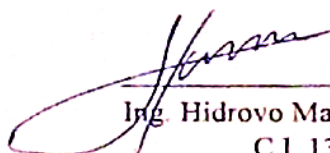
Ing. Manuel Horacio Hidrovo Macías, Mg.
TUTOR DE TITULACIÓN

Declaración de Autoría de Tesis

Suarez Mato Mayerly Priscila, estudiante de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Facultad de Ingeniería Industria y Arquitectura, Carrera de Ingeniería Industrial, libre y voluntariamente declaro que la responsabilidad del contenido del presente trabajo titulado **“Propuesta de implementación de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo basado en la condición CBM en la empresa Manabita de Comercio S.A.”** Es una elaboración personal realizada únicamente con la dirección del tutor, Ing. Hidrovo Macías Manuel Horacio y la propiedad intelectual de la misma pertenece a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.



Suarez Mato Mayerly Priscila
C.I. 1350800056



Ing. Hidrovo Macías Manuel Horacio
C.I. 1309847224

Dedicatoria

A mis abuelos Rezabala García Efigenia del Carmen y Mato Giler Sixto Monserrate por su apoyo incondicional, gracias por el esfuerzo constante, por las valiosas enseñanzas de vida y por haberme orientado por el camino correcto, demostrando que con perseverancia, amor y dedicación es posible alcanzar cualquier meta.

A mis padres Mato Rezabala Dexy Araceli y Suarez Figueroa Ignacio Demecio por apoyarme siempre y motivarme a seguir adelante durante mis estudios. Su esfuerzo y confianza también me permitieron terminar esta etapa tan importante.

A mi novio Aules Salcedo Julio Cesar por su cariño, paciencia y apoyo constante a lo largo de este proceso. Agradezco profundamente cada palabra de ánimo, cada gesto de apoyo y cada muestra de cariño, brindada durante este camino.

Reconocimiento

Expreso mi más sincero agradecimiento a Dios y a mis familiares por su apoyo constante y motivación durante todo mi proceso académico. De igual manera, agradezco a mi tutor por su guía y orientación durante la realización de este trabajo.

Agradezco a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí y a la Carrera de Ingeniería Industrial por la confianza brindada para el desarrollo de la presente investigación.

Índice de Contenido

Certificación del Tutor.....	iii
Declaración de Autoría de Tesis.....	iv
Dedicatoria	v
Reconocimiento	vi
Índice de Contenido.....	vii
Índice de Tablas	xi
Índice de Figuras	xi
Resumen Ejecutivo.....	xii
Executive Summary.....	xiii
Introducción	1
Antecedentes.....	3
Planteamiento del problema.....	6
Macro Contexto.....	6
Meso Contexto	7
Micro Contexto	7
Formulación del problema.....	9
Preguntas directrices	9
Objetivos.....	10
Objetivo General	10
Objetivos Específicos.....	10
Justificación	11
Capítulo 1	13
1Fundamentación Teórica.....	13
1.1Antecedentes Investigativos.....	13
1.2Marco conceptual.....	16

1.2.1 Introducción al Mantenimiento	16
1.2.2 Mantenimiento Preventivo.....	17
1.2.3 Mantenimiento Basado en la Condición (CBM)	17
1.2.4 Ventajas del CBM frente a otros métodos de mantenimiento ...	18
1.2.5 Relación entre el mantenimiento preventivo y el mantenimiento basado en la condición	18
1.2.6 Importancia del mantenimiento basada en la condición CBM en la disponibilidad y confiabilidad de los equipos	19
1.2.7 Impacto en la productividad y eficiencia operativa	20
1.2.8 Mejora de la eficiencia operativa de los equipos.....	20
1.2.9 Optimización de la productividad en empresas pesqueras ...	21
1.2.11 Beneficios económicos y de tiempo del CBM.....	22
1.3Marco Legal y Ambiental.....	24
1.3.1Constitución de la República del Ecuador.....	24
1.3.2Ley Orgánica de Gestión de Desechos Sólidos.....	25
1.3.3 Ley de Protección al Medio Ambiente	25
1.3.4Normas Técnicas Ecuatorianas (NTE).....	26
1.4Hipótesis y Variables.....	26
1.4.1Hipótesis.....	26
1.4.2Identificación de las Variables.....	27
1.4.3Operacionalización de las variables.....	27
1.4.3.1Operacionalización de las variables independientes.....	27
1.4.3.2 Operacionalización de las variables dependientes	28
1.5Marco Metodológico.....	28
1.5.1 Modalidad Básica de la Investigación.....	28
1.5.2 Enfoque	28
1.5.3 Nivel de Investigación.....	29

1.5.3.1	Nivel descriptivo	29
1.5.3.2	Nivel explicativo	29
1.5.4	Población de Estudio	30
1.5.5	Tamaño de la Muestra.....	30
1.5.6	Técnicas de recolección de datos	31
1.5.7	Plan de recolección de datos	32
1.5.8	Procesamiento de la Información	33
	Capítulo 2	35
	2 Diagnóstico o Estudio de Campo.....	35
	2.1 Descripción de la empresa.....	35
2.1.1	Reseña Histórica	35
2.1.2	Clasificación de los equipos críticos en el sector industrial	35
2.1.3	Actividad económica principal	36
2.1.4	Estructura Organizativa	36
	2.2 Infraestructura y Recursos Técnicos.....	37
	2.3 Equipos críticos.....	39
2.3.1	Función de la prensa de pescado.....	39
2.3.2	Posibles beneficios de la aplicación del CBM en la prensa de pescado .	39
2.3.3	Función del secador rotatorio.....	40
2.3.4	Posibles beneficios de la aplicación del CBM en el secador rotatorio.....	40
	2.4 Triangulación de datos	41
	2.5 Análisis e interpretación de resultados del estudio de campo	47
2.5.1	Nivel gerencial	47
2.5.2	Nivel de supervisión.....	48
2.5.3	Nivel de inspección.....	48
2.5.4	Nivel Técnico	49
2.5.5	Nivel de ayudantes de mantenimiento	49

2.5.6 Síntesis del análisis cualitativo	50
Capítulo 3	51
3 Propuesta de Mejora.....	51
3.1 Fundamentación técnica de la propuesta CBM	51
3.2 Objetivo de la propuesta.....	52
3.3 Alcance y delimitación de la propuesta.....	55
3.3.1 Alcance	55
3.3.2 Delimitación	56
3.4 Adaptación de un modelo conceptual del sistema CBM propuesto .	56
3.5 Etapas del sistema de mantenimiento basado en la condición	57
3.5.1 Identificación y priorización de equipos críticos.....	57
3.5.2 Análisis funcional de los equipos.....	57
3.5.3 Identificación de modos de falla relevantes	58
3.5.4 Identificación de variables críticas de condición	59
3.5.5 Métodos básicos de monitoreo de condición.....	60
3.5.6 Registro y gestión de la información de condición.....	62
3.5.7 Análisis cualitativo de tendencias y anomalías	63
3.5.8 Toma de decisiones basada en la condición	63
3.6 Herramientas de gestión integradas al CBM	65
3.7 Roles y responsabilidades dentro del sistema CBM.....	65
3.8 Beneficios esperados de la propuesta CBM	66
3.9 Cierre del capítulo.....	66
Conclusiones	68
Recomendaciones	69
Bibliografía.....	70
Anexo 1	84
Anexo 2	120

Índice de Tablas

Tabla 1	<i>Plan de Recolección de Datos</i>	32
Tabla 2	<i>Evaluación de la Infraestructura y Sistemas de mantenimiento Industrial</i>	37
Tabla 3	<i>Nivel Gerencial</i>	42
Tabla 4	<i>Nivel de Supervisión</i>	43
Tabla 5	<i>Nivel de Inspección</i>	44
Tabla 6	<i>Nivel Técnico</i>	45
Tabla 7	<i>Nivel Operativo -Ayudantes</i>	46
Tabla 8	<i>Elementos Críticos de la Prensa de Pescado</i>	53
Tabla 9	<i>Elementos Críticos del Secador Rotatorio</i>	54
Tabla 10	<i>Alcance del Sistema de mantenimiento basado en la Condición CBM</i>	55
Tabla 11	<i>Matriz de Criticidad de Equipos</i>	57
Tabla 12	<i>Variables Críticas de Condición por Equipo</i>	59
Tabla 13	<i>Monitoreo de Condición para la Prensa de Pescado</i>	60
Tabla 14	<i>Monitoreo de Condición para el Secador Rotatorio</i>	61
Tabla 15	<i>Matriz Condición-Acción</i>	63
Tabla 16	<i>Indicadores de referencia CBM</i>	66

Índice de Figuras

Figura 1	<i>Organigrama de la Empresa</i>	36
Figura 2	<i>Adaptación de un Modelo Conceptual del Sistema</i>	56
Figura 3	<i>Proceso Funcional de los Equipos</i>	58
Figura 4	<i>Diagrama de flujo:</i>	64

Resumen Ejecutivo

Esta investigación tiene como objetivo proponer un sistema de mantenimiento basado en la condición (CBM) implementado a equipos críticos, con el fin de mejorar la gestión de mantenimiento y reducir la ocurrencia de fallas no programadas. En cuanto a la metodología de investigación, puede caracterizarse como un enfoque metodológico orientado a sugerir mejoras. Desde el punto de vista de la aplicación práctica, el trabajo de la investigación comenzó con un diagnóstico de la situación actual del mantenimiento en la compañía Manabita de Comercio S.A. Este análisis mostro muchas limitaciones que en la actualidad se muestran asociadas con el predominio de los métodos preventivos y correctivos tradicionales que no han logrado proporcionar una gestión efectiva de los equipos.

Se conversó con el personal de mantenimiento y se hizo una matriz de criticidad para saber que equipos son los más importantes en el proceso productivo, con esa información se propuso aplicar un mantenimiento basado en la condición (CBM) usando herramientas simples como el registro de datos de funcionamiento y una matriz que ayuda a decidir qué acciones tomar según el estado de los equipos.

Los resultados permiten finalizar que el sistema propuesto es técnica y operativamente viable, y que su implementación aportaría a mejorar la confiabilidad de los equipos críticos, optimizar los recursos de mantenimiento y fortalecer la gestión del mantenimiento industrial.

Palabras clave: Mantenimiento basado en la condición, equipos críticos, gestión de mantenimiento, confiabilidad, monitoreo de condición.

Executive Summary

The objective of this research is to propose a Condition-Based Maintenance (CBM) system applied to critical equipment, aimed at improving maintenance management and reducing the occurrence of unplanned failures. Regarding the way, the research was carried out; it focused on proposing improvements. To do this, the maintenance management at Manabita de Comercio S.A. was first analyzed, from this analysis, it was observed that maintenance was mainly based on traditional preventive and corrective methods: which have several limitations and have not been sufficient to properly manage the equipment.

Interviews were conducted with maintenance personnel, and a criticality matrix was applied to identify the most critical equipment within the production flow. Based on this study, a condition-based maintenance (CBM) system was proposed, using simple management tools such as monitoring variables through records and the condition-action matrix to support maintenance related decision-making.

The results show that the proposed system can be used without any problems. In addition, it would help the most important equipment work better make better use of maintenance resources and improve the organization of maintenance in the company.

Keywords: Condition-based maintenance, critical equipment, maintenance management, reliability, condition monitoring.

Introducción

El mantenimiento industrial constituye un factor fundamental para garantizar la continuidad operativa, la confiabilidad de los equipos y la eficacia de los procesos productivos. En el entorno operativo de Manabita de Comercio S.A., donde la continuidad de los equipos industriales se vuelve fundamental para asegurar el flujo de almacenamiento y distribución, las estrategias tradicionales de mantenimiento correctivo y preventivo resultan ser insuficientes, puesto que no anticipan fallas recurrentes ni evitan las pérdidas derivadas de paradas imprevistas, lo que da énfasis a la necesidad de un enfoque más proactivo basado en la condición real de las maquinas.

En esta circunstancia, el mantenimiento basado en la condición (CBM) se plantea como una opción practica y metodológica que orienta la toma de decisiones a partir del estado real de los equipos. Mediante el seguimiento constante de variables operativas, este sistema facilita la detección temprana de condiciones anómalas, mejora el uso de los recursos destinados al mantenimiento y extiende la vida útil de los activos industriales.

La presente investigación tiene como propósito la propuesta de un sistema de mantenimiento basado en la condición CBM aplicado a equipos críticos; a partir del análisis de su estado operativo, la identificación de variables de condición relevantes y la integración de herramientas de gestión simples pero efectivas. El estudio adopta un enfoque aplicado, con un alcance descriptivo y propositivo, y se apoya en el análisis del estado actual del mantenimiento y de las prácticas que se desarrollan en la empresa analizada.

Según Rodríguez & Pérez (2021) se utilizan diversas herramientas técnicas, como la matriz de criticidad de los equipos, el monitoreo de condición, los registros de eventos y las matrices de decisión, las cuales contribuyen a la implementación de un sistema de Mantenimiento basado en la condición (CBM) ajustado a las necesidades y condiciones reales de la organización.

En consecuencia, la investigación contribuye al fortalecimiento de la gestión de mantenimiento y al incremento del desempeño operativo, alineándose con los principios de confiabilidad, eficiencia y viabilidad industrial.

Antecedentes

El mantenimiento preventivo es aquel que realiza inspecciones periódicas a los equipos para prevenir problemas futuros, razón que implica una serie de acciones programadas cronológicamente para actuar sobre los activos productivos (Ilaya, 2023). Palencia (2011) indicó que se requiere de un sistema de mantenimiento preventivo óptimo que comprenda los campos de organización y administración, que mejore los factores disponibles y que pueda ser aprobado y adoptado por todos. Un plan de mantenimiento preventivo óptimo nos facilita límites en los cuales no mejoramos la confiabilidad más si consideramos la posibilidad de realizar modificaciones sobre los procedimientos (Sacristan, 2014). En el entorno operacional se implementa un sistema de mantenimiento preventivo, que admite el cumplimiento de los requerimientos de producción, seguridad, regulaciones ambientales y costos (Ruiz A. J., 1994).

CBM (Mantenimiento Basado en la Condición) es un enfoque sistemático utilizado para mejorar la fiabilidad de los equipos y maquinarias, centrándose en su funcionalidad principal, acciones técnicas y económicamente sólidas (Quispe, 2023). El objetivo del CBM es detectar condiciones anormales en el equipo, y luego tomar las medidas correctivas necesarias para evitar una falla (Ilaya, 2023). Si durante los análisis de criticidad, de modos y resultado es posible determinar la causa de la falla, el impacto del CBM será profundo y muy significativo (Fractal, 2024).

Bueno y Ibarra (2020) evaluaron la implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) en una empresa procesadora de harina de pescado, en Lima, desarrollando una metodología mixta que combinó simulación operativa y análisis financiero. La mejora en el desempeño de los equipos se debió, en gran medida, a la adopción del Mantenimiento Productivo Total. Gracias a sus prácticas preventivas, se consiguieron ciclos más ágiles y máquinas más confiables. El impacto final se evidenció en la rentabilidad: bajaron los costos operativos y el OEE alcanzó niveles significativamente más altos. Así mismo, el análisis económico demostró la viabilidad financiera de la iniciativa, considerando que el TPM al complementar las estrategias de mantenimiento

basado en condición CBM, figura una inversión lucrativa para las plantas procesadoras de harina de pescado. una herramienta valiosa para la optimización de los procesos industriales.

García y Miller (2021) propusieron un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) en una empresa Pesquera en Sechura, Piura, con el objetivo de mejorar la productividad y fiabilidad de los equipos mediante la implementación de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM). A través de una evaluación exhaustiva, se determinaron deficiencias en la planificación y ejecución del mantenimiento. Dichas falencias se reflejaron en una baja disponibilidad y confiabilidad de las maquinarias. Impactando de un modo directo a la productividad de la empresa. Los autores propusieron de RCM como solución, realzando la necesidad de una elección adecuada del personal de mantenimiento, supervisiones rigurosas de las actividades y la implementación de herramientas de análisis para prevenir fallas La investigación concluye que la adopción de un RCM no solo reducirá costos, sino que al igual que el CBM aumentará la disponibilidad de los equipos garantizándoles vida útil y la productividad general de la empresa.

Según Obeso y Yaya (2018) la implementación del Mantenimiento Productivo Total en esta planta pesquera permitió corregir un historial de ineficiencia operativa. Antes del proyecto, el mantenimiento era reactivo e incompleto, con un control casi nulo de los activos en el sector de lavado. Al introducir los pilares del TPM, no solo se organizó la gestión de registros, sino que se logró un impacto positivo y exacto en la eficiencia de la fabricación de harina. Asimismo, observaron tiempos muertos significativos debido a la falta de organización. Con la implementación de dicho proceso y la reducción de fallos, la productividad aumento un 6%, alcanzando entre 15 y 17 sacos por hora. El índice de eficiencia global del equipo (OEE) aumento un 0.68%, demostrando la efectividad del mantenimiento en mejorar la eficiencia operativa.

Hernández (2017) en su tesis de grado titulada: *Propuesta de un plan de mantenimiento basado en el uso de herramientas de ingeniería de confiabilidad*, en México, la metodología aplicada incluye una ardua recopilación de información operacional mediante inspecciones visuales, entrevistas con el

personal y revisiones de manuales de operación. Se implementó un análisis de criticidad cuantitativo a través de una matriz que conecta la consecuencia y probabilidad de fallas, clasificando así los grupos según su nivel de criticidad. Por otro lado, utilizo el método de los cinco porqués para investigar las causas raíz de las fallas, destacando la importancia de implementar un programa de mantenimiento preventivo. Donde los análisis estimaron una confiabilidad inferior al 50%, insinuando una alta probabilidad de fallas en plazos cortos de operación. El trabajo concluyo indicando que, aunque la implementación de un plan de mantenimiento no eliminara en su totalidad las fallas, se espera obtener una disminución, contribuyendo a mejorar la confiabilidad de los equipos y maquinarias.

Alarcón y Romero (2021) exponen un estudio exhaustivo sobre la implementación de un sistema de mantenimiento preventivo en una empresa procesadora de harina y aceite de pescado ubicada en la ciudad de Santa Elena, para este estudio, se optó por una metodología mixta que permitió contrastar la teoría con la realidad operativa de la planta. Su evaluación resulto ser fundamental para el diseño de un plan de mantenimiento a medida, apartando las soluciones genéricas y centrarse en lo preventivo y predictivo.

las investigaciones revisadas muestran que aplicar mantenimiento preventivo y predictivo ayuda mucho a mejorar la eficiencia en la industria de la harina de pescado. Al combinar métodos numéricos con la opinión y experiencia del personal, se logran equipos más confiables y procesos que generan mayores beneficios, siempre y cuando la estrategia se adapte a la realidad de la planta y cuente con el apoyo de toda la empresa.

Estos estudios sirvieron como una base importante para futuras investigaciones ya que permite mejorar las operaciones y aumentar la competitividad del sector.

Planteamiento del problema

Manabita de Comercio S.A., una compañía líder en la comercialización de bienes de consumo más generalizado en la región de Manabí está condicionado en gran medida su infraestructura tecnológica y su campo de equipos industriales para preservar sus operaciones de almacenamiento, distribución y transporte en funcionamiento continuo. En el transcurso de los últimos años, la empresa ha experimentado un aumento en los fallos no programados en los equipos, lo que ha terminado en pausas operativas prolongadas, costos adicionales de solución, y una disminución de la productividad

La propuesta de un plan de gestión del mantenimiento preventivo en la empresa Manabita de Comercio S.A., es esencial para optimizar la operatividad y sostenibilidad de sus procesos. El mantenimiento preventivo no solo permite detectar y ajustar problemas antes de que se conviertan en fallas costosas, sino que también incrementa la vida operativa de los equipos. Además, al asegurar que los activos estén en condiciones óptimas, se disminuyen las paradas imprevistas, lo que potencia su productividad y la eficiencia en los procesos.

Macro Contexto

En el ámbito internacional, la organización internacional de normalización ISO (2021) estableció que, los sistemas de gestión de calidad deben incluir estrategias de mantenimiento que aseguren la confiabilidad de los equipos y la continuidad de las operaciones. El enfoque CBM supera al preventivo tradicional al permitir decidir reparaciones basadas en el desgaste real y de igual modo monitorear las máquinas de forma continua consiguiendo optimizar los tiempos de operación ya que solo se interviene cuando es estrictamente necesario, reduciendo drásticamente las averías inesperadas (López & Criollo, 2022)

Poner en marcha un plan de mantenimiento preventivo va más allá de listar equipos y programar tareas por su nivel de criticidad. La clave está en integrar el monitoreo CBM para anticiparse al fallo con datos reales puesto que de este modo las correcciones se hacen en el momento exacto lo cual no hace que la gestión sea más ágil pero si asegura que el mantenimiento trabaje de la mano con los estándares de calidad de la empresa (Díaz, Arce, & Lucía, 2024).

Meso Contexto

En América Latina, el uso de nuevas estrategias de mantenimiento ha ido avanzando poco a poco, ya que muchas empresas tienen problemas económicos y tecnológicos. Aun así, en países como Perú, especialmente en la industria pesquera, se ha visto que aplicar un mantenimiento más proactivo y basado en la condición de los equipos ayuda a trabajar mejor y a consumir menos dinero. Por ejemplo según González y Martínez (2019), en una planta de harina de pescado en Perú, al aplicar un plan de mantenimiento preventivo se logró reducir los costos de mantenimiento en un 25 % y aumentar la disponibilidad de los equipos en un 15%.

A nivel nacional en Ecuador, el instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN, 2020) indica que el mantenimiento preventivo que puede incluir CBM es fundamental para las empresas, ya que prolonga la vida útil de los equipos, reduce costos por reparación y paradas imprevistas, y garantiza el cumplimiento de la normativa, lo que evidencia que las empresas están conscientes de enfoques basados en condición además de las prácticas preventivas tradicionales.

Micro Contexto

Las empresas, como Manabita de Comercio S.A., deben adoptar el mantenimiento preventivo porque les permite asegurar la continuidad operativa, reducir fallas inesperadas, mejorar la seguridad, mantener la calidad de los procesos y optimizar los costos a lo largo del ciclo de vida de los equipos. En este análisis, además de las tareas preventivas, el mantenimiento basado en la condición CBM se incorpora como una herramienta clave para que la toma de decisiones de mantenimiento se base en datos reales del estado de los equipos,

evitando intervenciones innecesarias o tardías, tal como lo señala (Ocampo, 2020).

Las fallas inesperadas que se presentan constantemente en Manabita de Comercio S.A. han afectado el funcionamiento de la planta, ya que provocan baja producción y mayores gastos en reparaciones. Debido al desgaste rápido de los equipos; se propone cambiar a un mantenimiento basado en la condición (CBM). Con este tipo de mantenimiento se podrán detectar los problemas a tiempo, evitar paradas del proceso, alargar la vida útil de los equipos y mejorar la competitividad de la empresa en el mercado.

Formulación del problema

¿Cómo puede Manabita de Comercio S.A. implementar un sistema de gestión de mantenimiento preventivo basado en la condición (CBM) que mejore la disponibilidad y confiabilidad de sus equipos, reduzca los costos operativos y promueva prácticas sostenibles en sus operaciones

Preguntas directrices

¿Cuáles son las principales causas que afectan la disponibilidad y confiabilidad de los equipos y maquinarias catalogadas como principales en Manabita de Comercio S.A.?

¿Cómo puede implementarse un sistema de gestión de mantenimiento preventivo basado en la condición (CBM) que se adapte a las necesidades específicas de la empresa?

¿Qué metodologías de mantenimiento basado en la condición CBM pueden emplearse para reducir los costos de mantenimiento; mediante el monitoreo del estado de los equipos y la intervención solo cuando sea necesaria?

Objetivos

Objetivo General

- . Proponer la implementación de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo basado en la condición CBM en la empresa Manabita de Comercio S.A.

Objetivos Específicos

- Mejorar la Disponibilidad y Confiabilidad de los Equipos de mayor criticidad de la empresa Manabita de Comercio S.A., a partir del análisis de su estudio operativo y desempeño
- Proponer la reducción de los Costos Operativos Relacionados con el Mantenimiento preventivo basado en la condición CBM para la empresa.
- Proponer optimizar el uso de recursos de mantenimiento; en el marco del CBM, buscando la sostenibilidad de las operaciones y la mejora continua de los procesos.

Justificación

El problema investigado se centra en la posibilidad de fallos no programados en los equipos críticos de Manabita de Comercio S.A., lo cual ha resultado en pausas operativas prolongadas, costos adicionales de reparación y una disminución en la productividad. Estos problemas afectan negativamente la eficiencia operativa y la competitividad de la empresa (Medina Y. , 2022).

El problema es urgente porque la empresa necesita mejorar cómo funcionan sus procesos y asegurar que se mantengan en el tiempo. Las fallas inesperadas están causando pérdidas de dinero y retrasos en la producción de la empresa. Para evitar que la situación siga empeorando, es necesario aplicar un mantenimiento basado en la condición (CBM), que permita adelantarse a los daños y asegurar que los equipos más importantes trabajen de forma confiable (Jiménez, 2022).

Adoptar el Mantenimiento Basado en la Condición (CBM) es el paso necesario para que la empresa gane en eficiencia y sostenibilidad, por lo tanto, la ventaja es clara ya que, al detectar el desgaste en tiempo real nos adelantamos a las fallas críticas, eliminando los paros imprevistos y logramos que los equipos rindan al máximo sin riesgos innecesarios (Sandoval & Jeiner, 2025).

El estudio beneficiaría directamente a la empresa Manabita de Comercio S.A. y a sus empleados, al mejorar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos y reducir los costos operativos. Indirectamente, también beneficia a los clientes de la empresa, al asegurar un suministro continuo y eficiente de bienes de consumo, y a la comunidad local, al contribuir a la estabilidad económica y laboral de la región (Díaz, 2024)

Metodológicamente, el estudio proporciona un enfoque estructurado para la implementación de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo basado en la condición. Esto incluye la identificación de equipos críticos, la planificación de actividades de mantenimiento, la asignación de recursos y la monitorización del desempeño. Además, el estudio se alinea con los estándares

internacionales de gestión de calidad, lo que asegura su relevancia y aplicabilidad (Lopez, 2020).

Realizar este estudio trae varios beneficios tanto a nivel personal como profesional, ya que permite aprender más sobre la gestión del mantenimiento y conocer mejor cómo funcionan los sistemas de mantenimiento basado en la condición (CBM) en una empresa; lo que puede servir como ejemplo para otros estudios y para su uso en diferentes industrias (Ocampo, 2020).

Capítulo 1

1 Fundamentación Teórica

1.1 Antecedentes Investigativos

El mantenimiento preventivo es aquel que realiza inspecciones periódicas a los equipos para prevenir problemas futuros, razón que implica una serie de acciones programadas cronológicamente para actuar sobre los activos productivos (Ilaya, 2023). Palencia (2011) indicó que se requiere de un sistema de mantenimiento preventivo óptimo que comprenda los campos de organización y administración, que mejore los factores disponibles y que pueda ser aprobado y adoptado por todos. Un plan de mantenimiento preventivo optimo nos facilita límites en los cuales no mejoramos la confiabilidad más que si consideramos la posibilidad de realizar modificaciones sobre los procedimientos (Sacristan, 2014). En el entorno operacional se implementa un sistema de mantenimiento preventivo, que admite el cumplimiento de los requerimientos de producción, seguridad, regulaciones ambientales y costos (Ruiz A. J., 1994).

CBM (Mantenimiento Basado en la Condición) es un enfoque sistemático utilizado para mejorar la fiabilidad de los equipos y maquinarias, centrándose en su funcionalidad principal, acciones técnicas y económicamente sólidas (Quispe, 2023). El objetivo del CBM es detectar condiciones anormales en el equipo, y luego tomar las medidas correctivas necesarias para evitar una falla (Ilaya, 2023). Si durante los análisis de criticidad, de modos y resultado es posible determinar la causa de la falla, el impacto del CBM será profundo y muy significativo (Fracttal, 2024).

Bueno y Ibarra (2020) evaluaron la implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) en una empresa procesadora de harina de pescado, desarrollando una metodología mixta que combinó simulación operativa y análisis financiero. Los resultados reflejaron una reducción sustancial en los tiempos de ciclo, aplicable a la mejora en la fiabilidad y disponibilidad en las maquinarias, facilitada por las prácticas proactivas de mantenimiento inmanente al TPM. Dicha optimización se transformó en una reducción de los costos de

producción y un aumento significativo en el OEE (Indicador de Eficiencia General de los Equipos), corroborando la eficiencia del TPM en la eficacia global de los equipos. Así mismo, el análisis económico demostró la viabilidad financiera de la iniciativa, considerando que el TPM al complementar las estrategias de mantenimiento basado en condición CBM, figura una inversión lucrativa para las plantas procesadoras de harina de pescado. una herramienta valiosa para la optimización de los procesos industriales.

García y Miller (2021) propusieron un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) en una empresa Pesquera en Sechura, Piura, con el objetivo de mejorar la productividad y fiabilidad de los equipos mediante la implementación de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM). A través de una evaluación exhaustiva, se determinaron deficiencias en la planificación y ejecución del mantenimiento. Dichas fallencias se reflejaron en una baja disponibilidad y confiabilidad de las maquinarias. Impactaron de un modo directo a la productividad de la empresa. Los autores propusieron de RCM como solución, realzando la necesidad de una elección adecuada del personal de mantenimiento, supervisiones rigurosas de las actividades y la implementación de herramientas de análisis para prevenir fallas. La investigación concluye que la adopción de un RCM no solo reducirá costos, sino que al igual que el CBM aumentará la disponibilidad de los equipos garantizándoles vida útil y la productividad general de la empresa.

Obeso y Yaya (2018) implementaron con éxito el mantenimiento productivo total (TPM) en una empresa pesquera de Chimbote, mejorando significativamente su productividad, la investigación se centró en la implementación inicial del mantenimiento productivo total (TPM) en el campo de procesos para la harina de pescado. Además, localizaron un sistema de mantenimiento deficiente, con registros inadecuados y mantenimientos preventivos incompletos, especialmente en lavado. Asimismo, observaron tiempos muertos significativos debido a la falta de organización. Con la implementación de dicho proceso y la reducción de fallos, la productividad aumento un 6%, alcanzando entre 15 y 17 sacos por hora. El índice de eficiencia

global del equipo (OEE) aumento un 0.68%, demostrando la efectividad del mantenimiento en mejorar la eficiencia operativa.

Hernández (2017) en su tesis de grado titulada: *Propuesta de un plan de mantenimiento basado en el uso de herramientas de ingeniería de confiabilidad*, en México, la metodología aplicada incluye una ardua recopilación de información operacional mediante inspecciones visuales, entrevistas con el personal y revisiones de manuales de operación. Se implementó un análisis de criticidad cuantitativo a través de una matriz que conecta la consecuencia y probabilidad de fallas, clasificando así los grupos según su nivel de criticidad. Por otro lado, utilizo el método de los cinco porqués para investigar las causas raíz de las fallas, destacando la importancia de implementar un programa de mantenimiento preventivo. Donde los análisis estimaron una confiabilidad inferior al 50%, insinuando una alta probabilidad de fallas en plazos cortos de operación. El trabajo concluyo indicando que, aunque la implementación de un plan de mantenimiento no eliminara en su totalidad las fallas, se espera obtener una disminución, contribuyendo a mejorar la confiabilidad de los equipos y maquinarias.

Alarcón y Romero (2021) realizaron un estudio detallado sobre la aplicación de un sistema de mantenimiento preventivo en una empresa que procesa harina y aceite de pescado en la ciudad de Santa Elena. Para esto, usaron una metodología mixta, combinando la revisión de información escrita con el análisis directo en la empresa. Gracias a este estudio identificaron varios problemas en la forma en que se estaba haciendo el mantenimiento, por lo que propusieron un plan hecho a la medida. Este plan se enfoca en actividades preventivas y predictivas, con el objetivo de que las maquinas estén disponibles por más tiempo, se reduzca los costos y se mejore la calidad del producto final.

La literatura previa confirma las ventajas de aplicar modelos como el CBM en el sector pesquero. Estas investigaciones integran análisis de datos con observaciones de campo, reportan ahorros operativos considerables y una mayor disponibilidad de la planta. Un normal hallazgo donde el éxito no depende solo de la técnica sino del compromiso de todo el personal y de ajustar cada estrategia a la realidad técnica de la empresa. Estos antecedentes

proporcionaron un marco sólido para futuras investigaciones en el ámbito, permitiendo desarrollar operaciones más eficaces y generar un alto impacto en la competitividad del sector.

1.2 Marco conceptual

1.2.1 Introducción al Mantenimiento

El mantenimiento es una ardua actividad técnico-económica que tiene como propósito la conservación de los activos de la compañía, maximizando la disponibilidad de los mismo, intentando que su gestión se lleve a cabo en el menor costo posible (Masa et al., 2023). El mantenimiento ha logrado convertirse en una función importante para que toda empresa logre un máximo de rentabilidad, donde cada una de las operaciones inmersas dentro del mismo, permitan dar utilidad adecuada a los activos fijos consiguiendo alargar su vida útil, convirtiendo las actividades para que sean más eficaces y rápidas (Medina R. , 2022).

Por consiguiente, el mantenimiento se concibe como un conjunto integral de acciones y metodologías encaminadas a preservar la operatividad óptima de los equipos productivos (Arbós, (2012)). Este concepto, subyace en la necesidad de certificar que todos los activos estén en condiciones adecuadas para cumplir sus funciones. Si bien la preservación es un objetivo primordial, la gestión de costos también resulta ser un componente crítico para el mantenimiento industrial puesto que es esencial para garantizar la rentabilidad de los procesos productivos (Sicma, 2022).

El mantenimiento reside en asegurar la disponibilidad continua de los activos, disminuyendo las interrupciones operativas y optimizando así la eficiencia global de los sistemas productivos. Las empresas a su vez buscan prolongar la vida útil de sus equipos, bajando los costos asociados a fallas inesperadas (Valbor, 2023). Puesto que, cuando los equipos de mantenimiento industrial consiguen que sus equipos respondan según lo previsto, aportan al aumento de la seguridad rendimiento y el tiempo de actividad, lo que mejora los resultados (Emaint, 2024).

1.2.2 Mantenimiento Preventivo

Más que una simple rutina el mantenimiento preventivo funciona como un sistema planificado para extender la vida útil de los activos. Se basa en adelantarse a los problemas mediante inspecciones y tareas programadas, buscando siempre evitar que una pequeña falla se convierta en una reparación crítica o en un gasto imprevisto para la empresa (Schilling, 2024). Según Pastor, (2020) menciona que el mantenimiento tiene una gran ventaja en cuanto a que se puede planificar, programar y determinar presupuestos desde antes, considerando que al ser preventivo alarga la vida útil del activo. La implementación del mantenimiento preventivo dentro de la industria es fundamental para minimizar las averías en la maquinaria (Pillado et al., 2022). De acuerdo con (Olives, 2011) se recomienda como norma general que el mantenimiento preventivo se haga en todo el centro de trabajo ya que servirá para llevar el control de todas sus revisiones, aunque haya algunas instalaciones o maquinaria con normativa específica y con el mantenimiento externalizado.

1.2.3 Mantenimiento Basado en la Condición (CBM)

El Mantenimiento basado en la condición (CBM) es una forma de mantenimiento que consiste en revisar constantemente como están funcionando los equipos para evitar que se dañen. Al saber en qué estado se encuentra cada maquina se pueden hacer las reparaciones justo a tiempo lo que ayuda a que los equipos duren más se trabaje mejor y se gaste menos recursos en mantenimiento (Mendez, 2011).

Lo que hace diferente al (CBM) es su capacidad para anticiparse al daño. Al detectar cualquier anomalía a tiempo permite programar las reparaciones de forma estratégica consiguiendo que se intervenga los equipos solo cuando los datos lo indican y no por pura rutina. En base a los datos en tiempo real, el CBM posibilita la optimización de programas de mantenimiento, disminuyendo considerablemente el riesgo de paradas no planificadas y minimizando los costos asociados a reparaciones de urgencia (Automation, 2024).

1.2.4 Ventajas del CBM frente a otros métodos de mantenimiento

El CBM (Mantenimiento Basado en la Condición) representa un avance significativo en las prácticas de mantenimiento industrial, ofreciendo variedad de beneficios. Al emplear datos en tiempo real para determinar la situación real de los activos, el CBM permite optimizar la planificación de las intervenciones, alargando la vida útil de los activos reduciendo los tiempos de inactividad y disminuyendo los costos operativos, además, el mismo contribuye a un entorno de trabajo más seguro al permitir la localización temprana de potenciales fallas (Automation, 2024).

Asimismo, el mantenimiento Basado en condición presenta un conjunto de ventajas que lo posicionan como una estrategia de gestión de equipos altamente efectiva. Al considerar las intervenciones de mantenimiento en el estado real de las maquinarias, optimizando también la utilización de los recursos y minimizando interrupciones en los procesos productivos. La implementación de sensores y sistemas de monitoreo constante facilitan la pronta detección de anomalías, posibilitando una respuesta rápida y precisa por parte del personal de mantenimiento, lo que a su vez contribuyen a el aumento de la disponibilidad de los equipos y la eficiencia global de los sistemas productivos (Compara, 2020).

1.2.5 Relación entre el mantenimiento preventivo y el mantenimiento basado en la condición

El mantenimiento preventivo consiste en realizar actividades destinadas a evitar y detectar condiciones que puedan causar interrupciones en la producción, fallas o un desgaste acelerado del equipo (Pillado, 2022). Estas actividades se llevan a cabo durante un paro programado, apoyándose en un análisis cíclico. Las tareas que se realizan en el mantenimiento preventivo deben servir para que el equipo siga funcionando bien y sin problemas hasta la siguiente revisión programada (Huacuz, 2003).

Según la ISO 14244, el mantenimiento basado en la condición es un tipo de mantenimiento preventivo cuyo objetivo principal es evaluar la situación física de un sistema o equipo. Este enfoque se basa en monitorear y estudiar

indicadores de condición, como vibraciones, temperatura, desgaste, entre otros, para determinar el momento adecuado para realizar intervenciones. De este modo, las acciones de mantenimiento se programan en función de la condición real del equipo, con el fin de prevenir fallos imprevistos y optimizar el rendimiento, sin recurrir a intervenciones periódicas prescindible (Pernett, 2022).

Aunque el mantenimiento preventivo y el CBM comparten el propósito de mantener los equipos operativos y confiables es de mencionar que cada uno lo aborda de manera diferente. Mientras el mantenimiento preventivo se guía por el calendario el CBM se enfoca en el estado real de la máquina (Rodríguez & Veloza, 2024). Ambos enfoques se complementan, ya que el CBM permite optimizar el mantenimiento preventivo al basar las intervenciones en información actual y en el análisis de datos (Montilla, 2019).

1.2.6 Importancia del mantenimiento basada en la condición CBM en la disponibilidad y confiabilidad de los equipos

La disponibilidad es uno de los indicadores más cruciales en el mantenimiento de los equipos, puesto que se refiere al lapso en el que una maquina o equipo está disponible para su uso. Es decir, es la medida del tiempo estimado en el que un equipo está funcionando correctamente y se encuentra disponible para su posterior uso en la producción (Predictiva21, 2023). Por otro lado, (Esquivel et al., 2021) mencionan que la confiabilidad es la probabilidad de que un activo cumpla un propósito específico a través de condiciones de uso determinadas en un periodo determinado. La disponibilidad y confiabilidad en mantenimiento se puede medir de diferentes formas, añadiendo el tiempo de inactividad programado, el tiempo de inactividad no programado, el lapso estimado de tiempo de inactividad y la vida útil. Su medición en mantenimiento es esencial para garantizar que las maquinarias estén disponibles cuando se necesitan, además de ayudar a identificar oportunidades para mejorar la eficiencia del mantenimiento (Predictiva21, 2023).

La fase inicial y consiguiente en las que se estructura la gestión del mantenimiento ejercen una influencia determinante en la eficacia y eficiencia de los procesos productivos. La eficacia, comprendida como el grado en el que se

alcanzan los objetivos establecidos, se enuncia en la calidad del servicio prestado a los usuarios internos y externos de la organización. Mientras que la eficiencia se relaciona con la optimización de los recursos empleados para conseguir los objetivos determinados. En el mantenimiento, la eficacia se encuentra estrechamente relacionada con la disponibilidad de los equipos, dicho de otro modo, con la capacidad de los activos para cumplir su finalidad en el momento requerido (Parra & Crespo, 2012).

1.2.7 Impacto en la productividad y eficiencia operativa

Hoy en día, mejorar la productividad y trabajar de manera más eficiente es uno de los principales objetivos de las empresas. Cuando se aplican estrategias para que el trabajo rinda más y se usen mejor los recursos, no solo se gana más dinero, sino que también se mejora el ambiente laboral y la capacidad de responder a lo que pida el mercado (Ramírez, 2022). Además, el uso de nuevas tecnologías y la mejora constante de los procesos son claves para aumentar la productividad. Al automatizar tareas repetitivas; los trabajadores pueden concentrarse en actividades más importantes; lo que ayuda a aprovechar mejor los recursos y a realizar los proyectos de forma más rápida y organizada (Ortiz, 2024).

1.2.8 Mejora de la eficiencia operativa de los equipos

La eficiencia operativa es la capacidad de una organización para maximizar la producción de bienes o servicios, minimizando al mismo tiempo el consumo de recursos y garantizando estándares elevados de calidad y seguridad. Medir la eficiencia operativa no es otra cosa que analizar que tan bien estamos aprovechando los recursos para generar el producto final. Se trata de determinar si los insumos invertidos realmente se traducen en resultados óptimos dentro de la línea de producción (Gonzalez, 2023).

Optimizar la eficiencia operativa requiere un ciclo constante de medición y mejora. El primer paso es establecer una base real para saber cómo están rindiendo los equipos actualmente, a partir de ahí es que se estandarizan los cambios que realmente funcionan. La carga de trabajo se monitorea de manera constante para garantizar que los recursos humanos sean utilizados de manera

eficiente. Finalmente, se establecen nuevos objetivos basados en los resultados obtenidos y se reinicia el ciclo de mejora. Este enfoque sistemático permite maximizar la productividad, minimizar errores y optimizar la asignación de recursos (Laoyan, 2024).

1.2.9 Optimización de la productividad en empresas pesqueras

La industria pesquera es muy importante para la economía de muchos países, pero todavía tiene varios aspectos que se pueden mejorar en sus procesos de producción. Al analizar este sector; se han encontrado problemas como el uso excesivo de agua en la limpieza y el poco aprovechamiento del personal que trabaja en las plantas (Aldana, 2024). Para mejorar la eficiencia y reducir el daño al medio ambiente; se propone aplicar un enfoque basado en el sistema HACCP: con el fin de revisar y mejorar los procesos en las empresas procesadoras de atun. Consiguiendo detectar practicas que causan desperdicio de recursos y corregirlas, logrando asi una producción mas sostenible y competitiva (López et al., 2017).

1.2.10 Gestión del cambio en la implementación de CBM

El mantenimiento basado en la condición CBM implica un cambio significativo en la estrategia de mantenimiento de los equipos industriales. Por medio del monitoreo de datos y el uso de tecnologías de análisis predictivo, las industrias pueden optimizar sus procesos de mantenimiento, reducir los costos, mejorar la seguridad en las instalaciones y aumentar la eficiencia operativa (Quiñonez, 2024).

La falta de complementación de la técnica con la aplicación de recursos de gestión estratégica conlleva a los administradores de mantenimiento a una dependencia acentuada de los puntos de vida, función y programas de otros departamentos de la compañía, como producción, ingeniería, técnico, compras y relaciones industriales. Por esta razón, se requiere de un plan de mantenimiento optimo que comprenda las áreas de organización y administración, que desarrolle los factores disponibles y que pueda ser aceptado y adoptado por todos (Garcia O. , 2012).

Por ende, la implementación de mantenimiento basado en la condición CBM requiere una integración apropiada con la gestión estratégica de la organización. La ausencia de coordinación con otros departamentos puede generar dependencias que afecten la eficiencia. Asimismo, resulta esencial contar con un plan de mantenimiento que considere aspectos organizacionales y administrativos, optimizando los recursos disponibles y favoreciendo su aceptación en todos los niveles de la empresa (Viveros, 2013).

1.2.11 Beneficios económicos y de tiempo del CBM

El objetivo de las diferentes estrategias de mantenimiento es evitar inconsistencias inesperadas en los activos, que estos estén funcionando de manera óptima en el menor tiempo posible y con un menor impacto en los costos (Hernandez, 2019). Los beneficios del mantenimiento basado en la condición son principalmente económicos, en forma de ahorro y prevención de paradas de producción. El tiempo de inactividad inesperado de una maquina critica que provoca una parada de la producción conlleva una pérdida significativa de ganancias. La principal tarea del personal de mantenimiento es evitarlo (ISTEC, 2024). El CBM en este sentido, podría decirse que es una última oportunidad y esperanza para lograr un desarrollo socioeconómico que logre por fin un equilibrio entre acciones, legislaciones y políticas responsables (Escudos, 2014).

Por lo cual; el CBM es una estrategia esencial para optimizar costos y reducir tiempos de inactividad inesperados en los equipos criticos. Al centrarse en el monitoreo constante; permite tomar decisiones basadas en datos reales: evitando fallos y prologando la vida util de los activos. Esto genera beneficios económicos significativos y asegura la continuidad operativa (Álvarez, 2023).

1.2.12 Análisis de riesgos en sistemas de mantenimiento

El riesgo es una situación donde existe la posibilidad de que se produzcan hechos de consecuencias negativas, que resulten dañinos para las personas o para sus bienes materiales (Salcines, 2017). El Mantenimiento Basado en Riesgos prioriza los activos de gestión hacia los componentes de las estructuras o equipamientos que conllevan el mayor riesgo en caso de error o fallo (Bujalance, 2023). Una vez identificados estos riesgos pueden ser reducidos,

removidos, evitados o aceptados. La organización necesita también adoptar una actitud más resolutive hacia el riesgo, comprendiendo como una evaluación y un análisis eficaz puede ser usados para anticiparse a los riesgos potenciales al diseñar o ejecutar sistemas nuevos y minimizar de este modo aquellos riesgos (Predictiva, 2021).

1.2.13 Gestión de repuestos en mantenimiento preventivo

En el caso de un programa de mantenimiento preventivo, la gestión de repuestos cobra especial importancia, porque debemos contar con los materiales indispensables en el momento en que debemos realizar una acción preventiva (Fidestec , 2024). Todos los responsables o técnicos de mantenimiento conocen la importancia que tiene el poder contar con el repuesto indicado y la cantidad necesaria en el preciso momento en el que se necesita. Puesto que toda planta con un proceso productivo en funcionamiento tiene la posibilidad de que se presente una falla o anomalía de forma aleatoria o por un mantenimiento programado, y es indispensable poder contar en ese momento con la disponibilidad del repuesto (Dogi, 2024).

1.2.14 Normativas internacionales aplicables al mantenimiento industrial

La estandarización del mantenimiento en una planta aporta una gran cantidad de beneficios a la hora de mejorar la eficacia en la gestión de este. Y es que los protocolos de mantenimiento a través de las normas industriales incorporan métodos probados para la realización de tareas como la limpieza y lubricación de las maquinas, la sustitución de sus componentes, reparaciones, e incluso la recolección de datos (Arocha, 2020).

El mantenimiento preventivo en el contexto de la norma ISO 9001 implica la proyección y ejecución de actividades para preservar el desempeño y la confiabilidad de los equipos y sistemas críticos, con el fin de prevenir fallos o disminución del desempeño, y garantizar la continuidad de las operaciones (kimobox, 2021).

La norma UNE-EN-13306:2011 define el mantenimiento como la composición de todas acciones técnicas administrativas y de gestión realizadas durante el ciclo de vida de un elemento, destinadas a conservarlo o a devolverlo a un estado en que se puede desempeñar la función requerida (UJAEN, 2024).

1.3 Marco Legal y Ambiental

1.3.1 Constitución de la República del Ecuador

Constitución de la República del Ecuador mediante el Art. 320 establece que la gestión de los procesos de producción debe ser participativa, transparente y efectiva, y que toda producción debe cumplir con principios de calidad, sostenibilidad, productividad, valoración del trabajo y eficiencia económica y social (Constitucion de la republica del Ecuador, 2008). El artículo 334 dispone que el Estado debe asegurar un acceso equitativo a los factores de producción, evitando la concentración de recursos, impulsando la redistribución y eliminando distinciones. También debe promover la difusión de conocimientos y tecnologías, incentivando la producción nacional para asegurar la soberanía alimentaria y energética, originar empleos, y promover servicios financieros y la liberación del crédito (Constitucion de la republica del Ecuador, 2008). El Art. 284 constituye que la política económica busca impulsar la equidad en la distribución de ingresos, impulsar la producción y competitividad, respaldar la soberanía alimentaria y energética, anexar un valor agregado de forma sostenible, nivelar el desarrollo territorial, afianzar un empleo pleno con derechos, mantener la estabilidad económica, facilitar un comercio justo y promover un consumo responsable (Constitucion de la republica del Ecuador, 2008). El Art. 15 decreta que el estado incentivará el empleo de tecnologías limpias y energías alternativas que sean ecológicamente responsables, tanto en el ámbito público como el privado, garantizando que estas no perjudiquen la soberanía alimentaria ni el acceso al agua. La independencia energética debe lograrse sin comprometer el equilibrio en otros recursos vitales (Constitucion de la republica del Ecuador, 2008).

1.3.2 Ley Orgánica de Gestión de Desechos Sólidos

La normativa Ambiental Ecuatoriana de desechos sólidos establece en la Ley 4.12.5.5 se deben exponer el análisis de costos unitarios para las etapas de habilitación, operación, clausura de un relleno sanitario, que incluyen mano de obra, equipo, maquinaria, herramientas y materiales. Los costos de habilitación integra preparación del terreno y construcción de infraestructura. Los costos de operación consideran las actividades diarias para la disposición de residuos. Los costos de clausura se destinan a actividades para componer el relleno de entorno. Los costos posclausura cubren el mantenimiento y control ambiental necesarios después del cierre (Norma Ambiental Ecuatoriana, 2004). La ley 4.12.5.3 constituye que se debe detallar el equipo y maquinaria pesada necesarios para la habilitación, operación y clausura del relleno (Norma Ambiental Ecuatoriana, 2004).

1.3.3 Ley de Protección al Medio Ambiente

Proyecto de código orgánico del Ambiente en el Art. 244 determina las instituciones del Estado, toman las medidas y acciones preventivas indispensables, fundamentadas en el uso de tecnologías limpias, tomando en cuenta el ciclo de vida del producto y el fomento de métodos de producción y consumo sustentable de la población (Codigo organico del Ambiente, 2017). En el Art 134 reconoce que la Autoridad Ambiental Nacional de Industrial y productividad deberán regular, impulsar y controlar los planes específicos para el mejoramiento del procesamiento de la madera y de los productos forestales, con el objetivo de disminuir el desperdicio y aumentar la calidad. Se fomentará el desarrollo y la adquisición de maquinaria y equipos que cumplan con los fines del presente artículo (Codigo organico del Ambiente, 2017). El Art. 20 establece que la Autoridad Ambiental Nacional emitirá las normas, lineamientos y directrices para el funcionamiento de los bienes públicos, privados, mixtos, al soporte del Plan Nacional de Desarrollo. Los fondos privados deben cumplir principios de responsabilidad ambiental y registrar sus proyectos ante la Autoridad (Codigo organico del Ambiente, 2017). El Art. 6 define que los derechos a la naturaleza reconocidos por la Constitución, los cuales incluyen el respeto integral de su existencia y el mantenimiento y regeneración de ciclos

vitales, composición, funciones y procesos evolutivos, la Autoridad Ambiental determinara los criterios ambientales territoriales y gestionara los lineamientos técnicos sobre los ciclos vitales, estructura y procesos evolutivos de la naturaleza (Codigo organico del Ambiente, 2017).

1.3.4 Normas Técnicas Ecuatorianas (NTE)

(ISO 45001, 2016) especifica los requisitos y orientación para sistemas de gestión en la seguridad y salud del trabajo que autoriza a una organización mejorar proactivamente la función en esas áreas, dirigiendo a la prevención de lesiones y deterioro en la salud. (NTE INEN 2434, 2008) establece que los requisitos mínimos de competencia laboral y los efectos esperados que debe cumplir el responsable del mantenimiento. (ISO 170359, 2011) dispone las directrices para los procedimientos globales que se deben considerar al determinar un programa de monitorización de condición de máquinas. Esta norma contiene referencias a estándares asociados al proceso aplicable a máquinas de cualquier tipo. (NTE INEN 3061, 2015) señala los requisitos de mantenimientos de las instalaciones y equipos de organizaciones dedicados a actividad de restauración en cualquiera de sus esquemas. La norma es válida a todas las instalaciones, incluyendo al propio local y equipos del establecimiento. (ISO 12100, 2006) por su parte, indica los principios generales de diseño de máquinas seguras son simples y complementan una cadena fácil de aplicación. En primer lugar, verifica todos los peligros existentes en las máquinas y evaluar los riesgos asociados a los peligros. Cuando los riesgos excedan un riesgo tolerable, se deben aplicar las medidas adecuadas para eliminar o reducir los riesgos, con la finalidad de dar protección al usuario de los daños posibles a su salud e integridad física.

1.4 Hipótesis y Variables

1.4.1 Hipótesis

La hipótesis general de este estudio plantea que la implementación de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo basado en la condición (CBM) en la empresa Manabita de Comercio S.A. incrementará significativamente la eficiencia operativa de los equipos críticos, mejorará la confiabilidad de los

procesos y reducirá los costos asociados a fallas no planificadas, garantizando la continuidad y sostenibilidad de las operaciones.

Las hipótesis plantean que la falta de un sistema claro para monitorear y controlar el mantenimiento ha provocado más fallas en los equipos, mayores tiempos de parada y un aumento en los gastos de la empresa. También se considera que aplicar estrategias de mantenimiento preventivo basadas en la revisión constante del estado de los equipos ayudaría a detectar problemas importantes a tiempo y a organizar mejor las actividades técnicas (Cuatrecasas, 2012). Por último, se cree que al implementar un sistema de mantenimiento basado en la condición (CBM), la gestión del mantenimiento mejorara, ya que los equipos estarán disponibles por más tiempo, se reducirá los costos por reparaciones inesperadas, se aprovecharán mejor los materiales y al personal, y se fomentará una cultura de mejora continua y uso de nuevas tecnologías dentro de la empresa (Fernández, 2016).

1.4.2 Identificación de las Variables

- **Variable independiente:**

mantenimiento basado en la condición (CBM)

- **Variable dependiente:**

Condición operativa de los equipos críticos

1.4.3 Operacionalización de las variables

1.4.3.1 Operacionalización de las variables independientes

- **Variable independiente:**

La variable independiente correspondiente al mantenimiento basado en la condición CBM, se operacionaliza a través de la aplicación de herramientas de gestión orientadas al seguimiento y control del estado operativo de los equipos críticos. Este enfoque se desarrolla mediante el monitoreo de variables de condición, el registro sistemático de la información técnica obtenida y el uso de criterios que permiten tomar decisiones oportunas sobre las acciones de mantenimiento a ejecutar (Moubray, Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM II), 2004)

1.4.3.2 Operacionalización de las variables dependientes

- **Variable dependiente:**

La variable dependiente, referida a la condición operativa de los equipos críticos, se mide a partir del estudio de la situación funcional de los equipos durante su operación. Esta condición se refleja en la presencia o ausencia de irregularidades, el comportamiento de las variables operativas y el grado de confiabilidad del equipo (García S. , 2010).

1.5 Marco Metodológico

1.5.1 Modalidad Básica de la Investigación

Considerando que el propósito de estudio será establecer la propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento basado en la condición CBM para la empresa Manabita de Comercio S.A., se recurrió a un diseño teórico-aplicativo para mejorar la disponibilidad y confiabilidad de sus equipos críticos. Usando un enfoque cualitativo, se recoge información a través de entrevistas y del seguimiento de los sensores en los equipos más importantes. Esto permite identificar los problemas que existen en el mantenimiento actual y analizar si es posible aplicar el mantenimiento basado en la condición (CBM), con los resultados se espera mejorar el uso de los recursos, reducir costos y asegurar que los procesos de la empresa no se detengan.

1.5.2 Enfoque

El presente trabajo se desarrollará utilizando un enfoque metodológico cualitativo, ya que es el que mejor se ajusta a las características y requerimientos de esta investigación. El enfoque cualitativo es un proceso que recopila, analiza y vincula datos en un mismo estudio o una serie de investigaciones para responder a una propuesta (Ruiz et al., 2013)

El enfoque cualitativo abordara la técnica de la entrevista al personal del área de mantenimiento para comprender sus apreciaciones sobre el cuidado actual y su expectativa para el CBM, así como la disposición del equipo de trabajo para adaptarse a este tipo de sistema en base a la recolección de datos.

1.5.3 Nivel de Investigación

1.5.3.1 Nivel descriptivo

El nivel descriptivo tiene como objetivo documentar e identificar el estado actual de los equipos críticos y el plan de mantenimiento de la empresa para implementar una línea base (Anaguano, 2018).

Los métodos descriptivos pueden ser cualitativos o cuantitativos. Los métodos cualitativos se apoyan en la utilización del lenguaje verbal y no requieren de cuantificación (Universitat de Valencia, 2020). Por otra parte, el método cuantitativo utiliza preguntas para registrar un análisis estadístico que permita obtener las conclusiones (QuestionPro, 2024).

En este nivel de análisis se tomará en cuenta las opiniones del personal y del gerente de mantenimiento sobre cómo funciona actualmente el sistema de mantenimiento y la posibilidad de aplicar el mantenimiento basado en la condición (CBM). Para esto se realizarán entrevistas directas con el fin de conocer los problemas reales que existen, que tan dispuesto está el personal a usar el CBM y que tan preparados están en cuanto a tecnología y capacitación.

Como resultado, se obtendrá un diagnóstico claro sobre el funcionamiento del sistema de mantenimiento y el estado de las maquinas. También se identificaron los equipos más importantes, revisando cada cuanto fallan y cuánto dinero se pierde cuando se detienen. Al comparar estos datos con la opinión del gerente y trabajadores, se podría establecer una base sólida que permita detectar mejoras rápidas y justificar las intervenciones necesarias para implementar el CBM en la planta.

1.5.3.2 Nivel explicativo

Tiene como fin anticipar problemas mediante datos históricos y de sensores, así como analizar la reducción de costos y la viabilidad de implementación en la empresa (Gomez & Guzman, 2016).

En el nivel explicativo, el método cualitativo permite identificar y analizar las percepciones y barreras organizacionales que pueden influir en la implementación del mantenimiento basado en la condición CBM

(Alvarez & Maldonado, 2018). El análisis cuantitativo utilizara las mediciones de sensores para predecir fallos basándose en el comportamiento de la temperatura y las vibraciones. No es cuestión de solo ver datos, sino de usarlos para tomar acciones antes de que la maquina se rompa. además de comparar mediante simulaciones el gasto actual en reparaciones contra el ahorro esperado con el CBM. De esta forma, la empresa tendrá un sustento claro sobre el impacto financiero y la mejora en la disponibilidad de los equipos (García J. , 2010).

En el nivel explicativo el objetivo se centra en exponer las causas raíz de las averías y determinar qué tan factible es el CBM para la empresa. Este estudio ayudara a comprobar como el monitoreo de condición frena el ciclo de fallas y eleva la disponibilidad de los activos. Además de que permitiría señalar que obstáculos internos podría detener la transición, estableciendo soluciones concretas para vencer la resistencia del personal y garantizar que el cambio sea aprobado.

1.5.4 Población de Estudio

La población se define como “la investigación compuesta por todos los elementos (personas, objetos, organismos, historias clínicas) que participan del fenómeno que fue definido y delimitado en el análisis del programa de estudio” (Diaz N. , 2016).

La población de estudio estaría conformada por los 23 empleados que laboran en el área de mantenimiento de la empresa Manabita de Comercio S.A., ubicada en la vía Rocafuerte- Jaramijó, Manabí, Ecuador, así como por los dos equipos de mayor criticidad de la empresa que requieren mantenimiento regular, según los registros del año en curso.

1.5.5 Tamaño de la Muestra

El objetivo de la toma de muestra tiene como finalidad obtener información detallada sobre el estado actual del sistema de mantenimiento preventivo en la empresa Manabita de Comercio S.A., con el fin de identificar las brechas existentes y diseñar un sistema CBM adecuado (Otzen & Manterola, 2017).

Para el estudio en el área de mantenimiento de Manabita de Comercio S.A., se utilizará un muestreo no probabilístico debido al tamaño reducido de la población (23 empleados) y al acceso directo a los empleados clave, por ende, se le realizará el estudio a todo el personal que corresponda al área de mantenimiento.

1.5.6 Técnicas de recolección de datos

La técnica de recolección de datos que se aplicara es la entrevista que es una técnica de recolección de información que además de ser una de las estrategias utilizadas en procesos de investigación, poseen ya un valor en sí misma (Folgueiras, 2016).

La entrevista se realizará en la empresa Manabita de Comercio S.A., ubicada en la vía Rocafuerte-Jaramijó. La recolección de la información se enfocará en el área de mantenimiento durante un tiempo determinado, para esto, se usarán preguntas abiertas ya que permiten obtener respuestas más claras y facilitan el análisis de la información. Se realizarán entrevistas de forma presencial para tener un contacto con el personal, lo que ayuda a aclarar dudas en el momento y a recoger detalles que a veces se pierden cuando se usan formatos digitales. El contacto cara a cara permitirá obtener respuestas más completas sobre cómo se está llevando el mantenimiento. Cada entrevista tendrá una duración aproximada de entre 5 y 10 minutos, dependiendo de la información que pueda aportar cada persona.

Las entrevistas estarán dirigidas al personal del área de mantenimiento y servirán para conocer cómo se realizan actualmente las tareas, cuales son los principales problemas y que opinan sobre la posible implementación de un sistema de mantenimiento basado en la condición (CBM). La información será obtenida directamente de los trabajadores, tomando en cuenta su experiencia y conocimiento dentro de la empresa.

El material utilizado en la investigación consistirá en guías de entrevistas estructuradas, realizadas por mi persona y aplicadas al personal seleccionado de Manabita de Comercio S.A los datos recolectados se orientarán a identificar las practicas actuales de mantenimiento, las causas recurrentes de fallas en los

equipos críticos y las percepciones del personal respecto a la aplicación del sistema CBM, con el propósito de sustentar el diseño de la propuesta de mejora.

La observación se enfocará en el grupo de empleados del área de mantenimiento, para lo cual se gestionará el acceso a través de la aprobación de la gerencia y la colaboración del personal de mantenimiento. El estudio se llevará a cabo durante un periodo aproximado de tres meses, con visitas semanales programadas para recopilar datos en diversos momentos operativos de la empresa, los datos se registrarán mediante toma de notas los cuales se presentarán mediante tablas en el capítulo 2.

Los puntos más importantes para recoger la información están resumidos en la Tabla 1 Plan de Recolección de Datos, donde aparecen las preguntas que ayudaran a evaluar cómo funciona el sistema en la práctica.

1.5.7 Plan de recolección de datos

Tabla 1

Plan de Recolección de Datos

N	Preguntas frecuentes	
1	¿Para qué?	Para analizar el sistema de mantenimiento actual y evaluar la viabilidad de proponer la implementación de un mantenimiento basado en la condición (CBM) en Manabita de Comercio S.A.
2	¿De qué personas?	Del personal del área de mantenimiento, incluyendo técnicos y supervisores de la empresa. Además del personal asociado a la operación de los equipos.

3	¿Sobre qué aspectos?	Los aspectos relacionados con la frecuencia de fallas, costos de mantenimiento, efectividad del mantenimiento actual.
4	¿Quién investiga?	Mi persona
5	¿Cuándo?	Durante el periodo académico 2025-2.
6	¿Dónde?	En las instalaciones de la empresa Manabita de Comercio S.A., ubicada en la vía Rocafuerte-Jaramijó, Manabí, Ecuador.
7	¿Cuántas veces?	Las veces que sean necesarias a lo largo de visitas semanales durante el periodo de tres meses.
8	¿Qué técnicas de recolección?	Entrevistas semiestructuradas y observación directa.
9	¿Con quién?	Con el personal del área de mantenimiento de la empresa.
10	¿En qué situación?	En ocasiones operativas reales, durante las actividades de mantenimiento diario en la empresa.

1.5.8 Procesamiento de la Información

Para el análisis de datos, se llevará a cabo una revisión exhaustiva para identificar y corregir datos faltantes y valores atípicos que podrían afectar la precisión del análisis. Asimismo, se aplicarán transformaciones necesarias para adaptar las variables a los requisitos de los métodos estadísticos empleados.

Se llevará a cabo el exhaustivo análisis de las entrevistas categorizando palabras y frases clave para interpretar conceptos centrales sobre los equipos

críticos y el mantenimiento basado en condición (CBM). El análisis temático permitirá identificar patrones relevantes, como las percepciones sobre la eficacia del CBM y los desafíos de su implementación.

Capítulo 2

2 Diagnóstico o Estudio de Campo

2.1 Descripción de la empresa

2.1.1 Reseña Histórica

Manabita de Comercio S.A. es una empresa enfocada a la producción de harina y aceite de pescado, ubicada en la costa del pacifico, en el cantón Jaramijó, al noroeste del Ecuador. Desde su inicio en 1998, se ha consolidado como unas de las instituciones pioneras y de mayor producción de harina y aceite de pescado en la región costera norte del país, aportando de manera significativa al desarrollo del sector industrial pesquero.

Su misión es producir harina y aceite de pescado de calidad, garantizando procesos eficientes y productos confiables. La visión de la empresa es producir harina y aceite de pescado con el objetivo de posicionar sus productos en el mercado nacional. Estas actividades se desarrollan bajo valores corporativos claramente definidos, los cuales orientan la gestión empresarial y el desempeño del personal en todos los niveles de la organización.

2.1.2 Clasificación de los equipos críticos en el sector industrial

La clasificación de equipos críticos en las industrias se realiza mediante un análisis de criticidad, el cual jerarquiza los activos considerando factores como su importancia para la operación y producción total de la planta, la frecuencia, costos y tiempo de reparación de sus fallas, y el impacto de estas deficiencias en la seguridad y salud de los trabajadores (Gasca, Camargo, & Byron, 2017). A través de este análisis cualitativo es que se logra obtener un índice de criticidad (IC) que agrupa los equipos en niveles de importancia alta, media o baja. Esta jerarquía es la que permite organizar el uso de recursos y decidir que equipos requieren atención inmediata para evitar que la producción se detenga por fallos inesperados (Mora, 2009).

Clasificar los equipos críticos deja de ser algo subjetivo para convertirse en un proceso que mide consecuencias económicas y operativas de forma

rigurosa. Es una herramienta clave para cualquier industria que busque una base sólida para gestionar sus recursos; garantizando que la seguridad y la rentabilidad vayan de la mano (Parra, 2012).

2.1.3 Actividad económica principal

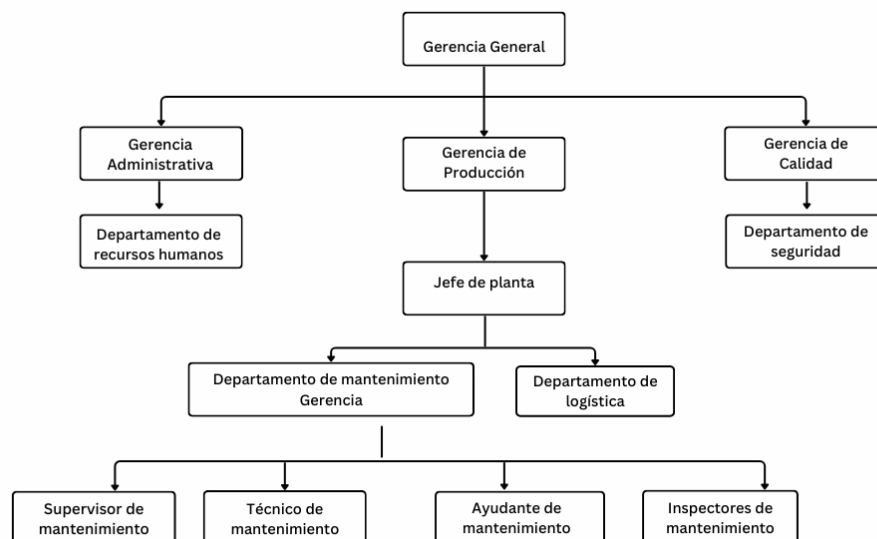
Producción de derivados del pescado, tales como pescado cocido, huevas, caviar, filetes y productos sustitutos del caviar, entre otros. A su vez, se lleva a cabo la transformación de crustáceos (exceptuando camarones y langostinos) y de otros moluscos, mediante procesos de secado, salazón, conservación en salmuera, enlatado, ahumado y otras técnicas de preservación.

2.1.4 Estructura Organizativa

A continuación, en la Figura 1 se presentará la estructura organizativa de la empresa, con el fin de describir la distribución de funciones y niveles jerárquicos que la conforman.

Figura 1

Organigrama de la Empresa



Nota. Fuente: Información tomada de (Manabita de Comercio, 2021). Diseño y organización propia.

2.2 Infraestructura y Recursos Técnicos

En esta parte se revisa como están actualmente las instalaciones de la empresa, las áreas de producción, las máquinas y los demás sistemas que la apoyan, junto con la forma en que se realiza el mantenimiento. En la Tabla 2 se muestra un diagnóstico técnico donde se explica la situación actual, los principales problemas encontrados y las posibles mejoras para que la empresa trabaje de forma más eficiente y tenga un mejor control del mantenimiento.

Tabla 2

Evaluación de la Infraestructura y Sistemas de mantenimiento Industrial

Aspecto evaluado	Descripción/Situación actual	Observaciones técnicas	Oportunidades de mejora
Infraestructura general	Planta industrial ubicada en Jaramijó, con áreas bien estructuradas para recepción, secado, molienda, almacenamiento, mantenimiento, control de calidad.	Estructura sólida y funcional, acorde para operación continua.	Reordenar espacios de mantenimiento para optimizar flujo de trabajo.
Instalaciones productivas	Equipadas con cocedores, prensas, centrifuga, secadores rotatorios y molinos de martillo.	Equipos en funcionamiento continuo, pero con desgaste progresivo.	Implementar rutinas de mantenimiento preventivo planificado.

Recursos técnicos	Más de 70 equipos industriales (bombas, motores, tableros eléctricos, compresores, transportadores, sistemas hidráulicos).	En su mayoría, estos equipos carecen de monitoreo de condición o registro digital.	Incorporar sensores CBM y software de gestión de mantenimiento.
Infraestructura eléctrica	Red trifásica de media tensión con tableros distribuidos en zonas críticas.	Algunos tableros muestran sobrecarga y falta de mantenimiento predictivo.	Emplear inspecciones termográficas y programas de mantenimiento eléctrico.
Almacén y herramientas	Taller con herramientas básicas y pequeño inventario de repuestos.	Control de inventario manual y poco preciso.	Implementar software de control de repuestos e historial de equipos.
Sistemas complementarios	Extracción funcional y ventilación sin sensores automáticos.	No se cuenta con monitoreo ambiental en tiempo real.	Aplicar sensores de temperatura, vibración y sistemas de control.
gestión de mantenimiento actual	Basada principalmente en mantenimiento correctivo.	No existe planificación preventiva formal.	Desplazarse hacia un modelo de mantenimiento basado en la condición (CBM).

Nota. Fuente: elaboración propia a partir de (Manabita de Comercio, 2021).

2.3 Equipos críticos

Los equipos críticos desempeñan un papel determinante en la continuidad operativa y la eficiencia del proceso de elaboración de harina de pescado. Entre estos, la prensa de pescado y el secador rotatorio cumple funciones esenciales en la separación de fases y en la reducción del contenido de humedad del producto, incluyendo directamente en la calidad final, el consumo energético y los costos operativos. Debido a su nivel de exigencia operativa y las condiciones severas de trabajo a las que están sometidos, estos equipos presentan una alta incidencia de fallas, lo que justifica la necesidad de analizarlos de manera específica y considéralos como elementos clave para la aplicación de estrategia del mantenimiento basado en la condición CBM (Nuno, Lopes, & Braga, 2021)

2.3.1 Función de la prensa de pescado

Esta etapa consiste en el prensado mecánico del pescado recién salido de la estufa. Su finalidad se centra en eliminar la mayor cantidad posible de agua para asegurar un secado eficiente y, al mismo tiempo, extraer los aceites naturales sin que éstos se liberen posteriormente. Es una fase esencial, ya que influye directamente en la calidad y el valor comercial del producto final (Roel, 2022)

El proceso para fabricar harina de pescado consiste, en esencia, en separar la parte sólida de la líquida, prosiguiendo, la fracción líquida se divide en agua y aceite. La extracción del líquido mediante métodos mecánicos, como el prensado, consigue ser más eficiente y económica que eliminarlo mediante procesos térmicos (Becerra, 2020)

2.3.2 Posibles beneficios de la aplicación del CBM en la prensa de pescado

La aplicación del mantenimiento basado en la condición CBM en la prensa de pescado permite monitorear de manera continua el estado real de los componentes críticos, como sistema de transmisión, rodamientos y elementos hidráulicos, facilitando la detección temprana de desgaste, desalineaciones y fallas incipientes.

Esta estrategia contribuye a reducir paradas no programadas, optimizar los tiempos de intervención y prolongar la vida útil del equipo. Del mismo modo,

el CBM mejora la confiabilidad operativa del proceso de prensado, asegura condiciones estables en funcionamiento y disminuye los costos asociados al mantenimiento correctivo y a la pérdida de calidad del producto final, fortaleciendo la eficiencia global del proceso de elaboración de harina de pescado (Jones, 2019)

2.3.3 Función del secador rotatorio

Los secadores rotatorios son equipos ampliamente empleados en la industrias químicas y minera. En el sector alimentario, el secador rotatorio se utiliza para reducir el contenido de humedad del producto prensado hasta niveles adecuados para su posterior molienda y almacenamiento. Este equipo permite estabilizar el material, evitar la degradación microbológica y asegurar la calidad final del producto. Estos equipos están conformados por un cilindro metálico que incorporan elementos internos, como vuelos o deflectores, encargados en facilitar el movimiento y la exposición del material al calor. El cilindro se dispone con una ligera inclinación, permitiendo que el material ingrese por el extremo superior y se descargue por el extremo inferior, mientras que el aire caliente se introduce en flujo concurrente o en contracorriente para lograr el proceso de secado (Seid & Narjes, 2023)

2.3.4 Posibles beneficios de la aplicación del CBM en el secador rotatorio

Los beneficios de la aplicación del CBM en secador rotatorio, permite asegurar un control adecuado de los parámetros térmicos y mecánicos que intervienen en el proceso de secado, tales como temperatura del aire, flujo térmico, alineación del tambor y estado de los sistemas de transmisión. Mediante el monitoreo continuo de estas de estas variables, es posible detectar desviaciones que incrementen la pérdida de energía por convección, conducción o radiación, así como fallas incipientes que afecten la eficiencia del proceso adiabático. En consecuencia, el CBM contribuye a optimizar el consumo energético reducir paradas no programadas, prolongar la vida útil del equipo y garantizar una reducción uniforme de la humedad del producto, mejorando la estabilidad y calidad final de la harina de pescado (Ruiz & Tovar, 2022)

2.4 Triangulación de datos

La triangulación de datos constituye a una estrategia metodológica fundamental dentro del enfoque cualitativo, ya que permite constatar y validar la información obtenida desde diferentes fuentes y niveles organizacionales. En el presente estudio, la triangulación se aplica a partir de las entrevistas realizadas al personal de gerencia y supervisión, inspectores, técnicos y ayudantes del área de mantenimiento con el propósito de integrar percepciones estratégicas, diagnósticos técnicos y experiencias operativas relación con la gestión del mantenimiento de la prensa de pescado y el secador rotatorio

Este proceso de triangulación permite identificar convergencias, recurrencias y brechas en la gestión actual del mantenimiento, fortaleciendo la consistencia de diagnóstico y sustentando la necesidad de implementar un modelo de mantenimiento basado en la condición (CBM). Cabe mencionar que las entrevistas realizadas y utilizadas para la respectiva triangulación de datos se presenta en el anexo 1.

Tabla 3*Nivel Gerencial*

Pregunta	Gerente	Análisis triangulado
¿Cómo mide el rendimiento y la disponibilidad?	OEE, MTBF y MTTR reportados mensualmente, con enfoque en impacto financiero.	La medición es estratégica y agregada pero no se conecta directamente con la condición real de los equipos.
Identificación de causa raíz	Revisión y aprobación de informes técnicos elaborados por ingeniería.	Existe análisis formal, pero distante de la operación diaria.
Fallas más frecuentes	Prensa, fatiga estructural y vibraciones. Secador, alineación y rodamientos a alta temperatura.	Coinciden con hallazgos técnicos, confirmando fallas por desgaste progresivo.
Frecuencia de fallas	Prensa: 5-7 y Secador: 8-10 al año.	Ambos equipos son críticos, especialmente el secador.
Capacitación	gestión de activos y finanzas de mantenimiento.	Rol gerencial enfocado en decisiones y presupuesto.
Expectativa del CBM	Reducir costos correctivos, aumentar disponibilidad y planificar paradas.	El CBM se visualiza como herramienta estratégica.

Nota. Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida mediante entrevista al nivel gerencial.

Tabla 4*Nivel de Supervisión*

Pregunta	Supervisor 1	Supervisor 2	Supervisor 3	Supervisor 4	Análisis triangulado
Medición del rendimiento	Continuidad operativa	Tiempo medio de reparación	Tiempo de inactividad	Cumplimiento de rutinas	Enfoque operativo y reactivo
Identificación de causa raíz	Vida útil extendida	Mala lubricación	Variación de carga	Desgaste progresivo	La causa raíz se detecta tarde
Fallas prensa	Husillos y filtro	Engranajes	Bombas hidráulicas	Ejes y acoplamientos	Predominio de fallas mecánicas
Fallas secador	Desalineación	Anillos de rodadura	Paletas internas	Juntas y sellos	alta sensibilidad térmica
Frecuencia anual	6-7 / 10-12	8 / 15	10 / 20	5 / 8	Alta recurrencia, especialmente en secador
Capacitación	Básica	Alineación y aceite	Coordinación	Seguridad básica	Brecha en CBM
Expectativa CBM	Planificación	Menos horas extra	Justificar paradas	Intervenir con certeza	Alta aceptación operativa

Nota. Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida mediante entrevista al nivel de Supervisión.

Tabla 5*Nivel de Inspección*

Pregunta	Inspector 1	Inspector 2	Inspector 3	Inspector 4	Análisis triangulado
Medición	Checklists y lecturas	Vibraciones y termografías	Análisis de aceite	Inspección visual/NDT	Medición basada en condición
Causa raíz	Mala práctica operativa	Desalineación	Contaminación	Fatiga estructural	Fallas detectables anticipadamente
Fallas prensa	Obstrucciones	Tornillo sinfín	Hidráulica	Filtros y fisuras	Variables críticas identificadas
Fallas secador	Anillos y juntas	Desbalanceo	Lubricación	Fugas térmicas	Alta criticidad estructural
Frecuencia	5-6 / 12-15	5 / 20	6 / 14	6 / 20	Secador con más alertas
Capacitación	NDT básica	Vibraciones nivel 1	Análisis de aceite	NDT	Buen nivel técnico
Expectativas CBM	Alertas tempranas	Sensores permanentes	Lubricación por condición	Detección estructural	CBM como eje técnico

Nota. Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida mediante entrevista al nivel de Inspección.

Tabla 6*Nivel Técnico*

Pregunta	Síntesis técnica (1-7)	Análisis triangulado
Medición	Registros manuales, producción y tiempos de reparación	Medición no automatizada
Causa raíz	Desgaste, lubricación deficiente, mala alineación	Fallas visibles tras desmontaje
Fallas prensa	Transmisión, vibración, sobrecarga	Desgaste mecánico acumulado
Fallas secador	Sellos, temperatura, residuos	Equipo más intervenido
Frecuencia	Prensa: 5-8 / Secador: 9-20	Alta recurrencia
Capacitación	Básica o empírica	Necesidad del CBM
Expectativas CBM	Anticipar fallas y reducir costos	Alto valor operativo

Nota. Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida mediante entrevista al nivel Técnico.

Tabla 7*Nivel Operativo -Ayudantes*

Pregunta	Síntesis Ayudantes (1-7)	Análisis triangulado
Medición	Observación directa de paradas	Enfoque empírico
Causa raíz	Falta de lubricación y sobrecarga	Detección tardía
Fallas prensa	Fugas y desgaste	Fallas visibles
Fallas secador	Acumulación y temperatura	Problema constante
Frecuencia	Prensa: 5-10 / secador: 16-20	Alta recurrencia
Capacitación	Seguridad y limpieza	Nivel básico
Expectativas CBM	Trabajo más seguro y planificado	Beneficio humano

Nota. Fuente: Elaborado a partir de la información obtenida mediante entrevista al nivel Operativo, ayudantes del departamento de mantenimiento de la empresa Manabita de Comercio.

2.5 Análisis e interpretación de resultados del estudio de campo

El análisis del estudio de campo se elaboró a partir de entrevistas semiestructuradas aplicadas a cinco niveles organizacionales de la empresa Manabita de Comercio S.A., nivel gerencial, supervisión, inspección, técnicos y ayudantes del departamento de mantenimiento. La información recopilada fue sistematizada mediante un proceso de triangulación de datos, lo que permitió contrastar percepciones, prácticas operativas y criterios técnicos desde distintos roles; fortaleciendo la validez del análisis cualitativo. Este enfoque permitió identificar patrones recurrentes, divergencias y vacíos en la gestión del mantenimiento, particularmente en relación con la ausencia de un enfoque estructurado basado en la condición de los equipos.

2.5.1 Nivel gerencial

Desde el nivel gerencial y considerando la información expuesta en la Tabla 3 se evidencia una visión estratégica del mantenimiento, orientada principalmente al control de indicadores globales con la eficiencia general del equipo, el tiempo medio entre fallas y el tiempo medio de reparación. Estos indicadores son utilizados como herramientas de seguimiento mensual y como insumo para la evaluación del impacto financiero de las fallas. No obstante, el análisis revela que la toma de decisiones se sustenta en informes consolidados y no en el conocimiento directo del estado físico de los equipos.

El gerente comenta que las fallas que se repiten en la prensa de pescado y en el secador rotatorio se deben a problemas en la estructura de las máquinas como vibraciones, desalineaciones y el desgaste rápido de piezas importantes. Además, esta situación empeora porque los equipos ya son antiguos y no siempre hay el presupuesto necesario para realizar mantenimientos preventivos más completos.

2.5.2 Nivel de supervisión

El análisis de las entrevistas al personal de supervisión en la Tabla 4 evidencia un enfoque operativo del mantenimiento, centrado en garantizar la continuidad del proceso productivo y minimizar las paradas no programadas. Los supervisores miden el desempeño principalmente a través del tiempo de inactividad, la capacidad de respuesta ante fallas y el cumplimiento de rutinas diarias, priorizando que la línea de producción no se detenga.

Se identifica que la causa raíz de las fallas suele determinarse de manera colaborativa junto con técnicos e inspectores, aunque en muchos casos dicha identificación ocurre una vez que el equipo ha sido intervenido. Las fallas recurrentes en la prensa y el secador se asocian a desgaste abrasivo, desalineaciones, vibraciones, contaminación de lubricantes y fatiga térmica, aspectos que coinciden entre los distintos supervisores entrevistados.

En términos de operatividad, se confirma que ambos equipos fallan con demasiada frecuencia y en especial el secador rotatorio puesto que obliga a realizar múltiples paradas al año para reparaciones de todo tipo. Los supervisores coinciden en que, aunque se conocen técnicas predictivas falta una estructura de CBM que entregue datos exactos. por lo que, el CBM es percibido como una herramienta que permitiría reducir conflictos operativos y justificar paradas preventivas antes de que ocurran daños catastróficos.

2.5.3 Nivel de inspección

El personal de inspección presenta una orientación más directa hacia el monitoreo de la condición de los equipos, utilizando inspecciones visuales, mediciones manuales, termografía, análisis de vibraciones, análisis de aceite y ensayos no destructivos. Los datos de la Tabla 5 confirman la opinión de los inspectores por lo que gran parte de las averías se evitarían si se actuara a tiempo ante las primeras alertas. Los problemas recurrentes se deben principalmente a desalineaciones, lubricantes contaminados y desgaste por estrés térmico. Con el paso de los días es que el secador rotatorio dispara más alarmas por exceso de vibración y temperatura, además de fugas térmicas. Por

otro lado, la prensa concentra sus averías en el sistema hidráulico, los tornillos sinfín y la saturación de filtros.

2.5.4 Nivel Técnico

Desde el punto de vista de los técnicos de mantenimiento, el desempeño del sistema se mide principalmente por el tiempo requerido para devolver los equipos a condiciones operativas después de una falla. La identificación de la causa raíz se produce durante el desmontaje y la reparación, lo que evidencia un enfoque reactivo, donde el diagnóstico ocurre posterior al fallo funcional.

Según la opinión del personal técnico resumidos en la Tabla 6, los fallos se deben casi siempre a factores como sobrecargas, falta de lubricación, vibraciones, fuera de rango y el desgaste natural de piezas clave. Al comparar ambos activos el secador rotatorio vuelve a aparecer como el punto más crítico, ya que requiere más intervenciones y paradas al año que a la prensa de pescado.

Los técnicos conocen bien su oficio por la práctica diaria, pero les falta información en mantenimiento por condición. Ese vacío de conocimientos técnicos es un obstáculo en el que se debe actuar para que el CBM realmente se pueda aplicar en la empresa. Considerando que los técnicos perciben el CBM como un modelo que permitiría intervenir en los equipos según su necesidad real, reducir costos de reparación y mejorar la confiabilidad operativa.

2.5.5 Nivel de ayudantes de mantenimiento

El nivel de ayudantes refleja una percepción eminentemente práctica del mantenimiento, donde el rendimiento del equipo se asocia directamente a la continuidad de la operación durante el turno. La identificación de fallas se basa en señales evidentes como ruidos, fugas, sobrecalentamientos y acumulación de material. Las fallas reportadas por este grupo coinciden con las de los técnicos, el secador rotatorio se ve como un equipo que da problemas reiteradamente y que nunca deja de necesitar ajustes, lo que confirma que es el activo más crítico de la operación.

En su mayoría la información que recibe el equipo es sobre limpieza y reparaciones de emergencia por lo que no hay un plan de capacitación que cubra el monitoreo de equipos. Desde este nivel, el CBM es valorado por su potencial para mejorar la seguridad, reducir trabajos de emergencia y hacer las intervenciones más ordenadas y previsibles, lo cual se fundamenta con lo expuesto en la Tabla 7.

2.5.6 Síntesis del análisis cualitativo

La triangulación de los cinco niveles organizacionales en el área de mantenimiento evidencia una problemática común: la gestión del mantenimiento se encuentra fragmentada, con información dispersa y decisiones predominantemente reactivas. Todo el personal coincide en que la prensa y el secador son los equipos que más problemas dan. El problema es que fallan por variables que hoy nadie controla ni mide de forma organizada, lo que causa que se actúe pronto ante averías o daños.

Este análisis demuestra que implementar un sistema CBM es la ruta correcta para la empresa. No es solo una mejora técnica sino la forma de centralizar la información para adelantarnos a las fallas y dejar de tomar decisiones a ciegas en el área de mantenimiento. Los resultados del estudio de campo constituyen el sustento empírico para el desarrollo de la propuesta presentada en el capítulo 3.

Capítulo 3

3 Propuesta de Mejora

3.1 Fundamentación técnica de la propuesta CBM

La propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento preventivo basado en la condición CBM para la empresa Manabita de Comercio S.A. se fundamenta en los resultados obtenidos en el capítulo 2, donde el análisis exhaustivo del estudio de campo evidenció una gestión del mantenimiento predominantemente reactiva, con prácticas preventivas basadas en tiempo y una limitada integración de la información generada por los distintos niveles organizacionales. La triangulación de datos permitió identificar una alta recurrencia de fallas en la prensa de pescado y el secador rotatorio, así como la existencia de variables de condición críticas que actualmente no son monitoreadas de forma sistemática.

Como se ha evidenciado en el capítulo 2 el CBM se plantea como un modelo de gestión técnicamente viable para el contexto de la empresa, al permitir la toma de decisiones de mantenimiento en base el estado real de los equipos, sin requerir en una primera etapa de inversiones elevadas en tecnología avanzada. La propuesta adopta un enfoque básico y progresivo, apoyado en herramientas cualitativas, registros manuales estructurados y técnicas de inspección ya conocidas por el personal, lo que facilita su aceptación y reduce la resistencia al cambio.

Desde el punto de vista técnico, el mantenimiento basado en la condición (CBM) ayuda a convertir la experiencia del personal, las revisiones que se hacen a las máquinas y los datos que se recogen durante la operación en información útil. Esto permite detectar problemas a tiempo, planificar mejor las reparaciones y usar de mejor manera los recursos. Además, esta propuesta va de la mano con la mejora continua y una buena gestión de los equipos, ayudando a que las maquinas más importantes sean más confiables y estén disponibles por más tiempo.

3.2 Objetivo de la propuesta

Diseñar un sistema de gestión de mantenimiento preventivo basado en la condición (CBM), de carácter teórico-aplicativo, orientado a mejorar la confiabilidad, disponibilidad y eficiencia operativa de la prensa de pescado y el secador rotatorio de la empresa Manabita de Comercio S.A., a partir de la información obtenida en el estudio de campo.

La selección de los elementos críticos clave de la prensa de pescado y del secador rotatorio se realizó a partir del análisis consolidado de las entrevistas realizadas a los distintos niveles de la organización, desde la gestión hasta la operación directa del campo. Este análisis permitió identificar patrones repetitivos en los modos de falla, destacándose principalmente fallas asociadas a vibraciones, desalineación, deficiente lubricación, contaminación, sobrecargas y fatiga estructural, los cuales impactan de manera directa en la disponibilidad de los equipos y en la continuidad del proceso productivo.

Los componentes seleccionados corresponden a aquellos que presentan mayor frecuencia de fallas, mayor impacto operativo y económico, y que además muestran una limitada capacidad de detección mediante mantenimiento tradicional, lo que aumenta el riesgo de fallas no planificadas. En la prensa de pescado se priorizaron los sistemas de transmisión, prensado, hidráulicos, rodamientos y estructura mientras que en el secador rotatorio se consideraron críticos los elementos asociados a la rotación del tambor, transmisión, sellado térmico y estructura interna. Estos componentes representan los puntos donde la implementación de un enfoque de mantenimiento basado en condición CBM generaría el mayor beneficio en términos de confiabilidad, planificación de intervenciones y reducción de costos.

Tabla 8

Elementos Críticos de la Prensa de Pescado

Elemento crítico	Descripción técnica del componente	Principales modos de falla identificados	Impacto en la operación
Sistema de transmisión (caja de engranajes, reductores, correas y acoplamientos)	Transmite la potencia del motor hacia los elementos de prensado, operando bajo cargas elevadas y continuas.	Desgaste de engranajes, desalineación, sobrecarga, vibraciones excesivas, contaminación del lubricante.	Paradas no programadas prolongadas, daños secundarios y altos costos de reparación.
Husillos de prensado/ tornillos sinfín	Elementos principales encargados de la compresión del material.	Desgaste abrasivo, fatiga del material, desbalance dinámico, obstrucciones por material.	Perdida de eficiencia del prensado y aumento del esfuerzo mecánico del equipo.
Sistema hidráulico (bombas, válvulas, filtros, mangueras)	Responsable de generar y controlar la presión necesaria para el proceso.	Contaminación del aceite, sobrecalentamiento, válvulas pegadas, fugas.	Caídas de presión, fallas funcionales y riesgo de daños mayores al sistema.
Rodamientos y apoyos principales	Soportan los ejes rotativos y absorben cargas radiales y axiales.	Falta de lubricación, desalineación, contaminación, desgaste prematuro.	Incremento de vibraciones, fallas en cascada y detecciones imprevistas.
Estructura y bastidor	Soporte estructural del equipo, sometido a vibraciones constantes.	Fatiga estructural, fisuras en soldadoras, deformaciones.	Riesgo para la seguridad, paradas prolongadas y altos tiempos de reparación

Nota. Fuente: Elaborado a partir de (Manabita de Comercio, 2021).

Tabla 9

Elementos Críticos del Secador Rotatorio

Elemento crítico	Descripción técnica del componente	Principales modos de falla identificados	Impacto en la operación
Anillos de rodadura y rodillos de apoyo	Permiten la rotación del tambor y soportan su peso total.	Desalineación, desgaste, falta de ajustes periódico, vibraciones severas.	Daños estructurales; progresivos y riesgo de parada catastrófica.
Rodamientos de apoyo	Permiten el giro suave del tambor bajo altas temperaturas.	Lubricación deficiente, degradación térmica de la grasa, contaminación.	Incremento de vibraciones y fallas repetitivas no planificadas.
Sistema de transmisión (motor, reductores, acoplamientos)	Transmite el movimiento al tambor rotatorio.	Desalineación, desgaste. Sobrecargas mecánicas.	Perdida de eficiencia, aumento del consumo energético y paradas del equipo.
Juntas de expansión, sellos y conductos de gases.	Sellán el sistema térmico y permiten dilataciones por temperatura.	Fatiga térmica, fugas de aire caliente y gases.	Perdida de eficiencia térmica y micro paradas frecuentes.
Estructura interna del tambor	Facilita el secado del material y soporta esfuerzos térmicos y mecánicos.	Fatiga estructural, desgaste por impacto, corrosión.	Daños internos difíciles de detectar y paradas prolongadas.

Nota. Fuente: Elaborado a partir de (Manabita de Comercio, 2021).

3.3 Alcance y delimitación de la propuesta

3.3.1 Alcance

La propuesta consiste en diseñar un modelo de mantenimiento basado en la condición (CBM) enfocado principalmente en la prensa de pescado y el secador rotatorio, ya que son equipos muy importantes dentro del proceso de la producción. Este modelo incluye las etapas del sistema, que variables se deben revisar en las maquinas como se va hacer el monitoreo, los formatos para registrar la información, las herramientas para analizar los datos y los criterios que se usaran para decidir cuándo hacer mantenimiento.

Además, el alcance del proyecto también considera definir quien se encarga de cada actividad y proponer indicadores que ayuden a medir si el sistema funciona bien una vez que se ponga en marcha.

Tabla 10

Alcance del Sistema de mantenimiento basado en la Condición CBM

Elemento	Descripción
Equipos considerados	Prensa de pescado y secador rotatorio
Tipo de mantenimiento	Preventivo basado en la condición (CBM básico)
Variables monitoreadas	Vibración, temperatura, lubricación, alineación, fugas
Métodos de monitoreo	Inspección visual, mediciones manuales, análisis cualitativo
Nivel de aplicación	Área de mantenimiento
Horizonte temporal	Corto y mediano plazo
Nivel tecnológico	Bajo-medio (sin automatización avanzada)
Enfoque	Teórico-aplicativo

Nota. Fuente: Elaborado a partir de (García S. , 2012).

3.3.2 Delimitación

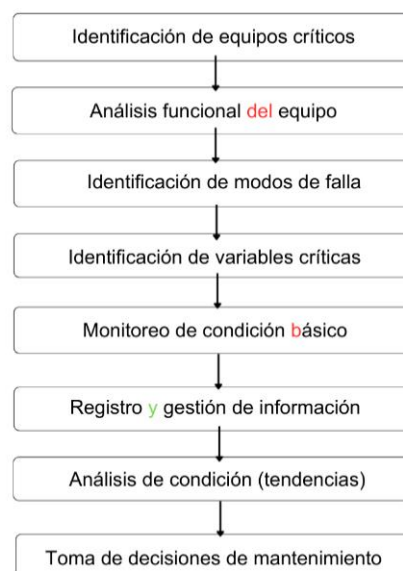
La propuesta no incluye la implementación directa del sistema ni la compra de sensores en línea, programas especializado o plataformas SCADA. Tampoco se realizan análisis estadísticos ni estudios cuantitativos avanzados, ya que la investigación se basa en un enfoque cualitativo, descriptivo y propositivo. El modelo presentado sirve como una base técnica inicial, que más adelante puede mejorarse o ampliarse en otras etapas.

3.4 Adaptación de un modelo conceptual del sistema CBM propuesto

El sistema de mantenimiento basado en la condición CBM propuesto para Manabita de Comercio S.A. se estructura en etapas interrelacionadas que permite una aplicación gradual y ordenada, adaptada a la capacidad operativa actual de la empresa.

Figura 2

Adaptación de un Modelo Conceptual del Sistema



Nota. Fuente: Elaborado a partir de (Moubray, 2004).

3.5 Etapas del sistema de mantenimiento basado en la condición

3.5.1 Identificación y priorización de equipos críticos

A partir del análisis del capítulo 2, se priorizan la prensa de pescado y el secador rotatorio debido a su impacto directo en la continuidad del proceso, la calidad del producto final y la frecuencia de fallas reportadas por todos los niveles organizacionales.

La prioridad se define tomando en cuenta que tanto afecta a la producción, cuantas veces falla el equipo, que tan graves son las consecuencias y que tan difícil es repararlo.

Tabla 11

Matriz de Criticidad de Equipos

Equipo	Impacto de producción	Frecuencia de fallas	Severidad	Dificultad de reparación	Nivel de criticidad
Prensa de pescado	Alto	Alta	Alta	Media	Crítico
Secador rotatorio	Muy alto	Muy alta	Muy alta	Alta	Crítico

Nota. Fuente: Elaborado a partir de (Manabita de Comercio, 2021).

3.5.2 Análisis funcional de los equipos

El análisis funcional ayuda a entender para que sirve cada equipo, como debe funcionar normalmente y cuáles son los límites aceptables de operación. Gracias a este análisis, se pueden detectar fallas o comportamientos fuera de lo normal y definir claramente cuando un equipo se encuentra en buenas condiciones.

Figura 3

Proceso Funcional de los Equipos

Prensa de pescado

Entrada → Materia prima

Proceso → prensado mecánico

Salida → líquido y torta prensada

Condición normal → Vibración y temperaturas controladas

Desviación → Ruido, vibración, fugas, sobrecalentamiento

Secador rotatorio

Entrada → Torta húmeda + aire caliente

Proceso → Secado térmico rotatorio

Salida → Harina seca

Condición normal → Temperatura estable y rotación uniforme

Desviación → Desalineación, fugas térmicas, vibración

Nota. Fuente: Elaborado a partir de (Crespo, 2007).

3.5.3 Identificación de modos de falla relevantes

Con base en las entrevistas a supervisores, inspectores, técnicos y ayudantes, se identificaron los modos de falla más recurrentes en ambos equipos, tales como desgaste de componentes, desalineación, vibraciones excesivas, contaminación de lubricantes, fatiga térmica y acumulación de residuos.

Este estudio ayuda a concentrar el monitoreo en las partes más importantes, que son donde normalmente empiezan las fallas.

3.5.4 Identificación de variables críticas de condición

Las variables críticas de condición representan los parámetros que reflejan el estado real del equipo. Para la prensa de pescado y el secador rotatorio se consideran, las siguientes variables:

- Vibración anormal
- Temperatura de operación
- Condición de lubricante
- Alineación y estabilidad mecánica
- Presencia de fugas y deformaciones estructurales

Estas variables fueron validadas en base la coincidencia de respuesta en el estudio de campo.

Tabla 12

Variables Críticas de Condición por Equipo

Equipo	Variable	Método de monitoreo	Frecuencia
Prensa	Vibración	Inspección/ percepción	Diario
Prensa	Temperatura	Termómetro manual	Diario
Prensa	Lubricación	Inspección visual	Semanal
Secador	Alineación	Observación estructural	Semanal
Secador	Temperatura	Termografía puntual	Semanal
Secador	Fugas térmicas	Inspección visual	Diario

Nota. Fuente: Elaborado a partir de (Manabita de Comercio, 2021).

3.5.5 Métodos básicos de monitoreo de condición

Dado el enfoque básico del CBM propuesto, se priorizan métodos de monitoreo accesibles y ya conocidos por el personal, tales como inspecciones visuales estructuradas, mediciones manuales, termografía puntual, análisis de aceite periódico y registros operativos.

Estos métodos permiten detectar tendencias y anomalías sin requerir automatización avanzada.

Tabla 13

Monitoreo de Condición para la Prensa de Pescado

Elementos de la prensa de pescado		Condición normal	Posibles condiciones anormales
Sistema de transmisión		Temperatura estable dentro del rango de diseño, donde el rango normal de operación es de aproximadamente 38 °C a 60 °C (100 °F a 140 °F), donde el aceite mantiene buena viscosidad y protección de componentes (Pacanowsky, 2024).	Vibraciones excesivas, vibraciones superiores a 2.8 mm/s RMS indican una condición anormal, y valores mayores a 4.5 mm/s RMS representan una condición crítica (ISO 20816-1, 2016)
	Husillos de prensado	Rotación uniforme y continua, puesto que el flujo y la presión del fluido son constantes, y el movimiento mecánico no presenta vibraciones ni interrupciones (Bhandari, 2010)	Desgaste abrasivo excesivo, ya que el husillo presenta una pérdida apreciable de material en sus superficies de contacto, evidenciada por incremento de holguras, reducción del diámetro nominal y disminución de la eficiencia de prensado, mayormente provocada por la presencia de partículas abrasivas y lubricación deficiente (Budinski & Michael, 2010).
Sistema hidráulico		Presión estable, donde la presión normal de trabajo en circuitos hidráulicos industriales suele estar en el rango de 25 bar a 630 bar, dependiendo del diseño y aplicación (Galagarra & Rodríguez, 2015).	Caída de presión del sistema, puesto que en el sistema hidráulico una caída de presión por fricción en tuberías y válvulas es de 0,1 a 2 bar, cantidades altas que afectan la fuerza del actuador (Héctor, 2001).

Rodamientos y apoyos principales	• Temperatura y vibración normales, señalando que la temperatura de rodamiento estable generalmente se encuentra entre 40 °C y 80 °C en operación normal. Y en rodamientos industriales amplios, vibración normal < 0,5 mm/s RMS (Kirkland, 1997)	• Sobre calentamiento, valores por encima de 70 a 80 °C, (considerando el tipo de rodamiento y lubricante) suelen considerarse anormales en aplicaciones industriales de prensa (Villaseca & Ramírez, 2012).
Estructura y bastidor	• Vibraciones estructurales controladas, una vibración en zona A o B $\leq 2.8 - 4.5$ mm/s RMS indica condición buena o aceptable, compatible con vibraciones estructurales controladas (Charles & Gerald, 2002)	• Fisuras en soldaduras, estas fisuras se generan por fatiga, cargas cíclicas, vibraciones o defectos de fabricación (García & Pérez, 2015).

Tabla 14

Monitoreo de Condición para el Secador Rotatorio

Elementos del secador rotatorio	Condición normal	Posibles condiciones anormales
Anillos de rodadura y rodillos de apoyo	• Desgaste uniforme, se considera una condición normal, indicando que las cargas se distribuyen adecuadamente y que la lubricación y el mantenimiento son correctos (Hutchings & Shipway, 2017)	• Desgaste irregular de anillos y rodillos, puede afectar la alineación, el giro uniforme y la vida útil del equipo. Su causa principal es la carga desigual, desalineación, falta de lubricación o partículas abrasivas presentes en la operación (Hutchings & Shipway, Tribology: Friction and wear of engineering materials (2nd ed.), 2017)
Rodamiento de apoyo	• temperatura de operación correcta, valores que van por debajo de los 70 °C se consideran como temperatura estable y por ende, normal durante la operación continua (Harris & Kotzalas, 2006)	• incremento anormal de temperatura, lo cual sucede cuando la temperatura de operación supera los 70-80 °C o cuando se presenta un aumento sostenido mayor a 20°C en base a la temperatura normal de funcionamiento. Que como

			consecuencia indica fricción excesiva, lubricación deficiente o sobrecarga (Harris & Kotzalas, 2006)
Sistema de transmisión		transmisión de potencia continua se considera condición normal, indicando que no existen interrupciones, deslizamientos ni perdidas significativa de eficiencia (Hernández & Soto, 2015)	Sobrecarga mecánica reflejada en aumento de corriente, se identifica cuando la corriente del motor supera el 110% de su valor nominal, señalando aumento anormal del esfuerzo mecánico (Wildi, 2007).
Juntas de expansión, sellos y conductos de gases		Un sellado efectivo sin fugas se considera como condición normal, lo que respalda que el flujo de gases se mantenga controlado, sin perdidas de presión ni riesgos de escape (Trevor, 2001).	Fugas visibles de aire caliente o gases, lo cual indica perdida de eficiencia y posible riesgo de sobrecalentamiento o escape de contaminantes (Trevor, 2001).
Estructura interna del transmisor		Sin deformaciones ni corrosión significativa, la ausencia de deformaciones y corrosión indica condición normal, ya que el componente mantiene su integridad mecánica y funcional (Callister & Rethwisch, 2014)	Presencia de corrosión o fisuras, puesto que compromete la integridad mecánica, la precisión de transmisión de señales y puede derivar en fallas prematuras del equipo (Callister & Rethwisch, 2014).

3.5.6 Registro y gestión de la información de condición

La información que se vaya recogiendo debe anotarse de manera ordenada y siempre de la misma forma, para que sea más fácil revisarla después. Por eso, se propone usar un solo tipo de formato donde se registren las observaciones, las mediciones y cualquier cosa importante que ocurra con los equipos.

El objetivo de esta etapa es transformar datos dispersos en información técnica para la toma de decisiones. Por consiguiente, para el monitoreo del estado de los equipos críticos se propuso un registro de mantenimiento basado en la condición (CBM), establecido para documentar las variables de condición,

análisis técnico y acciones recomendadas. El registro correspondiente se detalla en el anexo 2.

3.5.7 Análisis cualitativo de tendencias y anomalías

El análisis se hace comparando los registros antiguos con los actuales, para detectar poco a poco cuando el equipo empieza a comportarse de manera diferente a lo normal.

Este análisis no requiere cálculos complejos, sino criterio técnico y consistencia en el registro, véase en la Tabla 15.

Tabla 15

Matriz Condición-Acción

Estado de condición	Acción de mantenimiento
Normal	Continuar operación
Alerta	Programar inspección
Crítico	Parada planificada
Falla inminente	Intervención inmediata

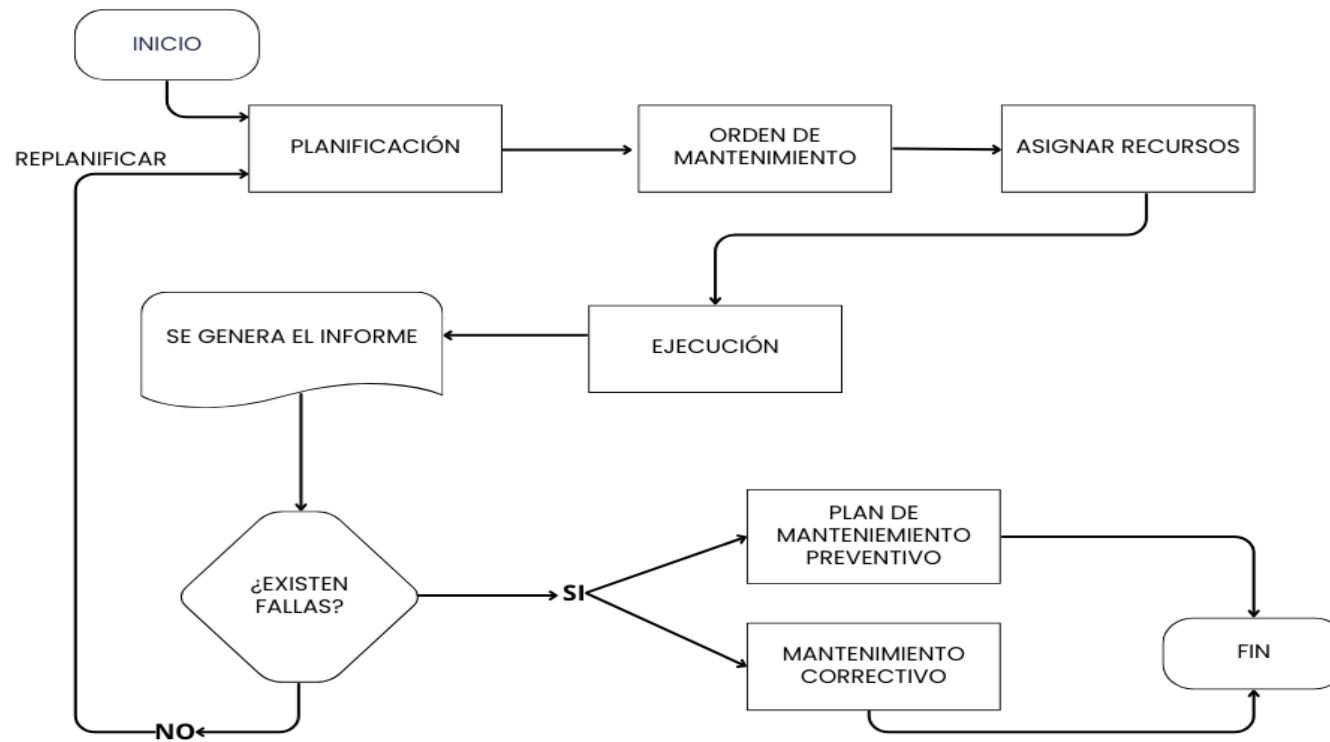
Nota. Fuente: Elaborado a partir de (Torres & Abad, 2011).

3.5.8 Toma de decisiones basada en la condición

Posterior al análisis de la información, se definen acciones de mantenimiento según el nivel de condición detectado, priorizando intervenciones planificadas frente a acciones correctivas de emergencia, véase a continuación el diagrama de flujo en la Figura 4.

Figura 4

Diagrama de Flujo:



Nota. Fuente: Elaborado a partir de (Améndola, 2009)

3.6 Herramientas de gestión integradas al CBM

El sistema CBM propuesto se apoya en herramientas de gestión simples pero efectivas, entre las que se incluyen:

- Matriz de criticidad de equipos
- Monitoreo de condición
- Bitácora de anomalías
- Matriz de decisión de mantenimiento

Estas herramientas permiten estructurar el mantenimiento sin incrementar significativamente la carga administrativa.

3.7 Roles y responsabilidades dentro del sistema CBM

Para que el mantenimiento basado en la condición (CBM) funcione bien, es importante que cada persona tenga en claro que debe hacer:

- Gerencia: se encarga de aprobar los recursos necesarios y de revisar que todo vaya según lo planeado.
- Supervisión: organiza las inspecciones y planifica cuando se deben parar los equipos para hacer mantenimiento.
- Inspectores: revisan el estado de las máquinas y avisan cuando detectan algún problema.
- Técnicos: realizan los trabajos de mantenimiento que ya fueron programados.

Tabla 16

Indicadores de Referencia CBM

Indicador	Objetivo
Reducción de paradas no programadas	Mejorar disponibilidad
Cumplimiento de inspecciones	Control de condición
Fallas recurrentes	Identificación temprana
Intervenciones planificadas	Optimización de recursos

Nota. Fuente: Elaborado a partir de (Mora, Indicadores de mantenimiento y confiabilidad, 2012)

3.8 Beneficios esperados de la propuesta CBM

La implementación progresiva del sistema CBM permitiría posiblemente a la empresa Manabita de Comercio S.A. reducir la frecuencia de fallas inesperadas, mejorar la disponibilidad de los equipos críticos y optimizar el uso de recursos de mantenimiento. En consecuencia, contribuiría a una mejor planificación de repuestos, reducción de trabajos de emergencia, incremento de la seguridad operativa y fortalecimiento de la cultura técnica del mantenimiento.

El CBM ayudaría a que el área de producción y el área de mantenimiento trabajen de forma más coordinada. Esto se debe a que las decisiones no se tomarían por suposiciones, sino según el estado real de las máquinas lo que permite organizar mejor el trabajo y evitar problemas inesperados.

3.9 Cierre del capítulo

El presente capítulo desarrollo una propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento preventivo basado en la condición, diseñada específicamente para la realidad operativa de la empresa Manabita de Comercio S.A. La propuesta se sustenta en el análisis cualitativo del estudio de campo desarrollado en el capítulo 2 y plantea un modelo básico, estructurado y

escalable, que permite sentar las bases técnicas para una futura evolución hacia esquemas más avanzados de gestión del mantenimiento.

Conclusiones

A partir del acrecentamiento de la presente investigación, se concluye que la gestión de mantenimiento aplicada a los equipos críticos presentaba un enfoque predominantemente correctivo y preventivo, lo cual aumentaba la posibilidad de fallas imprevistas y afectaba la continuidad operativa del proceso productivo. El diagnóstico realizado permitió identificar debilidades en la planificación, seguimiento y toma de decisiones, evidenciando la necesidad de adoptar un enfoque más técnico y proactivo orientado al estado real de los equipos.

El uso de herramientas propias del mantenimiento basado en la condición, como la matriz de criticidad, el control de algunas variables de las máquinas y los criterios para tomar decisiones, permitió organizar un sistema de mantenimiento que se ajusta a las necesidades reales de la empresa. Estas herramientas ayudaron a identificar cuales equipos son más importantes, a detectar problemas y a tomar mejores decisiones, lo que hizo que las maquinas trabajen de forma más confiable y estén disponibles por más tiempo.

Además, el sistema de mantenimiento basado en la condición que se propone demostró que se puede aplicar sin mayores complicaciones; tanto en lo técnico como en lo operativo. Esto se debe a que utiliza herramientas de gestión sencillas, fáciles de usar y que se pueden adaptar a la forma de trabajo de la empresa, sin necesidad de usar tecnologías complicadas al inicio.

Con la aplicación de este sistema, se pueden aprovechar mejor los recursos de mantenimiento, reducir las fallas inesperadas y sentar las bases para una gestión de mantenimiento más ordenada, eficiente y sostenible. Por todo esto, la investigación confirma que aplicar un mantenimiento basado en la condición es una buena alternativa para mejorar el manejo de los equipos más importantes, aumentar el rendimiento de la empresa y apoyar la toma de decisiones, aportante tanto a la empresa estudiada como al área de la ingeniería industrial.

Recomendaciones

Es fundamental capacitar al personal del área de mantenimiento en los principios del mantenimiento basado en la condición, así como el uso apropiado de los registros de monitoreo y de las herramientas de apoyo y la toma de decisiones. La adecuada interpretación de las variables de condición garantizará una aplicación efectiva del sistema y fortificando la cultura de mantenimiento preventivo y predictivo.

Es importante implementar de manera progresiva el sistema de mantenimiento basado en la condición propuesta, iniciando con los equipos catalogados como de mayor criticidad. Esta estrategia permitiría calificar el desempeño del sistema en un entorno controlado, validar la operatividad de las herramientas aplicadas y realizar los ajustes necesarios antes de su extensión a otros activos de la empresa.

También el hecho de establecer una periodicidad definida para el monitoreo de las variables de condición, considerando las características operativas, el nivel de criticidad y el historial de fundamentación de cada equipo. Una frecuencia de monitoreo apropiada daría paso a oportunamente detectar desviaciones en el comportamiento normal de los activos y reducir la viabilidad de fallas no programadas.

Bibliografía

- Aithor. (19 de septiembre de 2024). Obtenido de El impacto ambiental de la operación y mantenimiento de maquinaria pesada en la industria de la construcción: <https://aithor.com/essay-examples/el-impacto-ambiental-de-la-operacion-y-mantenimiento-de-maquinaria-pesada-en-la-industria-de-la-construccion>
- Alarcon, B., & Romero, D. (2021). ¿Cuál es el estado actual de la gestión de la información en Manabita de Comercio S.A., y cómo afecta esto a los procesos de producción, logística y calidad? Guayaquil, Ecuador: Bachelor's thesis.
- Aldana, C. (2024). *Eficiencia productiva en la industria pesquera: un análisis de factores clave para la gestión sostenible y competitiva*. Universidad de La Rioja.
- Álvarez, F. (2023). Estrategias de mantenimiento basado en condición para la reducción de fallos inesperados y optimización de la gestión de activos. *Ciencia Latina*, 15(3), 122–135.
- Alvarez, L., & Maldonado, G. (2018). *Universidad Autonoma del estado de hidalgo*. Obtenido de <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/tlahuelilpan/n3/e2.html>
- Améndola, L. (2009). *Estrategias y Planes de Mantenimineto* . Valencia: UPV.
- Anaguano, R. (10 de Octubre de 2018). Modelo de un plan de mantenimiento basado en procesos para el area de preparacion hilatura. Quito, Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/6344/1/T2690-MBA-Anaguano-Modelo.pdf>
- Arbós, C. ((2012)). *Gestión del mantenimiento de los equipos productivos*. Díaz de Santos.

Arocha, A. (24 de julio de 2020). *linkedin* . Obtenido de 5 normas imprescindibles para una gestión eficaz del mantenimiento industrial: <https://es.linkedin.com/pulse/5-normas-imprescindibles-para-una-gesti%C3%B3n-eficaz-del-arocha-d%C3%ADaz>

Automation. (27 de febrero de 2024). *Ventajas reales del mantenimiento basado en la condición (CBM)*. Obtenido de <https://www.euautomation.com/cl/knowledge-hub/read/blogs/the-real-benefits-of-condition-based-maintenance-cbm>

Becerra, t. (2020). *La prensa uno de los cimientos e una planta eficiente de harina de pescado*.

Bhandari, R. (2010). *Design of Machine Elements*. McGraw-Hill.

Budinski, K., & Michael, B. (2010). *Materiales de Ingeniería: propiedades y selección (9.ª ed.)*. Pearson Education, Inc., Upper Saddle River, NJ.

Bueno, J., & Ibarra, D. (2020). Propuesta de mejora de la gestión del plan de mantenimiento de la maquinaria de una planta productora de harina de pescado basado en la implementación del Mantenimiento Productivo Total. Lima.

Bujalance, G. (2023). Qué es el Mantenimiento Basado en Riesgos, cómo funciona y quién lo necesita. *Facility*.

Callister, W., & Rethwisch, D. (2014). *Ciencia e ingeniería de materiales: Una introducción (9.ª ed.)*. Reverté.

Campos, T. (2023). Aplicación del Análisis de Modo y Efecto de Falla en Producción y su Impacto en Costos de No Calidad en una Empresa Refresquera. *Conciencia Tecnológica*.

Cárdenas, Á. (10 de Abril de 2024). *secmotic*. Obtenido de Mantenimiento industrial sostenible: qué es y sus beneficios: <https://secmotic.com/mantenimiento-industrial-sostenible-que-es-sus-beneficios/#gref>

Charles, S., & Gerald, A. (2002). *Harris' Shock and Vibration Handbook (5th ed.)*. McGraw-Hill.

Codigo organico del Ambiente. (12 de Abril de 2017). Oficio No. PAN-GR- 2016-2824. Ecuador. Obtenido de <https://faolex.fao.org/docs/pdf/ecu167116.pdf>

Compara, S. (4 de septiembre de 2020). *Qué es el Mantenimiento Basado en Condición*. Obtenido de <https://blog.comparasoftware.com/mantenimiento-basado-en-condicion/>

Constitucion de la republica del Ecuador. (20 de Octubre de 2008). Ecuador. Obtenido de https://www.asambleanacional.gob.ec/sites/default/files/private/asamblea_nacional/filesasambleanacionalnameuid-20/transparencia-2015/literal-a/a2/Const-Enmienda-2015.pdf

Contralor general del Estado. (29 de Diciembre de 2017). REGLAMENTO ADMINISTRACION Y CONTROL DE BIENES DEL SECTOR PUBLICO. Obtenido de <https://www.artesanos.gob.ec/institutos/wp-content/uploads/downloads/2018/01/REGLAMENTO-DE-ADMINISTRACION-Y-CONTROL-DE-BIENES-DEL-SECTOR-PUBLICO.pdf>

Crespo, A. (2007). *Gestión del mantenimiento y la fiabilidad*. Sevilla: Universidad de Sevilla.

Cuatrecasas, L. (2012). *Gestión integral del mantenimiento*. Barcelona: Profit.

Diaz. (9 de Julio de 2024). *Tecnologías Emergentes en Mantenimiento Predictivo*. Obtenido de LinkedIn: <https://es.linkedin.com/pulse/tecnolog%C3%ADas-emergentes-en-mantenimiento-predictivo-diaz-dominguez-gh3ec>

Diaz, A., Arce, A., & Lucía, S. (2024). *Propuesta de implementacion de un sistema gestión de la calidad para la mejora de gestión de procesos de*

una empresa de servicios de consultoría, auditoría interna y capacitación
. universidad peruana de ciencias aplicadas.

Díaz, E. (2024). *Marco de trabajo para modelar sistemas de gestión de mantenimiento de sistemas multi unidad, para la selección de políticas de mantenimiento incluida la canibalización evaluando fiabilidad en componentes*. Valencia: Doctoral dissertation.

Diaz, N. (2016). *Tecnicas de Investigacion Cualitativas y Cuantitavas*. Ciudad de Mexico: FAD UAEMex.

Dogi, R. (2024). *Gestión de Repuestos para almacenes de mantenimiento*. Barcelona: Formacion e-learning.

Emaint. (31 de julio de 2024). *¿Qué es el mantenimiento industrial? Definición, estrategias, software*. Obtenido de <https://www.emaint.com/es/guide-to-industrial-maintenance/>

Escudos, J. (2014). *Descubrir el oro verde beneficios economicos y ambientales del CBM*. Bogota: green gold.

Esquivel et al., G. (2021). La importancia del mantenimiento como una estrategia de competitividad eb las empresas del sector minero. *Directorio Consejo*, 23, 46-51.

Fernández, J. (2016). *Mantenimiento predictivo y gestión de activos industriales*. Madrid: Garceta.

Fidestec . (2024). *mtto*. Obtenido de *¿Dominas la gestión de repuestos de mantenimiento industrial?:* <https://mtto.pro/gestion-de-repuestos/>

Folgueiras, P. (2016). *La entrevista*. pfolgueiras@ub.edu.

Fractal. (2024). *Mantenimiento basado en condición*. Obtenido de <https://www.fractal.com/es/guias-mantenimiento/mantenimiento-basado-en-condicion>

Galagarra, M., & Rodríguez, E. (2015). *Parámetros de diseño hidráulico: presión de trabajo en sistemas hidráulicos*. Quito.

- García, F., & Pérez, J. (2015). *Inspección y diagnóstico de soldaduras en estructuras metálicas*. Madrid: Editorial Síntesis.
- García, J. (2010). *Organización y gestión integral del mantenimiento*. Díaz de Santos.
- García, O. (2012). *Gestión moderna del mantenimiento industrial*. Bogota: Ediciones de la U.
- García, S. (2010). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Madrid: Díaz de Santos.
- García, S. (2012). *Mantenimiento industrial: organización, gestión y control*. Madrid: Díaz de Santos.
- García, V., & Miller, M. (2021). Propuesta de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) para mejorar la productividad de una empresa pesquera en Sechura, Piura, 2021. Perú.
- Gasca, M., Camargo, L., & Byron, M. (2017). *Sistema para evaluar la confiabilidad de equipos críticos en el sector industrial*. Información Tecnológica (Vol. 28, Núm. 4), 111-124.
- Gomez, R., & Guzman, O. (2016). Desarrollo de un sistema de inventario para el control de materiales, equipos y herramientas dentro de la empresa de construccion ingenieria solida LTDA. Bogota, Colombia.
- Gonzalez, F. (23 de febrero de 2023). *datascope.io*. Obtenido de ¿Cómo se puede mejorar la eficiencia operativa de una empresa?: <https://datascope.io/es/blog/como-podemos-mejorar-la-eficiencia-operativa-de-una-empresa/>
- González, R., & Martínez, L. (2019). *implementacion del mantenimiento preventivo en la industria pesquera de Perú y Chile*. Universidad de Chile.
- Harris, T., & Kotzalas, M. (2006). *Rolling bearing analysis (5th ed.)*. CRC Press.

- Héctor, R. (2001). Pérdidas de energía por fricción en conductos de presión. En Hidráulica Experimental. Escuela Colombiana de Ingeniería in Hidráulica Experimental.
- Hernadez, E. (22 de Abril de 2019). *evtech*. Obtenido de Beneficios de una estrategia de mantenimiento basada en la condición CBM: <https://evtech.cl/beneficios-de-una-estrategia-de-mantenimiento-basado-en-la-condicion-cbm/>
- Hernández, G. (2017). Propuesta de un plan de mantenimiento basado en el uso de herramientas de ingeniería de confiabilidad. Xalapa, Mexico.
- Hernández, R., & Soto, M. (2015). *Transmisión de potencia mecánica: Diseño y operación* (1.^a ed.). Editorial Alfaomega.
- Huacuz, H. (2003). *Determinación de la frecuencia optima de mantenimiento preventivo*. Confidencial-Noria Latín América.
- Hubspot. (11 de Agosto de 2023). Obtenido de <https://blog.hubspot.es/service/que-es-una-encuesta>
- Hutchings, M., & Shipway, P. (2017). *Tribología: fricción y desgaste de materiales de ingeniería* (2.^a ed.). Butterworth-Heinemann.
- Hutchings, M., & Shipway, P. (2017). *Tribology: Friction and wear of engineering materials* (2nd ed.). Butterworth-Heinemann.
- Ilaya, V. J. (2023). *Sistema de monitoreo para mantenimiento preventivo aplicado a maquinas rotatorias en la industria basado IIOT*. La paz: Doctoral dissertation.
- IMG. (2020). *Equipos industriales: Importancia del mantenimiento industrial como mejora de la productividad* . Obtenido de Revista IMG 1-3. Retrieved From: <https://www.revistaimg.com/importancia-del-mantenimiento-industrial-como-mejora-de-la-productividad/>
- INEN. (2020). *Servicio Ecuatoriano de normalización INEN*. Obtenido de <https://www.normalizacion.gob.ec/>

inesem. (2023). Obtenido de <https://www.inesem.es/revistadigital/gestion-integrada/mantenimiento-industrial/#:~:text=Al%20mantener%20los%20equipos%20en,tambi%C3%A9n%20reduce%20su%20impacto%20ambiental>.

Integra, N. (2024). *Mantenimiento Basado en la Condición: qué es y qué ventajas tiene*. Obtenido de <https://nexusintegra.io/es/mantenimiento-basado-condicion/>

ISO 12100. (2006). ISO12100: Evaluar la seguridad y reducir el riesgo en las máquinas. Obtenido de <https://www.grupo-tice.com/iso12100-evaluar-la-seguridad-y-reducir-el-riesgo-en-las-maquinas/>

ISO 170359. (15 de julio de 2011). Monitorización de condición y diagnóstico de máquinas - ISO 17359: 2011. Obtenido de <http://www.preditecnico.com/2012/11/monitorizacion-de-condicion-y.html>

ISO 20816-1. (2016). *Vibración mecánica, medición y evaluación de la vibración de máquinas (Parte 1: Directrices generales)*. ISO.

ISO 450001. (2016). Servicio Ecuatoriano de Normalización INEN. Obtenido de <https://www.normalizacion.gob.ec/ecuador-participo-en-el-desarrollo-de-la-norma-internacional-iso-45001/>

ISO, 9. (18 de Mayo de 2021). *kimobox*. Obtenido de <https://www.kimobox.com/iso-9001-7-apoyo-planes-mantenimiento-preventivo/#:~:text=El%20mantenimiento%20preventivo%20en%20el,la%20continuidad%20de%20las%20operaciones>.

ISTEC. (2024). Obtenido de Mantenimiento basado en las condiciones (CBM): <https://www.istec.com/es/definiciones/mantenimiento-basado-en-condiciones-cbm/>

Jiménez, G. (2022). *Mantenimiento óptimo basado en condición para un sistema industrial*. Universidad de La Rioja.

Jones, J. (1 de abril de 2019). *scribd*. Obtenido de COCINADO Y PRENSADO: <https://es.scribd.com/document/404012625/Coccion-y-Prensado>

- Kantan. (15 de Septiembre de 2023). Obtenido de Ahorro de costos y eficiencia operativa: Ventajas de implementar un Sistema de Gestión Ambiental: <https://www.kantansoftware.com/blog/ahorro-de-costos-y-eficiencia-operativa-ventajas-de-implementar-un-sistema-de-gestion-ambiental/>
- kimobox. (18 de Mayo de 2021). Obtenido de ISO 9001: 7. Apoyo – Planes mantenimiento preventivo: <https://www.kimobox.com/iso-9001-7-apoyo-planos-mantenimiento-preventivo/>
- Kirkland. (1997). *The Bearing Analysis Handbook: A Practical Guide for Solving Vibration Problems in Bearings*. SKF-USA-BPI.
- Laoyan, S. (6 de febrero de 2024). asana. Obtenido de como mejorar la eficiencia operativa: <https://asana.com/es/resources/operational-efficiency>
- López et al., A. (2017). *Redalyc.or*. Obtenido de Optimizacion de la productividad en industrias pesqueras: <https://www.redalyc.org/pdf/6858/685872975004.pdf>
- Lopez, A. (2020). *Metodologías empleadas en la gestión de mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad de las máquinas y equipos: una revisión de la literatura científica*. Universidad Privada del Norte.
- López, M., & Criollo, O. (2022). *Propuesta de un plan de mantenimiento basado en condición en el área de distribución de la empresa “Rural Energy”*. Azuay: Universidad del Azuay.
- Lynsey, M. (2022). *Kit de Herramientas de QI Essentials: Análisis de Modos de Fallas y Efectos (FMEA)*.
- Manabita de Comercio. (2021). *Manabita de Comercio*. Obtenido de <https://manabitadecomercio.com/>
- Masa et al., S. (2023). manual de mantenimiento preventivo y correctivo para maquinaria de perforación vertical de la empresa Sahuaro Drilling en el estado de Chihuahua.
- Medianero, A. (2024). *El Mantenimiento Predictivo en la industria 4.0*. Fujitsu.

- Medina, R. (2022). Tipos de mantenimiento en las unidades de medición de producción de pozos petroleros. *Revista enfoques*, 6(21), 37-49.
- Medina, Y. (2022). *Confiabilidad en el rendimiento de las máquinas: impacto del mantenimiento preventivo y reducción de ineficiencias*. Criterio.
- Mendez, J. (2011). Implementación de un mantenimiento basado en condición para mejorar la gestión de fallas en sistemas eléctricos. *Ingeniería y investigación*, 223–340.
- MINT. (10 de Abril de 2023). Obtenido de Energías renovables en la industria: beneficios y aplicaciones: Energías renovables en la industria: beneficios y aplicaciones
- Montilla, C. (2019). *Mantenimiento industrial y su administración*. Universidad Tecnológica de Pereira. Universidad Tecnológica de Pereira.
- Mora, L. (2009). *Mantenimiento industrial: Gestión, análisis y optimización*. Alfaomega.
- Mora, L. (2012). *Indicadores de mantenimiento y confiabilidad*. Bogota: Alfaomega.
- Moubray, J. (2004). *Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM II)*. Madrid: AMV Ediciones.
- Moubray, J. (2004). *Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM II)*. Madrid: AMV.
- Narciso. (21 de Octubre de 2024). *esciencia*. Obtenido de Integración de energía renovable en la red eléctrica: <https://www.esciencia.org/integracion-de-renovables/>
- Norma Ambiental Ecuatoriana. (10 de Abril de 2004). Ecuador. Obtenido de https://www.efficacitas.com/efficacitas_es/assets/Anexo%206.pdf
- NTE INEN 2434. (18 de diciembre de 2008). Turismo encargado de mantenimiento requisitos de competencia laboral. Obtenido de

https://www.qualiturecuador.com/contenidos/areas/normas_inen/INEN2434-08.pdf

NTE INEN 3061. (2015). Servicios de restauracion, requisitos de mantenimiento de las instalaciones y equipos. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/371856791/Nte-Inen-3061>

Nuno, H., Lopes, I., & Braga, A. (2021). *Condition-based maintenance implementation: a literature review*. Guimarães: Elsevier.

Obeso, A., & Javier, Y. (2018). Implementación del Mantenimiento Productivo Total para mejorar la productividad y mantenibilidad del proceso de harina de pescado en la empresa INVERSIONES REGAL - Chimbote 2018. Chimbote, Perú.

Ocampo. (2020). Análisis de fallos potenciales y mantenimiento preventivo. *Editorial Técnica*, 3(1), 23-34.

Ocampo. (2020). Importancia de la implementación de mantenimiento preventivo en las plantas de producción para optimizar procesos. *Journal engineer*, 11.

Olives, R. (2011). *Mantenimiento preventivo*. Barcelona: Departamento de Empresa y Empleo.

Ortiz, E. (6 de marzo de 2024). *LinkedIn*. Obtenido de Impacto Positivo en la Productividad y la Eficiencia: <https://es.linkedin.com/pulse/impacto-positivo-en-la-productividad-y-eficiencia-elaine-ortiz-bexde>

Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Tecnicas de muestreo sobre una poblacion de estudio. *International Journal of Morphology*, 35(1):227-232.

Pacanowsky, A. (5 de Noviembre de 2024). *Keeping Hydraulic Fluid in Check: Temperature Control Strategies*. Obtenido de powerblanket: <https://www.powerblanket.com/blog/keeping-hydraulic-fluid-in-check-temperature-control-strategies>

- Palencia, O. G. (2011). *Gestión moderna del mantenimiento industrial: principios fundamentales*. Bogotá: ediciones de la u.
- Parra, C. (2012). *Gestión del mantenimiento industrial*. Ediciones de la U.
- Parra, C., & Crespo, A. (2012). *Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad aplicada a la Gestión de Activos*. Sevilla: IngeCon.
- Pastor, C. (2020). *El mantenimiento como herramienta para conseguir infraestructura de alta calidad y durabilidad*.
- Pernett, C. (10 de junio de 2022). *Linkedin*. Obtenido de El Mantenimiento Basado en Condición ayuda a mejorar: ¿Confiabilidad, Disponibilidad o Mantenibilidad?: <https://es.linkedin.com/pulse/el-mantenimiento-basado-en-condici%C3%B3n-ayuda-mejorar-o-carlos-j->
- Pillado et al., M. (2022). Metodología de administración para el mantenimiento preventivo como base de la confiabilidad de las máquinas. *Scielo*.
- Pillado, M. (2022). Metodología de administración para el mantenimiento preventivo en la industria: su importancia para minimizar las averías. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 14(1), 55–68.
- Prebon. (2005). *La Protección Ambiental en el Mantenimiento Industrial: Un Enfoque para su Gestión*.
- Predictiva. (28 de Julio de 2021). Un procedimiento para analizar el riesgo en el proceso de innovación de sistemas de gestión del mantenimiento. *predictiva21*. Obtenido de <https://predictiva21.com/procedimiento-riesgo-sistemas-gestion-mantenimiento/>
- Predictiva21. (31 de julio de 2023). *Disponibilidad en mantenimiento y eficacia de los equipos*. Obtenido de <https://predictiva21.com/disponibilidad-mantenimiento/>

- QuestionPro. (2024). Obtenido de <https://www.questionpro.com/blog/es/metodos-de-investigacion-cualitativa-y-cuantitativa/>
- Quiñonez, E. (14 de agosto de 2024). *Inspenet*. Obtenido de Mantenimiento basado en la condicion CBM aprovechando el poder de monitoreo de datos: <https://inspenet.com/articulo/mantenimiento-basado-en-la-condicion-cbm/>
- Quispe, V. A. (2023). Optimización del sistema eléctrico del Hospital Túpac II-E de la región Cusco mediante el mantenimiento basado en condición (CBM) periodo - 2021. Cusco.
- Ramírez, G. (2022). Productividad, competitividad y calidad en las organizaciones: una revisión conceptual. *Revista Productividad & Competitividad*. *Revista Productividad & Competitividad*, 8(2), 45–60.
- Repsa. (2022). Obtenido de Energías Renovables y Maquinaria Pesada: <https://repsa.global/energias-renovables-y-maquinaria-pesada/>
- Rodríguez, J., & Pérez, F. (2021). *Conceptos generales en la gestión del mantenimiento industrial (Vol. 1)*. Bucaramanga: Universidad Santo Tomás.
- Rodríguez, L., & Veloza, E. (2024). *Propuesta de un Plan de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad*. Universidad ECCI.
- Roel, C. (2022). *Elaboración de harina de pescado*. Universidad Nacional San Luis Gonzaga.
- Ruiz, A. J. (1994). Lider operaciones y facilidades superficie. *Mantenimiento preventivo*. Caracas: Editorial norma.
- Ruiz, R., & Tovar, K. (10 de Octubre de 2022). Diseño de un secador rotatorio para el laboratorio de Ingeniería en Alimentos de la Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción. Guayaquil , Ecuador.

- Sacristan, F. R. (2014). Elaboracion y optimizacion de un plan de mantenimiento preventivo. *tecnica industrial* 308 (1), 30-41.
- Safety. (15 de enero de 2024). *Mantenimiento basado en la condición*. Obtenido de <https://safetyculture.com/es/temas/mantenimiento-basado-en-condicion/>
- Salcines, C. (13 de Junio de 2017). Manual basico de prevencion de riesgos en mantenimiento. *unican*. Unidad Técnica de Prevención -UTP-MT00107.
- Sandoval, & Jeiner, A. (2025). *Optimización del mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad en el área de mantenimiento en una minera, 2024*. Lima.
- Schilling, C. (2024). *manwinwin*. Obtenido de ¿Qué es el mantenimiento preventivo?: <https://www.manwinwin.com/es/mantenimiento-preventivo/>
- Seid, J., & Narjes, M. (2023). Drying Technology in Food Processing. *Science Direct*.
- Sicma. (21 de enero de 2022). *Mantenimiento Industrial: importancia y beneficios*. Obtenido de <https://www.sicma21.com/mantenimiento-industrial-importancia-y-beneficios/>
- Suniaga, S. (2023). *fracttal*. Obtenido de Gestión de mantenimiento y sostenibilidad: <https://www.fracttal.com/es/blog/gestion-de-mantenimiento-y-sostenibilidad>
- Torres, J., & Abad, M. (2011). *Gestión del mantenimiento industrial*. Bogota: Ecoe.
- Trevor, K. (2001). *Learning from accidents (3rd ed.)*. Gulf Professional Publishing.
- UJAEN. (2024). *¿Qué es el mantenimiento?*
- Unan. (2011). *Conclusiones y Recomendaciones*.

Universitat de Valencia. (2020). Obtenido de https://www.uv.es/webgid/Descriptiva/331_mtodos.html

Valbor. (16 de noviembre de 2023). *los objetivos del mantenimiento industrial*. Obtenido de <https://www.valborsoluciones.com/mantenimiento/objetivo-mantenimiento-industrial/>

Villaseca, A., & Ramírez, J. (2012). *Mantenimiento predictivo de rodamientos y sistemas de apoyo en maquinaria industrial*. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería Mecánica.

Viveros, P. (2013). Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento integral: alineación con objetivos organizacionales. *Revista de Ingeniería*, 31(1), 45–65.

Wildi, T. (2007). *Máquinas eléctricas y sistemas de potencia (6.ª ed.)*. Pearson Educación.

Anexo 1: Entrevistas al Personal de Mantenimiento

Gerente

- 1. ¿Cómo mide actualmente el rendimiento y la disponibilidad de los equipos de la empresa?**

El proceso de medición se realiza a través de indicadores de gestión como lo es la eficiencia general del equipo, tiempo promedio entre fallas y el tiempo promedio de reparación, los cuales son reportados mensualmente por el área de supervisión y reflejan su estado operativo y el impacto financiero.

- 2. ¿Usted pudo evidenciar o identificar la causa raíz del fallo de un equipo?**

No personalmente, pero reviso y apruebo los informes de análisis de causa raíz que elabora el equipo de ingeniería. Sin embargo, en general las fallas se asocian a la falta de recursos para mantenimientos preventivos mayores o al factor de obsolescencia de la maquinaria.

- 3. ¿Cuál sería la razón principal por la que más veces ha fallado la prensa de pescado y así mismo, el secador rotatorio?**

La prensa de pescado muestra fallas principalmente por fatiga estructural debido a la operación continua y altos niveles de vibración. Por otro lado, el secador falla por problemas de alineación y desgaste prematuro de los rodamientos en condiciones de alta temperatura.

- 4. ¿Cuántas veces ha fallado la prensa de pescado y el secador rotatorio en el transcurso de este año?**

Según los reportes, ambos equipos están entre los más críticos, se estima que la prensa ha tenido entre 5 y 7 paradas mayores no

programadas, mientras que el secador ha requerido intervenciones no planificadas en unas 8 a 10 ocasiones.

5. ¿Usted ha recibido algún tipo de capacitación para realizar este tipo de mantenimiento en los equipos, en especial de la prensa de pescado y el secador rotatorio?

Mi rol es gerencial, me capacito en gestión de activos y finanzas de mantenimiento el presupuesto para la capacitación técnica de los equipos de mantenimiento es mi responsabilidad.

6. ¿Cuáles son sus expectativas principales sobre los beneficios que el CBM puede aportar a la empresa?

Mis expectativas son:

- Una reducción de costos en mantenimiento correctivo de al menos un 30%.
- Un incremento de la disponibilidad de los equipos.
- Una mejora sustancial en la predictibilidad de las paradas; transformándolas en eventos planificados.

Supervisor 1

1. ¿Cómo mide actualmente el rendimiento y la disponibilidad de los equipos de la empresa?

Se mide la tasa de finalización de órdenes de trabajo, el tiempo de inactividad y así mismo verificamos la operación diaria, pero nuestra métrica inmediata es que la línea de producción no se detenga.

2. ¿Usted pudo evidenciar o identificar la causa raíz del fallo de un equipo?

Si, junto con los técnicos e inspectores. La causa raíz más común que identificamos es la prolongación de la vida útil de un componente más allá de lo recomendado, debido a la presión de producción o en la demora en la llegada de repuestos.

3. ¿Cuál sería la razón principal por la que más veces ha fallado la prensa de pescado y así mismo, el secador rotatorio?

La prensa tiene fallas recurrentes en los husillos de prensado y los filtros por desgaste abrasivo. El secador debido a las altas temperaturas, sufren de desalineación del tambor y fallas en los sistemas de apoyo.

4. ¿Cuántas veces ha fallado la prensa de pescado y el secador rotatorio en el transcurso de este año?

Hemos registrado unas 6 a 7 paradas mayores no programadas en la prensa. El secador requiere intervenciones constantes, cerca de 10 a 12 veces en el año, contando tanto paradas cortas como largas.

5. ¿Usted ha recibido algún tipo de capacitación para realizar este tipo de mantenimiento en los equipos, en especial de la prensa de pescado y el secador rotatorio?

Si he recibido capacitaciones en seguridad, lubricación y manejo de órdenes de trabajo. La capacitación específica en técnicas predictivas como termografía o análisis de vibraciones es limitado y se necesita reforzar

6. ¿Cuáles son sus expectativas principales sobre los beneficios que el CBM puede aportar a la empresa?

Esperaría que el CBM nos de la capacidad de planificar mejor las compras de repuestos reducir las fallas catastróficas y optimizar la programación del personal al conocer con antelación las ventajas de mantenimiento

Supervisor 2

- 1. ¿Cómo mide actualmente el rendimiento y la disponibilidad de los equipos de la empresa?**

En conjunto con mi equipo medimos la eficiencia de mi equipo en la respuesta a la falla. Si el tiempo medio de reparación sube, sabemos que la complejidad de la falla fue alta o que nuestra respuesta fue poco efectiva.

- 2. ¿Usted pudo evidenciar o identificar la causa raíz del fallo de un equipo?**

Por supuesto, en mi experiencia el 60% de las fallas críticas provienen de una posible mala práctica de lubricación en la intervención anterior.

- 3. ¿Cuál sería la razón principal por la que más veces ha fallado la prensa de pescado y así mismo, el secador rotatorio?**

En la prensa se da un desgaste acelerado en los engranajes de la caja de reducción debido a la falta de limpieza y contaminación del aceite.

En el secador, fallan constantemente los anillos de rodadura y sus soportes por falta de ajuste periódico y alineación.

- 4. ¿Cuántas veces ha fallado la prensa de pescado y el secador rotatorio en el transcurso de este año?**

La prensa lleva 8 fallas que requirieron mi intervención directa y prolongada. El secador a causa de su criticidad, ha tenido unas 15 intervenciones de diversa índole, desde ajustes de baldeo hasta remplazo de sellos.

- 5. ¿Usted ha recibido algún tipo de capacitación para realizar este tipo de mantenimiento en los equipos, en especial de la prensa de pescado y el secador rotatorio?**

He tomado cursos de alineación laser y análisis de aceite

6. ¿Cuáles son sus expectativas principales sobre los beneficios que el CBM puede aportar a la empresa?

El CBM pienso, nos aportaría una reducción significativa de las horas extra no planificadas. Esto mejoraría la confianza del equipo; al dejar de reaccionar ante urgencias y comenzar a trabajar de manera planificada y profesional.

Supervisor 3

1. ¿Cómo mide actualmente el rendimiento y la disponibilidad de los equipos de la empresa?

Para mí el indicador más importante es el tiempo de inactividad no programado, el éxito se mide en las horas que logramos mantener la línea operando si paradas imprevistas

2. ¿Usted pudo evidenciar o identificar la causa raíz del fallo de un equipo?

Generalmente si, después de briefing con el inspector y el operario. Muchas fallas, si bien son mecánicas, se inician por variaciones extremas en la carga de producción o por una operación fuera de los parámetros diseñados.

3. ¿Cuál sería la razón principal por la que más veces ha fallado la prensa de pescado y así mismo, el secador rotatorio?

La prensa sufre fallas recurrentes en las bombas hidráulicas por trabajo constante de alta presión y contaminación del fluido. El secador presenta fallas estructurales en las paletas internas debido al impacto ambiental.

4. ¿Cuántas veces ha fallado la prensa de pescado y el secador rotatorio en el transcurso de este año?

En el registro operativo, la prensa no has costado, cerca de 10 paradas de menos de 4 horas este año. El secador, el ser más sensible, ha requerido casi 20 micro paradas para ajustes rápidos y limpiezas profundas.

5. ¿Usted ha recibido algún tipo de capacitación para realizar este tipo de mantenimiento en los equipos, en especial de la prensa de pescado y el secador rotatorio?

Si la capacitación se enfoca en la coordinación de paradas y seguridad operativa. Personalmente necesitaría entender cómo interpretar los informes de

CBM para poder comunicárselos de manera efectiva a producción y justificar las paradas.

6. ¿Cuáles son sus expectativas principales sobre los beneficios que el CBM puede aportar a la empresa?

Espero que el CBM reduzca los conflictos de mantenimiento y producción, dándonos datos irrefutables para justificar una parada antes de la falla catastrófica y así evitar pérdidas mayores.

Supervisor 4

1. ¿Cómo mide actualmente el rendimiento y la disponibilidad de los equipos de la empresa?

Personalmente, mido el cumplimiento de la rutina de inspección del turno y la tasa de respuesta ante una emergencia. El informe se basa en si logramos cerrar el turno con todos los equipos críticos operando, es una métrica de día a día.

2. ¿Usted pudo evidenciar o identificar la causa raíz del fallo de un equipo?

Casi siempre. La causa raíz la se presenciar cuando abrimos el equipo. Es el desgaste progresivo y la falta de capacidad para predecirlo.

3. ¿Cuál sería la razón principal por la que más veces ha fallado la prensa de pescado y así mismo, el secador rotatorio?

La falla más común en la prensa es la rotura de los ejes flexibles o acoplamientos debido a la desalineación o vibración excesiva. En el secador se presencian fallas como fugas en los conductos de vapor y gases calientes por fatiga térmica en las juntas y sellos.

4. ¿Cuántas veces ha fallado la prensa de pescado y el secador rotatorio en el transcurso de este año?

La prensa ha fallado unas 5 veces de forma violenta que nos dejó fuera de línea. El secador unas 18 veces si contamos todos los pequeños ajustes y problemas de control de humedad.

5. ¿Usted ha recibido algún tipo de capacitación para realizar este tipo de mantenimiento en los equipos, en especial de la prensa de pescado y el secador rotatorio?

He recibido capacitación en seguridad eléctrica y mecánica básica. Nos haría falta formación en el uso de herramientas predictivas como termografía o analizadores de vibración portátiles.

6. ¿Cuáles son sus expectativas principales sobre los beneficios que el CBM puede aportar a la empresa?

Que nos dé certeza de que lo que vamos a intervenir es realmente lo que va a fallar.

Inspector 1

- 1. ¿Cómo mide actualmente el rendimiento y la disponibilidad de los equipos de la empresa?**

En lo personal como inspector, verifico el cumplimiento de los checklists de inspección visual y tomar lecturas manuales de parámetros (presión y amperaje). El rendimiento lo medimos por la frecuencia con la que reportamos una anomalía.

- 2. ¿Usted pudo evidenciar o identificar la causa raíz del fallo de un equipo?**

Si constantemente, la causa raíz a menudo es la mala práctica operativa o una insuficiente limpieza o lubricación que pasa desapercibida en la rutina.

- 3. ¿Cuál sería la razón principal por la que más veces ha fallado la prensa de pescado y así mismo, el secador rotatorio?**

La prensa falla por obstrucción del material debido a un flujo irregular o por sobrecalentamiento en el sistema hidráulico. Por otro lado; el secador presenta problemas con el desgaste de los anillos de soporte y fallas en las juntas de expansión por estrés térmico.

- 4. ¿Cuántas veces ha fallado la prensa de pescado y el secador rotatorio en el transcurso de este año?**

Se reportaron incidencias en la prensa 5 a 6 veces con necesidad de parada inmediata. En el secador, las alarmas por desbalanceo o alta temperatura han saltado unas 12 a 15 veces a lo largo del año.

- 5. ¿Usted ha recibido algún tipo de capacitación para realizar este tipo de mantenimiento en los equipos, en especial de la prensa de pescado y el secador rotatorio?**

Tengo formación básica en inspección visual y técnicas de NDT (ensayos no destructivos) en todo caso, necesitamos especializarnos en toma y análisis de datos de vibraciones para la maquinaria rotatoria.

6. ¿Cuáles son sus expectativas principales sobre los beneficios que el CBM puede aportar a la empresa?

Que el sistema de monitoreo nos avise de las fallas de manera temprana con datos concretos, no solo con un reporte visual, permitiéndonos priorizar mejor nuestras inspecciones.

Inspector 2

1. ¿Cómo mide actualmente el rendimiento y la disponibilidad de los equipos de la empresa?

Mi rol es medir la condición más que el rendimiento operativo. Se realiza mediante rutinas de termografía y vibraciones manuales. La actividad se correlaciona con la frecuencia de alarmas que reportamos a supervisión.

2. ¿Usted pudo evidenciar o identificar la causa raíz del fallo de un equipo?

Si constantemente. La principal causa que observo es la desalineación de los ejes o la holgura en los rodamientos, que son detectables meses antes de la falla. La raíz del fallo final es no corregir a tiempo lo que el diagnostico de condición ya había detectado.

3. ¿Cuál sería la razón principal por la que más veces ha fallado la prensa de pescado y así mismo, el secador rotatorio?

A mi criterio la prensa falla por el desgaste en los tornillos sinfín que nunca están balanceados dinámicamente. En el secador rotatorio, el problema es el desbalanceo del tambor que genera vibración excesiva y termina por dañar los soportes.

4. ¿Cuántas veces ha fallado la prensa de pescado y el secador rotatorio en el transcurso de este año?

He generado informes de alarma de nivel alto para la prensa unas 5 veces al año. El secador por su naturaleza rotatoria, genera lecturas de alarma o precaución casi unas 20 veces al año, aunque no todas terminan en parada forzada.

5. ¿Usted ha recibido algún tipo de capacitación para realizar este tipo de mantenimiento en los equipos, en especial de la prensa de pescado y el secador rotatorio?

Sí, tengo mi certificación de nivel 1 en análisis de vibraciones y manejo de cámaras termográficas.

6. ¿Cuáles son sus expectativas principales sobre los beneficios que el CBM puede aportar a la empresa?

Que se utilicen sensores permanentes y que mis informes de condición se conviertan automáticamente en ordenes de trabajo planificadas.

Inspector 3

1. ¿Cómo mide actualmente el rendimiento y la disponibilidad de los equipos de la empresa?

Mido el rendimiento a través de la calidad del lubricante y el nivel de contaminación.

2. ¿Usted pudo evidenciar o identificar la causa raíz del fallo de un equipo?

Si, en la mayoría de fallos de caja de engranajes o reductores. La causa raíz suele ser la presencia de partículas sólidas y humedad en el aceite, lo que acelera el desgaste por fatiga de los metales.

3. ¿Cuál sería la razón principal por la que más veces ha fallado la prensa de pescado y así mismo, el secador rotatorio?

La prensa falla por contaminación excesiva del sistema hidráulico, causando que las válvulas se peguen o que la bomba pierda eficiencia. El secador presenta fallas por lubricación, deficiente en los puntos de apoyo debido a la alta temperatura que degrada rápidamente la grasa.

4. ¿Cuántas veces ha fallado la prensa de pescado y el secador rotatorio en el transcurso de este año?

La prensa ha tenido cerca de 6 intervenciones mayores relacionadas con el sistema hidráulico. El secador, debido a que tiene muchos puntos de engrase, he tenido que reportar 14 veces problemas de sellado o fugas de grasa y aceite.

5. ¿Usted ha recibido algún tipo de capacitación para realizar este tipo de mantenimiento en los equipos, en especial de la prensa de pescado y el secador rotatorio?

Sí, estoy certificado en análisis de aceite y técnicas de ultra-limpieza.

6. ¿Cuáles son sus expectativas principales sobre los beneficios que el CBM puede aportar a la empresa?

Que nos permita pasar de una lubricación basada en tiempo a una basada en la condición del aceite, lo que nos ahorraría miles de compras de lubricación innecesarias y reduciría el desgaste interno.

Inspector 4

1. ¿Cómo mide actualmente el rendimiento y la disponibilidad de los equipos de la empresa?

Mido por la cantidad de anomalías visuales y audibles que detecto en la ronda diaria (ruidos extraños, fisuras, fugas) y la rapidez con que se cierran las órdenes de trabajo que género. Es un enfoque muy cualitativo.

2. ¿Usted pudo evidenciar o identificar la causa raíz del fallo de un equipo?

Si, a través de la inspección de líquidos penetrantes o ultrasonido que aplicamos. La causa raíz más común es el agrietamiento por fatiga estructural en soldaduras y soportes críticos, que pasa desapercibido en las inspecciones operativas.

3. ¿Cuál sería la razón principal por la que más veces ha fallado la prensa de pescado y así mismo, el secador rotatorio?

La prensa falla por obstrucción o bloqueo en los filtros y tamices debido a la calidad variable de la materia prima. El secador a mi parecer falla por fugas de aire caliente y gases a través de las juntas de expansión, reduciendo la eficiencia térmica.

4. ¿Cuántas veces ha fallado la prensa de pescado y el secador rotatorio en el transcurso de este año?

He reportado unas 6 alarmas graves en la prensa relacionadas con fisuras. El secador en cuanto fallas de aislamiento o fugas, he generado unas 20 notas de aviso durante el año.

5. ¿Usted ha recibido algún tipo de capacitación para realizar este tipo de mantenimiento en los equipos, en especial de la prensa de pescado y el secador rotatorio?

Si tengo formación en ensayos no destructivos (NDT).

6. ¿Cuáles son sus expectativas principales sobre los beneficios que el CBM puede aportar a la empresa?

Que nos ayude a detectar fallas en componentes estáticos como el cuerpo del secador que son difíciles de inspeccionar visualmente, dando un aviso más confiable que solo la inspección manual.

Técnico 1

- 1. ¿Como mide actualmente el rendimiento y la disponibilidad de los equipos de la empresa?**

Mido mi trabajo por el tiempo que tardamos en poner la maquina en marcha y asegurando que regrese a sus especificaciones de funcionamiento después de la reparación.

- 2. ¿Usted pudo evidenciar o identificar la causa raíz del fallo de un equipo?**

Si, nosotros como técnicos somos quienes desarmamos. La causa en su mayoría es por el desgaste de un componente que se utiliza más de lo debido o una mala alineación que no se corrigió a tiempo, por ende, vemos la falla de cerca.

- 3. ¿Cuál sería la razón principal por la que más veces ha fallado la prensa de pescado y así mismo, el secador rotatorio?**

En la prensa, la principal falla es la transmisión, es decir, cajas de engranajes o correas por sobrecarga. En el secador, la falla de sellos y empaques es muy frecuente debido a la alta temperatura, haciendo fugas de material.

- 4. ¿Cuántas veces ha fallado la prensa de pescado y el secador rotatorio en el transcurso de este año?**

La prensa ha requerido entre 7 a 8 intervenciones, el secador es más recurrente, con unas 15 intervenciones entre reparaciones mayores y ajustes menores.

- 5. ¿Usted ha recibido algún tipo de capacitación para realizar este tipo de mantenimiento en los equipos, en especial de la prensa de pescado y el secador rotatorio?**

He recibido capacitaciones del proveedor en su momento, pero no demasiado, en su mayoría, lo aprendido es por la experiencia o por los manuales técnicos.

6. ¿Cuáles son sus expectativas principales sobre los beneficios que el CBM puede aportar a la empresa?

Que nos permita realizar mantenimiento en base a la necesidad real de la máquina, y no por un calendario fijo

Técnico 2

1. ¿Cómo mide actualmente el rendimiento y la disponibilidad de los equipos de la empresa?

Principalmente con registros manuales de horas de operación y paradas no programadas. Usamos indicadores básicos como el tiempo medio entre fallas y el tiempo medio de reparación.

2. ¿Usted pudo evidenciar o identificar la causa raíz del fallo de un equipo?

Si en varias ocasiones. Por ejemplo, en la prensa de pescado detectamos que la falta de lubricación adecuada era la causa raíz de los fallos recurrentes.

3. ¿Cuál sería la razón principal por la que más veces ha fallado la prensa de pescado y así mismo, el secador rotatorio?

En la prensa, la principal razón ha sido desgaste mecánico por sobrecarga. En el secador rotatorio, problemas de alineación y acumulación de residuos.

4. ¿Cuántas veces ha fallado la prensa de pescado y el secador rotatorio en el transcurso de este año?

La prensa ha fallado unas 6 veces y el secador alrededor de unas 10 veces.

5. ¿Usted ha recibido algún tipo de capacitación para realizar este tipo de mantenimiento en los equipos, en especial de la prensa de pescado y el secador rotatorio?

Sí, pero ha sido básica. Más enfocada en mantenimiento preventivo tradicional.

6. ¿Cuáles son sus expectativas principales sobre los beneficios que el CBM puede aportar a la empresa?

Espero que reduzca las paradas imprevistas y nos permita anticipar fallos con sensores y monitoreo en tiempo real.

Técnico 3

- 1. ¿Cómo mide actualmente el rendimiento y la disponibilidad de los equipos de la empresa?**

Se mide con reportes diarios de producción y registros de mantenimiento.

- 2. ¿Usted pudo evidenciar o identificar la causa raíz del fallo de un equipo?**

Si, en el secador rotatorio note que la causa inicial era la falta de limpieza periódica, lo que generaba obstrucciones.

- 3. ¿Cuál sería la razón principal por la que más veces ha fallado la prensa de pescado y así mismo, el secador rotatorio?**

La prensa falla por fatiga de materiales en los componentes principales. El secador considero falla por problemas eléctricos en el sistema de control.

- 4. ¿Cuántas veces ha fallado la prensa de pescado y el secador rotatorio en el transcurso de este año?**

La prensa unas 7 veces y el secador 15 veces.

- 5. ¿Usted ha recibido algún tipo de capacitación para realizar este tipo de mantenimiento en los equipos, en especial de la prensa de pescado y el secador rotatorio?**

No, la capacitación ha sido mínima. Hemos aprendido más por experiencia que por formación formal.

- 6. ¿Cuáles son sus expectativas principales sobre los beneficios que el CBM puede aportar a la empresa?**

Que nos ayude a reducir costos de reparación y a mejorar la confiabilidad de los equipos.

Técnico 4

1. ¿Cómo mide actualmente el rendimiento y la disponibilidad de los equipos de la empresa?

Usando indicadores de producción y disponibilidad, pero no están automatizados. Se calcula con base en hora de operación versus horas de parada.

2. ¿Usted pudo evidenciar o identificar la causa raíz del fallo de un equipo?

Si, en la prensa de pescado detectamos que la causa raíz era el mal ajuste de los rodillos.

3. ¿Cuál sería la razón principal por la que más veces ha fallado la prensa de pescado y así mismo, el secador rotatorio?

Considero que la prensa falla por vibraciones excesivas. El secador falla por problemas en el sistema de transmisión.

4. ¿Cuántas veces ha fallado la prensa de pescado y el secador rotatorio en el transcurso de este año?

La prensa ha fallado 6 veces y el secador unas 16 veces

5. ¿Usted ha recibido algún tipo de capacitación para realizar este tipo de mantenimiento en los equipos, en especial de la prensa de pescado y el secador rotatorio?

Si, recibí una capacitación, que abarcaba temas de mantenimiento de manera general.

6. ¿Cuáles son sus expectativas principales sobre los beneficios que el CBM puede aportar a la empresa?

Que nos permita monitorear condiciones críticas como vibraciones y temperatura para actuar antes de que ocurra una falla.

Técnico 5

- 1. ¿Cómo mide actualmente el rendimiento y la disponibilidad de los equipos de la empresa?**

Se mide con reportes de producción.

- 2. ¿Usted pudo evidenciar o identificar la causa raíz del fallo de un equipo?**

Si, en el secador rotatorio, por ejemplo, la causa raíz fue la falta de calibración en los sensores de temperatura.

- 3. ¿Cuál sería la razón principal por la que más veces ha fallado la prensa de pescado y así mismo, el secador rotatorio?**

La prensa falla por desgaste de piezas críticas. El secador falla por problemas de sobrecalentamiento.

- 4. ¿Cuántas veces ha fallado la prensa de pescado y el secador rotatorio en el transcurso de este año?**

La prensa considero unas 5 veces y el secador unas 18 veces.

- 5. ¿Usted ha recibido algún tipo de capacitación para realizar este tipo de mantenimiento en los equipos, en especial de la prensa de pescado y el secador rotatorio?**

No, la capacitación ha sido insuficiente.

- 6. ¿Cuáles son sus expectativas principales sobre los beneficios que el CBM puede aportar a la empresa?**

Que nos ayude a optimizar recursos y a disminuir el impacto ambiental al reducir desperdicios por fallas.

Técnico 6

- 1. ¿Cómo mide actualmente el rendimiento y la disponibilidad de los equipos de la empresa?**

Se mide con registros manuales y reportes de fallas.

- 2. ¿Usted pudo evidenciar o identificar la causa raíz del fallo de un equipo?**

Si en la prensa de pescado la causa raíz fue la falta de mantenimiento preventivo en los rodamientos.

- 3. ¿Cuál sería la razón principal por la que más veces ha fallado la prensa de pescado y así mismo, el secador rotatorio?**

La prensa falla por problemas de lubricación. El secador falla por acumulación de residuos y falta de limpieza.

- 4. ¿Cuántas veces ha fallado la prensa de pescado y el secador rotatorio en el transcurso de este año?**

La prensa ha fallado unas 7 veces y el secador unas 20 veces.

- 5. ¿Usted ha recibido algún tipo de capacitación para realizar este tipo de mantenimiento en los equipos, en especial de la prensa de pescado y el secador rotatorio?**

Sí, pero capacitaciones básicas para el tema de prevención y corrección.

- 6. ¿Cuáles son sus expectativas principales sobre los beneficios que el CBM puede aportar a la empresa?**

Que aumente la disponibilidad de los equipos y nos permita planificar mejor las intervenciones de mantenimiento.

Técnico 7

1. ¿Cómo mide actualmente el rendimiento y la disponibilidad de los equipos de la empresa?

Actualmente lo hacemos con registros manuales y reportes de producción diaria. Sin embargo, considero que estos datos no reflejan con precisión la eficiencia real, ya que no contamos con un sistema automatizado como el OEE.

2. ¿Usted pudo evidenciar o identificar la causa raíz del fallo de un equipo?

Si, en varias ocasiones. En el secador rotatorio, por ejemplo, la causa raíz fue la falta de calibración en los sistemas de transmisión y el desgaste de los rodamientos.

3. ¿Cuál sería la razón principal por la que más veces ha fallado la prensa de pescado y así mismo, el secador rotatorio?

La prensa de pescado falla principalmente por sobrecargas de trabajo y deficiencia en la lubricación. El secador rotatorio, en cambio, por acumulación de residuos y problemas de temperatura.

4. ¿Cuántas veces ha fallado la prensa de pescado y el secador rotatorio en el transcurso de este año?

La prensa ha fallado aproximadamente 6 veces y el secador unas 9 veces.

5. ¿Usted ha recibido algún tipo de capacitación para realizar este tipo de mantenimiento en los equipos, en especial de la prensa de pescado y el secador rotatorio?

Si, recibí una capacitación básica enfocada en mantenimiento correctivo.

6. ¿Cuáles son sus expectativas principales sobre los beneficios que el CBM puede aportar a la empresa?

Mis expectativas serian que el CBM permita anticipar fallas críticas, reducir los costos de reparación y mejorar la confiabilidad de los equipos.

Ayudante 1

1. ¿Cómo mide actualmente el rendimiento y la disponibilidad de los equipos de la empresa?

Nosotros como ayudantes no medimos, lo que vemos es si el equipo sigue funcionando o si tenemos que parar a limpiar o asistir en una reparación de emergencia. Si hay menos paradas en el turno, el rendimiento es bueno.

2. ¿Usted pudo evidenciar o identificar la causa raíz del fallo de un equipo?

A veces reporto cuando veo algo que no va bien, como un ruido fuerte o una parte que está muy caliente. La causa final es siempre que la maquina se rompe porque trabaja constantemente sin descansar lo suficiente.

3. ¿Cuál sería la razón principal por la que más veces ha fallado la prensa de pescado y así mismo, el secador rotatorio?

La prensa falla mucho por fugas de aceite. En el secador, el problema son las puertas de acceso o la acumulación de material que se pega dentro del tambor.

4. ¿Cuántas veces ha fallado la prensa de pescado y el secador rotatorio en el transcurso de este año?

En la prensa, estimo ha habido unas 10 paradas importantes. El secador es casi un problema constante, necesita pequeños arreglos casi todas las semanas, aunque no siempre se detiene por completo.

5. ¿Usted ha recibido algún tipo de capacitación para realizar este tipo de mantenimiento en los equipos, en especial de la prensa de pescado y el secador rotatorio?

En el área eh recibida capacitación en seguridad y limpieza, donde me enseñaron a ubicar los puntos de lubricación.

6. ¿Cuáles son sus expectativas principales sobre los beneficios que el CBM puede aportar a la empresa?

Que el trabajo sea más seguro y tranquilo. Que no tengamos que hacer el trabajo bajo emergencia, y que las paradas sean más cortas porque ya se sabe exactamente que hay que cambiar.

Ayudante 2

- 1. ¿Usted pudo evidenciar o identificar la causa raíz del fallo de un equipo?**

Sí, por ejemplo, en la prensa de pescado vimos que la causa raíz fue la falta de lubricación en los rodamientos.

- 2. ¿Cuál sería la razón principal por la que más veces ha fallado la prensa de pescado y así mismo, el secador rotatorio?**

La prensa a mi parecer falla por desgaste mecánico y el secador por acumulación de residuos.

- 3. ¿Cuántas veces ha fallado la prensa de pescado y el secador rotatorio en el transcurso de este año?**

La prensa de pescado unas 7 veces y el secador unas 20 veces.

- 4. ¿Usted ha recibido algún tipo de capacitación para realizar este tipo de mantenimiento en los equipos, en especial de la prensa de pescado y el secador rotatorio?**

Recibí una capacitación sobre el mantenimiento correctivo.

- 5. ¿Cuáles son sus expectativas principales sobre los beneficios que el CBM puede aportar a la empresa?**

Que nos ayude a anticipar fallas y reducir tiempos muertos.

Ayudante 3

- 1. ¿Usted pudo evidenciar o identificar la causa raíz del fallo de un equipo?**

Si he podido evidenciar la causa raíz del fallo de un equipo, por ejemplo, en el secador la causa raíz fue la falta de limpieza periódica.

- 2. ¿Cuál sería la razón principal por la que más veces ha fallado la prensa de pescado y así mismo, el secador rotatorio?**

La prensa falla más que todo por sobrecargas de trabajo y el secador por problemas eléctricos.

- 3. ¿Cuántas veces ha fallado la prensa de pescado y el secador rotatorio en el transcurso de este año?**

La prensa unas 6 veces y el secador unas 17 veces.

- 4. ¿Usted ha recibido algún tipo de capacitación para realizar este tipo de mantenimiento en los equipos, en especial de la prensa de pescado y el secador rotatorio?**

No, la capacitación ha sido insuficiente.

- 5. ¿Cuáles son sus expectativas principales sobre los beneficios que el CBM puede aportar a la empresa?**

Que reduzca los costos de reparación y mejore la confiabilidad de los equipos.

Ayudante 4

- 1. ¿Usted pudo evidenciar o identificar la causa raíz del fallo de un equipo?**

Sí, si pude evidenciar la causa raíz de un fallo.

- 2. ¿Cuál sería la razón principal por la que más veces ha fallado la prensa de pescado y así mismo, el secador rotatorio?**

La prensa a mi parecer falla por vibraciones excesivas y el secador considero por problemas en la transmisión.

- 3. ¿Cuántas veces ha fallado la prensa de pescado y el secador rotatorio en el transcurso de este año?**

La prensa de pescado unas 5 veces y el secador unas 20 veces.

- 4. ¿Usted ha recibido algún tipo de capacitación para realizar este tipo de mantenimiento en los equipos, en especial de la prensa de pescado y el secador rotatorio?**

Recibí una capacitación sobre el mantenimiento correctivo.

- 5. ¿Cuáles son sus expectativas principales sobre los beneficios que el CBM puede aportar a la empresa?**

Mi expectativa sería que nos permita monitorear condiciones críticas como vibraciones y temperatura.

Ayudante 5

- 1. ¿Usted pudo evidenciar o identificar la causa raíz del fallo de un equipo?**

Sí, en el secador rotatorio la causa raíz fue la falta de calibración en los sensores de temperatura.

- 2. ¿Cuál sería la razón principal por la que más veces ha fallado la prensa de pescado y así mismo, el secador rotatorio?**

Una de las principales razones por las que falla la prensa es por el desgaste de piezas críticas y el secador por sobrecalentamiento.

- 3. ¿Cuántas veces ha fallado la prensa de pescado y el secador rotatorio en el transcurso de este año?**

La prensa de pescado unas 5 veces y el secador unas 18 veces.

- 4. ¿Usted ha recibido algún tipo de capacitación para realizar este tipo de mantenimiento en los equipos, en especial de la prensa de pescado y el secador rotatorio?**

Recibí una capacitación sencilla sobre el mantenimiento correctivo y predictivo.

- 5. ¿Cuáles son sus expectativas principales sobre los beneficios que el CBM puede aportar a la empresa?**

Que optimice recursos y disminuya el impacto ambiental al reducir desperdicios.

Ayudante 6

- 1. ¿Usted pudo evidenciar o identificar la causa raíz del fallo de un equipo?**

Sí, en mi caso presencie que en la prensa fue la falta de mantenimiento preventivo en los rodamientos.

- 2. ¿Cuál sería la razón principal por la que más veces ha fallado la prensa de pescado y así mismo, el secador rotatorio?**

La prensa falla por problemas de lubricación y el secador por acumulación de residuos.

- 3. ¿Cuántas veces ha fallado la prensa de pescado y el secador rotatorio en el transcurso de este año?**

La prensa de pescado unas 7 veces y el secador unas 18 veces

- 4. ¿Usted ha recibido algún tipo de capacitación para realizar este tipo de mantenimiento en los equipos, en especial de la prensa de pescado y el secador rotatorio?**

No

- 5. ¿Cuáles son sus expectativas principales sobre los beneficios que el CBM puede aportar a la empresa?**

Que aumente la disponibilidad de los equipos y nos permita planificar mejor las intervenciones.

Ayudante 6

- 1. ¿Usted pudo evidenciar o identificar la causa raíz del fallo de un equipo?**

Si he podido evidenciar la causa raíz del fallo de un equipo.

- 2. ¿Cuál sería la razón principal por la que más veces ha fallado la prensa de pescado y así mismo, el secador rotatorio?**

La prensa falla por sobrecargas y deficiencia en la lubricación. El secador falla por problemas de temperatura.

- 3. ¿Cuántas veces ha fallado la prensa de pescado y el secador rotatorio en el transcurso de este año?**

La prensa de pescado unas 7 veces y el secador unas 16 veces

- 4. ¿Usted ha recibido algún tipo de capacitación para realizar este tipo de mantenimiento en los equipos, en especial de la prensa de pescado y el secador rotatorio?**

Sí, pero enfocada en mantenimiento correctivo.

- 5. ¿Cuáles son sus expectativas principales sobre los beneficios que el CBM puede aportar a la empresa?**

Que nos permita anticipar fallas críticas, reducir costos y mejorar la confiabilidad de los equipos.

Anexo 2: Formato de Registro

Registro de Mantenimiento Basado en la Condición (CBM)		
Sección	Ítem	Descripción / espacio para registro
1. Información general	Empresa / Institución: Área / Departamento: Equipo / Activo: Código del equipo: Ubicación:	
2. Condición monitoreada	Variable medida (condición): Método / Instrumento de medición: Unidad de medida: Frecuencia de medición:	
3. Resultados del monitoreo	Valor medido: Valor de referencia / Límite aceptable:	

	Estado de condición ☐ Normal ☐ Alerta ☐ Crítico
4. Análisis técnico	Descripción de la condición: Posibles causas:
5. Acción recomendada	Tipo de acción: ☐ Ninguna ☐ Seguimiento ☐ Mantenimiento preventivo ☐ Mantenimiento correctivo Descripción de la acción: Prioridad: ☐ Baja ☐ Media ☐ Alta
6. Responsables	Elaborado por: Cargo: Dirigido a:

	Cargo del responsable:
7. Control y seguimiento	Fecha de registro: Hora: Próxima evaluación:
8. Observaciones	Observaciones adicionales:
Firma de responsable _____ Firma de revisión _____	