



UNIVERSIDAD LAICA

“ELOY ALFARO” DE MANABÍ

Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura

CARRERA DE INGENIERÍA MARÍTIMA

Trabajo de titulación, modalidad Proyecto de Investigación

TÍTULO:

**“EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO EN
LOS EQUIPOS CRÍTICOS DEL B/P "CAP. TINO B." DE LA
EMPRESA MANACRIPEX CIA. LTDA.**

AUTOR:

JAQUE RODRÍGUEZ CARLOS EDUARDO

TUTOR ACADÉMICO:

ING. ISRAEL TERÁN LOZANO

MANTA – ECUADOR

2024-2025

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A).	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1
		Página 1 de 1

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor 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 de la estudiante **JAQUE RODRIGUEZ CARLOS EDUARDO**, legalmente matriculado en la carrera de Ingeniería Marítima, período académico **2025-1**, cumpliendo el total de **384 horas**, cuyo tema del proyecto es **“EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO EN LOS EQUIPOS CRÍTICOS DE LA EMPRESA MANACRIPEX CIA. LTDA.”**.

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 del mismo, 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.

Manta, 15 de agosto de 2025.

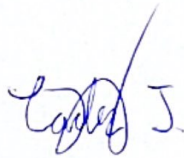
Lo certifico,

Israel Terán Lozano
Docente Tutor
Ingeniería, Industria y Arquitectura

AUTORÍA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El trabajo de grado que presento es inédito y justifica el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Ingeniería, Carrera de Ingeniería Marítima de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí ULEAM. En tal virtud, los fundamentos teóricos – científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

Manta, 08 de septiembre del 2025



Jaque Rodríguez Carlos Eduardo
CI: 1314533728



Terán Lozano Israel
CI: 1104213093

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres, cuyo esfuerzo y apoyo me dieron la oportunidad de estudiar y llegar hasta aquí. A mi pareja, por su amor y compañía en cada momento. A mi familia, en especial a mis abuelos y tías, por su cariño y aliento constante. Y a todas las personas, amigos y profesionales que, con sus enseñanzas y ayuda, hicieron posible este logro, les expreso mi más sincero agradecimiento.

Jaque Rodríguez Carlos Eduardo

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios, por darme la sabiduría y la claridad necesarias para avanzar en este camino. A mis padres, por ser mi mayor soporte, brindarme las condiciones para estudiar y acompañarme con apoyo tanto económico como emocional. A mi pareja, por su amor, paciencia y compañía constante a lo largo de todo este proceso. También me reconozco a mí mismo por no haber decaído ante las dificultades y mantener la perseverancia hasta alcanzar esta meta. Finalmente, expreso mi gratitud a mi tutor de tesis, por su orientación y profesionalismo, que fueron fundamentales para guiarme en cada etapa de este trabajo.

Jaque Rodríguez Carlos Eduardo

SÍNTESIS

El presente proyecto de investigación tiene como objetivo evaluar la gestión del mantenimiento en los equipos críticos del buque pesquero “Cap. Tino B.”, perteneciente a la empresa MANACRIPEX CÍA. LTDA., mediante un enfoque técnico-metodológico que permita diagnosticar el estado actual de los procesos, identificar oportunidades de mejora y fundamentar la implementación de estrategias más eficientes. Se ha considerado como equipos críticos a los motores de combustión interna (MCI) instalados a bordo, debido a su impacto directo en la propulsión, generación eléctrica, sistemas auxiliares y, en general, en la continuidad operativa y productiva del buque.

El estudio se organizó en etapas enfocada en dos dimensiones: la dimensión buque, que examina el entorno operativo a bordo, y la dimensión planta, que analiza las condiciones de soporte técnico en tierra. En ambos casos se revisaron los espacios de trabajo, la disponibilidad de recursos, la forma en que se organiza el mantenimiento y las condiciones que influyen en su ejecución. Para ello se usaron distintas herramientas: recorridos técnicos, observación directa, revisión de documentos y cuestionarios diseñados para levantar tanto datos numéricos como percepciones cualitativas.

El diagnóstico evidenció una gestión de mantenimiento predominantemente correctiva, con poca sistematización de la información, escaso apoyo organizativo y casi nula planificación preventiva.. También se detectaron debilidades en el desarrollo del personal y en la organización del trabajo, lo que limita la capacidad de anticiparse a las necesidades de los equipos. Frente a este panorama, se justifica la adopción de estrategias basadas en la confiabilidad, orientadas a optimizar recursos, mejorar la disponibilidad de los activos y garantizar la sostenibilidad del sistema.

A partir de estos hallazgos se plantea una propuesta orientada a optimizar la gestión de los activos críticos mediante estrategias basadas en confiabilidad y mejores prácticas de mantenimiento.

Palabras clave: Gestión de mantenimiento, equipos críticos, motores, buque pesquero.

ABSTRACT

This research analyzes the maintenance management of critical equipment on the fishing vessel *Cap. Tino B.*, operated by the company MANACRIPEX CÍA. LTDA. The main focus is on internal combustion engines, as they are essential for propulsion, power generation, and the operation of auxiliary systems on board.

The study was carried out in two dimensions: on board the vessel, assessing the operational environment, and at the plant, examining the technical support conditions on shore. Data collection combined technical inspections, direct observation, document review, and surveys that provided both quantitative and qualitative insights.

Findings revealed that maintenance practices are mostly corrective, with limited preventive planning, weak information management, and little organizational support. Additional weaknesses were identified in personnel training and work organization, reducing the ability to anticipate equipment needs. These results highlight the importance of adopting reliability-based strategies to optimize resources, improve asset availability, and ensure system sustainability.

The proposed approach seeks to strengthen the management of critical assets through reliability-centered practices and maintenance best practices, as an initial step towards a more structured and efficient model.

Keywords: Maintenance management, Critical equipment, Engines, Fishing vessel.

INDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	14
OBJETO DE LA INVESTIGACIÓN	14
CAMPO DE ACCIÓN	14
HIPÓTESIS	15
OBJETIVO GENERAL.....	15
VARIABLES DEPENDIENTES	15
VARIABLES INDEPENDIENTES	15
TAREAS DE INVESTIGACIÓN	16
1 CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	17
1.1 Mantenimiento.....	17
1.1.1 Definición.....	17
1.1.2 Evolución	17
1.1.3 Objetivos	18
1.1.4 Tipos.....	19
1.1.5 Importancia en la industria pesquera.....	20
1.1.6 Marco normativo marítimo aplicado.....	22
1.2 Gestión del mantenimiento.....	23
1.2.1 Razones para implementar una gestión.....	23
1.2.2 Evaluación de la gestión.....	25
1.2.2.1 Etapas de evaluación.....	25
1.2.2.2 Técnicas de evaluación	27
1.2.3 Aplicación de la gestión	31
1.2.4 Estrategias de gestión moderna.....	32
1.2.4.1 Mantenimiento basado en condición (CBM).....	34
1.2.4.2 Mantenimiento productivo total (TPM).....	35
1.2.4.3 Mantenimiento centrado en fiabilidad (RCM).....	35
1.2.4.4 Optimización del mantenimiento planeado (PMO).....	35

1.2.4.5	Herramientas de confiabilidad	36
2	CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS	38
2.1	Estudio y familiarización.....	38
2.2	Dimensión Barco	38
2.2.1	Recorrido por la instalación	38
2.2.1.1	Tecnología instalada	39
2.2.1.2	Áreas de servicio.....	40
2.2.1.3	Equipamiento	42
2.2.1.4	Personal operativo	43
2.2.1.5	Sistemas de control de mantenimiento	43
2.2.2	Dimensión Planta	45
2.2.2.1	Recorrido por la instalación.....	45
2.2.2.2	Tecnología de respaldo	47
2.2.2.3	Áreas de servicio.....	47
2.2.2.4	Equipamiento	50
2.2.2.5	Personal operativo	50
2.2.2.6	Sistemas de control de mantenimiento	51
2.3	Organización del trabajo.....	52
2.3.1	Presupuestos clave para la evaluación	52
2.3.2	Selección de las áreas de actuación.....	53
2.3.3	Plan de trabajo.....	54
2.3.4	Preparación de herramientas de recolección	55
2.4	Obtención de la información	56
2.4.1	Encuesta	56
2.4.2	Entrevista	58
2.4.3	Observación directa.....	60
2.4.4	Revisión documental.....	61

2.4.5	Identificación de actores vinculados	61
3	CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	63
3.1	Evaluación	63
3.1.1	Cuantitativa	63
3.1.1.1	Diagrama radar de las áreas evaluadas	65
3.1.1.2	Interpretación de resultados de encuesta	65
3.1.2	Cualitativa	70
3.1.2.1	Hallazgos de entrevistas.....	70
3.1.2.2	Hallazgos de observación	73
3.1.2.3	Análisis FODA	75
3.1.2.4	Matriz cualitativa de excelencia	83
3.2	Análisis de resultados	84
3.2.1	Vínculo con los objetivos.....	85
3.2.2	Justificación y selección de estrategia de mejora.....	85
3.3	Informe final y recomendaciones	86
4	CAPÍTULO IV: PROPUESTA DE MEJORA	87
4.1	Principios del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad RCM).....	87
4.1.1	Definición.....	87
4.1.2	Las 7 preguntas básicas.....	87
4.1.2.1	Funciones y parámetros de funcionamiento	88
4.1.2.2	Fallas funcionales	88
4.1.2.3	Modos de falla	88
4.1.2.4	Efectos de falla.....	88
4.1.2.5	Consecuencias de falla.....	89
4.1.2.6	Tareas proactivas	89
4.1.2.7	Acciones a falta de.....	90
4.2	Implementación del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad RCM)	90

4.2.1	Análisis de criticidad.....	90
4.2.2	Caracterización de los equipos críticos.....	94
4.2.2.1	Contexto operacional.....	94
4.2.2.2	Fichas técnicas.....	94
4.2.2.3	Esquemas generales.....	97
4.2.2.4	Descripción de sistemas.....	98
4.2.2.5	Análisis de criticidad de sistemas.....	99
4.2.3	Análisis de Modos y Efectos de Fallas (AMEF).....	100
4.2.3.1	AMEF 3512B.....	101
4.2.3.2	AMEF 3406C.....	105
5	CONCLUSIONES.....	109
6	RECOMENDACIONES.....	110
7	BIBLIOGRAFÍA.....	111
8	ANEXOS.....	113

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Evolución del mantenimiento.....	18
Figura 2. Correlación entre Costo de reparación y mantenimiento, capacidad de acarreo y antigüedad.....	21
Figura 3. Ejemplo de certificación de sociedad clasificadora.	22
Figura 4. Etapas para el diagnóstico y evaluación de la gestión de la calidad en el mantenimiento.	26
Figura 5. Ejemplo de áreas de actuación y funciones de la gestión de mantenimiento.	29
Figura 6. Ponderación de funciones de cada área de actuación y sus funciones.	30
Figura 7. Estrategias de mantenimiento basadas en la confiabilidad operacional.....	33
Figura 8. Herramientas de confiabilidad operacional.....	36
Figura 9. Información técnica del B/P Cap. Tino B.	39
Figura 10. Características principales de los equipos críticos del B/P Cap. Tino B.....	40
Figura 11. Sala de máquinas del B/P Cap. Tino B.	41
Figura 12. Taller a bordo del B/P Cap. Tino B.....	41
Figura 13. Pañol de repuestos del B/P Cap. Tino B.	42
Figura 14. Bitácora de máquinas del B/P Cap. Tino B.....	44
Figura 15. Ejemplo de lista de trabajos del B/P Cap. Tino B.....	44
Figura 16. Muestras de aceite del B/P Cap. Tino B.....	45
Figura 17. Planta MANACRIPEX CIA. LTDA.....	46
Figura 18. Motores de respaldo en taller de MANACRIPEX CIA. LTDA.	47
Figura 19. Taller mecánico MANACRIPEX CIA. LTDA.	48
Figura 20. Oficina técnica de taller MANACRIPEX CIA. LTDA.....	49
Figura 21. Bodega en oficina de taller MANACRIPEX CIA. LTDA.....	49

Figura 22. Ejemplo de diagrama radar para resultados de auditoría.	58
Figura 23. Diagrama radar de resultados de gestión en MANACRIPEX CIA. LTDA.	65
Figura 24. Análisis de promedio por pregunta de Recursos Gerenciales.	66
Figura 25. Análisis de promedio por pregunta de Gerencia de la Información.....	67
Figura 26. Análisis de promedio por pregunta de Equipos y Técnicas de Mtto. Preventivo.	67
Figura 27. Análisis de promedio por pregunta de Planificación y Ejecución.	68
Figura 28. Análisis de promedio por pregunta de Soporte, Calidad y Motivación.	69
Figura 29. Matriz Cualitativa de Excelencia de Mantenimiento (MCEM).	83
Figura 30. Las 7 preguntas básicas del RCM (Moubray).	87
Figura 31. Matriz de criticidad de equipos del B/P “Cap. Tino B.”	93
Figura 32. Esquema general de la 3512B.	97
Figura 33. Esquema general de la 3406C.	97
Figura 34. Tendencia de NPR global por componente de los sistemas críticos de la 3512B.....	104
Figura 35. Tendencia de NPR global por componente de los sistemas críticos de la 3406C.....	108

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Técnicas de evaluación de auditoría.....	28
Tabla 2: Personal operativo a bordo.	43
Tabla 3: Espacios identificados en la planta MANACRIPEX CIA. LTDA.....	46
Tabla 4: Personal operativo en tierra.	51
Tabla 5: Presupuestos clave para la evaluación.....	52
Tabla 6: Selección de áreas de actuación para evaluación.	53
Tabla 7: Plan de trabajo para la evaluación.	54
Tabla 8: Herramientas de recolección seleccionadas.	56
Tabla 9: Escala de calificación de encuesta MES	57
Tabla 10: Rangos de calificación (MES).....	57
Tabla 11: Resultados de la evaluación cuantitativa.	64
Tabla 12: Hallazgos de entrevistas de Recursos Gerenciales.....	70
Tabla 13: Hallazgos de entrevistas de Gerencia de la Información.....	71
Tabla 14: Hallazgos de entrevista de Equipos y Técnicas de Mtto. Preventivo.....	71
Tabla 15: Hallazgos de entrevistas de Planificación y Ejecución.	72
Tabla 16: Hallazgos de entrevistas de Soporte, Calidad y Motivación.	72
Tabla 17: Hallazgos de observación de reparación en campo.	73
Tabla 18: Hallazgos de observación de revisión de oficina técnica.	73
Tabla 19: Hallazgos de observación de organización y manejo de registros.	74
Tabla 20: Hallazgos de observación de control técnico-operativo a bordo.....	74
Tabla 21: Análisis de criticidad de equipos a bordo.....	93
Tabla 22: Análisis de criticidad de sistemas por equipo crítico.	100

PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

En la industria pesquera, la confiabilidad operativa de las embarcaciones depende directamente del desempeño de los motores de combustión interna, considerados equipos críticos por su papel en funciones esenciales como la propulsión, generación eléctrica y operación de sistemas auxiliares. Su funcionamiento continuo y en condiciones óptimas es clave para garantizar la seguridad de la tripulación, la eficiencia de la faena y la estabilidad operativa del buque.

La empresa MANACRIPEX CIA.LTDA. administra una flota de siete embarcaciones atuneras y una planta de mantenimiento que respalda sus operaciones. Los motores reciben atención tanto en altamar como al regresar a puerto; sin embargo, este proceso no sigue todavía un método formal que permita evaluar de manera integral la gestión del mantenimiento. En la práctica, predomina un enfoque correctivo que responde a las urgencias del día a día. Esta situación ha derivado limitaciones visibles en aspectos como la planificación de tareas, el registro de la información, la coordinación con otras áreas y el aprovechamiento de los datos técnicos que se producen a bordo, lo que reduce la capacidad de anticipar fallas y aprovechar mejor el rendimiento de los equipos.

El presente estudio toma como caso de análisis al buque pesquero “Cap. Tino B.”, con el propósito de evaluar la gestión del mantenimiento aplicada a sus motores de combustión interna. A través de una revisión sistemática de las condiciones operativas y técnicas asociadas a estos equipos, se busca identificar oportunidades de mejora y sustentar la necesidad de implementar prácticas más eficientes, confiables y sostenibles en el tiempo.

OBJETO DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación evaluará la gestión del mantenimiento en los motores de combustión interna del B/P "Cap. Tino B." definidos como equipos críticos.

CAMPO DE ACCIÓN

Mantenimiento de motores diésel marinos de embarcaciones pesqueras.

HIPÓTESIS

La gestión actual en los equipos críticos del B/P “Cap. Tino B.” presenta deficiencias significativas que justifican la adopción de una estrategia técnica inicial que permita organizar y mejorar su mantenimiento.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar la gestión del mantenimiento en los equipos críticos del buque pesquero “Cap. Tino B.”, para diagnosticar su desempeño actual y establecer fundamentos técnicos que orienten su optimización futura.

VARIABLES DEPENDIENTES

En este caso, el nivel de gestión del mantenimiento en los motores de combustión interna es dependiente porque es el objeto que se quiere evaluar. Es lo que se ve afectado o condicionado por el contexto, prácticas y condiciones organizativas y técnicas, por tanto:

- Disponibilidad operativa de los motores.
- Nivel de mantenimiento correctivo/preventivo aplicado.
- Motivación y compromiso del personal.
- Organización del trabajo técnico.

VARIABLES INDEPENDIENTES

En este caso, las condiciones del entorno organizativo y operativo del sistema actual es independiente porque representa los factores que influyen o condicionan la gestión del mantenimiento, por tanto:

- Disponibilidad y uso de información técnica.
- Prácticas de planificación y ejecución.
- Condiciones físicas y organizativas del entorno.
- Cultura institucional.

TAREAS DE INVESTIGACIÓN

Tarea 1: Revisar bibliografía técnica que aporte fundamentos teóricos y prácticos sobre mantenimiento industrial y sus regulaciones marítimas.

Tarea 2: Describir las prácticas que actualmente se aplican en los equipos críticos del B/P *Cap. Tino B.*, considerando el entorno de operación, la organización del trabajo y la información obtenida en campo.

Tarea 3: Evaluar los resultados obtenidos mediante técnicas cualitativas y cuantitativas, con el fin de reconocer las deficiencias más relevantes en el sistema.

Tarea 4: Plantear una propuesta inicial de mejora que sirva de punto de partida hacia una gestión más organizada y sostenible de los equipos críticos.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1 Mantenimiento

1.1.1 Definición

El mantenimiento puede entenderse, en términos simples, como el conjunto de acciones necesarias para que un equipo continúe en operación y cumpla con su función. No se trata solo de reparar cuando algo se daña; también incluye actividades que ayudan a reducir fallas y conservar un nivel adecuado de rendimiento.

Según la ISO 14224:2016, el mantenimiento es: “la combinación de todas las acciones técnicas, administrativas y de gestión durante el ciclo de vida de un activo, destinadas a retenerlo, o devolverlo, a un estado en el cual pueda desempeñar su función requerida”.

En otras palabras, se trata de una disciplina que abarca distintos procesos diseñados para mantener bajo control las fallas. El enfoque puede variar: en algunos casos basta con una corrección puntual, mientras que en otros se requieren estrategias más completas y planificadas.

1.1.2 Evolución

Con el paso de los años, el mantenimiento fue transformándose para responder a nuevas exigencias de eficiencia, seguridad y sostenibilidad. Como señala Pérez Rondón (2021): “Durante la revolución industrial, el mantenimiento que se realizaba en la industria era correctivo (reactivo) o de urgencia, que se ejecutaba únicamente en el momento de ocurrir la falla...”. Esta práctica, aunque resolvía el problema inmediato, ocasionaba altos costos, tiempos extensos de inactividad y un mayor nivel de riesgo en la operación.

Posteriormente comenzaron a incorporarse estrategias orientadas a anticipar averías y dar mayor confiabilidad a los equipos. La primera de ellas fue el mantenimiento preventivo, que permitió programar revisiones periódicas y reducir la probabilidad de interrupciones imprevistas. En adelante, la necesidad de contar con maquinaria más disponible y con mejor rendimiento favoreció la creación de métodos especializados, como el

Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM), que prioriza los activos según su relevancia en la operación y el impacto que tendría su falla en el desempeño general.

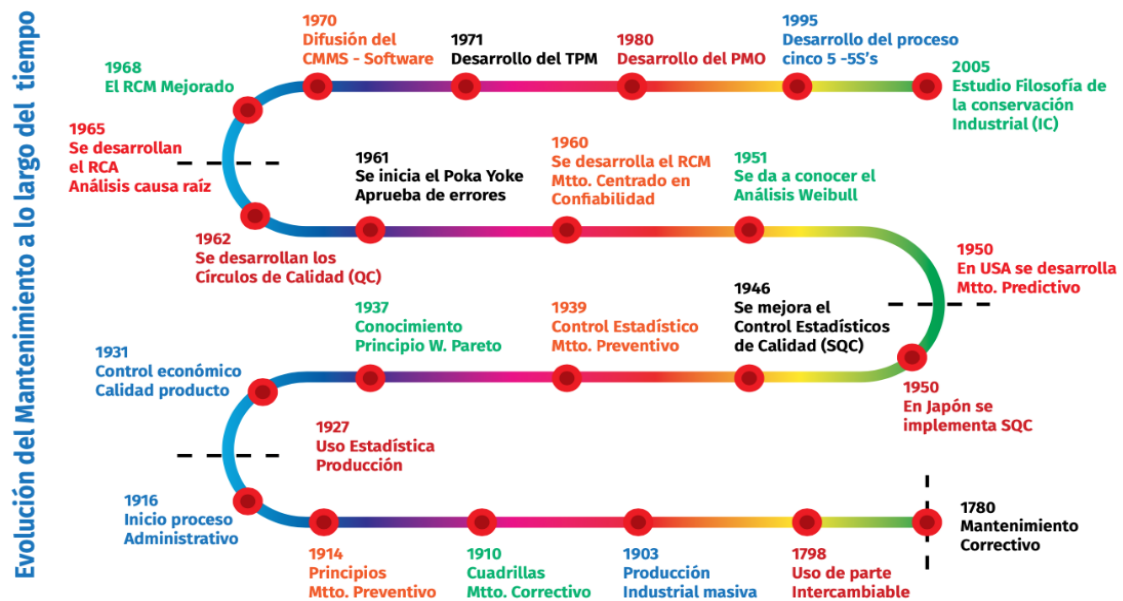


Figura 1. Evolución del mantenimiento.

Fuente: Conceptos generales en la gestión del mantenimiento industrial / Pérez Rondón.

1.1.3 Objetivos

En general, los principios del mantenimiento funcionan como una guía estratégica que no se limita solo a mantener en marcha los equipos. De acuerdo con Pérez Rondón (2023) hay que enfocarse en la búsqueda constante de los siguientes objetivos:

- Optimizar la disponibilidad de los equipos productivos.
- Reducir los costos asociados.
- Aprovechar de forma eficiente los recursos humanos.
- Maximizar la vida útil de la maquinaria.

A medida que las industrias enfrentan retos operativos cada vez mayores, cumplir con estos objetivos muestra la necesidad de contar con un mantenimiento bien estructurado y apoyado en metodologías actualizadas. Conseguir un equilibrio entre estos factores hará que las empresas alcancen altos niveles de confiabilidad, reduzcan el riesgo de fallas y aseguren que los equipos continúen cumpliendo su función en buenas condiciones.

1.1.4 Tipos

Para comprender el enfoque de mantenimiento en una empresa, es fundamental conocer los diferentes tipos y sus características. Cada tipo representa un método de intervención que se adapta a las necesidades específicas y condiciones operativas de los equipos.

Los tipos de mantenimiento se diferencian por su objetivo, momento de aplicación y los recursos que requieren, lo que permite personalizar las actividades según las prioridades funcionales. Comprender estas categorías es clave para seleccionar estrategias que optimicen la confiabilidad de los activos y reduzcan riesgos de fallas inesperadas.

La correcta implementación de cada tipo de mantenimiento no solo mejora la eficiencia general, sino que también asegura que los activos estén operativos en los momentos más críticos para la empresa. A continuación, se describen los principales enfoques según Rosales (2022):

- **Mantenimiento Correctivo.**

Se refiere a las acciones tomadas para corregir o solucionar problemas con los equipos una vez que estos ya han ocurrido. En otras palabras, si algo se rompe, lo arreglas. Este tipo de mantenimiento puede ser no planificado, que es una respuesta inmediata a una avería, o planificado, en el que la reparación o reemplazo se realiza después de detectar un fallo durante una inspección rutinaria.

Puede ser a veces una opción atractiva debido a su simplicidad y al hecho de que no requiere una inversión en tecnología avanzada de monitorización y diagnóstico. Sin embargo, las implicaciones a largo plazo de confiar únicamente en el mantenimiento correctivo pueden ser significativas, incluyendo una mayor inactividad del equipo y posibles costos de reparación más altos.

- **Mantenimiento Preventivo.**

A diferencia del correctivo, el preventivo busca adelantarse a los problemas en lugar de esperar a que ocurran. Se aplica siguiendo un cronograma regular que incluye inspecciones, limpiezas, calibraciones y reemplazos de piezas. Puede ser cronológico (por ejemplo, cada seis meses), basado en la lectura de medidores o incluso prescriptivo,

realizado según las recomendaciones del fabricante. Todo ello contribuye a prolongar la vida útil del equipo.

- Mantenimiento Predictivo.

El mantenimiento predictivo lleva el concepto de mantenimiento preventivo un paso más allá. En lugar de simplemente seguir un horario establecido para las tareas de mantenimiento, se basa en la monitorización de la condición actual del equipo y en la programación de las tareas de mantenimiento cuando los indicadores sugieren que una falla puede estar próxima.

Esto se realiza mediante el uso de una variedad de tecnologías de monitorización y diagnóstico, que pueden incluir análisis de vibraciones, termografía, ultrasonidos, análisis de aceite y muchas otras.

- Mantenimiento Proactivo.

Este enfoque en cambio busca atacar las causas que originan los problemas en lugar de limitarse a reparar sus efectos. Esto puede implicar la detección de puntos débiles en los procesos de fabricación y operación, el rediseño de las piezas de los equipos para hacerlas más resistentes, o la adopción de procedimientos que reduzcan el desgaste de los equipos.

Esta forma de mantenimiento puede requerir una inversión significativa en términos de tiempo y recursos, pero también tiene el potencial de generar importantes ahorros a largo plazo al reducir la frecuencia y la gravedad de los fallos del equipo.

1.1.5 Importancia en la industria pesquera

La industria pesquera depende del funcionamiento continuo de equipos y maquinarias esenciales para mantener la productividad y rentabilidad de sus operaciones. Desde los motores principales hasta los sistemas auxiliares, cada componente requiere un mantenimiento adecuado para evitar interrupciones en la producción y garantizar la seguridad de la tripulación.

"El mantenimiento de los barcos es clave para mantener su productividad en el tiempo, más aun considerando las exigencias de la operación atunera que comprende viajes de

pesca que incluso superan los 80 días dependiendo de las características y autonomía de la embarcación". (Solis, 2017)

El mantenimiento no solo incide en la operatividad de las embarcaciones, también repercute en los costos de operación, dependiendo de cómo se gestione.

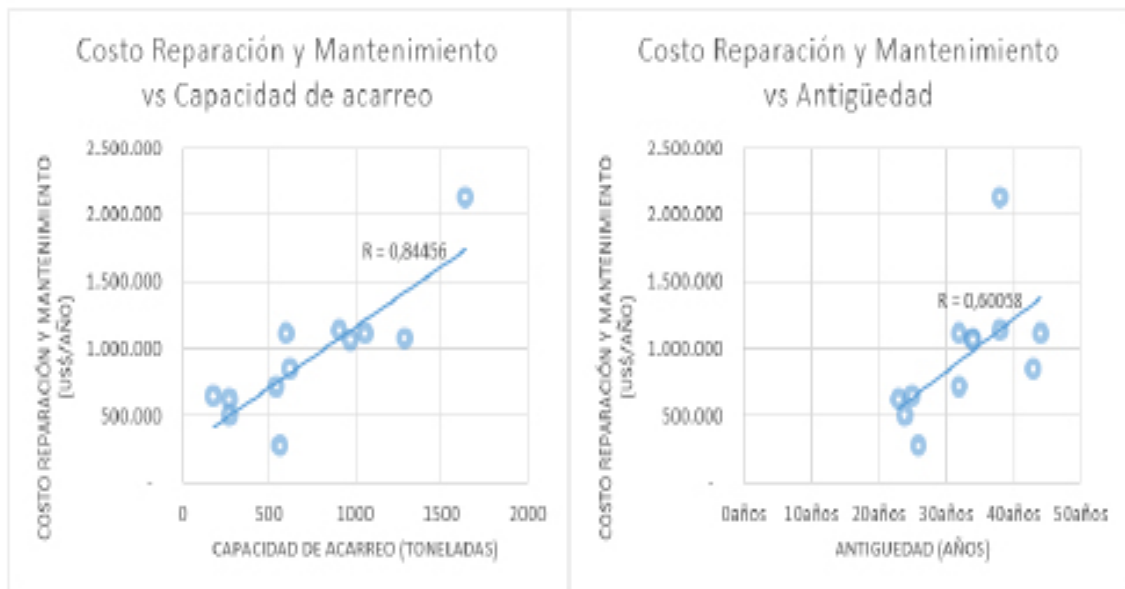


Figura 2. Correlación entre Costo de reparación y mantenimiento, capacidad de acarreo y antigüedad.
Fuente: Cámara Nacional de Pesquería.

Junto con la gestión, hay factores propios de la estructura de los barcos que afectan los gastos de reparación y conservación. Como se muestra en la Figura 2, las embarcaciones pequeñas suelen registrar costos proporcionales más altos, debido a la mayor exigencia sobre sus equipos, la falta de sistemas de respaldo, la exposición constante a condiciones adversas y las limitaciones de espacio para trabajar con eficiencia. A esto se suma la ausencia de infraestructura local para reparaciones, lo que obliga a enviar parte de la flota a astilleros en el extranjero, principalmente en Perú, Chile y Panamá. (Solis, 2017)

Cuando el mantenimiento no se aplica correctamente, las embarcaciones pueden sufrir fallas recurrentes que no solo elevan los gastos, sino que también generan pérdidas operativas adicionales. Para evitar que pasen más tiempo detenidos que en faena, es necesario un plan bien organizado que garantice la rentabilidad y sostenibilidad de la actividad pesquera.

1.1.6 Marco normativo marítimo aplicado

Dentro del ámbito marítimo, la gestión del mantenimiento no solo se concibe desde una perspectiva técnica, sino también normativa. La Organización Marítima Internacional (OMI), a través del Convenio SOLAS, establece que los buques deben garantizar la disponibilidad y correcto funcionamiento de sus sistemas esenciales para la seguridad de la navegación y la protección ambiental.

En este marco, el Código Internacional de Gestión de la Seguridad (Código ISM), incorporado en el Capítulo IX del SOLAS, dispone en su sección 10 que las compañías implementen procedimientos que aseguren el adecuado mantenimiento del buque, incluyendo la identificación de aquellos sistemas cuya avería repentina pueda generar situaciones peligrosas. Estos deben formar parte del plan de mantenimiento con medidas que aseguren su fiabilidad.

Las sociedades de clasificación, como Bureau Veritas, actúan como entidades reconocidas encargadas de verificar el cumplimiento de estas disposiciones mediante inspecciones y auditorías, asegurando que las intervenciones sobre los equipos estén documentadas y que el buque conserve la certificación necesaria para operar.



Figura 3. Ejemplo de certificación de sociedad clasificadora.

Fuente: SVS Specialised Vessel Services.

1.2 Gestión del mantenimiento

En el apartado anterior, se estableció que el mantenimiento no se limita a la reparación de fallas, sino que abarca un conjunto de acciones destinadas a preservar la operatividad de los equipos. Sin embargo, para que estas acciones sean efectivas y sostenibles en el tiempo, es necesario contar con una planificación adecuada que permita optimizar los recursos y minimizar costos. Aquí es donde entra en juego la gestión del mantenimiento.

La gestión de mantenimiento es el conjunto de procesos y metodologías utilizadas para planificar, coordinar, ejecutar y supervisar las actividades de mantenimiento. Tiene como objetivo satisfacer diversas demandas operativas y de servicio en las organizaciones industriales. Desde esta perspectiva:

Un sistema de Gestión de Mantenimiento busca garantizarle a los clientes internos o externos, que el parque industrial esté disponible, cuando lo requieran con Disponibilidad, Confiabilidad y Seguridad Total, durante el tiempo necesario para operar, con los requisitos técnicos y tecnológicos exigidos, para producir bienes o servicios que satisfagan las condiciones, deseos o requerimientos de los clientes, en cuanto a la calidad, cantidad y tiempo solicitados, en el momento oportuno, al menor costo posible y con los mejores índices de productividad, rentabilidad y competitividad. (García Palencia, 2012, p. 51)

En este sentido, la gestión del mantenimiento permite una toma de decisiones más eficiente basada en el análisis de costos, la criticidad de los activos y la optimización de los tiempos de intervención. De esta manera, se convierte en un pilar estratégico dentro de cualquier organización que dependa del correcto funcionamiento de sus activos para mantener su productividad y competitividad en el mercado.

1.2.1 Razones para implementar una gestión

Una visión superficial podría sugerir que simplemente reparar un equipo cuando falla es la opción más sencilla y económica, evitando la planificación, el análisis de fallas y la implementación de sistemas organizativos. Sin embargo, este enfoque puede generar mayores costos operativos y tiempos de inactividad no previstos.

De acuerdo con García Garrido (2003, p. 4), es necesario gestionar el mantenimiento por las siguientes razones:

1. Porque la competencia obliga a rebajar costes. Por tanto, es necesario optimizar el consumo de materiales y el empleo de mano de obra. Para ello es imprescindible:
 - Estudiar el modelo de organización que mejor se adapta a las características de cada planta.
 - Analizar la influencia que tiene cada uno de los equipos en los resultados de la empresa, de manera que dediquemos la mayor parte de los recursos a aquellos equipos que tienen una influencia mayor.
 - Estudiar el consumo y el stock de materiales que se emplean en mantenimiento.
 - Aumentar la disponibilidad de los equipos, no hasta el máximo posible, sino hasta el punto en que la indisponibilidad no interfiera en el plan de producción.
2. Porque han aparecido multitud de técnicas que es necesario analizar, para estudiar si su implantación supondría una mejora en los resultados de la empresa, y para estudiar también cómo desarrollarlas, en el caso de que pudieran ser de aplicación. Algunas de estas técnicas son las ya comentadas: TPM (Mantenimiento Productivo Total), RCM (Mantenimiento Centrado en Fiabilidad), Sistemas GMAO (Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador), diversas técnicas de Mantenimiento Predictivo (Análisis vibracional, termografías, detección de fugas por ultrasonidos, análisis amperimétricos, etc.).
3. Porque los departamentos necesitan estrategias, directrices a aplicar, que sean acordes con los objetivos planteados por la dirección.
4. Porque la calidad, la seguridad, y las interrelaciones con el medio ambiente son aspectos que han tomado una extraordinaria importancia en la gestión industrial. Es necesario gestionar estos aspectos para incluirlos en las formas de trabajo de los departamentos de mantenimiento.

En la pesca, la disponibilidad de los equipos puede ser la diferencia entre una jornada exitosa y otra llena de problemas. Por eso se vuelve decisivo llevar una gestión de mantenimiento bien organizada que ayude a prevenir fallas, aprovechar mejor los recursos y mantener en buen estado los equipos más importantes. Para el B/P "Cap. Tino B.", aplicar este enfoque significaría adoptar prácticas más consistentes que, con el tiempo, podrían contribuir a una operación más segura y confiable.

1.2.2 Evaluación de la gestión

Para comprobar que la gestión del mantenimiento realmente cumple con sus objetivos y aporta al desempeño operativo, es necesario evaluarla de forma sistemática. Este proceso permite verificar si se siguen los procedimientos, normativas y buenas prácticas. De ahí que la auditoría aparezca como una herramienta fundamental para supervisar y controlar la gestión de los activos en la organización. La Real Academia Española (RAE), la define como la "revisión de la de la gestión de una empresa, realizada como procedimiento de control de estas".

Más allá de una simple inspección, la auditoría ayuda a detectar desviaciones en la planificación, ejecución y control del mantenimiento. Con ello se obtiene información útil para elevar la eficiencia y reducir el riesgo de errores. En este contexto, Acosta (2012) destaca su importancia al afirmar que: “El aporte sustantivo de una auditoría a la gestión de la calidad en el mantenimiento es el conocimiento explícito de los problemas detectados a los diferentes niveles de dirección, beneficiando fundamentalmente al desarrollo de la entidad pues conocer detalladamente las principales deficiencias permite trabajar en su erradicación.” (p. 31)

1.2.2.1 Etapas de evaluación

La evaluación de la gestión del mantenimiento es un proceso estructurado que permite diagnosticar el estado actual de las prácticas implementadas y proponer mejoras basadas en información objetiva. Para llevar a cabo esta evaluación, es necesario seguir un conjunto de pasos que faciliten la recopilación, análisis e interpretación de datos. De acuerdo con Acosta (2012), el diagnóstico y evaluación de la gestión de la calidad en el mantenimiento se desarrolla en seis etapas principales, las cuales permiten obtener una visión clara del desempeño del área y establecer estrategias para su optimización.

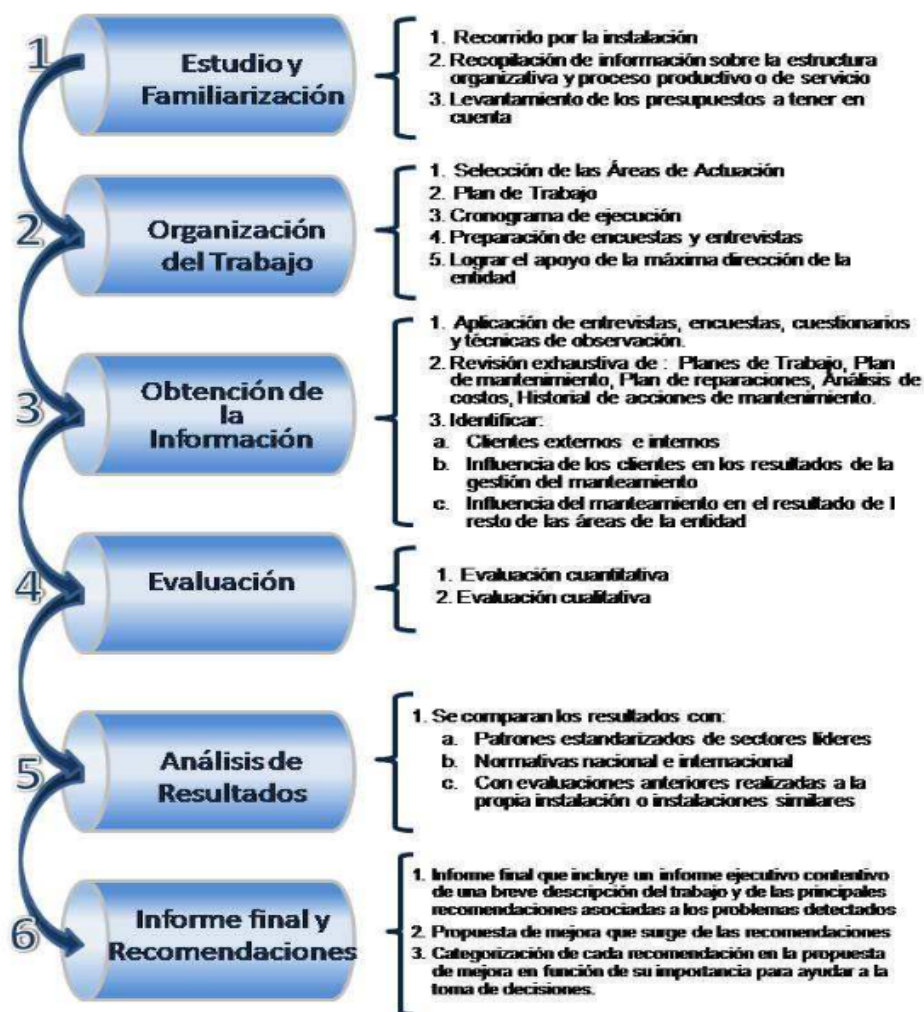


Figura 4. Etapas para el diagnóstico y evaluación de la gestión de la calidad en el mantenimiento.
 Fuente: Auditoría y Evaluación de la Gestión de la Calidad en el Mantenimiento/ Acosta Palmer.

Estudio y familiarización: Esta primera etapa busca conocer el entorno donde se desarrolla la gestión del mantenimiento. Se realiza un recorrido por la entidad a evaluar para identificar las áreas de trabajo, sus obreros y técnicos, la tecnología, el equipamiento, los procesos involucrados en su mantenimiento y toda aquella información básica que permita conocer por dentro la instalación y sus recursos humanos.

Organización del trabajo: Aquí se establecen los lineamientos del diagnóstico. Se definen las áreas específicas de evaluación y se planifican las tareas de observación de los diferentes procesos que se considere importantes para la obtención de información, sirviendo esto de base para la elaboración de las encuestas y entrevistas que permitirán personalizar las acciones.

Obtención de la Información: Se lleva a cabo la recolección de datos mediante entrevistas, encuestas, observaciones y revisión de documentos. Se buscan antecedentes sobre el mantenimiento de los equipos, historial de fallas y procedimientos aplicados.

Evaluación: Se analizan los datos obtenidos para comprobar el grado de cumplimiento de las prácticas de mantenimiento, identificar debilidades en la gestión y señalar oportunidades de mejora. Para ello se aplican criterios tanto cuantitativos como cualitativos que permiten valorar el desempeño del área.

Análisis de resultados: Los hallazgos se comparan con estándares de mantenimiento o referencias de mejores prácticas en la industria. Se identifican brechas en la gestión y se analizan los impactos de las deficiencias detectadas.

Informe Final y Recomendaciones: Se documentan los resultados obtenidos y se presentan recomendaciones para mejorar la gestión del mantenimiento. Se establecen prioridades en función de la viabilidad de implementación de las mejoras propuestas.

1.2.2.2 Técnicas de evaluación

La fase de evaluación inicia una vez completada la recolección de información. Para ello, se utilizan distintos métodos que permiten analizar el estado actual de la gestión del mantenimiento, organizando y clasificando la información obtenida a través de registros, observaciones y aportes del personal involucrado.

A nivel industrial, existen diversas técnicas de auditoría y evaluación, cada una con enfoques específicos para medir el desempeño del mantenimiento y compararlo con estándares reconocidos. Estas metodologías incluyen tanto enfoques cuantitativos, que asignan valores numéricos a distintos aspectos de la gestión, como cualitativos, que buscan identificar oportunidades de mejora basadas en criterios más interpretativos. Entre las más utilizadas se encuentran:

Tabla 1: Técnicas de evaluación de auditoría.

METODOLOGÍA	CARACTERÍSTICAS		
	Criterios de Auditoría	Extensión	Aplicación
Renovetec (Santiago García Garrido)	Evalúa el organigrama, rendimiento del personal, planes, gestión de repuestos, información y procedimientos, herramientas y medios técnicos.	Conformada de 122 preguntas que requieren de disponibilidad de información técnica.	Ideal para departamentos con Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador (GMAO), contratación de seguros de maquinarias y definición de contratistas.
Maintenance world class survey (MWCS)	Evalúa organización, clima laboral, soporte técnico, planes y ejecución de mantenimiento, órdenes de trabajo, uso de herramientas informáticas, gestión de repuestos e indicadores técnicos.	Estructurado por 105 ítems que determinan el grado de madurez de la organización en cuanto a mantenimiento y su cercanía a estándares de clase mundial.	Se recomienda para empresas con una estructura de mantenimiento ya definida, una población grande de auditados, que desean medir su desempeño en comparación con organizaciones de referencia.
Maintenance Effectiveness Survey (MES), propuesto por Marshall Institute	Evalúa recursos gerenciales, gerencia de la información, mantenimiento preventivo, planificación, ejecución, soporte, calidad y motivación.	Consta de 60 preguntas distribuidas en cinco áreas clave del mantenimiento, a nivel de personal de gerencia, supervisión, operaciones y mantenimiento.	Diseñado para ser aplicado en empresas de cualquier tamaño y sector que busquen identificar brechas en su gestión. Se requiere un mínimo de 8 participantes.
Matriz Cualitativa de Excelencia en Mantenimiento (MCEM)	Evalúa la aptitud de la alta gerencia, el estado de la organización de mantenimiento, los costos, la solución de problemas, la capacitación del personal, la gestión de la información y la posición de la organización en relación al mantenimiento.	Utiliza una matriz de 5x7 para analizar la madurez de la gestión del mantenimiento en 5 niveles: incertidumbre, conciencia, entendimiento, madurez y excelencia.	Adecuada para organizaciones medianas y grandes. Para evaluar aspectos exclusivos a la gestión de recursos. Resulta útil para complementar una evaluación cuantitativa con un análisis más subjetivo de la efectividad del mantenimiento.

Fuente: Crespo et al., 2019.

Evaluación cuantitativa:

La evaluación cuantitativa permite analizar de manera objetiva el desempeño de las actividades realizadas a través de mediciones numéricas. De acuerdo con Acosta (2012), “la evaluación es por sí misma un momento que impone hacer un alto para escrutar en lo más profundo de tal manera que permita identificar las deficiencias e insuficiencias que frenan el desarrollo de la actividad.” Para esto, se emplea un modelo matemático que asigna valores a diferentes áreas de actuación dentro de la gestión del mantenimiento, permitiendo obtener un diagnóstico de su desempeño.

ÁREAS DE ACTUACIÓN	FUNCIONES
Organización General	• Política • Informática • Informes • Almacenes
Recursos Humanos	• Capacitación • Entrenamiento • Estimulación
Control Económico	• Costos • Indicadores económicos • Presupuesto • Plan Económico
Planificación, Programación y Control	• Planificación • Programación • Control • Ordenes de Trabajo • Tercerización
Ingeniería de Mantenimiento	• Mantenimiento Preventivo • Tecnologías • Documentación • Calidad • Medioambiente • Seguridad

Figura 5. Ejemplo de áreas de actuación y funciones de la gestión de mantenimiento.

Fuente: Auditoría y Evaluación de la Gestión de la Calidad en el Mantenimiento/ Acosta Palmer.

El primer paso en este proceso es definir las áreas de actuación que servirán de referencia para el análisis. Estas pueden variar según el contexto y los objetivos de la evaluación. Acosta (2012) plantea un conjunto de áreas que reúnen funciones clave de la gestión del mantenimiento, como se presenta en la Figura 4. Esto a modo de ejemplo, pues existen otras metodologías las organizan de manera distinta según el enfoque adoptado.

Con las áreas ya definidas, el modelo de evaluación cuantitativa propone asignar valores para medir su desempeño. Como indica Acosta (2012), en la columna A se establece el peso relativo de cada área dentro de la gestión, dándole un valor sobre 100 según su importancia. Luego, en la columna B, se ponderan las funciones de cada área con el mismo criterio, y en la columna C se registra el grado de cumplimiento en una escala del 1 al 10, comparando los resultados con un patrón de referencia.

El puntaje final se obtiene mediante las expresiones:

$$D = \frac{B \times C}{10} \qquad E = \frac{A \times D}{100}$$

Donde A es el peso del área, B la ponderación de funciones, C la calificación obtenida, y D y E reflejan el desempeño final.

A	Áreas de Actuación	B	C										D	E
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
25	Organización General	100												
	Política	20												
	Informática	10												
	Reportes	40												
	Almacenes	30												

Figura 6. Ponderación de funciones de cada área de actuación y sus funciones.

Fuente: Auditoría y Evaluación de la Gestión de la Calidad en el Mantenimiento/ Acosta Palmer.

Estas calificaciones constituyen su análisis espectral y pueden servir tanto para identificar áreas y funciones de mejora como para comparar resultados con sucesivas auditorías, permitiendo evaluar la evolución de la gestión del mantenimiento y detectar tendencias que orienten la toma de decisiones para la optimización de los procesos.

Evaluación cualitativa:

Si bien la evaluación cuantitativa ofrece un diagnóstico ordenado y medible, hay factores de la gestión del mantenimiento que no pueden expresarse solo con números. Como explica Acosta (2012) “La necesidad de complementar estos resultados con elementos imposibles de cuantificar llevó al desarrollo de herramientas cualitativas, las cuales

ofrecen una visión más amplia sobre la situación real de la entidad evaluada y facilitan la toma de decisiones informadas”.

La evaluación cualitativa se centra en aspectos que influyen en la calidad y eficacia del mantenimiento, tales como los resultados de los procesos, el desempeño del personal, la eficiencia en la cadena de mando y la relación entre costos y beneficios de las acciones realizadas. Para ello se utilizan diferentes herramientas, entre las más comunes:

- **Análisis de Pareto:** ayuda a detectar y priorizar los problemas más relevantes, concentrando esfuerzos en las causas que generan el mayor impacto negativo.
- **Matriz DAFO:** permite reconocer fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas dentro del sistema para definir estrategias de mejora.
- **Estadígrafo de Tendencia Anual Móvil:** facilita la identificación de patrones y comportamientos a lo largo del tiempo.

La combinación de métodos cuantitativos y cualitativos ofrece una visión más completa del estado de la gestión del mantenimiento. No solo se mide el desempeño, también se entienden las causas de los problemas y se diseñan mejoras prácticas y sostenibles.

1.2.3 Aplicación de la gestión

El mantenimiento dentro de una organización no debe verse como una tarea aislada, sino como un proceso que exige planificación, control y seguimiento constante para lograr buenos resultados. Según Parra & Crespo Márquez (2019), este proceso se compone de dos etapas fundamentales: definición de la estrategia de mantenimiento y su implementación.

La fase de definición es el punto de partida. Aquí se fijan los objetivos y lineamientos que orientarán todas las actividades a realizar. Se consideran:

- **Alineación con los objetivos organizacionales:** La estrategia debe responder a las metas corporativas, teniendo en cuenta la disponibilidad de equipos, confiabilidad, seguridad y costos.

- Evaluación del estado actual de los equipos para conocer el desempeño de las instalaciones productivas y los sistemas en operación.
- Definición de indicadores clave de desempeño (KPIs): Se establecen métricas que permitan medir cómo rinden los equipos y si las acciones están produciendo mejoras.
- Principios de implementación: Se establecen criterios que guiarán la planificación, ejecución y monitoreo del mantenimiento, asegurando la mejora continua de los procesos. (p. 2)

Por otro lado, la implementación debe conseguir alinear las actividades de mantenimiento de acuerdo con la estrategia definida y esto debe de hacerlo en los tres niveles de actividad en la empresa:

- **Nivel estratégico:** Se transforman las prioridades del negocio en prioridades de mantenimiento. Los gerentes de mantenimiento desarrollan planes a corto y mediano plazo, enfocados en la optimización de equipos críticos y en la implementación de tecnologías y habilidades necesarias para mejorar la eficacia y eficiencia.
- **Nivel táctico:** Se distribuyen los recursos (personal, herramientas, materiales y equipos de medición) para ejecutar el plan de mantenimiento. También se detallan las actividades que se van a realizar, indicando plazos, lugares y las alternativas más adecuadas según costo y disponibilidad.
- **Nivel operativo:** Se ejecutan las tareas de mantenimiento asegurando que se cumplan según los procedimientos establecidos, en los tiempos definidos y utilizando los recursos adecuados. Además, se recopilan y registran los datos obtenidos para su análisis en el sistema de gestión de mantenimiento. (p. 3)

1.2.4 Estrategias de gestión moderna

Mientras que los tipos de mantenimiento definen el momento y el enfoque con el que se realizan las intervenciones en los equipos, las estrategias de gestión de mantenimiento establecen cómo se aplican y organizan estas prácticas para optimizar su efectividad.

Conforme con García Palencia (2012), los sistemas principales para hacer mantenimiento son correctivo, preventivo y predictivo. Todas las restantes metodologías de implementación de mantenimiento son sistemas mixtos que utilizan los tres sistemas básicos, dependiendo del desarrollo de sus procesos, y a su vez agrupan varias herramientas elementales, que se denominan Estrategias de Gestión Moderna del mantenimiento, o estrategias de Confiabilidad Operacional dentro de un adecuado sistema de Gestión de Activos (p. 52)

En un entorno operativo exigente como el marítimo, no basta con definir un tipo de mantenimiento; se requiere una gestión estructurada que optimice recursos y garantice la disponibilidad de los equipos. Para ello, se han desarrollado metodologías enfocadas en mejorar la confiabilidad operacional de los activos (Figura 6).

En términos generales, la confiabilidad es la capacidad de un equipo, sistema o componente para operar correctamente durante un periodo determinado. En este contexto, García Palencia (2012) define la confiabilidad operacional como: “Una serie de procesos de mejora continua, que incorporan en forma sistémica, avanzadas herramientas de diagnóstico, estrategias modernas y metodologías de análisis, para optimizar la gestión, planeación, ejecución y control de la producción industrial” (p. 90)



Figura 7. Estrategias de mantenimiento basadas en la confiabilidad operacional.
Fuente: Ceinmant Facebook.

Este concepto deja en claro que la confiabilidad no se limita a un cálculo estadístico, sino que debe entenderse como un enfoque integral que atraviesa todos los niveles de la industria y se asocia a una cultura de calidad. Esto implica un cambio de mentalidad en

el que el personal adopte una forma de trabajo orientada a hacer bien las tareas desde el inicio y a buscar siempre la mejora continua. Solo así es posible reducir errores, optimizar el rendimiento de los equipos y garantizar su seguridad y eficiencia.

Gulati (2013) sostiene que en una organización basada en confiabilidad:

- Los activos son fiables y están disponibles cuando se necesitan.
- Los activos están funcionando y produciendo según lo diseñado.
- Los costos de mantenimiento son razonables (en un nivel óptimo).
- La planta opera de manera segura y confiable. (p. 38)

En los barcos pesqueros, la confiabilidad operacional cobra aún mayor relevancia debido a las condiciones extremas de operación y la total dependencia de los sistemas a bordo. A diferencia de otras industrias, aquí una falla puede causar retrasos, riesgos operativos y comprometer la seguridad de la tripulación. Aplicar estrategias de confiabilidad operacional permite reducir fallas, optimizar el mantenimiento y asegurar el desempeño de los equipos críticos para garantizar operaciones continuas y eficientes.

1.2.4.1 Mantenimiento basado en condición (CBM)

“Es una filosofía de gestión que plantea las decisiones de reparación o reemplazo en función de la condición actual o futura de los activos. Reconoce que el cambio en la condición y/o desempeño de un activo es la principal razón para ejecutar el mantenimiento. El momento óptimo para realizar mantenimiento se determina a partir del monitoreo real del activo, su subcomponente o parte. La evaluación de la condición varía desde simples inspecciones visuales hasta elaboradas inspecciones automatizadas que utilizan una variedad de herramientas y técnicas de monitoreo de condición.” (Prabhakar & Raj, 2014, p. 49)

En pocas palabras, se trata de usar datos y herramientas de monitoreo, de manera que cuando se detectan signos claros de desgaste, se intervenga en el momento necesario.

1.2.4.2 Mantenimiento productivo total (TPM)

“Es un método que se centra en la eliminación de los principales factores de pérdida de producción. El proceso de eliminación comienza con el reinicio de la planta, continúa con el mantenimiento autónomo y la programación y planificación del mantenimiento preventivo. El MPT se utiliza para modificar el mantenimiento preventivo en función de los resultados obtenidos en campo, en lugar de los del fabricante de la máquina”. (Prabhakar & Raj, 2014, p. 50)

En esencia, el TPM impulsa una cultura donde todos, desde los operarios hasta la gerencia, se involucran activamente en el cuidado de los equipos, promoviendo un sentido de responsabilidad compartida sobre su estado.

1.2.4.3 Mantenimiento centrado en fiabilidad (RCM)

“El RCM se define como un proceso estructurado y lógico para desarrollar u optimizar los requisitos de mantenimiento de un recurso físico en su contexto operativo, con el fin de lograr su "confiabilidad inherente", donde la "confiabilidad inherente" es el nivel de confiabilidad que se puede lograr con un programa de mantenimiento eficaz “. (Prabhakar & Raj, 2014, p. 50)

Esto lo logra identificando los equipos más críticos de una operación en función del impacto que podría ocasionar su falla y determinar el tipo de mantenimiento más adecuado para cada uno.

1.2.4.4 Optimización del mantenimiento planeado (PMO)

En contraste con las demás estrategias, la PMO no busca empezar de cero, sino aprovechar lo que ya existe en los planes de mantenimiento preventivo y afinarlos. Consiste en revisar periódicamente las rutinas, ajustar los tiempos de intervención y corregir lo que en la práctica no da resultado. Con esto se evitan paradas innecesarias, se usan mejor los recursos y se mantiene la disponibilidad de los equipos. Además, permite identificar fallos de diseño o problemas de montaje que afectan la confiabilidad, dándole al mantenimiento un rumbo más práctico y rentable.

1.2.4.5 Herramientas de confiabilidad

Son múltiples las herramientas de que se vale la confiabilidad con el fin de formular planes estratégicos para alcanzar la excelencia en la gestión del mantenimiento industrial. Para García Palencia (2012) las más usadas para la orientación y mejoramiento de la confiabilidad operacional, se muestran en la siguiente figura.

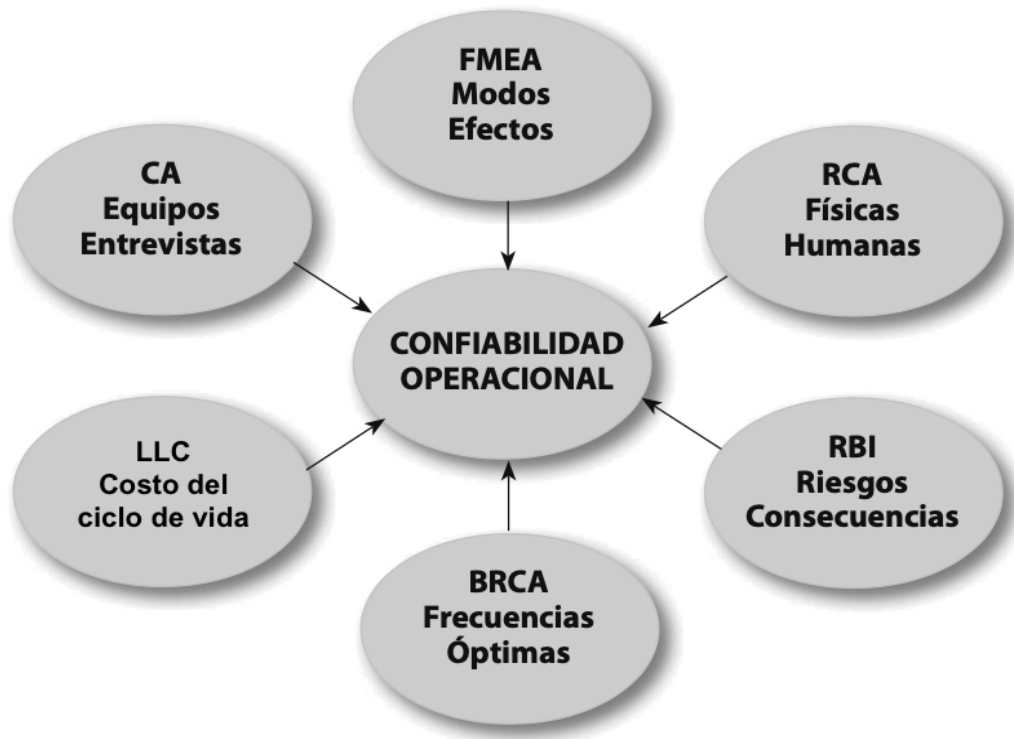


Figura 8. Herramientas de confiabilidad operacional.

Fuente: Gestión Moderna del Mantenimiento Industrial / García Palencia.

- **Análisis de Criticidad (CA).** Es una técnica jerarquiza sistemas, equipos e instalaciones, en función de su impacto global, lo que ayuda a decidir dónde concentrar los esfuerzos de mantenimiento.
- **Análisis de Modos y Efectos de Falla (FMEA).** Es una metodología que permite determinar los modos de falla de los componentes de un sistema, el impacto y la frecuencia con que se presentan.

- **Análisis Causa Raíz (RCA).** Es una técnica sistemática que se aplica con el objetivo de determinar las causas que originan las fallas, sus impactos, consecuencias y frecuencias de aparición, con el propósito de prevenirlas mitigarlas o eliminarlas.
- **Inspección Basada en Riesgos (RBI).** Es una técnica que permite definir las probabilidades de falla de un sistema, y las consecuencias que las fallas pueden generar sobre la gente, el medio ambiente y los procesos.
- **Análisis Costo-Riesgo-Beneficio (BRCA).** Es una metodología que permite establecer la combinación óptima entre los costos de hacer una actividad y los logros o beneficios que la actividad genera, con base en el riesgo que involucra la realización o no de tal acción.
- **Costo del Ciclo de Vida (LCC).** Es una metodología que permite elegir entre opciones de inversión o acciones de mejora de la confiabilidad, con base en su efecto en el costo total del ciclo de vida de un activo nuevo o en servicio. (p. 109)

La elección una o varias herramientas dependerá de lo que se quiera analizar en cada caso y de los resultados que se busquen obtener. Lo importante es aplicar aquellas que realmente aporten información útil para evaluar y mejorar los activos, de modo que el mantenimiento sea más efectivo y responda a los objetivos de la organización.

CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

Este capítulo presenta el enfoque metodológico empleado para evaluar la gestión del mantenimiento en los equipos críticos del B/P “Cap. Tino B.”. Dada la naturaleza operativa del entorno, el análisis fue delimitado en dos dimensiones complementarias: la dimensión barco, centrada en las condiciones de funcionamiento a bordo, y la dimensión planta, vinculada al soporte técnico brindado desde tierra.

El procedimiento se desarrolló en tres fases iniciales: estudio y familiarización, organización del trabajo y obtención de la información. Cada una contribuyó a construir un diagnóstico alineado al contexto real, permitiendo identificar presupuestos clave como el objeto social, la estructura organizativa, la tecnología y el equipamiento, fundamentales para orientar la evaluación.

2.1 Estudio y familiarización

La primera fase consistió en un recorrido técnico por las instalaciones asociadas al mantenimiento de los equipos críticos, con el objetivo de reconocer in situ el marco estructural sobre el que se desarrollan las intervenciones, los recursos disponibles y los mecanismos de control utilizados.

Se inspeccionaron tanto el B/P “Cap. Tino B.” como la planta MANACRIPEX CÍA. LTDA., integrando así una visión completa de las variables que influyen en la gestión actual, como base para el diseño de instrumentos y criterios adecuados de análisis.

2.2 Dimensión Barco

2.2.1 Recorrido por la instalación

El reconocimiento a bordo del B/P “Cap. Tino B.” hizo evidente el ambiente físico y la dinámica de trabajo que determinan la ejecución de las actividades. Esta embarcación fue seleccionada como unidad de estudio debido a su correspondencia con otras integrantes de la flota, la estandarización de sus equipos principales y la apertura del personal para compartir información técnica. A partir del recorrido, se extrajeron las siguientes características de interés:

INFORMACIÓN TÉCNICA DE B/P



CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:

Nombre de la embarcación:	Cap. Tino B.
Tipo de embarcación:	Atunero - Red de cerco
IMO:	7025267
Bandera:	Ecuador
Armador:	B&B Tuno Suppliers S.A.
Año de construcción:	1971
Tipo de propulsión:	Mecánica
Litoral de navegación:	A1 + A2 + A3
Límites de navegación:	Aguas Internacionales A3
Eslora Total:	34.98 (m)
Manga de Trazado	9.14 (m)
Puntal Cubierta Principal:	3.99 (m)
Toneladas Registro Neto (TRN):	103.41
Toneladas Registro Bruto (TRB):	344.69
Potencia Instalada:	1000hp/1200rpm
Velocidad nominal:	10 nudos

EQUIPOS INSTALADOS:

- Máquina Principal: CAT 3512B
- Máquina Auxiliar N°1: CAT 3406
- Máquina Auxiliar N°2: CAT 3406
- Auxiliar Hidráulico: CAT 3408
- Auxiliar de Popa: CUMMINS 4BT3.9-D
- Máquina principal de Panga: CAT 3406

CONDICIONES OPERATIVAS:

- Autonomía defaena:
30-35 días
- Naturaleza del servicio:
Pesca industrial / Servicio pesado
- Tiempo promedio en puerto:
4 días
- Condición de carga:
Ligero en zarpe / Pesado al arribo

Figura 9. Información técnica del B/P Cap. Tino B.

Fuente: Elaboración propia.

2.2.1.1 Tecnología instalada

Entre los sistemas observados a bordo, se identificaron a los motores de combustión interna diésel (MCI) como equipos críticos por su participación directa en funciones esenciales como la navegación, la generación eléctrica y la operación de sistemas auxiliares. Su importancia radica en que una falla en estos puede comprometer la continuidad operativa del buque lo que expone a la tripulación a situaciones de riesgo y obliga a interrumpir la faena con un retorno anticipado a puerto. Por lo expuesto, se justifica su elección como eje central de la evaluación, cuyos parámetros se detallan a continuación:

MÁQUINA PRINCIPAL



PARÁMETRO	ESPECIFICACIÓN
Ubicación:	Centro de sala de máquinas
Función:	Propulsión
Modelo de motor:	3512 B Caterpillar
Número de serie:	S2K00366
Potencia:	1300 HP / 969 KW
Fecha de incorporación:	11/12/2014
Fecha de creación:	07/08/2008

MÁQUINA AUXILIAR N°1



PARÁMETRO	ESPECIFICACIÓN
Ubicación:	Lado de babor de sala de máquinas
Función:	Generación eléctrica
Modelo de motor:	3406 C Caterpillar
Número de serie:	PFH01084
Potencia:	460 HP / 343 KW
Fecha de incorporación:	11/12/2014
Fecha de creación:	13/07/2008

MÁQUINA AUXILIAR N°2



PARÁMETRO	ESPECIFICACIÓN
Ubicación:	Lado de estribor de sala de máquinas
Función:	Generación eléctrica
Modelo de motor:	3406 C Caterpillar
Número de serie:	PFH00858
Potencia:	460 HP / 343 KW
Fecha de incorporación:	21/08/2021
Fecha de creación:	22/03/2017

AUXILIAR HIDRÁULICO



PARÁMETRO	ESPECIFICACIÓN
Ubicación:	Lado de estribor de sala de máquinas
Función:	Generación hidráulica
Modelo de motor:	3408 Caterpillar
Número de serie:	99U06051
Potencia:	510 HP / 380 KW
Fecha de incorporación:	11/12/2014
Fecha de creación:	11/08/1988

AUXILIAR DE POPA



PARÁMETRO	ESPECIFICACIÓN
Ubicación:	Zona de popa de la embarcación
Función:	Generación en puerto
Modelo de motor:	4BT3.9-D Cummins
Número de serie:	46505859
Potencia:	80 HP / 60 KW
Fecha de incorporación:	11/12/2014
Fecha de creación:	-

MÁQUINA DE PANGA



PARÁMETRO	ESPECIFICACIÓN
Ubicación:	Panga de la embarcación
Función:	Propulsión de panga
Modelo de motor:	3406 Caterpillar
Número de serie:	4T700495
Potencia:	400 HP / 298 KW
Fecha de incorporación:	28/10/2020
Fecha de creación:	09/05/2019

Figura 10. Características principales de los equipos críticos del B/P Cap. Tino B.

Fuente: Elaboración propia.

2.2.1.2 Áreas de servicio

Se identificaron los espacios directamente vinculados al mantenimiento de los motores – objeto de este estudio–, que constituyen el entorno habitual del personal de a bordo para realizar las rutinas de conservación de los sistemas.

Sala de máquinas:

Es el núcleo técnico del B/P “Cap. Tino B.”, ya que concentra las máquinas principal y auxiliares, junto con sus subsistemas de refrigeración, combustible, escape, arranque y lubricación. Su configuración reúne en una misma área los puntos de monitoreo y operación, integrando elementos como válvulas, bombas, filtros y tableros que permiten controlar el funcionamiento del buque.



Figura 11. Sala de máquinas del B/P Cap. Tino B.

Fuente: Elaboración propia.

Taller a bordo:

La embarcación incorpora un espacio concebido como taller para ejecutar tareas mecánicas básicas. A simple vista, se encuentra provisto de bancos de trabajo, cajones de almacenaje, herramientas manuales, máquina de soldar, taladro de columna y elementos de sujeción auxiliar.

Pese a su utilidad, presenta limitaciones en cuanto a la disposición general y accesibilidad del equipamiento, lo que podría afectar la fluidez del trabajo diario, ya que su acondicionamiento obedece, en líneas generales, a un enfoque práctico orientado a resolver necesidades inmediatas.



Figura 12. Taller a bordo del B/P Cap. Tino B.

Fuente: Elaboración propia.

Pañol de repuestos.

En la zona de proa se ubica un compartimiento destinado al almacenamiento de insumos y repuestos de alta rotación, empleados con frecuencia en labores rutinarias. Se identificaron elementos como filtros, empaques, mangueras, abrazaderas, lubricantes, cauchos, conjuntos de pernos, entre otros.

La organización interna carece de una sectorización definida por tipo o uso, y no se registraron componentes más allá del recambio regular. Asimismo, se encontraron artículos ajenos al propósito técnico del espacio, lo que refleja una disposición guiada más por la costumbre que por una lógica de prioridad funcional.



Figura 13. Pañol de repuestos del B/P Cap. Tino B.

Fuente: Elaboración propia.

2.2.1.3 Equipamiento

El recorrido permitió constatar que el B/P “Cap. Tino B.” cuenta con una dotación básica de herramientas, suficiente para atender intervenciones menores con cierto grado de autonomía. Con este equipamiento se pueden hacer tareas como ajustes, recambios sencillos y trabajos de limpieza.

Sin embargo, el alcance funcional es reducido. La falta de herramientas especiales, instrumentos de diagnóstico o de precisión limita poder realizar inspecciones más rigurosas en faena. Por eso, los trabajos de mayor complejidad suelen dejarse para cuando el barco regresa a puerto, donde se cuenta con mejores recursos y condiciones adecuadas para ejecutarlos.

2.2.1.4 Personal operativo

La gestión de los motores en el B/P “Cap. Tino B.” está a cargo de un equipo técnico reducido, compuesto por un jefe de máquinas, un asistente y tres ayudantes. Aunque todos participan en las tareas operativas, el análisis se enfoca en quienes lideran y ejecutan las acciones más relevantes para el mantenimiento a bordo.

Todo el personal cuenta con títulos marítimos vigentes, conforme a la Resolución DIRNEA No. 017/17, que regula la formación y certificación del personal embarcado en Ecuador. A continuación, se detalla su formación, funciones y años a bordo de esta nave:

Tabla 2: Personal operativo a bordo.

Puesto	Especialidad (resolución No. 017/17)	Experiencia a bordo	Ámbitos de intervención
Jefe de máquinas	Marinero de primera de máquinas de B/P	>16 años	Responsable de la operación técnica de los equipos. Supervisa la faena y realiza el reporte oficial de novedades al retornar a puerto.
Asistente de máquinas	Marinero de primera de máquinas de B/P	>13 años	Ejecuta instrucciones del jefe. Supervisa directamente a los ayudantes y transmite las novedades que ellos reportan.
1er engrasador	Marinero de máquinas de B/P	< 7 años	Asisten en tareas menores: inspección, limpieza, cambios básicos y ajustes en navegación. Reportan hallazgos al asistente o jefe.
2do engrasador		< 4 años	
3er engrasador		< 1 año	

Fuente: Elaboración propia.

2.2.1.5 Sistemas de control de mantenimiento

El seguimiento del mantenimiento a bordo se lleva a cabo mediante registros manuales en bitácoras físicas, donde el personal de máquinas consigna, por hora de guardia, los parámetros de operación de cada equipo, como horas de servicio, temperatura y presión. Estos datos permiten monitorear el desempeño del sistema durante la faena. Cada hoja

incluye además una sección de “Notas” para registrar novedades o actividades realizadas, aunque su nivel de detalle varía según el criterio de cada maquinista, lo que en algunos casos puede limitar su utilidad para el análisis posterior en planta.

Figura 14. Bitácora de máquinas del B/P Cap. Tino B.

Fuente: Elaboración propia.

Al finalizar la marea, el jefe de máquinas prepara una lista de trabajos con las incidencias encontradas, la cual se entrega al área mecánica para que se encargue de ellas. Este registro sirve como principal nexo entre la tripulación y el equipo en tierra, facilitando la organización de tareas que deben resolverse antes de la próxima salida..

Figura 15. Ejemplo de lista de trabajos del B/P Cap. Tino B.

Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente, se toman muestras de aceite para análisis predictivo, que, al regresar a puerto, se envían a proveedores externos. Esta práctica es una de las pocas medidas proactivas dentro del esquema actual.



Figura 16. Muestras de aceite del B/P Cap. Tino B.
Fuente: Elaboración propia.

No obstante, no existe un sistema estructurado para registrar fallas ni una plataforma digital que consolide la información histórica de las reparaciones. Esto dificulta el análisis de tendencias, la evaluación de intervenciones y la planificación a mediano plazo. Como resultado, el enfoque sigue siendo correctivo, con una dinámica que permite operar, pero no gestionar el mantenimiento de forma estratégica.

2.2.2 Dimensión Planta

2.2.2.1 Recorrido por la instalación

El recorrido por las instalaciones de MANACRIPEX CIA. LTDA. permitió caracterizar el entorno técnico y organizativo que respalda el mantenimiento de las embarcaciones. Su inclusión en esta evaluación se debe al rol que cumple en reparaciones mayores, suministro de repuestos y coordinación logística, en este caso, para los equipos del B/P “Cap. Tino B.”.



Figura 17. Planta MANACRIPEX CIA. LTDA.

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se sintetizan los espacios identificados durante la visita, priorizando aquellos relacionados con la gestión de los motores de combustión interna.

Tabla 3: Espacios identificados en la planta MANACRIPEX CIA. LTDA.

Espacio	Función general	Observación preliminar
Taller industrial (nivel superior)	Mecanizado de componentes.	Equipado con tornos y fresadoras; participa en el ajuste dimensional de piezas.
Taller industrial (nivel inferior)	Soldadura y refuerzos estructurales.	Dispone de bancos y espacio para uniones, reconstrucciones y trabajos auxiliares en partes metálicas.
Taller mecánico	Intervención técnica sobre componentes mecánicos.	Zona destinada al desarme, limpieza, acondicionamiento y ensamblaje de motores eléctricos y térmicos.
Taller de montacargas	Mantenimiento de equipos logísticos internos.	Colabora en tareas de carga, descarga y traslado dentro de las instalaciones.
Área de sandblasting	Limpieza abrasiva de piezas contaminadas o corroídas.	Empleada para acondicionar superficies previo a procesos correctivos.
Bodega general	Distribución de herramientas, repuestos e insumos técnicos.	Abastece a las diferentes áreas y conserva inventario de uso compartido.

Fuente: Elaboración propia.

2.2.2.2 Tecnología de respaldo

A diferencia del levantamiento realizado a bordo, en planta se exploraron los recursos disponibles para atender contingencias mecánicas. Se identificó una reserva estratégica de motores destinada a cubrir emergencias y facilitar reemplazos completos en el B/P “Cap. Tino B.”.

Destacan dos unidades Caterpillar 3406, compatibles con los motores auxiliares y parcialmente adaptables al Caterpillar 3408 del sistema hidráulico, además de un Caterpillar 3512, equivalente al motor principal del buque. Conservados en estado funcional mediante pruebas regulares, estos equipos actúan como fuente de repuestos o reposición ante bajas definitivas. Adicionalmente, se almacenan subconjuntos en pallets y bodegas internas, provenientes de desmontajes previos, con posibilidad de reutilización según su correspondencia técnica.



Figura 18. Motores de respaldo en taller de MANACRIPEX CIA. LTDA.

Fuente: Elaboración propia.

2.2.2.3 Áreas de servicio

A pesar de que durante el recorrido inicial se reconocieron múltiples zonas técnicas, solo algunas mantienen una vinculación directa con los motores de combustión interna evaluados. Estas instalaciones representan el respaldo operativo terrestre que complementa lo realizado a bordo, permitiendo cerrar el ciclo del mantenimiento.

Taller mecánico:

Constituye el espacio principal para manipular componentes del sistema motor cuando las embarcaciones regresan a puerto. Está dotado de mesas de trabajo, prensas de banco, suministro de aire comprimido, agua y sistema de drenaje, cubriendo así los requerimientos básicos para el mantenimiento.

Si bien se trata de un lugar amplio y funcional, la dinámica operativa —marcada por tareas simultáneas y alta rotación de elementos— evidencia aspectos mejorables tanto en su organización como en el aprovechamiento de sus capacidades. En consecuencia, se abre la posibilidad de fortalecer la gestión interna y consolidar medios técnicos que contribuyan a una ejecución más eficiente, precisa y confiable, consolidando su papel dentro del proceso global.



Figura 19. Taller mecánico MANACRIPEX CIA. LTDA.

Fuente: Elaboración propia.

Oficina técnica:

Ubicada en las inmediaciones del taller, desde aquí se elaboran reportes, se revisan los análisis de aceite y se preparan los insumos que se usarán en cada trabajo. Este nexo ayuda a mantener una conexión fluida entre planta y embarcaciones, aunque su distribución actual muestra margen para optimizar la organización de archivos, el acceso a manuales de referencia y el resguardo de materiales sensibles.



Figura 20. Oficina técnica de taller MANACRIPEX CIA. LTDA.
Fuente: Elaboración propia.

Bodegas de repuestos:

Existen dos espacios de almacenamiento complementarios que asisten a las actividades de mantenimiento. El primero se encuentra dentro de la oficina técnica y alberga herramientas, consumibles y repuestos de alta rotación. El segundo corresponde a una jaula metálica situada junto al taller, donde se apilan ítems de mayor volumen y peso, así como elementos recuperados.

En ambos casos, la configuración del contenido no obedece a una estructura formal de clasificación por sistema, función o tipo, sino que parece sustentarse en el conocimiento práctico y la experiencia del personal. Aunque este esquema permite responder sin contratiempos, aún puede perfeccionarse en términos de orden, monitoreo de inventario y control de recursos disponibles.



Figura 21. Bodega en oficina de taller MANACRIPEX CIA. LTDA.
Fuente: Elaboración propia.

2.2.2.4 Equipamiento

En general, el taller de planta cuenta con herramientas básicas y equipos auxiliares que permiten intervenir sobre partes de los motores una vez retiradas, abarcando procesos como limpieza, sustituciones, reacondicionamiento y ensamble.

No obstante, en la práctica se perciben algunas carencias: en ocasiones se recurre a otras áreas para solicitar herramientas comunes, y los consumibles de uso frecuente no siempre están disponibles. Además se carece de medios adecuados para realizar diagnósticos o verificar el funcionamiento de los sistemas antes del montaje, lo que restringe la profundidad de los procesos.

Aunque estas condiciones no impiden la ejecución de los trabajos actuales, reflejan una oportunidad concreta para ampliar la dotación del taller, y así garantizar una gestión más eficiente del mantenimiento de los motores.

2.2.2.5 Personal operativo

Para efectos del este análisis, el grupo responsable del mantenimiento de los motores se ha incluido dentro de la dimensión planta, dado que esta representa su punto de apoyo principal. Sin embargo, es importante destacar que la mayoría de sus labores se desarrollan directamente en los barcos, donde están instalados los equipos y se manifiestan la mayoría de las solicitudes de servicio.

Es importante señalar que dentro de esta misma dimensión se considera también a la gerencia, cuyo rol no es operativo sino administrativo, siendo responsable de la asignación de recursos y de la validación de decisiones estratégicas que condicionan el trabajo técnico.

A continuación, se presenta un resumen del personal involucrado, indicando su formación, nivel de experiencia y funciones representativas:

Tabla 4: Personal operativo en tierra.

Puesto	Formación técnica	Experiencia	Funciones
Jefe mecánico	Especialización en motores Caterpillar	>12 años	Principal representante técnico en tierra; supervisión general, toma de decisiones, coordinación interáreas, solicitud de repuestos y ejecución de tareas complejas.
Ayudante 1 (mecánico senior)	Sin formación formal, exmaquinista	>10 años	Encargado en ausencia del jefe, reparaciones, supervisión y armado.
Ayudante 2 (mecánico senior)	Tecnólogo en Mecánica Naval	< 9 años	Apoyo en reparaciones, liderazgo parcial en tareas menores.
Ayudante 3 (mecánico junior)	Recién incorporado, sin formación técnica	< 1 año	Colaboración en limpieza, desarme inicial y disposición de herramientas.
Asistente técnica	Ingeniera en Mecánica Naval	2 años	Informes, documentación, contacto con proveedores y pedidos.

Fuente: Elaboración propia.

2.2.2.6 Sistemas de control de mantenimiento

En planta, el mantenimiento se monitorea mediante reportes generados por marea, una vez que el buque retorna de faena. Estos documentos, elaborados por la asistente técnica, recopilan información operativa como parámetros de los motores, registros a bordo, muestras de aceite, y acciones del personal de planta.

Son el principal recurso de control, aunque su alcance se ve limitado por la ausencia de un sistema estructurado. Al depender de apuntes manuales y juicio individual, se reduce la precisión para evaluar el estado de los equipos y sustentar decisiones respaldadas. Aunque existe una plataforma digital para inventario, esta no integra variables operativas ni consolida un historial técnico. A esto se suma que no hay formatos que registren consumos, fallas u otras condiciones importantes, por lo que la información termina siendo incompleta y poco detallada.

2.3 Organización del trabajo

Esta etapa corresponde a la planificación metodológica destinada a evaluar la gestión del mantenimiento en los equipos críticos del B/P “Cap. Tino B.”. Con base en los hallazgos de la fase anterior de estudio y familiarización, y considerando las particularidades tanto del buque como del soporte disponible en planta, se trazó un esquema que conducirá la recolección y procesamiento de la información.

Organizar el proceso con anticipación garantiza que el diagnóstico se realice de forma ordenada, realista y rigurosa. Para ello, se delimitaron las áreas a examinar, definieron las actividades, establecieron los criterios de evaluación y diseñaron los instrumentos requeridos para asegurar una estimación precisa del desempeño actual, así como de los factores que obstaculizan su eficacia.

2.3.1 Presupuestos clave para la evaluación

Como punto de partida, se identificaron una serie de presupuestos clave que convierten las observaciones previas en lineamientos prácticos aplicables. Estos fundamentos orientan la atención hacia los focos de mayor interés del ámbito en cuestión. A continuación, se exponen los puntos más representativos y su utilidad dentro del proceso:

Tabla 5: Presupuestos clave para la evaluación

Presupuesto	Aspecto observado	Utilidad Metodológica
Objeto social	El buque tiene como propósito la pesca industrial, centrada en capturas rentables y funcionamiento continuo.	Justifica la auditoría orientada a garantizar la disponibilidad operativa de los motores.
Estructura organizativa	No existe una estructura formal y las limitaciones en la formación técnica reducen la capacidad de delegar funciones más complejas.	Conduce a seleccionar los responsables más adecuados para la aplicación de instrumentos.
Tecnología y equipamiento	La tecnología instalada corresponde a motores de combustión interna; el equipamiento asociado es básico, sin herramientas especializadas ni medios de diagnóstico.	Define los sistemas a incluir y las capacidades reales de intervención.

Condiciones operativas	La ejecución de tareas está condicionada por los intervalos entre mareas y la disponibilidad de recursos técnicos.	Facilita la selección de procesos a observar y cómo ajustar la recolección según el entorno.
Recursos documentales	Existen reportes de marea, análisis de aceite y bitácoras, pero sin trazabilidad clara ni registros integrados.	Establece qué información es recuperable y qué vacíos existen en los datos disponibles.

Fuente: Elaboración propia.

2.3.2 Selección de las áreas de actuación

Ante un escenario caracterizado por la escasez de registros sistemáticos, el predominio del mantenimiento correctivo, la falta de herramientas digitales y la dotación técnica restringida— se consideró pertinente seleccionar áreas de análisis compatibles con estas particularidades.

En consecuencia, se adoptó la metodología Maintenance Effectiveness Survey (MES) como instrumento de referencia. Su aplicación responde a las falencias registradas en terreno y, a su vez, proporciona un punto de comparación con estándares de mantenimiento de clase mundial. A diferencia de construir un formulario propio, el MES ya contempla un diseño validado que permite abordar de forma integral las principales dimensiones de la gestión, agrupadas en cinco bloques temáticos:

Tabla 6: Selección de áreas de actuación para evaluación.

Área de actuación (MES)	Criterios a evaluar
Recursos Gerenciales	Soporte organizacional (estructura, dotación y respaldo operativo); colaboración interáreas (coordinación y resolución) desarrollo de competencias (formación y habilidades del personal); alineación estratégica (participación en objetivos y visión institucional).
Gerencia de la Información	Sistema informatizado (gestión digital); formación y registros (uso y control); análisis operativo (control y decisiones); medición de desempeño (comparación y tiempos de intervención).

Equipos y Técnicas de Mantenimiento Preventivo	Uso de órdenes de trabajo y planes de mantenimiento, con la participación de los operadores en tareas básicas y entrenamiento en el manejo de nuevos equipos.
Planificación y Ejecución	Programación del mantenimiento a través de planes de trabajo, priorización de actividades y seguimiento de la ejecución y control del tiempo.
Soporte, Calidad y Motivación	Gestión de repuestos, verificación de calidad en los trabajos de mantenimiento, motivación del personal y el cumplimiento de políticas de seguridad.

Fuente: Crespo et al., 2019.

2.3.3 Plan de trabajo

Este apartado describe el conjunto de acciones previstas que se desarrollarán durante la etapa de evaluación, indicando qué se analizará, con qué propósito, cómo se obtendrá la información y qué se espera alcanzar. Su estructura busca aportar un diagnóstico ordenado y representativo sobre la gestión del mantenimiento en los equipos críticos del B/P “Cap. Tino B.”

Las actividades combinan instancias de observación y recopilación en campo con etapas de síntesis e interpretación técnica. Esta secuencia busca evolucionar desde una visión general del entorno operativo hacia una lectura detallada de las prácticas, recursos y condiciones que inciden en la calidad del mantenimiento. La siguiente tabla muestra la planificación correspondiente:

Tabla 7: Plan de trabajo para la evaluación.

Nº	Actividad principal	Subtarea	Objetivo	Entorno
1	Inicio del estudio	Comunicar al personal el desarrollo del estudio.	Formalizar el inicio de la evaluación, explicando objetivos y facilitando el acceso a la información.	Planta y barco
2	Encuesta MES	Aplicar el cuestionario al personal técnico.	Obtener una caracterización cuantitativa sobre la gestión.	Planta y barco

3	Entrevistas	Formular preguntas clave al jefe mecánico y jefe de máquinas.	Complementar la encuesta con juicios técnicos, percepciones y prácticas de gestión.	Planta y barco
4	Observación de intervención	Presenciar tareas reales de mantenimiento en motores.	Registrar condiciones de trabajo y prácticas aplicadas.	Planta y Barco
5	Revisión documental	Comparar bitácoras, reportes de marea y análisis de aceite.	Identificar fallas frecuentes y estado funcional de los equipos.	Planta y Barco
6	Procesamiento cuantitativo	Tabular y puntuar resultados obtenidos de la encuesta MES.	Obtener una visión comparativa por áreas de actuación.	Externo
7	Análisis cualitativo	Sintetizar hallazgos de entrevistas y observaciones.	Detectar debilidades en la gestión y oportunidades de mejora.	Externo
8	Formulación de diagnóstico	Integrar resultados de ambas dimensiones y áreas de actuación.	Organizar los hallazgos y fundamentar la elección de una estrategia de mejora.	Externo
9	Análisis de criticidad	Valorar el impacto funcional con apoyo del personal.	Priorizar equipos seleccionados según su función y riesgo.	Barco y Externo
10	Diseño de plan de mejora	Establecer acciones basadas en el enfoque seleccionado.	Plantear una estrategia viable y alineada al contexto para optimizar la gestión.	Externo

Fuente: Elaboración propia.

2.3.4 Preparación de herramientas de recolección

Con el objetivo de garantizar una recolección de datos alineada con los objetivos del estudio, se establecieron los instrumentos técnicos que se aplicarán durante la etapa de evaluación, junto con la estructura inicial adoptada en cada caso.

Esta sección forma parte de la preparación metodológica previa, permitiendo dejar sentadas las bases que respaldarán la obtención de información, cuyo desarrollo completo será abordado en la siguiente etapa. A continuación, la forma en que se plantearon para su uso posterior:

Tabla 8: Herramientas de recolección seleccionadas.

Técnica de recolección	Estructura aplicada
Encuesta	Se aplicó de forma directa el cuestionario estandarizado de la metodología MES, permitiendo evaluar cuantitativamente las cinco áreas clave de la gestión del mantenimiento. Las preguntas se reorganizaron en subáreas para una mejor lectura y ponderación de resultados.
Entrevista	Se formularon preguntas abiertas alineadas con los ejes temáticos de la metodología MES, estructuradas para ampliar y complementar la información obtenida en la encuesta, desde una perspectiva cualitativa.
Observación directa	No se organizó según los bloques de la metodología MES, ya que no todos los aspectos evaluados pueden ser observados en terreno. Se seleccionaron procedimientos representativos por su relevancia operativa, registrados en condiciones reales de trabajo.

Fuente: Elaboración propia.

2.4 Obtención de la información

Una vez diseñado el esquema de trabajo y seleccionadas las técnicas correspondientes, se procedió a implementar las tareas planificadas con el propósito de recabar información relevante sobre la gestión del mantenimiento en los equipos críticos. Estas actividades se llevaron a cabo conforme al plan de trabajo y se distribuyeron según las dimensiones barco y planta, procurando una interacción directa con el personal involucrado y el acceso a documentación y procedimientos reales de intervención.

A partir de métodos cuantitativos y cualitativos aplicados en escenarios operativos, se buscó asegurar que los datos obtenidos fueran pertinentes, confiables y representativos. Lo que sigue describe cómo se aplicó cada una en la realización de la evaluación.

2.4.1 Encuesta

Como herramienta de recolección cuantitativa, se aplicó una encuesta estructurada basada en la metodología *Maintenance Effectiveness Survey* (MES), con el objetivo de valorar de forma estandarizada el nivel de desarrollo alcanzado en las principales áreas de actuación de la gestión del mantenimiento del B/P “Cap. Tino B.”.

El cuestionario, compuesto por 60 preguntas, se aplicó de manera individual al personal técnico–operativo de las dos áreas, dando prioridad a quienes intervienen directamente en tareas de operación, mantenimiento, supervisión y reparación. Previamente, se brindó una introducción general para facilitar la comprensión, sobre todo en los casos con menor formación técnica. Asimismo, se garantizó la confidencialidad de las respuestas, incentivando a los participantes a contestar con sinceridad. El contenido completo y las respuestas registradas, se encuentra en el **Anexo A**.

A continuación, se detallan los criterios propuestos por Crespo et al. (2019), con base en los lineamientos establecidos del *Marshall Institute*. Cada pregunta se calificó en una escala del 1 al 5, permitiendo determinar el grado de madurez en cada área.

Tabla 9: Escala de calificación de encuesta MES

Escala	Interpretación textual de escala
1	No se cuenta, muy deficiente
2	Deficiente
3	Regular
4	Bueno
5	Excelente

Fuente: Crespo et al., 2019.

Posteriormente, las puntuaciones fueron agrupadas y promediadas por bloques temáticos, obteniéndose así una calificación global de la gestión, según a los rangos definidos por la metodología MES:

Tabla 10: Rangos de calificación (MES).

Rango de puntuación total	Categoría
300 - 261	“Clase Mundial”/Nivel de excelencia en mantenimiento
201 - 260	“Muy buena”/Nivel de buenas prácticas en mantenimiento
141 - 200	“Por arriba del nivel promedio”/Nivel aceptable de mantenimiento

81 - 140	“Por debajo del promedio”/ Nivel no muy bueno de mantenimiento, con oportunidades para mejorar
Menor a 80	“Muy por debajo del promedio”/ Nivel muy malo de mantenimiento, con muchas oportunidades para mejorar

Fuente: Crespo et al., 2019.

Para facilitar la interpretación de los resultados y detectar posibles desequilibrios entre áreas, se empleó un gráfico tipo radar como recurso visual para reflejar de manera comparativa el perfil de gestión del mantenimiento evaluado.

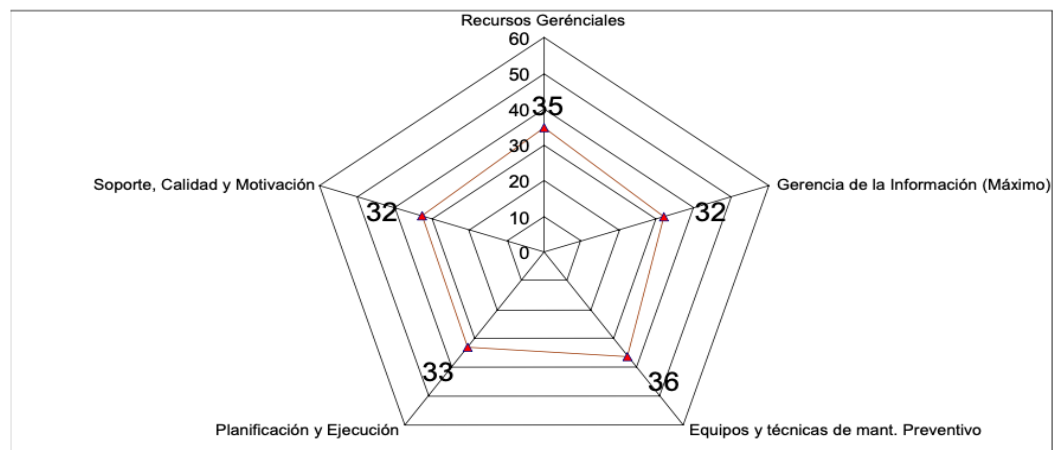


Figura 22. Ejemplo de diagrama radar para resultados de auditoría.

Fuente: Crespo et al., 2019.

2.4.2 Entrevista

Como técnica cualitativa complementaria a la encuesta estructurada, se aplicaron entrevistas individuales a miembros clave del personal con responsabilidad directa en la gestión de mantenimiento de los equipos críticos. Esta herramienta permitió captar, desde la experiencia operativa, percepciones, prácticas y dificultades no visibles en instrumentos estandarizados, aportando además juicios técnicos y visiones contextualizadas que enriquecen el diagnóstico de la gestión.

El procedimiento seguido para su aplicación se estructuró según las recomendaciones metodológicas de Acosta Palmer (2012), quien propone una secuencia progresiva compuesta por tres pasos concretos:

Preparación de las entrevistas:

Se identificaron como entrevistados clave al jefe de máquinas (barco) y al jefe mecánico (planta), seleccionados por su experiencia, nivel de responsabilidad y conocimiento directo del sistema evaluado.

Se elaboró un guion con preguntas abiertas distribuidas por bloques temáticos, correspondientes a las áreas de actuación establecidas en la metodología MES.

Las entrevistas fueron programadas con antelación y se desarrollaron en espacios adecuados para favorecer la comodidad y privacidad: el camarote del jefe de máquinas en el barco y la oficina técnica del jefe mecánico en planta. Se estimó una duración de 30 a 40 minutos por sesión.

Conducción de las entrevistas:

Al inicio de cada encuentro se explicó el propósito del estudio, enfatizando su carácter diagnóstico y la importancia del aporte del entrevistado.

Se garantizó la confidencialidad de las respuestas y se promovió un ambiente de confianza mediante una dinámica conversacional, basada en la escucha activa, el respeto y la neutralidad. Asimismo, se procuró evitar interrupciones o juicios de valor, manteniéndose el enfoque en los temas definidos, pero con flexibilidad suficiente para permitir aportes espontáneos relevantes.

Secuela de las entrevistas:

Una vez finalizada cada entrevista, la información fue registrada de forma inmediata y organizada por bloques temáticos. Debido al enfoque técnico del estudio, no se realizaron transcripciones literales. En su lugar, se optó por resumir lo esencial de lo expresado, priorizando los aspectos más relevantes para el análisis de la gestión. Las respuestas se reconstruyeron a partir de notas de campo y revisión de audio, manteniendo el sentido general de lo planteado por cada participante.

Las respuestas y el contenido de ambas entrevistas se encuentran en el **Anexo B**.

2.4.3 Observación directa

La observación directa se incorporó al proceso de evaluación como recurso para verificar en terreno la ejecución real de las actividades de mantenimiento, identificando comportamientos, rutinas y condiciones operativas que complementan lo reportado por los responsables técnicos. Aplicada durante intervenciones en barco y planta, esta técnica ofreció una perspectiva práctica difícil de captar mediante otros instrumentos, pues la evidencia recogida en el momento de la acción revela hechos que de otro modo podrían pasar desapercibidos.

Para su aplicación se siguieron las orientaciones de Acosta Palmer (2012), quien establece una secuencia compuesta por tres momentos diferenciados:

Preparación de las observaciones:

Se seleccionaron tareas representativas asociadas al mantenimiento, como una intervención en campo, el control de registros a bordo, la dinámica operativa de la oficina técnica y la revisión de documentación interna. Todas las observaciones fueron con interacción, ya que en cada caso fue necesario dialogar con los responsables para comprender el contexto y acceder a ciertos espacios y archivos.

La coordinación se llevó a cabo con el jefe mecánico, quien autorizó las visitas en momentos programados. Además, se notificó al personal técnico que sería observado con fines académicos, aclarando el propósito de la actividad y garantizando un clima de respeto y transparencia. Las sesiones fueron en su mayoría no intrusivas, y se registraron en fichas con criterios específicos disponibles en el **Anexo C**.

Conducción de las observaciones:

Durante su desarrollo, se priorizó la familiarización con el entorno inmediato, lo cual facilitó una mejor identificación de aspectos críticos en cada intervención. Se registraron de forma puntual y precisa los detalles observados, evitando ambigüedades o valoraciones subjetivas. En casos de contacto directo, se mantuvo una actitud discreta y profesional, sin emitir comentarios, respetando las normas de seguridad y cortesía en todo momento.

Secuela de las observaciones:

Finalizada cada sesión, las anotaciones fueron organizadas y sistematizadas para su posterior análisis. En situaciones puntuales, se revisaron aspectos específicos con el operario involucrado, a fin de aclarar dudas o validar interpretaciones, evitando cualquier tipo de juicio valorativo.

2.4.4 Revisión documental

Se examinaron registros disponibles tanto en planta como a bordo para ampliar y contrastar la información recogida mediante otras técnicas. Entre ellos:

- Bitácoras de operación de los motores
- Informes de marea
- Reportes internos de mantenimiento
- Listas de trabajos entregadas a los mecánicos
- Resultados de análisis de aceite

Este ejercicio permitió valorar la calidad de la documentación, su utilidad para el seguimiento de acciones y los vacíos que dificultan un control técnico adecuado.

2.4.5 Identificación de actores vinculados

Durante la recolección de información se reconocieron los principales actores que interactúan con el sistema de mantenimiento, tanto dentro como fuera de la organización. Este reconocimiento fue esencial para comprender su influencia en el funcionamiento general del buque y la interacción con otras áreas operativas.

Se distinguieron dos grupos principales:

Clientes internos: Personal técnico-operativo directamente relacionado con la operación y el mantenimiento de los equipos críticos, como mecánicos de planta, maquinistas y supervisores. Su participación es constante, ya que ejecutan, reportan y validan las intervenciones.

Clientes externos: Incluyen tanto áreas internas que requieren el correcto funcionamiento de los equipos (como administración, armadores, operaciones y pesca), como proveedores técnicos externos que ofrecen soporte especializado. Entre estos últimos destacan:

- Talleres PALAU: Rectificación de piezas y reparación de motores.
- IASA: Distribuidor autorizado Caterpillar, repuestos y soporte técnico.
- Importadora BOWEN: Consumibles, pernos y elementos logísticos.
- CHAÑARAL: Mantenimiento de partes como turbos y gobernadores.
- LUDEPA: Herramientas, EPP y suministros técnicos.

Comprender la función y grado de influencia de estos actores facilitará, en la etapa de evaluación, el análisis de aspectos críticos de coordinación y la identificación de oportunidades concretas de mejora.

CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el capítulo anterior se expuso la fase metodológica orientada a la obtención de información, mediante la cual se recopiló evidencia representativa sobre la situación actual del mantenimiento en los equipos críticos del B/P “Cap. Tino B.”. El trabajo en campo y la interacción con los actores clave proporcionaron una base sólida para comprender con mayor claridad la dinámica operativa del entorno.

A partir de ello, el estudio avanza hacia la etapa evaluativa, en la que se analizan e interpretan los datos recogidos con el fin de identificar debilidades, fortalezas y patrones significativos en la gestión del mantenimiento. Su importancia radica en contrastar lo ejecutado en la práctica con los estándares técnicos definidos, tomando como referencia el contexto real en el que dichas acciones tienen lugar.

3.1 Evaluación

La evaluación se diseñó con un enfoque mixto, combinando técnicas cuantitativas y cualitativas sobre los datos ya organizados de las encuestas, entrevistas, observaciones y revisión documental realizadas durante el estudio.

En los apartados siguientes se detalla la muestra aplicada. Si algunos resultados resultan desfavorables, estos deben interpretarse como una oportunidad para identificar qué aspectos requieren más atención. Reconocer estas señales permitirá ajustar las acciones y orientar mejoras que fortalezcan el sistema actual.

3.1.1 Cuantitativa

El análisis cuantitativo se elaboró a partir de los resultados de la encuesta Maintenance Effectiveness Survey (MES), aplicada al personal técnico y operativo encargado del mantenimiento de los equipos críticos. Las respuestas fueron procesadas en Excel para organizarlas y calcular los puntajes, lo que permitió reflejar el desempeño del sistema en datos numéricos.

Los resultados globales se resumen en la Tabla 11, presentada en un formato adaptado de estudios previos, elegido por su claridad para ordenar la información y facilitar la lectura.

Tabla 11: Resultados de la evaluación cuantitativa.

TABLA DE RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN											
Áreas evaluadas	Puntaje total por áreas de cada encuestado								Total de puntuaciones por área	Límite de referencia	Puntaje máximo
	1	2	3	4	5	6	7	8			
1.Recursos Gerenciales	28	25	22	29	27	25	31	31	218	29	60
2.Gerencia de la información	18	17	15	25	17	14	16	13	135	29	60
3.Equipos y técnicas de MP	24	26	20	29	25	24	28	26	202	29	60
4.Planificación y ejecución	38	42	29	33	34	40	41	38	295	29	60
5.Soporte, calidad y motivación	20	20	19	26	26	28	31	27	197	29	60
SUMA TOTAL									1047		
RESULTADO									130,88		
Categoría actual de la gestión de mantenimiento según el rango de estimación	<i>Por debajo del promedio/ Nivel no muy bueno de mantenimiento, con oportunidades para mejorar</i>										

Fuente: Elaboración propia

El formato incluye el total de puntuaciones asignados por cada encuestado, obtenidos a partir de sus respuestas en los 12 ítems correspondientes a cada área, dentro de una escala del 1 al 5. También se incorpora el puntaje máximo posible (60), asociado al nivel ideal. Por último, se determina el promedio global, de acuerdo a los criterios en la tabla 10 a partir del cual se ubica la gestión según los rangos definidos por la metodología MES.

Una vez establecida la clasificación —en este caso, “*por debajo del promedio*”—, se compara el rendimiento de cada área con un límite de referencia, obtenido al dividir el umbral mínimo del siguiente nivel (*nivel competitivo*, 201 puntos) entre el número total de áreas evaluadas. La fórmula aplicada es la siguiente:

$$\text{Límite de referencia de cada área} = \frac{\text{Límite de referencia de la gestión}}{\text{Número de áreas evaluadas}}$$

$$\text{Límite de referencia de cada área} = \frac{141}{5}$$

$$\text{Límite de referencia de cada área} = 28,2 \rightarrow 29$$

Este valor permite identificar qué áreas se encuentran por debajo del desempeño esperado y, por tanto, requieren atención prioritaria en futuras acciones de mejora.

3.1.1.1 Diagrama radar de las áreas evaluadas

Una vez establecido el límite de referencia, los resultados por área se representan mediante un diagrama de radar, el cual permite comparar visualmente el desempeño de cada dimensión evaluada frente al valor mínimo esperado (29 puntos) y el puntaje ideal (60 puntos).

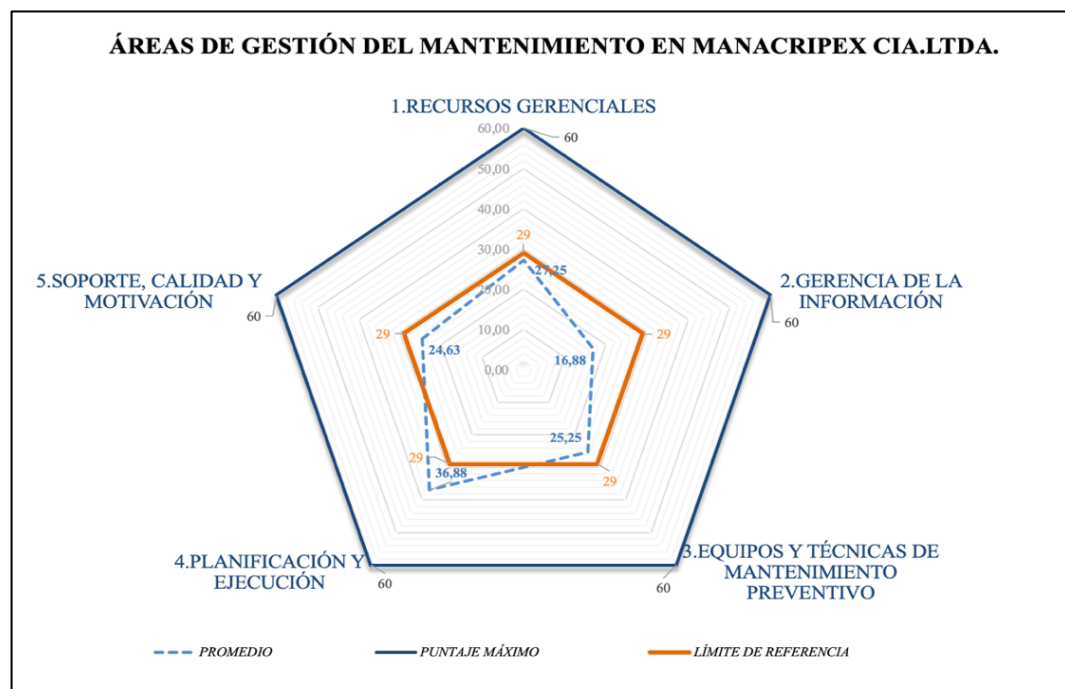


Figura 23. Diagrama radar de resultados de gestión en MANACRIPEX CIA. LTDA.

Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico se observa que únicamente el área de Planificación y Ejecución supera el límite de referencia, consolidándose como la de mejor desempeño. Recursos Gerenciales se mantiene próxima al valor esperado, mientras que Soporte, Calidad y Motivación; Equipos y Técnicas de Mantenimiento Preventivo; y especialmente Gerencia de la Información se sitúan por debajo del umbral, siendo esta última la que evidencia la mayor debilidad en la gestión del mantenimiento.

3.1.1.2 Interpretación de resultados de encuesta

Para comprender con mayor claridad las causas de estos resultados, se analizaron los promedios obtenidos en cada ítem de las distintas áreas, a partir de las valoraciones asignadas por los encuestados. Esto permitió localizar los factores concretos que limitan el desempeño y enfocar en estos las acciones de mejora.

Recursos Gerenciales:

El área alcanzó un puntaje total de 27,25 sobre 60, equivalente al 45,4 % del valor máximo, lo que indica un desempeño bajo. Al revisar cada pregunta de forma individual (Figura 23), se aprecia una gran variación en las respuestas.

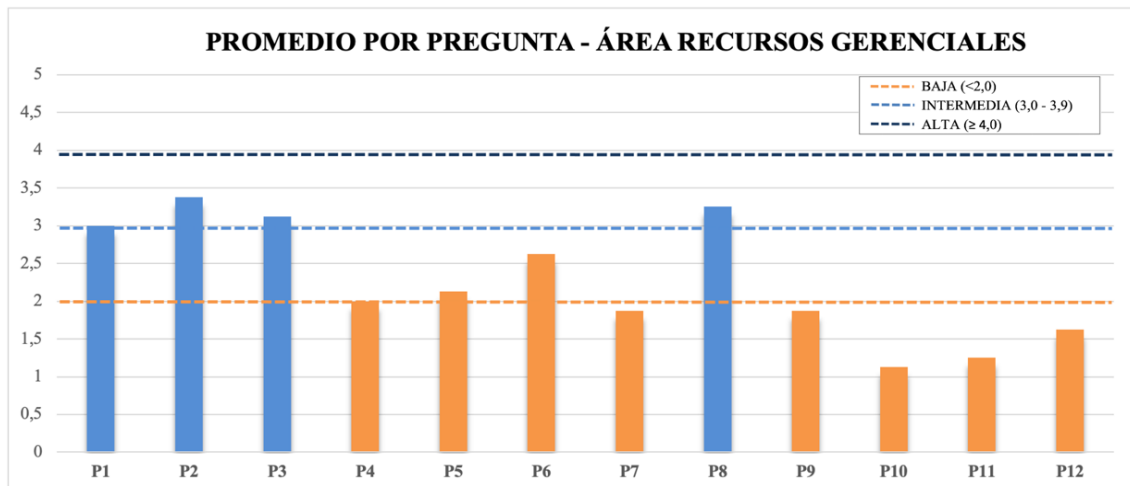


Figura 24. Análisis de promedio por pregunta de Recursos Gerenciales.

Fuente: Elaboración propia.

El 66,7 % obtuvo resultados bajos, relacionados con el pobre estímulo de la gerencia hacia mantenimiento y producción, la falta de trabajo colaborativo entre áreas, la escasa capacitación del personal, y el seguimiento limitado de objetivos con alineación estratégica. El 33,3 % restante se dio en un nivel intermedio, destacando las preguntas 8 (habilidades del personal) y 2 (estructura lógica del mantenimiento) que fueron las mejor valoradas, aunque sin llegar a un nivel satisfactorio.

En conjunto, los resultados reflejan una débil interacción entre la gerencia y mantenimiento, que afecta tanto el trabajo diario como la proyección de mejoras a futuro.

Gerencia de la información:

Con un puntaje promedio de 16,88 sobre 60, equivalente al 28,1 % del valor máximo, se ubica como la de menor desempeño entre todas las dimensiones analizadas.

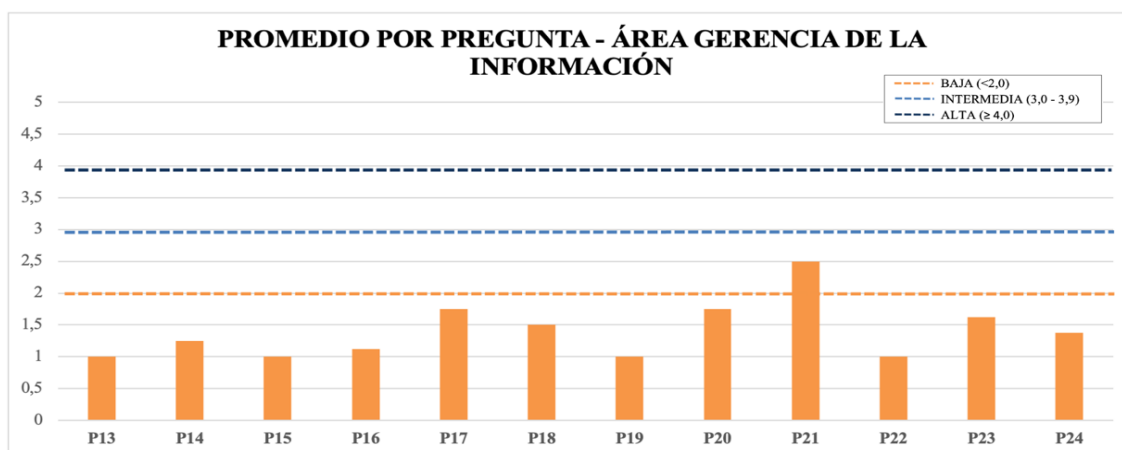


Figura 25. Análisis de promedio por pregunta de Gerencia de la Información.

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la Figura 24, las doce preguntas recibieron calificaciones bajas, lo que evidencia principalmente la falta de un sistema digital para gestionar y documentar el mantenimiento. No existen datos confiables sobre fallas, repuestos, costos ni seguimiento técnico, y muchas decisiones se toman de forma improvisada. La única excepción parcial se dio en la pregunta 21, relacionada con la evaluación de tiempos operativos, que muestra apenas una referencia básica a la disponibilidad.

En conjunto, los resultados muestran una gestión sin soporte digital ni trazabilidad, que funciona de manera reactiva y con muy poca capacidad de análisis y control.

Equipos y Técnicas de Mantenimiento Preventivo:

El área obtuvo 25,25 sobre 60 puntos, lo que indica un rendimiento bajo, aunque con algunos aspectos rescatables.

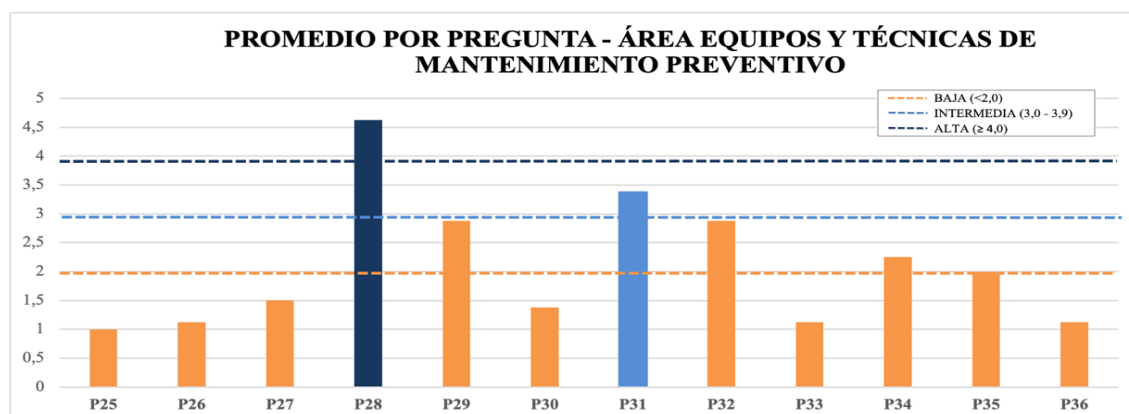


Figura 26. Análisis de promedio por pregunta de Equipos y Técnicas de Mto. Preventivo.

Fuente: Elaboración propia.

El 66,7% obtuvo calificaciones bajas, sobretodo en temas como uso de órdenes de trabajo, elaboración y revisión de planes, control de costos, evaluación de equipos y capacitación del personal.

Aun así, hubieron algunos puntos positivos. La P28 obtuvo la nota más alta, que sugiere una oportunidad para aprovechar la participación de operadores en tareas menores. La P31 superó el promedio, señal de que existe cierta coordinación para acceder a los equipos en los tiempos programados. La P29 se ubicó en un nivel intermedio, reflejando la aplicación puntual del análisis de aceite como única técnica predictiva, y la P32 que hay conciencia sobre fallas repetitivas, aunque sin mecanismos formales de análisis.

Planificación y Ejecución:

El área alcanzó consiguió 36,88 sobre 60, siendo la de mayor calificación, aunque todavía con margen para mejorar.

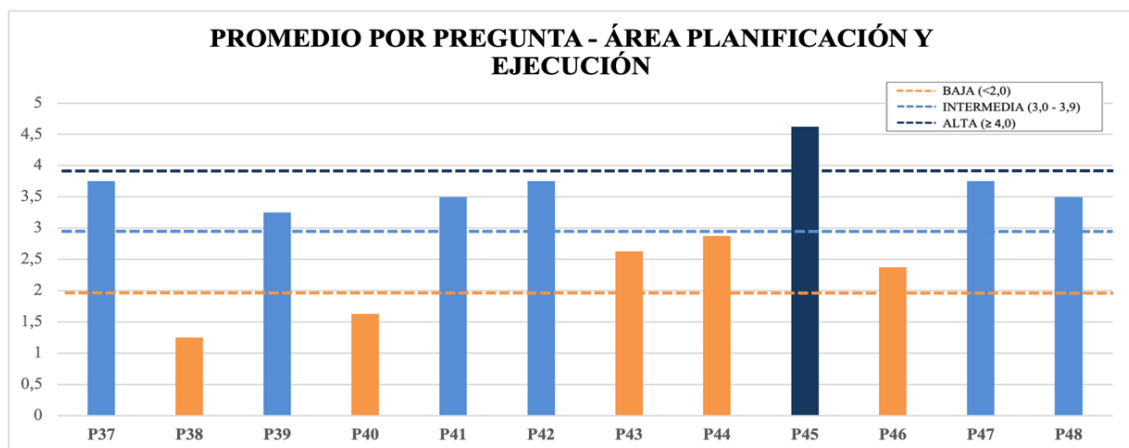


Figura 27. Análisis de promedio por pregunta de Planificación y Ejecución.

Fuente: Elaboración propia.

El 66,7 % se mantuvo entre calificaciones intermedias y altas, destacando el uso de contratistas calificados (P45), el registro de actividades (P41), la asignación del personal según habilidades (P42), la consideración del impacto operativo (P47) y la planificación de mantenimientos mayores (P48). No obstante, el 33,3 % mostró debilidades relacionadas con el control del sobretiempo, el uso de órdenes de trabajo, la planificación de correctivos y el seguimiento de tareas. Estos vacíos reducen la eficiencia y dificultan una mejor preparación de las intervenciones más complejas.

Soporte, Calidad y Motivación:

Con un promedio de 24,63 sobre 60, esta área se posiciona por debajo del umbral mínimo.

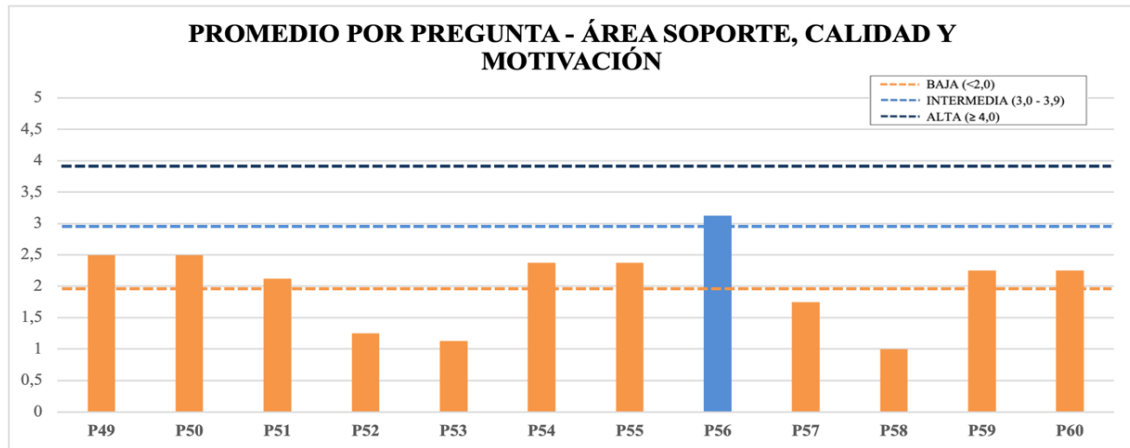


Figura 28. Análisis de promedio por pregunta de Soporte, Calidad y Motivación.

Fuente: Elaboración propia.

El 90 % tuvo resultados bajos, lo que muestra debilidades claras en la gestión de repuestos, el control de inventario, el seguimiento de costos, la verificación de calidad y la motivación del personal. La única excepción fue la P56 (la calidad como objetivo del mantenimiento) que alcanzó un nivel intermedio. Esto indica que el tema se reconoce como importante, aunque en la práctica no se aplica de forma consistente. En conjunto, se sigue confirmando una gestión operativa poco estructurada y sin soporte al personal técnico, lo que afecta tanto la eficiencia como la calidad del mantenimiento.

En términos generales, la evaluación cuantitativa reveló que la gestión del mantenimiento en la organización está por debajo del promedio esperado. Si bien se observaron algunos avances puntuales, aún persisten vacíos considerables, sobre todo en la digitalización de datos, mantenimiento preventivo y motivación del personal. Estos hallazgos señalan los aspectos que deben atenderse con prioridad y servirán como punto de partida para las recomendaciones que se desarrollan en los capítulos siguientes.

3.1.2 Cualitativa

El análisis cualitativo se construyó a partir de entrevistas y observaciones realizadas en campo, cuyos hallazgos fueron organizados por técnica para facilitar su interpretación. Estos resultados sirvieron como base para aplicar dos herramientas de diagnóstico: la matriz FODA, que permite identificar factores internos y externos que influyen en la gestión, y la matriz MCEM, que posiciona el nivel de madurez del mantenimiento según los criterios técnicos y organizativos recabados.

3.1.2.1 Hallazgos de entrevistas

En el presente apartado se presentan los hallazgos derivados de las entrevistas realizadas al jefe mecánico (planta) y al jefe de máquinas (barco). Las respuestas fueron sintetizadas a partir del contenido validado en los anexos y organizadas según las áreas de actuación establecidas en la auditoría. Esta forma de presentación facilitará la posterior integración de conclusiones en el análisis cualitativo general de la gestión.

Tabla 12: Hallazgos de entrevistas de Recursos Gerenciales.

Área de actuación	Hallazgos de entrevistas
Recursos Gerenciales	Jefe mecánico: Prioridad operativa; Limitaciones en planificación económica y seguimiento a resultados; Escasa supervisión organizativa en campo; Gestión reactiva; Falta de evaluación del personal; Sobrecarga de funciones; Ausencia de acciones ante fallas; Bajo impulso a propuestas; Perfil con liderazgo; Antecedentes de mejora institucional. Jefe de máquinas: Selección de recursos por experiencia; Equipamiento limitado por condiciones del entorno; Improvisación ante fallas no previstas; Soporte disponible tras faena; Coordinación efectiva ante emergencias; Dependencia externa en fallas críticas; Aceptación de sugerencias.

Fuente: Elaboración propia.

El compromiso técnico de cada responsable es evidente, pero no cuenta con una estructura organizativa que lo respalde. El resultado del trabajo depende casi por completo de la supervisión, ya que no existen reglas claras para corregir fallas, incentivar al personal ni mantener la continuidad. Esto muestra debilidades tanto en gestión como en logística y soporte técnico institucional.

Tabla 13: Hallazgos de entrevistas de Gerencia de la Información.

Área de actuación	Hallazgos de entrevistas
Gerencia de la información	Jefe mecánico: Registro limitado a tareas básicas y sin historial estructurado; Seguimiento empírico de parámetros operativos; Aplicación de análisis de aceite como diagnóstico predictivo; Limitado acompañamiento del jefe en la gestión documental; Encargada con bajo dominio digital; Escaso impulso organizacional al uso digital; Abandono de sistema previo por falta de soporte; Interés por registrar parámetros clave. Jefe de máquinas: Bitácora útil para el seguimiento diario; Respaldo digital parcial; Supervisión activa del jefe; Se usan cuadernos auxiliares; Registros sujetos al criterio del operador; Falta de estandarización formal; Anotación de mantenimientos básicos; Detalles técnicos omitidos.

Fuente: Elaboración propia.

Se indica que el manejo de la información todavía es parcial y sin un sistema claro. Aunque existen registros, estos no se aplican de manera ordenada ni ofrecen garantías de seguimiento en el tiempo. La iniciativa individual de los jefes son fortalezas puntuales pero la dependencia de la experiencia operativa y la ausencia de estándares comunes evidencian un enfoque reactivo y poco sostenible.

Tabla 14: Hallazgos de entrevista de Equipos y Técnicas de Mantenimiento Preventivo.

Área de actuación	Hallazgos de entrevistas
Equipos y técnicas de Mantenimiento Preventivo	Jefe mecánico: Predominio del mantenimiento correctivo; Preventivo limitado a tareas mínimas; No se trabaja con planes o cronogramas; Tareas definidas por reportes y experiencia, sin base técnica; Programación condicional de intervenciones; Enfoque de componentes a mayor exposición. Jefe de máquinas: Rutinas básicas y cambios menores; Criterios basados en horas o condición visual; Perfil solo operativo; Reparaciones dependen de planta; Detección sensorial y por experiencia; Familiaridad con los equipos; Mantenimiento sin lineamientos formales; Exceso de confianza técnica.

Fuente: Elaboración propia.

El mantenimiento preventivo se aplica de forma mínima y sin planificación estructurada, guiado por la experiencia operativa tanto en planta como a bordo. Las acciones carecen de respaldo técnico, protocolos formales o coordinación entre responsables.

Tabla 15: Hallazgos de entrevistas de Planificación y Ejecución.

Área de actuación	Hallazgos de entrevistas
Planificación y Ejecución	Jefe mecánico: Planificación reactiva tras arribo; Asignación operativa ágil Supervisión directa en trabajos complejos; Coordinación logística interna; Confusión en solicitudes técnicas; Aparición de trabajos no contemplados; Flexibilidad para reorganizar tareas; Limitación por el tiempo de zarpe. Jefe de máquinas: Control básico mediante bitácora y guardia; Sin cronograma estructurado; Planificación reactiva y variable; Reportes dependen del juicio de los maquinistas; Organización básica de tareas; Análisis preliminar y coordinación ante fallas.

Fuente: Elaboración propia.

La ejecución del mantenimiento se atiende cuando aparecen los problemas, sin una programación establecida. Eso hace que las decisiones se tomen sobre la marcha, generando desorden y dificultando la previsión. Pese a ello, el personal responde bien ante las emergencias, y esa capacidad puede servir como base para fortalecer procesos más estructurados.

Tabla 16: Hallazgos de entrevistas de Soporte, Calidad y Motivación.

Área de actuación	Hallazgos de entrevistas
Soporte, Calidad y Motivación	Jefe mecánico: Calidad de trabajo dependiente de supervisión; Fallas por errores humanos; Bajo compromiso del personal; Sin sanción ni aprendizaje tras errores; Oficina técnica sin orden ni sectorización; Repuestos en stock; Entregas lentas por desorden logístico. Jefe de máquinas: Pañol ordenado según espacio; Control manual de insumos; Reposición tras cada faena; Compromiso técnico voluntario; Capacidad para tomar decisiones críticas; Reparaciones mayores postergadas.

Fuente: Elaboración propia.

El compromiso técnico de cada persona es evidente, pero no cuenta con una estructura organizativa que lo respalde. La calidad del trabajo depende casi por completo de la supervisión, ya que no existen reglas claras para corregir fallas, incentivar al personal ni mantener la continuidad. Esto muestra debilidades tanto en gestión como en logística y soporte técnico institucional.

3.1.2.2 Hallazgos de observación

Se presentan a continuación los hallazgos obtenidos a partir de las fichas de observación realizadas durante intervenciones técnicas y actividades de oficina. Esta información complementa las entrevistas y permite validar, contrastar o ampliar los aspectos detectados en la auditoría cualitativa.

Tabla 17: Hallazgos de observación de reparación en campo.

Nº	Tarea observada	Hallazgos de observación
1	Reparación de equipo en campo	Sin planificación ni roles definidos; Herramientas desordenadas; Piezas mal almacenadas; Sin marcapjes ni manuales; Ayudante sin orientación; Improvisación ante imprevistos; Alta dependencia del jefe; Ritmo acelerado sin supervisión; Sin registro técnico; Asistente técnica ausente.

Fuente: Elaboración propia.

El escenario muestra una fuerte dependencia de figuras clave y baja autonomía operativa. La falta de planificación y trazabilidad responde a una cultura técnica basada en la experiencia y resolución inmediata, sin estructuras que aseguren continuidad ni mejora. Aunque la disposición del jefe mecánico es positiva, no compensa una gestión reactiva, débil en prevención y sin garantías de calidad sin supervisión directa.

Tabla 18: Hallazgos de observación de revisión de oficina técnica.

Nº	Tarea observada	Hallazgos de observación
2	Revisión de oficina técnica	Desorden y saturación del espacio; Almacenamiento sin ubicación definida para piezas y documentos; Clasificación deficiente de repuestos por tipo, tamaño o estado; Búsqueda manual lenta y sin garantía de disponibilidad; Ausencia de protocolos para control de insumos.

Fuente: Elaboración propia.

En la práctica, la gestión técnica de apoyo funciona de manera muy limitada. La asistente cumple tareas básicas, pero sin aportar al control ni a la organización, lo que termina cargando de trabajo al jefe mecánico. Esto refleja una forma de trabajo poco enfocada en la autogestión y con escaso uso de herramientas de control.

Tabla 19: Hallazgos de observación de organización y manejo de registros.

Nº	Tarea observada	Hallazgos de observación
3	Organización y manejo de registros de mantenimiento	Informes poco detallados y sin estandarización; Registros sin análisis ni recomendaciones; Archivos físicos sin estructura de consulta ni trazabilidad; Ausencia de historial técnico y planificación documentada; Datos técnicos incompletos; Acceso al SIS Caterpillar sin aprovechamiento pleno.

Fuente: Elaboración propia.

La documentación existente no respalda de forma real el control del mantenimiento. Los registros son incompletos y se guardan sin un orden que permita analizarlos. Al final, parece tratarse más de un cumplimiento formal que de una herramienta para prevenir problemas o mejorar procesos.

Tabla 20: Hallazgos de observación de control técnico-operativo a bordo.

Nº	Tarea observada	Hallazgos de observación
4	Control técnico-operativo a bordo	Errores de registro de horas entre guardias; Anotaciones confusas o mal redactadas; Reportes sin formato ni áreas.; Tareas descritas de forma general, sin síntomas ni observaciones; Etiquetado de muestras con inconsistencias puntuales; Registro técnico sin seguimiento activo; Conocimiento técnico limitado sobre los sistemas.

Fuente: Elaboración propia.

Los hallazgos reflejan una gestión técnica poco estructurada a bordo, donde predominan registros operativos formales pero sin análisis ni retroalimentación. Aunque existen rutinas como el uso de bitácoras y toma de muestras, su aplicación carece de rigor técnico y seguimiento, lo que limita la trazabilidad y el aprendizaje operativo. La participación pasiva del personal y su conocimiento parcial refuerzan una cultura basada en la costumbre más que en el control técnico del mantenimiento.

3.1.2.3 Análisis FODA

Con el fin de organizar y sintetizar los hallazgos obtenidos mediante entrevistas y observaciones, se aplicó la herramienta FODA como paso previo al planteamiento de estrategias de mejora. Esta metodología permite estructurar el diagnóstico cualitativo y orientar el análisis hacia aquellos factores con mayor impacto en la gestión actual.

Según González Fernández (2004), el análisis FODA resulta útil para interpretar situaciones mejorables en mantenimiento, ya que permite reconocer los elementos que condicionan la efectividad de las acciones correctivas o preventivas y valorar la viabilidad de cualquier estrategia de optimización.

El análisis se estructura en cuatro componentes básicos:

- **Fortalezas:** aspectos internos que favorecen el desempeño técnico y pueden aprovecharse para impulsar mejoras.
- **Debilidades:** puntos internos que dificultan el trabajo diario o reducen la eficacia del mantenimiento.
- **Oportunidades:** factores externos favorables que pueden aprovecharse para avanzar o mejorar procesos.
- **Amenazas:** situaciones externas que representan riesgos u obstáculos para el cumplimiento efectivo de los objetivos.

Durante el análisis se identificaron varios factores FODA vinculados a la gestión del mantenimiento. Luego se organizaron y se seleccionaron solo los más relevantes, es decir, los que tienen mayor influencia en el desempeño técnico y operativo. Estos serán los que se utilicen como referencia para el diagnóstico y para plantear las recomendaciones. A continuación, se presentan agrupados por categoría:

FORTALEZAS

F1. Aplicación de análisis de aceite como herramienta de diagnóstico complementaria

F2. Coordinación logística y disponibilidad de materiales para intervención

F3. Supervisión activa, liderazgo y compromiso desde los responsables de mantenimiento

- F4. Capacidad técnica del personal para tomar decisiones operativas críticas
- F5. Registro útil en bitácora
- F6. Disposición del personal operativo para apoyar el mantenimiento
- F7. Apoyo gerencial efectivo en casos críticos
- F8. Ejecución de rutinas básicas de mantenimiento preventivo a bordo
- F9. Respaldo digital en equipos críticos
- F10. Capacidad para organizar los recursos básicos al recibir la lista de trabajos

DEBILIDADES

- D1. Falta de seguimiento y retroalimentación técnica por parte de la gerencia
- D2. Gestión presupuestaria sin fundamentos técnicos ni planificación estructurada
- D3. Ausencia de historial técnico estructurado basado en información útil y acumulada
- D4. Desorden y fallas logísticas en la gestión de materiales
- D5. Registro técnico limitado, basado en criterios subjetivos y sin estandarización
- D6. Mantenimiento preventivo débil, sin estructura formal ni criterios estandarizados
- D7. Predominio del mantenimiento correctivo sin planificación anticipada
- D8. Falta de preparación y organización en la ejecución de intervenciones mecánicas
- D9. Débil trazabilidad documental y ausencia de evidencia visual del trabajo técnico
- D10. Baja motivación y falta de compromiso del personal operativo
- D11. Sobrecarga operativa del jefe mecánico por falta de apoyo técnico y organizativo
- D12. Ausencia de una cultura digital en la gestión del mantenimiento
- D13. Errores humanos durante la intervención técnica
- D14. Limitadas competencias técnicas y baja proactividad del personal a bordo
- D15. Falta de protocolos técnicos y respuestas estructuradas ante fallas no previstas

- D16. Inexistencia de un sistema formal para la atención técnica durante estadía en puerto
- D17. Falta de control y trazabilidad en el manejo y etiquetado de muestras de aceite
- D18. Registro operativo a bordo con errores, redacción deficiente y escaso seguimiento
- D19. Pérdida de información técnica por falta de respaldo y registro formal
- D20. Desvinculación de la gerencia ejecutiva con el entorno operativo
- D21. Diagnóstico y registro sujetos exclusivamente al criterio individual del maquinista
- D22. Ausencia de procedimientos estandarizados durante la ejecución de intervenciones
- D23. Informes de mantenimiento deficientes y sin valor analítico para tomar decisiones
- D24. Dependencia operativa del personal a supervisión constante

AMENAZAS:

- A1. Prioridad operativa por encima del mantenimiento
- A2. Registros técnicos inexactos, incompletos o inconsistentes
- A3. Fallas operativas por descontrol de stock de repuestos
- A4. Dependencia excesiva del criterio individual del jefe mecánico
- A5. Entrega inadecuada de materiales técnicos durante las intervenciones
- A6. Pérdida de información técnica por falta de respaldo
- A7. Diferimiento de reparaciones importantes hasta la veda
- A8. Confianza excesiva en el criterio sensorial del operador
- A9. Limitada autonomía operativa a bordo ante emergencias
- A10. Alta exposición operativa ante fallas críticas
- A11. Entorno operativo variable limita la aplicación de mantenimiento planificado
- A12. Ausencia de una cultura de aprendizaje técnico
- A13. Fallas no previstas y desorden operativo reducen la eficiencia

OPORTUNIDADES

- O1. Antecedentes positivos institucionales
- O2. Voluntad técnica para mejorar los registros técnicos
- O3. Formalización de hábitos técnicos para el monitoreo predictivo
- O4. Desarrollo del equipo de apoyo en gestión y logística
- O5. Optimización operativa de la planificación y asignación de tareas
- O6. Liderazgo técnico con potencial de institucionalización
- O7. Aprovechamiento de la experiencia operativa como base técnica
- O8. Base documental existente como soporte para control técnico
- O9. Formalización de prácticas operativas mediante formatos técnicos estandarizados
- O10. Fortalecimiento técnico del personal mediante capacitaciones específicas
- O11. Acceso al SIS como recurso técnico para soporte y consulta
- O12. Optimización del control administrativo del mantenimiento
- O13. Valoración de sugerencias del personal técnico
- O14. Ampliación del uso de recursos digitales técnicos disponibles

Como resultado del análisis, se construyó un conjunto de matrices FODA condensadas tipo 2x2, que resumen los aspectos clave del diagnóstico y servirá de base para el análisis posterior. Los factores fueron organizados según áreas específicas de la gestión, lo que permitió identificar relaciones directas entre las fortalezas, debilidades y el entorno operativo. A continuación, se presentan las matrices correspondientes.

 ANÁLISIS FODA DIMENSIÓN: Gestión y Soporte Institucional	OPORTUNIDADES	AMENAZAS
	• O1. Antecedentes positivos institucionales. • O4. Desarrollo del equipo de apoyo en gestión y logística. • O12. Optimización del control administrativo del mantenimiento. • O13. Valoración de sugerencias del personal técnico.	• A1. Prioridad operativa por encima del mantenimiento. • A3. Fallas operativas por descontrol de stock de repuestos. • A7. Diferimiento de reparaciones importantes hasta la veda.
FORTALEZAS	ESTRATEGIAS FO (Maximizar Fortalezas – Maximizar Oportunidades)	ESTRATEGIAS FA (Maximizar Fortalezas – Minimizar Amenazas)
• F2. Coordinación logística y disponibilidad de materiales para intervención. • F3. Supervisión activa, liderazgo y compromiso desde los responsables de mantenimiento. • F7. Apoyo gerencial efectivo en casos críticos.	• Aprovechar la logística actual para redistribuir funciones y fortalecer al equipo técnico-administrativo existente. • Usar el liderazgo técnico para formalizar la comunicación con gerencia y estructurar la retroalimentación operativa. • Impulsar mejoras administrativas y retomando la digitalización institucional con liderazgo técnico y respaldo gerencial.	• Fortalecer el control de stock técnico utilizando la logística activa y el soporte gerencial para minimizar riesgos operativos. • Alinear el liderazgo de mantenimiento con la gerencia operativa para priorizar intervenciones críticas con liderazgo técnico y logística disponible, evitando que la presión operativa desplace necesidades técnicas.
DEBILIDADES	ESTRATEGIAS DO (Minimizar Debilidades – Maximizar Oportunidades)	ESTRATEGIAS DA (Minimizar Debilidades – Minimizar Amenazas)
• D1. Falta de seguimiento y retroalimentación técnica desde la gerencia • D2. Gestión presupuestaria sin base técnica. • D11. Sobrecarga operativa del jefe mecánico. • D20. Desvinculación de la gerencia ejecutiva con el entorno operativo.	• Establecer reportes simples de mantenimiento para que la gerencia reciba retroalimentación técnica periódica. • Incorporar un sistema básico de justificación y control técnico-financiero de compras, que permita respaldar solicitudes con criterio técnico y analizar el uso del presupuesto. • Fortalecer el equipo técnico-administrativo con respaldo gerencial, ya sea capacitando a la asistente o incorporando un perfil especializado para planificación y control, reduciendo la carga del jefe mecánico.	• Exponer a la gerencia las consecuencias de fallas por mantenimiento diferido, mediante espacios técnicos breves que motiven su participación y refuercen el involucramiento operativo. • Presentar necesidades de mantenimiento en función de costos o riesgos, para facilitar su priorización frente a la presión operativa.

 ANÁLISIS FODA DIMENSIÓN: Documentación y Trazabilidad	OPORTUNIDADES • O2. Voluntad técnica para mejorar los registros técnicos. • O8. Base documental existente como soporte para control técnico. • O11. Acceso al SIS como recurso técnico para soporte y consulta. • O14. Ampliación del uso de recursos digitales técnicos disponibles.	AMENAZAS • A2. Registros técnicos inexactos, incompletos o inconsistentes. • A6. Pérdida de información técnica por falta de respaldo.
FORTALEZAS	ESTRATEGIAS FO (Maximizar Fortalezas – Maximizar Oportunidades)	ESTRATEGIAS FA (Maximizar Fortalezas – Minimizar Amenazas)
• F1. Aplicación de análisis de aceite como herramienta de diagnóstico complementaria. • F5. Registro útil en bitácora. • F9. Respaldo digital en equipos críticos.	• Aprovechar la base documental disponible para integrar datos clave en un registro técnico más organizado y útil. • Aprovechar el acceso al SIS para complementar registros técnicos con información específica de componentes y tareas de mantenimiento.	• Exigir un registro técnico más claro y completo en bitácora, para evitar errores e inconsistencias en la información operativa. • Respaldo digitalmente los registros operativos en equipos críticos y documentar intervenciones clave, evitando la pérdida de información.
DEBILIDADES • D3. Ausencia de historial técnico estructurado basado en información útil y acumulada. • D5. Registro técnico limitado, basado en criterios subjetivos y sin estandarización. • D9. Débil trazabilidad documental y ausencia de evidencia visual del trabajo técnico. • D18. Registro operativo a bordo con errores, redacción deficiente y escaso seguimiento. • D19. Pérdida de información técnica por falta de respaldo y registro formal. • D23. Informes de mantenimiento deficientes y sin valor analítico para la toma de decisiones.	ESTRATEGIAS DO (Minimizar Debilidades – Maximizar Oportunidades) • Revisar los informes antiguos más completos como modelo base para estructurar los nuevos registros técnicos. • Ampliar los informes técnicos con datos clave como consumos, fallas y recomendaciones, aprovechando la disposición del personal para mejorar los registros y sea una base para la toma de decisiones. • Consolidar un historial técnico básico agrupando digitalmente los informes y registros clave por equipo, usando los archivos existentes como punto de partida.	ESTRATEGIAS DA (Minimizar Debilidades – Minimizar Amenazas) • Solicitar al personal registrar siempre los síntomas detectados y las condiciones en que ocurrió una falla, evitando descripciones genéricas. • Involucrar activamente a la asistente técnica en las intervenciones mecánicas, para asegurar un registro preciso y respaldado con evidencia técnica.

 ANÁLISIS FODA DIMENSIÓN: Planificación, Ejecución y Técnicas Preventivas	OPORTUNIDADES • O3. Formalización de hábitos técnicos para el monitoreo predictivo • O5. Optimización operativa de la planificación y asignación de tareas • O7. Aprovechamiento de la experiencia operativa como base técnica • O9. Formalización de prácticas operativas mediante formatos estandarizados.	AMENAZAS • A5. Entrega inadecuada de materiales técnicos durante las intervenciones. • A11. Entorno operativo variable limita la aplicación de mantenimiento planificado. • A13. Fallas no previstas y desorden operativo reducen la eficiencia. • A14. Variabilidad técnica por falta de procedimientos comunes.
FORTALEZAS	ESTRATEGIAS FO (Maximizar Fortalezas – Maximizar Oportunidades)	ESTRATEGIAS FA (Maximizar Fortalezas – Minimizar Amenazas)
• F2. Coordinación logística y disponibilidad de materiales para intervención. • F8. Ejecución de rutinas básicas de mantenimiento preventivo a bordo • F10. Capacidad para organizar los recursos básicos al recibir la lista de trabajos.	• Estandarizar las rutinas básicas existentes, usando la experiencia del personal como base para aplicar formatos simples y fortalecer el monitoreo predictivo. • Optimizar la ejecución de las intervenciones aprovechando la coordinación logística existente, aplicando esquemas simples de planificación.	• Formalizar una rutina técnica básica antes del zarpe para reducir fallas inesperadas durante la faena. • Aprovechar la experiencia del personal para definir criterios comunes de respuesta, reduciendo la variabilidad técnica. • Aprovechar la capacidad para organizar recursos y la coordinación logística para minimizar entregas inadecuadas de materiales.
DEBILIDADES	ESTRATEGIAS DO (Minimizar Debilidades – Maximizar Oportunidades)	ESTRATEGIAS DA (Minimizar Debilidades – Minimizar Amenazas)
• D4. Desorden y fallas logísticas en la gestión de materiales • D6. Mantenimiento preventivo débil, sin estructura formal ni criterios estandarizados. • D7. Predominio del mantenimiento correctivo sin planificación anticipada. • D8. Falta de preparación y organización en la ejecución de intervenciones. • D15. Falta de protocolos técnicos y respuestas estructuradas ante fallas no previstas. • D16. Inexistencia de un sistema formal para la atención técnica durante estadía en puerto. • D17. Falta de control y trazabilidad en el manejo de muestras de aceite. • D22. Ausencia de procedimientos técnicos estandarizados durante la ejecución de intervenciones.	• Definir un plan de mantenimiento preventivo con base técnica del fabricante, ajustado a la experiencia operativa y organizado por criticidad y horas de servicio. • Establecer rutinas de preparación técnica, aprovechando la experiencia del personal y apoyándose en formatos estandarizados para planificar tareas y asegurar trazabilidad. • Establecer formatos simples de control y etiquetado de muestras de aceite, para evitar pérdida de información.	• Mejorar la organización física del área de trabajo y registrar entregas de materiales en cada intervención, para reducir errores durante la ejecución. • Evaluar periódicamente las fallas técnicas imprevistas o errores operativos detectados en faena, con el fin de ajustar prácticas internas y evitar su repetición en futuras intervenciones. • Asignar un responsable técnico temporal durante las intervenciones, encargado de supervisar el orden y promover una retroalimentación final para corregir errores y mejorar la coordinación. • Consolidar un registro informal de mantenimientos diferidos, como insumo técnico para la siguiente estadía en puerto.

 ANÁLISIS FODA DIMENSIÓN: Desempeño humano y Cultura operativa	OPORTUNIDADES	AMENAZAS
FORTALEZAS	ESTRATEGIAS FO (Maximizar Fortalezas – Maximizar Oportunidades)	ESTRATEGIAS FA (Maximizar Fortalezas – Minimizar Amenazas)
F4. Capacidad técnica del personal para tomar decisiones operativas críticas.	Convertir las decisiones operativas críticas que toma el personal técnico en base para capacitar a personal de apoyo, promoviendo una cultura compartida de respuesta técnica.	Registrar las fallas críticas atendidas por el personal técnico, junto con la solución aplicada, para generar una base práctica de respuestas ante emergencias.
DEBILIDADES	ESTRATEGIAS DO (Minimizar Debilidades – Maximizar Oportunidades)	ESTRATEGIAS DA (Minimizar Debilidades – Minimizar Amenazas)
- D10. Baja motivación y falta de compromiso del personal operativo. - D.12 Ausencia de una cultura digital en la gestión del mantenimiento. - D13. Errores humanos durante la intervención técnica. - D14. Limitadas competencias técnicas y baja proactividad del personal a bordo. - D21. Diagnóstico y registro técnico sujetos exclusivamente al criterio individual del maquinista. - D24. Dependencia operativa del personal a supervisión constante.	- Institucionalizar sesiones breves de revisión técnica, lideradas por los jefes, para reforzar el aprendizaje y corregir errores. - Capacitar a la asistente técnica en control básico con el fin de delegarle tareas clave de control técnico y reducir la carga operativa del jefe. - Implementar una autoevaluación técnica trimestral del personal, enfocada en responsabilidad, orden y colaboración, como base para retroalimentación y mejora continua.	- Capacitar al personal operativo en los sistemas del motor para mejorar el diagnóstico, la redacción de registros y reducir la dependencia del criterio sensorial. - Revisar con el personal los casos recientes de fallas críticas, explicando cómo se pudieron evitar o controlar, para reforzar el aprendizaje y la preparación técnica.

3.1.2.4 Matriz cualitativa de excelencia

Con base en los hallazgos cualitativos, la matriz MCEM permitió evaluar la madurez de la gestión del mantenimiento, ubicándolo principalmente en la Etapa 2: Conciencia, con aspectos puntuales en la Etapa 1: Incertidumbre, reflejo de una gestión reactiva con debilidades aún no superadas.

Etapas Criterios	Etapas 1 Incertidumbre	Etapas 2 Conciencia	Etapas 3 Entendimiento	Etapas 4 Madurez	Etapas 5 Excelencia
Aptitud gerencial	No existe el concepto de prevención - solo se corrige cuando sea necesario	Reconoce que el mantenimiento podría mejorar pero esta renuente a aceptar	Comienza a aprender sobre el impacto del mantenimiento en la rentabilidad - se interesa y promueve algunos cambios	Genera propuestas de mejora hacia el mantenimiento, reconoce que el apoyo de la gerencia es de vital importancia	Incluye al mantenimiento como parte integral de los objetivos del negocio.
Status de la organización Mantenimiento	REACTIVA: trabajar sobre los equipos cuando estos fallan de forma imprevista - reparar cuando se rompa	CONCIENTE: se mantiene corrigiendo fallas pero tiene ahora repuestos y realiza algunos mantenimientos mayores	PREVENTIVA: aplica rutinas preventivas por tiempo de inspección, lubricación, ajustes y servicios menores con el fin de aumentar el TPO de algunos equipos	PREDICTIVA: aplica técnicas de análisis de vibración, termografía, etc., para monitorear la condición de algunos equipos. Realiza análisis de fallas repetitivas	PROACTIVA: define y prioriza las actividades de mant. (preventivo y predictivo) en función de las consecuencias de las fallas y desarrolla modelos de decisión basados en riesgo
Costes totales de mantenimiento / Costes totales de producción	30+%	20-30%	10-20%	5-10%	Menos del 5%
Formas de resolver los problemas	Problemas se resuelven según como vayan apareciendo	Se reparan las fallas en tiempos cortos. Se inician algunos análisis de fallas (solo mantenimiento)	Problemas analizan y se resuelven con información proveniente de mantenimiento y operaciones	Problemas se analizan a partir del esfuerzo de equipos de trabajo (operaciones, mantenimiento, ingeniería, logística, proyectos, etc.)	Problemas se analizan por equipos de trabajo, se evalúan los riesgos y se previenen los problemas que afectan la rentabilidad del negocio
Calificación y adiestramiento del personal de mantenimiento	Trabajos de baja calidad son aceptados, entrenamiento se considera innecesario, ausencia de procedimientos, herramientas en mal estado	Se reconoce la falta de adiestramiento, se identifican las herramientas obsoletas, se identifican algunos procedimientos de trabajo	Se entiende la importancia de la calidad en el mant., se definen los roles y procedimientos de trabajo, se desarrollan algunas habilidades críticas, anualmente se considera un presupuesto para adiestramiento	Se definen procedimientos de certificación de calidad en mantenimiento, se desarrolla personal de mant. de multihabilidades, el entrenamiento se define por rendimiento y desempeño	Altos estándares de calidad en la ejecución del mant., el adiestramiento se visualiza como una inversión y se planifica en función del impacto económico de cada área.
Manejo de la información y proceso de toma de decisiones	No se maneja ningún registro de mantenimiento - la poca data que se recopila es de muy baja calidad	Se utiliza un sistema manual o computarizado muy sencillo - no hay apoyo del sistema para planificar actividades	Se utiliza un sistema que permite desarrollar órdenes de trabajo de mant., se hace seguimiento a los costos totales, (solo tiene acceso mantenimiento)	Se utiliza un sistema computarizado de control del mantenimiento que involucra a mantenimiento y operaciones, se registran datos de costos y confiabilidad de forma segura	Se tiene un sistema de gestión del mantenimiento integrado con todas las áreas del negocio (finanzas, logística, materiales, operación, procesos, etc.), incluye módulo de análisis de Riesgo
Posición de la organización en relación al mantenimiento	Nosotros no tenemos ni idea porque los equipos fallan. La continuidad operacional es muy baja pero para nosotros el mantenimiento no es un factor importante	Nuestros competidores tienen menos problemas que nosotros, su disponibilidad es más alta y no generan tanto impacto en la producción	Un nuevo enfoque de nuestro proceso de gestión del mantenimiento nos puede ayudar a identificar los problemas y a incrementar la disponibilidad de nuestros activos	"Todo el mundo esta comprometido a que la calidad se convierta en algo rutinario dentro del mantenimiento, que pase a ser parte de nuestra filosofía operacional "	"Nosotros no esperamos paros imprevistos y sorpresas, cuando ello ocurre, será sólo en equipos que previamente mantenimiento ha definido como equipos de bajo riesgo

Figura 29. Matriz Cualitativa de Excelencia de Mantenimiento (MCEM).

Fuente: Crespo et al., 2019

3.2 Análisis de resultados

En el presente apartado se analizan los resultados obtenidos durante la evaluación cuantitativa y cualitativa de la gestión del mantenimiento en los equipos críticos del B/P “Cap. Tino B.”. Los hallazgos permiten valorar el desempeño actual, verificar la hipótesis planteada y explicar las causas que han condicionado la situación observada.

Uno de los problemas más críticos fue la ausencia de un sistema efectivo para registrar, analizar y utilizar información técnica. En la evaluación, la Gerencia de la Información fue la que mostró el desempeño más bajo, y lo mismo se confirmó con la parte cualitativa, donde quedó en evidencia la ausencia de historiales, reportes completos y herramientas digitales activas. Esto hace que las decisiones se tomen sin datos de respaldo y que sea difícil detectar a tiempo fallas repetitivas o consumos inusuales.

La gestión gerencial también presentó debilidades. Según las encuestas, hay poca relación con el área técnica y casi nulo seguimiento de objetivos o de la planificación económica. El análisis cualitativo ayudó a entender que esta distancia se debe a que la prioridad institucional está puesta en mantener la operatividad del buque, dejando en segundo plano cualquier esfuerzo de mejora organizativa. Esto genera una gestión poco articulada, sostenida más por iniciativas individuales que por una dirección clara.

En cuanto al mantenimiento preventivo, no existen planes formales ni control de costos. Las tareas se asignan por experiencia, sin apoyo técnico ni coordinación. El análisis de aceite, que es la única técnica predictiva usada, se aplica de forma aislada, quedando como una práctica más de registro que de prevención real.

Respecto al soporte institucional, se encontró que la motivación es baja y el acompañamiento en las tareas diarias resulta limitado. La parte cualitativa también mostró problemas como errores humanos, desorden en la ejecución y una marcada dependencia de la supervisión. Todo esto refleja un ambiente poco estructurado, que no impulsa el desarrollo del personal y termina afectando la continuidad y calidad del mantenimiento.

Finalmente, aunque planificación y ejecución fue el área mejor valorada, los resultados cualitativos evidenciaron un enfoque reactivo. Las tareas se programan tras cada faena, sin cronogramas ni previsión técnica. La capacidad de respuesta depende más del conocimiento operativo acumulado que de una estructura organizada, lo que limita la preparación ante trabajos complejos y reduce la eficiencia general.

3.2.1 Vínculo con los objetivos

A rasgos generales, ambas evaluaciones coincidieron en lo mismo: la parte cuantitativa mostró la mayoría de respuestas en niveles bajos y la cualitativa resaltó más problemas y áreas de mejora que fortalezas consolidadas.

Con estos hallazgos se tiene una visión clara de la situación actual y queda confirmado que la gestión presenta deficiencias importantes, lo que hace necesaria la puesta en marcha de una estrategia técnica inicial. Esta propuesta se fundamenta en las tareas de investigación, que facilitaron el análisis del sistema y respaldan la mejora planteada. La estrategia deberá organizar progresivamente el mantenimiento y mejorar su rendimiento en los equipos críticos evaluados, sentando las bases para un modelo más estructurado.

3.2.2 Justificación y selección de estrategia de mejora

A partir del diagnóstico realizado, se analizaron las distintas estrategias de mantenimiento indagadas previamente con el objetivo de seleccionar aquella que mejor se ajuste a las condiciones actuales y permita iniciar un proceso de mejora sostenible.

La aplicación de CBM, aunque es efectiva en lo técnico, demanda infraestructura de monitoreo, equipos de medición y capacidad para analizar datos, recursos con los que no se cuenta en la actualidad. De igual forma, el TPM requiere un fuerte compromiso organizacional y una cultura de mantenimiento bien establecida, aspectos que todavía no están consolidados. En el caso de la PMO, presupone la existencia de un plan preventivo formal sobre el cual optimizar intervenciones, lo cual no corresponde con la realidad observada, por lo que sería prematuro aplicarla.

En este escenario, el RCM aparece como la opción más adecuada. Su metodología se enfoca en los equipos críticos, en sus funciones y en los modos de falla, lo que permite actuar directamente en la parte técnica sin necesidad de modificar toda la estructura organizativa. Además, facilita incorporar poco a poco el análisis de fallas y criterios técnicos, creando una base sólida para avanzar hacia una gestión más eficiente y con decisiones mejor fundamentadas.

3.3 Informe final y recomendaciones

El informe final recoge de manera organizada los resultados de la evaluación y expone, de manera clara, los hallazgos junto con recomendaciones prácticas para mejorar la gestión del mantenimiento.

Las etapas que se siguieron en el estudio coinciden con lo que indica la norma NC-ISO 19011:2018, que marca las fases básicas de una auditoría: preparación, ejecución y cierre.

Gracias a este enfoque, los resultados pueden integrarse en un proceso de mejora continua y también servir como referencia en futuras auditorías o procesos de acreditación.

El informe completo se incluye en el **Anexo D**, donde se detallan los resultados por cada área evaluada y las recomendaciones correspondientes.

CAPÍTULO IV: PROPUESTA DE MEJORA

Como resultado de la evaluación técnica y organizativa de los capítulos anteriores, se identificaron debilidades en la gestión del mantenimiento de los equipos críticos del B/P “Cap. Tino B.”, como el predominio de acciones correctivas, la escasa planificación y la ausencia de análisis sistemático de fallas. Ante este escenario, se propone aplicar el Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) por su capacidad para orientar decisiones técnicas basadas en funciones, modos de falla y consecuencias operativas.

En el presente capítulo se desarrolla la estrategia seleccionada, comenzando con una explicación teórica del RCM y la forma en que puede aplicarse en el caso analizado. Posteriormente, se definen los equipos que tendrán prioridad a partir de un análisis de criticidad, se describen su generalidades y se utiliza la herramienta AMEF (Análisis Modal de Efectos y Fallos) para identificar posibles fallas, sus causas, efectos e impacto. Finalmente, se formulan recomendaciones específicas de mantenimiento derivadas del análisis, con lineamientos para su implementación progresiva.

4.1 Principios del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad RCM)

4.1.1 Definición

“El Mantenimiento Centrado en Confiabilidad se define como un proceso utilizado para determinar qué se debe hacer para asegurar que cualquier activo físico continúe haciendo lo que sus usuarios quieren que haga en su contexto operacional actual.” (Moubray, 2004)

4.1.2 Las 7 preguntas básicas

El RCM se estructura en torno a siete preguntas básicas que orientan el análisis técnico acerca del activo o sistema que se intenta revisar. La Figura 29 muestra gráficamente su secuencia resumida dentro del proceso de aplicación.

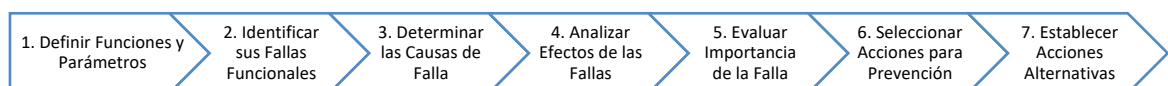


Figura 30. Las 7 preguntas básicas del RCM (Moubray).

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2.1 Funciones y parámetros de funcionamiento

Según Moubray (2004), el primer paso del RCM consiste en “definir las funciones de cada activo en su contexto operacional, junto con los parámetros de funcionamiento deseados” (p. 8). Esta etapa marca el punto de partida del análisis, ya que define qué se espera del activo y bajo qué condiciones debe trabajar.

Las funciones primarias describen su propósito principal, por ejemplo, generar potencia, controlar la temperatura o mover un fluido. En cambio, las funciones secundarias incluyen aspectos complementarios como la seguridad, la eficiencia, el cumplimiento de normas, la resistencia estructural o incluso el confort.

El aporte de los usuarios resulta clave, pues son ellos quienes saben en la práctica cuánto influye el activo en el desempeño general de la organización.

4.1.2.2 Fallas funcionales

En el RCM, una falla funcional se define como cuando “el activo no puede cumplir una función de acuerdo con el parámetro de funcionamiento que el usuario considera aceptable” (Moubray, 2004, p. 9).

Esta definición incluye tanto la incapacidad total de operar como las fallas parciales, en las que el equipo sigue funcionando, pero con un desempeño por debajo de lo requerido, por ejemplo, sin mantener la precisión o la capacidad esperada.

4.1.2.3 Modos de falla

Una vez identificada cada falla funcional, el siguiente paso es determinar los hechos que puedan haberla provocado. Según Moubray (2004), “estos hechos se denominan modos de falla” (p. 9). Estos comprenden todas las causas razonablemente posibles de incumplimiento de una función, ya sea por desgaste, errores humanos, defectos de diseño o factores externos, e incluyen tanto fallas que ya han ocurrido como aquellas que podrían presentarse en el contexto operativo.

4.1.2.4 Efectos de falla

El cuarto paso consiste en describir las consecuencias inmediatas de cada modo de falla. Según Moubray (2004), los efectos de falla deben detallar lo que ocurre cuando se

presenta el modo de falla, incluyendo la evidencia de que ha ocurrido, posibles amenazas a la seguridad o al medio ambiente, impacto en la producción u operaciones, daños físicos generados y acciones necesarias para su reparación.

4.1.2.5 Consecuencias de falla

Se refieren a los efectos que produce la ocurrencia de una falla, los cuales pueden manifestarse como interrupciones en la operación, pérdida de rendimiento, daños a componentes relacionados o riesgos para las personas y el medio ambiente. Según Moubray (2004), son estas consecuencias las que más influyen en el intento de prevenir cada falla, ya que una mayor gravedad implica un mayor esfuerzo por evitarla. Una forma representarla es mediante una escala de severidad.

4.1.2.6 Tareas proactivas

Son aquellas acciones planificadas con el fin de prevenir o mitigar la ocurrencia de fallas antes de que se conviertan en eventos funcionales. A diferencia del mantenimiento correctivo, estas se programan de acuerdo a la identificación anticipada de condiciones que puedan derivar en pérdida de función, con el objetivo de garantizar la confiabilidad y disponibilidad del equipo.

Moubray (2004) indica que “cuando las consecuencias de las fallas son importantes, algo debe hacerse para prevenir o predecir las fallas, o al menos para reducir las consecuencias” (p. 13). Bajo este principio, el RCM agrupa las tareas en tres categorías:

- **Reacondicionamiento cíclico:** restaurar el componente a una condición aceptable antes de que se produzca la falla.
- **Sustitución cíclica:** reemplazar el componente en intervalos definidos, aunque todavía funcione, para reducir el riesgo de averías.
- **Tareas a condición:** monitorear parámetros o indicadores para intervenir solo cuando se detecten signos de degradación.

Estas permiten seleccionar la estrategia más adecuada para cada modo de falla, optimizando recursos y asegurando intervenciones en el momento justo.

4.1.2.7 Acciones a falta de

El último paso del proceso RCM consiste en la definición de “acciones a falta de”, entendidas como medidas alternativas cuando no es posible establecer una tarea proactiva técnicamente viable, segura o económicamente justificable para prevenir una falla.

Según Moubray (2004), las opciones pueden abarcar desde inspecciones para detectar fallas ocultas hasta modificaciones de diseño o, en casos específicos, la aceptación controlada del riesgo. La selección de cualquiera de estas opciones requiere que los modos de falla estén sustentados en estudios técnicos y criterios de riesgo claramente definidos, permitiendo determinar con precisión la opción más adecuada.

4.2 Implementación del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad RCM)

La implementación del RCM requiere traducir los principios y pasos teóricos en un plan de acción adaptado al contexto operativo de los equipos críticos seleccionados. Este proceso inicia con la priorización de activos mediante el análisis de criticidad y continúa con la aplicación de las herramientas de evaluación propias de la estrategia, resumidas en el Análisis de Modos y Efectos de Fallas (AMEF).

4.2.1 Análisis de criticidad

Antes de aplicar una estrategia como el RCM, es fundamental identificar qué equipos requieren mayor atención, ya que no todos tienen el mismo impacto ni justifican el mismo nivel de intervención. Por ello, se evaluaron los seis motores del B/P “Cap. Tino B.” con el propósito de definir en cuáles enfocar la propuesta de mejora.

Parra&Crespo (2019) presentan distintas metodologías para jerarquizar activos, pero en este caso se optó por el modelo de “Criticidad Total por Riesgo (CTR)”, ya que ofrece una estructura sencilla que puede aplicarse con información obtenida directamente en campo, sin requerir bases de datos históricos ni herramientas complejas.

El CTR permite estimar la criticidad de un equipo como el producto entre la frecuencia de fallos (FF) y las consecuencias del fallo (C), expresadas mediante la fórmula:

$$CTR = FF \times ((IO \times FO) + CM + SHA)$$

La valoración de cada variable se realizó con base en criterios prácticos obtenidos mediante conversaciones técnicas sostenidas con los maquinistas y el jefe mecánico, considerando su experiencia directa con los equipos evaluados y las situaciones reales enfrentadas durante las operaciones. A continuación, se detallan los criterios utilizados para asignar cada valor:

- Frecuencia de fallos (FF):

Dado que no existe historial documentado, se estimó consultando cuántas veces se intervino cada motor por fallas relevantes en el último año.

FF = 4 → Si se han registrado más de 2 fallas importantes.

FF = 3 → Si recuerdan entre 1 y 2 fallas.

FF = 2 → Si solo ha ocurrido una falla leve o correctiva no crítica.

FF = 1 → Si no ha presentado fallas significativas.

- Factores de consecuencia

- Impacto en la operación (IO):

Los niveles de impacto se definieron según cuánto compromete la falla la operación del buque, entendida como la capacidad de navegar y faenar.

IO = 10 → Se detiene completamente la operación.

IO = 7 → Se interrumpe la operación.

IO = 5 → Se limita la operación.

IO = 3 → Se altera levemente la operación.

IO = 1 → La operación no se ve afectada.

- Flexibilidad operacional (FO):

Se valoró según la existencia de respaldo disponible y la facilidad para mantener la operación ante una falla.

FO = 4 → No hay respaldo disponible. Si el motor falla, no puede sustituirse y su reparación requiere tiempo y logística compleja.

FO = 2 → Hay respaldo parcial. La operación puede continuar con restricciones, y la reparación es manejable.

FO = 1 → Hay respaldo inmediato. La operación sigue sin inconvenientes y la reparación es rápida y sencilla.

- Costo de mantenimiento (CM)

Se asignó en función del costo estimado de intervención, consultado con el personal técnico.

CM = 2 → Costes de reparación, materiales y mano de obra superiores a \$20.000.

CM = 1 → Costes de reparación, materiales y mano de obra inferiores a \$20.000.

- Impacto en seguridad, ambiente e higiene (SAH)

Hace referencia a las consecuencias de una falla sobre personas y ambiente.

SAH = 8 → Riesgo alto de pérdida de vida, daños graves a la salud del personal y/o incidente ambiental mayor (catastrófico) que exceden los límites permitidos.

SAH = 6 → Riesgo medio de pérdida de vida, daños importantes a la salud y/o incidente ambiental de difícil restauración.

SAH = 3 → Riesgo mínimo de pérdida de vida y afección a la salud (recuperable en el corto plazo) y/o incidente ambiental menor (controlable), derrames fáciles de contener y fugas repetitivas.

SAH = 1 → No existe ningún riesgo de pérdida de vida, ni afección a la salud, ni daños ambientales.

La siguiente tabla resume la aplicación del modelo de criticidad a los seis motores evaluados.

Tabla 21: Análisis de criticidad de equipos a bordo.

Equipo	FF	IO	FO	CM	SHA	CONSECUENCIA	CRITICIDAD
Máquina Principal	2	10	4	2	8	50	100
Máquina Auxiliar N°1	4	5	2	2	6	18	72
Máquina Auxiliar N°2	3	5	2	2	6	18	54
Auxiliar Hidráulico	1	7	4	2	6	36	36
Auxiliar de Popa	1	1	1	1	3	5	5
Máquina de Panga	2	7	4	2	3	33	66

Fuente: Elaboración propia.

A partir de los resultados obtenidos en la tabla anterior, se elaboró la matriz de criticidad que permite visualizar gráficamente el nivel de riesgo asociado a cada motor, en función de su frecuencia de fallas y el nivel de consecuencias que genera su falla.

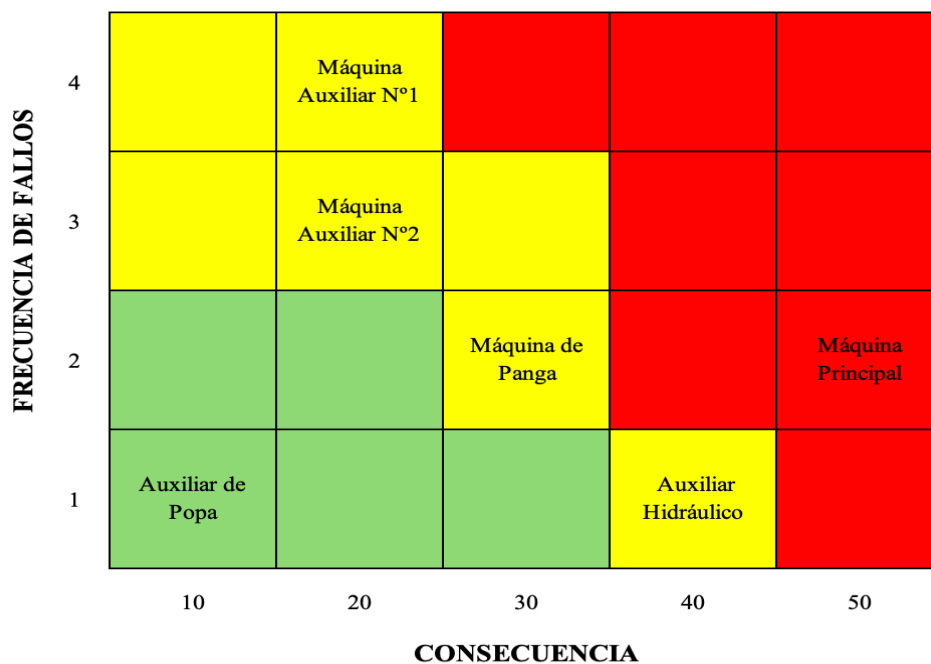


Figura 31. Matriz de criticidad de equipos del B/P “Cap. Tino B.”

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2 Caracterización de los equipos críticos

Con base en los resultados del análisis de criticidad, se identificó que la Máquina Principal y la Máquina Auxiliar N.º 1 son los equipos con mayor nivel de riesgo operativo en caso de falla. Esta prioridad responde tanto a su función clave en la propulsión y generación eléctrica del buque, como a la frecuencia e impacto de sus fallas. Por ello, se han seleccionado para la aplicación inicial del RCM.

4.2.2.1 Contexto operacional

La máquina principal opera en jornadas prolongadas durante la faena, con un promedio de 15 a 18 horas diarias que equivalen a más de 61.000 horas acumuladas hasta la actualidad. Su régimen habitual se sitúa entre 950 y 1050 RPM (75–85 % de su potencia nominal), aunque enfrenta variaciones súbitas de carga derivadas de maniobras de pesca y condiciones marítimas exigentes, que incrementan el factor de carga y demandan una mayor capacidad de respuesta del motor.

Por su parte, la máquina auxiliar N.º1 acumula aproximadamente 42.000 horas totales hasta la actualidad. Opera de manera continua tanto en altamar como en puerto, suministrando energía a los sistemas de pesca, refrigeración, alumbrado, compresores, bombas de agua y demás servicios auxiliares. Su demanda habitual se sitúa en torno a 370 kVA, lo que representa un factor de carga cercano al 90 %. Esta condición, unida a las fluctuaciones constantes de la demanda eléctrica, exige al equipo un desempeño estable y sostenido en todo momento.

Ambos motores están expuestos a altos niveles de humedad, atmósfera salina, vibraciones estructurales y cambios térmicos derivados de la operación en entornos marinos, con variaciones de temperatura ambiente y de fluidos internos que inciden directamente en su desempeño y desgaste.

4.2.2.2 Fichas técnicas

A continuación, se presenta la caracterización técnica de ambos equipos, elaborada con información oficial del fabricante y datos operativos recopilados a bordo. Esta etapa permite describir sus funciones, características generales y sistemas relevantes, sirviendo como base para el análisis posterior en la aplicación del RCM.

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
REALIZADO POR:	Jaquie Rodríguez Carlos Eduardo	FECHA:	23 de junio del 2025
INFORMACIÓN GENERAL			
EMBARCACIÓN	B/P Cap. Tino B.	MÁQUINA/EQUIPO	Motor térmico
OPERADORA	Manacripex CIA.LTDA.	FABRICANTE	Caterpillar
RESPONSABLE	Taller de Mecanica Naval	MODELO	3512 B
UBICACIÓN	Centro / Sala de maquinas	SERIE	SK200366
SECCIÓN	Principal/Propulsión	ARREGLO	232-2506
CÓDIGO INTERNO:	MP01CP	INCORPORACIÓN	11/12/2014
MANUAL DE MANTENIMIENTO: Motores de propulsión marina 3508B, 3512B, 3516B			
ASPECTOS TECNICOS			
CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES		IMAGEN DE REFERENCIA: 	
TIPO: 4 Tiempos / 12 cilindros en V (60°) RELACION DE COMPRESION: 14:1 POTENCIA NOMINAL: 1300 HP RPM NOMINAL: 1200 RPM CONSUMO DE COMBUSTIBLE (TIPO): 61 GAL/HR (Diesel 2) CONSUMO DE ACEITE (TIPO): (SAE 15W40)			
SISTEMAS FUNCIONALES			
ENFRIAMIENTO: Agua de mar + Sistema de doble circuito (JCAW y SCAC) con tanque de expansión e intercambiadores de calor. ADMISIÓN Y ESCAPE: Con turbocompresor (2) y posenfriador. Escape seco. ARRANQUE: Motor neumático. LUBRICACIÓN: Presurizado mediante bomba de engranajes. Cáster de 625L. INYECCIÓN: Inyectores de combustible electrónicos EUI. Governor ADEM3.			
FUNCIÓN PRINCIPAL:		Accionar la propulsión del buque con una potencia continua de 1300 HP a 1200 RPM, garantizando una operación sostenida durante faena.	
Firma		Firma	
Jefe de máquinas		Jefe mecánico	

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
REALIZADO POR:	Jaque Rodríguez Carlos Eduardo	FECHA:	23 de junio del 2025
INFORMACIÓN GENERAL			
EMBARCACIÓN	B/P Cap. Tino B.	MÁQUINA/EQUIPO	Generador térmico
OPERADORA	Manacripex CIA.LTDA.	FABRICANTE	Caterpillar
RESPONSABLE	Taller de Mecanica Naval	MODELO	3406 C
UBICACIÓN	Lado de babor / Sala de maquinas	SERIE	PFH01084
SECCIÓN	Auxiliar/Generación	ARREGLO	238-5347
CÓDIGO INTERNO:	MA02CP	INCORPORACIÓN	11/12/2014
MANUAL DE MANTENIMIENTO: 3406 Grupo electrógeno auxiliar marino			
ASPECTOS TÉCNICOS			
CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES • TIPO: 4 Tiempos / 6 cilindros en línea • RELACION DE COMPRESION: 14.5:1 • POTENCIA DE MOTOR: 460 HP • POTENCIA ELÉCTRICA ESTIMADA: 320 KW • RPM NOMINAL: 1800 RPM • CONSUMO DE COMBUSTIBLE (TIPO): 25.1 GAL/HR (Diesel 2) • CONSUMO DE ACEITE (TIPO): (SAE 15W40)		IMAGEN DE REFERENCIA: 	
SISTEMAS FUNCIONALES • ENFRIAMIENTO: Agua de mar + intercambiador de calor (JWAC) + Tanque de expansión. • ADMISIÓN Y ESCAPE: Con turbocompresor y posenfriador. Escape húmedo. • ARRANQUE: Motor de arranque eléctrico. • LUBRICACIÓN: Presurizado mediante bomba de engranajes. • INYECCIÓN: Inyectores mecánicos. Governor hidromecánico tipo WDWRD.		GENERACIÓN ELÉCTRICA: • Trifásico sin escobillas • Potencia PRIME de 400 kVA • Factor de potencia de 0.8 • Tensión salida: 440 V ; Frecuencia: 60Hz • Conexión delta y sistema autoexcitado	
FUNCIÓN PRINCIPAL:		Generar energía eléctrica de forma continua a 320 kW, 440 V y 60 Hz, con una velocidad nominal de 1800 RPM, para alimentar lossistemas auxiliares y servicios a bordo del buque durante faena.	
Firma		Firma	
Jefe de máquinas		Jefe mecánico	

4.2.2.3 Esquemas generales

Se presenta el esquema de los modelos de máquina principal Caterpillar 3512B y del auxiliar Caterpillar 3406C del B/P Cap. Tino B., mostrando la disposición física y conexión básica de sus sistemas funcionales.

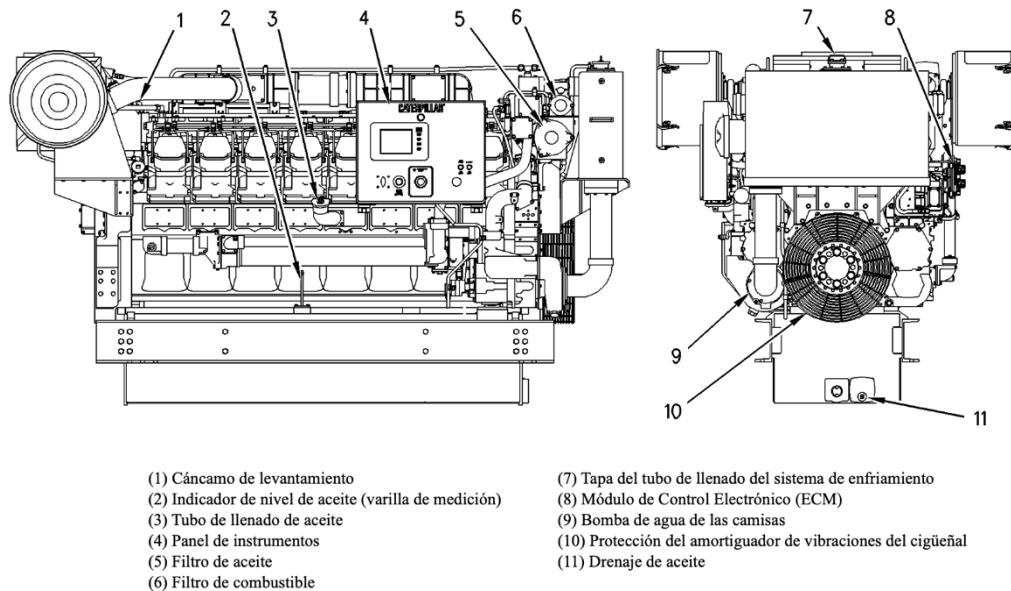


Figura 32. Esquema general de la 3512B.

Fuente: SIS Caterpillar.

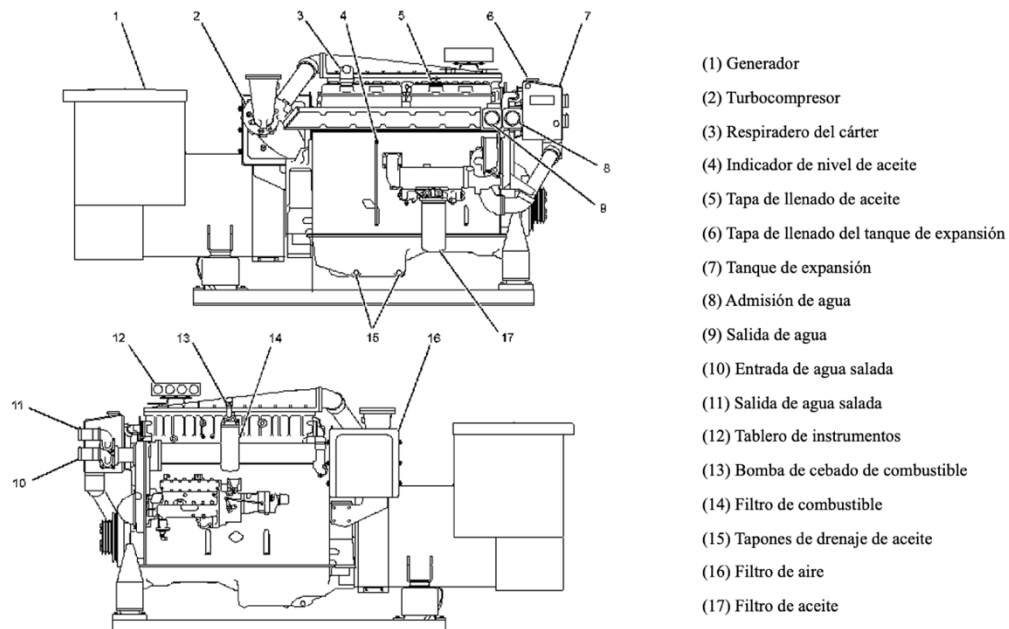


Figura 33. Esquema general de la 3406C.

Fuente: SIS Caterpillar.

4.2.2.4 Descripción de sistemas

A continuación se describen los principales sistemas funcionales de ambos motores, que, aunque comparten la lógica de un diésel marino, difieren en configuración, potencia, dimensiones y disposición de componentes. (SIS Caterpillar)

Sistema de combustible:

Encargado de llevar el diésel filtrado y a presión hasta los inyectores.

- 3512B: Electrónico (EUI). Tiene bomba de transferencia con galería de baja presión, bomba de cebado manual, filtros primario y secundario. Cada inyector es de tipo unit injector con solenoide controlado por la ECM.
- 3406C: Mecánico. Usa bomba de inyección lineal que mueve los émbolos mediante una cremallera. La dosificación depende de un gobernador mecánico que regula la posición de la cremallera.

Sistema de admisión y escape:

Suministrar aire limpio y comprimido al motor y expulsar gases de combustión.

- 3512B: Filtro de aire, doble turbocompresor, aftercooler con núcleo anticorrosión y enfriamiento independiente (SCAC). Múltiples secos aislados y turbos lubricados por aceite con enfriamiento de cojinetes por agua.
- 3406C: Filtro de aire, un turbocompresor con cojinetes lubricados y enfriados por aceite. Colector de escape enfriado por agua.

Sistema de refrigeración:

Controlar la temperatura del motor y del aire de admisión.

- 3512B: Dos circuitos: uno para el motor (JCAW) y otro independiente para el aftercooler (SCAC). Incluye bombas centrífugas principal, auxiliar y de mar, 4 termostatos, 2 intercambiadores de calor y tanque de expansión.
- 3406C: Un solo circuito para motor y aftercooler, con bomba centrífuga, 2 termostatos, tanque de expansión e intercambiador de calor.

Sistema de lubricación:

Mantener un flujo de aceite limpio y a presión para lubricar las partes del motor.

- 3512B: Bomba de engranajes de 2 secciones (presión y barrido) con válvula de alivio; filtros dúplex con válvula de conmutación y bypass; enfriador; respiradero, cárter profundo, bomba eléctrica de prelubricación y bomba manual de sumidero.
- 3406C: Bomba de una sección con válvula de alivio; filtro simple y enfriador con bypass; respiradero y cárter estándar.

Sistema eléctrico (arranque, carga y control):

Proveer energía para el funcionamiento de los sistemas de control, la carga de baterías y el arranque del motor.

- 3512B: Arranque neumático con control eléctrico, alternador de carga, cableado y ECM que recibe datos de sensores para controlar inyección y alarmas.
- 3406C: Arranque eléctrico 24 V, alternador principal para generación, alternador auxiliar para carga, gobernador mecánico y tablero de control.

4.2.2.5 Análisis de criticidad de sistemas

Se realizó un análisis de criticidad por sistemas, limitando el alcance a aquellos de mayor relevancia operativa y técnica. La elección de acotar el estudio responde a que aplicar la metodología a todos los sistemas presentes en los motores generaría un contenido excesivamente extenso y poco práctico para los objetivos planteados. El enfoque se mantuvo en los elementos que, por su función e incidencia directa en la operación, presentan un impacto determinante en la disponibilidad, seguridad y confiabilidad de los equipos evaluados.

La evaluación se desarrolló utilizando nuevamente la metodología de Criticidad Total por Riesgo (CTR), integrando en una sola tabla comparativa las valoraciones obtenidas para los sistemas de ambos motores.

Tabla 22: Análisis de criticidad de sistemas por equipo crítico.

SISTEMAS	EQUIPO	FF	IO	FO	CM	SHA	CONSECUENCIA	CRITICIDAD
Combustible	3512B	3	10	4	2	3	45	135
	3406C	3	10	4	1	3	44	132
Admisión y escape	3512B	3	5	2	2	3	15	45
	3406C	4	5	4	1	3	24	96
Refrigeración	3512B	3	7	2	1	6	21	63
	3406C	3	7	4	1	6	35	105
Lubricación	3512B	2	7	2	1	6	21	42
	3406C	3	7	4	1	6	35	105
Eléctrico (arranque, carga y control):	3512B	1	10	2	2	1	23	23
	3406C	3	10	4	1	3	44	132

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran que, en el 3512B, los sistemas más críticos son combustible por su impacto directo, y admisión/escape y refrigeración por su mayor probabilidad de fallas. En el 3406C, los sistemas más críticos son combustible y eléctrico por su alto impacto en la operación y su nula flexibilidad operativa, y lubricación por los problemas recientes de consumo de aceite.

4.2.3 Análisis de Modos y Efectos de Fallas (AMEF)

El AMEF es la herramienta central del RCM, donde se integra la información obtenida en todo el proceso. Moubray (1997) lo describe como la base documental que enlaza el conocimiento del activo con las decisiones de mantenimiento, consolidando funciones, fallas funcionales, modos de falla, efectos y consecuencias en un formato estándar por sistema y componente que facilita priorizar y definir las estrategias más adecuadas.

A continuación, se presenta el AMEF de los sistemas más críticos de ambos equipos, con componentes representativos y de fácil identificación, incluyendo el cálculo del NPR, que “es un valor numérico que mide el riesgo asociado a un modo de falla en un AMEF, calculado multiplicando la Severidad (S), la Ocurrencia (O) y la Detectabilidad (D)” (Hartwell, 2022), para valorar el impacto de las fallas en una escala del 1 al 10 y priorizar acciones de mantenimiento.

4.2.3.1 AMEF 3512B

SISTEMA	COMPONENTE	1. FUNCIÓN/PARÁMETRO	2. FALLA FUNCIONAL	3. MODOS DE FALLO	4. EFECTOS DEL FALLO	5. IMPACTO DEL FALLO				GLOBAL	6. ACCIONES PROACTIVAS
						Severidad	Ocurrencia	Detectabilidad	NPR		
SISTEMA DE COMBUSTIBLE	Filtros de Combustible (Primario/Secundario) Tipo Dúplex	Retener impurezas sólidas y separar agua del diésel en dos etapas de filtrado para proteger la bomba e inyectores.	Filtración no efectiva que altera la calidad y continuidad del suministro de diésel.	1. Obstrucción del elemento filtrante	Disminución del caudal de combustible, caída de presión en la línea, pérdida de potencia del motor, dificultad de arranque, posible parada del motor.	6	6	3	108	119,5	1) Diario: drenar agua y sedimentos del separador primario 2) Cada 1.000 h: limpiar o reemplazar el filtro primario/separador de agua 3) Cada 1.000 h: reemplazar filtro secundario de combustible 4) Inspeccionar sellos y uniones al reemplazar cartuchos. 5) Usar solo repuestos Caterpillar originales. 6) Revisar periódicamente el correcto movimiento de la válvula de conmutación: que no esté dura, corroída ni con sedimentos. Lubricar.
				2. Fugas en conexiones o carcasa	Pérdida de combustible, riesgo de incendio, caída de presión en el sistema, entrada de aire al circuito provocando fallos de inyección.	7	4	4	112		
				3. Paso de combustible sin filtrar	Desgaste o daño prematuro de los inyectores unitarios, obstrucción interna de toberas, aumento de emisiones y humo, pérdida de rendimiento.	8	3	7	168		
				4. Fallo en válvula de conmutación	Interrupción o restricción del suministro de combustible, funcionamiento irregular del motor, paso de combustible contaminado a los inyectores, pérdida de potencia.	6	3	5	90		
	Bomba de Transferencia de Combustible	Suministrar combustible filtrado a los inyectores EUI, manteniendo la galería a 60-70 psi para un flujo estable.	Entrega inestable de combustible, sin garantizar la presión constante necesaria en la galería de alimentación.	1. Desgaste de engranajes internos	Pérdida de presión y caudal hacia la galería; Alimentación deficiente de los inyectores EUI; Riesgo de fallos de combustión y pérdida de potencia	9	4	6	216	168	1) Asegurar que los filtros primario y secundario se mantengan en buen estado, la bomba es muy sensible a partículas abrasivas. 2) Cada 1.000 h: purgar (cebar) sistema de combustible cuando el sistema se abre (por ejemplo, mismo intervalo de cambio de filtros) 3) Cada 2.000 h: inspeccionar bomba de transferencia para detectar fugas, desgaste o vibraciones. 3) Verificar periódicamente que no haya goteo en empaques y retenes. 4) Confirmar que la presión de transferencia se mantenga dentro del rango especificado durante operación. 5) Escuchar ruidos anormales de engranes y eje durante operación.
				2. Desgaste del acoplamiento de mando	Juego excesivo o deslizamiento, afectando la transmisión de par; Vibraciones y ruidos anormales; Posible paro por rotura del acoplamiento.	8	3	6	144		
				3. Fugas internas por desgaste	Pérdida de presión interna sin evidencia externa; Caída en la eficiencia de la bomba; Sobrecalentamiento del combustible por recirculación.	9	4	7	252		
				4. Daño en elementos de soporte	Desalineación interna y desgaste acelerado de engranajes; Vibraciones y ruido mecánico; Posible agrietamiento y paro repentino de la bomba	6	2	5	60		
	Módulo de Control Electrónico (ECM)	Activar el solenoide del inyector EUI con señal de 105 V, donde el instante define el avance y la duración determina la cantidad de combustible por carrera.	Activación imprecisa de los inyectores EUI, alterando el control del tiempo y cantidad de inyección.	1. Fallo de hardware interno	Interrupción total o parcial del control de inyección, provocando pérdida de potencia, aumento de emisiones o paro del motor.	9	2	4	72	79,5	1) Limpiar e inspeccionar sensores de velocidad/sincronización a las primeras 250 h, luego 4.000 h y 6.000 h. 2) Conectar E.T. CAT en cada mantenimiento programado → revisar códigos de falla activos y eventos históricos. 3) Revisar con E.T. CAT tendencias críticas para anticipar fallas. 4) Evitar acumulación de polvo o humedad en la carcasa. 5) Revisar periódicamente conectores y pines del ECM para detectar sellos dañados, corrosión o flojedad.
				2. Fallo en el circuito de salida al solenoide	Inyección intermitente o nula en el cilindro afectado, causando desbalance, vibraciones y mayor consumo	7	3	3	63		
				3. Error de sincronización de señal	Adelanto o retraso de la inyección, derivando en combustión ineficiente, golpeteo, humo y posible daño interno	9	3	5	135		
				4. Sobrecalentamiento del ECM	Reducción del rendimiento, fallos intermitentes, riesgo de daño irreversible y hasta paro repentino del motor.	8	2	3	48		
	Inyectores Unitarios Electrónicos (EUI)	Inyectar combustible atomizado en la cámara de combustión a una presión aproximada de 24 000–28 000 psi, dependiendo de las condiciones de operación.	Pulverización del combustible inadecuada respecto a la presión y patrón de inyección requeridos.	1. Obstrucción de tobera	Pulverización deficiente del combustible; Pérdida de potencia / Golpeteo; Aumento de consumo y emisiones de humo; Temperatura alta en cámara y posible daño al pistón	9	6	6	324	208,5	1) Drenar agua y sedimentos del tanque de combustible diariamente. 2) Inspeccionar y ajustar inyectores cada 250 h (primera vez) y después cada 4.000 h. 3) Revisar conectores de solenoides cada 500 h y en cada ajuste de inyectores (4.000 h). 4) No limpiar toberas con cepillos metálicos ni herramientas abrasivas. 5) Realizar pruebas de balance de cilindros y test de actuadores con E.T. CAT cada 2.000–4.000 h o ante síntomas de combustión irregular. 6) Asegurar funcionamiento del sistema de lubricación que alimenta el accionamiento mecánico de los inyectores.
				2. Fugas internas y externas	Pérdida de presión de inyección; Dificultad de arranque; Funcionamiento irregular; Riesgo de incendio (fugas externas)	9	5	5	225		
				3. Fallo eléctrico (solenoides)	Inyección intermitente o nula; Pérdida de uno o más cilindros; Vibraciones y golpeteo en el motor; Activación de códigos de falla en el ECM	8	4	3	96		
				4. Fallo mecánico (plunger/accionamiento)	Sincronización incorrecta de la inyección; Disminución de presión de inyección; Golpeteo mecánico o ruido anormal; Panda inesperada si afecta a varios inyectores.	9	3	7	189		

SISTEMA	COMPONENTE	1. FUNCIÓN/PARÁMETRO	2. FALLA FUNCIONAL	3. MODOS DE FALLO	4. EFECTOS DEL FALLO	5. IMPACTO DEL FALLO				GLOBAL	6. ACCIONES PROACTIVAS
						Severidad	Ocurrencia	Detectabilidad	NPR		
SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	Bomba de agua principal (Jacket Water – JCAW)	Mantener la circulación del refrigerante a un caudal de 80 GPM y una succión mínima de 0,5 psi para evitar cavitación.	Rendimiento hidráulico insuficiente que compromete la circulación continua del refrigerante.	1. Cavitación por alta temperatura o baja succión	Erosión localizada en paletas del impulsor y carcasa; Disminución progresiva del caudal por formación de burbujas de vapor; Inestabilidad en la presión del circuito.	8	3	5	120	174	1) Inspección de bomba cada 6.000 h → revisar juego del eje, fugas en retenes, desgaste de impulsores y rodamientos.
				2. Desgaste o rotura del impulsor	Pérdida inmediata y significativa de caudal de refrigerante; Fluctuaciones bruscas en la temperatura de operación; Posible ingreso de fragmentos metálicos al circuito.	9	4	6	216		2) Revisar correas y acoplamientos (cada 250 h inspección general)
				3. Juego excesivo en el eje o cojinetes desgastados	Pérdida de alineación interna, generando rozamiento anormal; Fugas por daño en sellos mecánicos; Desbalance del impulsor que reduce el rendimiento hidráulico.	9	4	6	216		3) Inspección visual frecuente del orificio de drenaje y monitoreo funcional (ruidos, vibraciones, caudal)
				4. Corrosión interna por refrigerante contaminado	Reducción de la capacidad de intercambio térmico del circuito; Pérdida de presión en el circuito por desgaste de superficies; Aparición de fugas internas y externas.	8	3	6	144		4) Control de calidad del refrigerante (nivel, concentración, pH, SCA/ELC) → prevenir corrosión y desgaste interno.
	Bomba de agua auxiliar de aftercooler (Separate Circuit – SCAC)	Mantener la circulación del circuito de baja temperatura a un caudal de 93 GPM, y succión mínima de 0,5 psi para evitar cavitación	Pérdida de capacidad para sostener el caudal y succión mínimos del circuito de baja temperatura.	1. Desgaste mecánico por operación continua	Pérdida gradual de eficiencia de bombeo; Aumento de ruidos y vibraciones en operación; Incremento de temperatura en el aftercooler por menor caudal	7	3	4	84	75	1) Inspección de bomba cada 4.000 h → revisar juego del eje, fugas en retenes, desgaste de impulsores y rodamientos.
				2. Condensación interna y corrosión superficial	Aparición de picaduras o desgaste prematuro de superficies internas; Riesgo de fugas por debilitamiento de paredes y sellos.	6	3	4	72		2) Vigilar la presión y flujo de agua hacia el aftercooler.
				3. Obstrucción por acumulación de sedimentos finos	Reducción parcial o total del caudal hacia el aftercooler lo que deriva en disminución de la capacidad de enfriamiento del aire de admisión.	6	3	4	72		3) Inspección visual frecuente del orificio de drenaje. Goteo continuo en apagado o chorro durante operación → cambiar sellos o bomba.
				4. Cavitación por exceso de caudal	Erosión localizada en paletas e interior de carcasa; Inestabilidad de presión en el circuito de baja temperatura; Vibraciones.	6	3	4	72		4) Control de calidad del refrigerante (nivel, concentración, pH, SCA/ELC) → prevenir corrosión y desgaste interno.
	Caja de termostatos (Temperature Regulator Housing)	Regular el flujo de refrigerante para mantener la temperatura óptima de operación del motor, abriéndose en un rango de 77,2 °C a 87,8 °C.	Regulación inadecuada del paso de refrigerante que altera el control de la temperatura del motor.	1. Atascado en posición abierta	Temperatura del motor por debajo de lo óptimo, mayor consumo de combustible, carbonilla, baja potencia.	6	5	3	90	88,5	1) Reemplazar los termostatos del refrigerante cada 6.000 h-
				2. Atascado en posición cerrada	Sobrecalentamiento rápido del motor bajo carga; Riesgo de daños en culata, camisas y pistones por exceso de temperatura; Posible deformación de empaques y fugas.	9	4	3	108		2) Vigilar que la temperatura del refrigerante esté dentro del rango normal (77–87 °C).
				3. Apertura parcial o incompleta	Temperatura de operación inestable, con tendencia a sobrecalentarse bajo carga; Riesgo de daños por puntos calientes en zonas específicas del motor.	7	4	3	84		3) Usar refrigerante con mezcla correcta (agua tratada + aditivo/inhibidor) y realizar análisis de laboratorio en los intervalos recomendados (250 h, 500 h, anual).
				4. Corrosión interna	Pérdida de estanqueidad en el asiento; Contaminación del refrigerante con óxidos y partículas metálicas; Fallos recurrentes por agarrotamiento o desgaste irregular.	6	4	3	72		4) Sustituir empaques o sellos cada vez que se intervenga el housing.
	Intercambiadores de calor (Heat Exchangers)	Enfriar el refrigerante de los circuitos JW y SCAC mediante transferencia de calor al agua de mar, manteniendo la temperatura de salida del JW ≤ 98,9 °C y la temperatura de entrada al aftercooler ≤ 30,0 °C.	Transferencia térmica deficiente que impide mantener las temperaturas de entrada y salida dentro de los rangos operativos.	1. Obstrucción interna por sedimentos o incrustaciones	Disminución del flujo de refrigerante o agua de mar; Elevación de la temperatura del JW o del aire de admisión; Reducción de potencia y eficiencia del motor.	8	4	5	160	136,75	1) Limpiar el núcleo cuando se observe aumento de la temperatura del refrigerante, caída de presión anormal o pérdida de eficiencia.
				2. Erosión y desgaste de tubos	Pérdida progresiva de capacidad de enfriamiento; Contaminación cruzada entre circuitos; Mayor riesgo de perforaciones y fugas internas.	7	4	5	140		2) Vigilar la diferencia de temperatura (ΔT) entrada/salida y la caída de presión.
				3. Fugas internas y externas	Mezcla de agua de mar con refrigerante; Contaminación del JW o SCAC con sedimentos y sales; Pérdida de presión en el sistema de refrigeración.	9	3	5	135		3) Inspección de ánodos de zinc cada 500 h.
				4. Pérdida de sellado en tapas o empaques.	Fugas externas visibles de refrigerante o agua de mar; Pérdida de presión en el circuito. Ingreso de aire al sistema, provocando cavitación y reducción de capacidad de enfriamiento.	7	4	4	112		4) Evitar limpiar los tubos con cepillos metálicos ni varillas de acero que rayan la superficie. 5) Antes de cada amanque prolongado: revisar que el filtro de succión de agua de mar esté limpio.

SISTEMA	COMPONENTE	1. FUNCIÓN/PARÁMETRO	2. FALLA FUNCIONAL	3. MODOS DE FALLO	4. EFECTOS DEL FALLO	5. IMPACTO DEL FALLO				GLOBAL	6. ACCIONES PROACTIVAS
						Severidad	Ocurrencia	Detectabilidad	NPR		
SISTEMA DE ADMISIÓN Y ESCAPE	Filtros de aire	Filtrar partículas del aire de admisión para proteger el motor y mantener la eficiencia de combustión.	Filtración ineficaz que permite el ingreso de impurezas o restringe el flujo de aire de admisión al motor.	1. Obstrucción por acumulación de polvo o suciedad.	Restricción del flujo de aire de admisión; Pérdida de potencia y aumento de consumo de combustible; Mayor carga de trabajo en los turbos	5	7	2	70	37	1) Reemplazar cada 1000 h junto con los demás filtros. 2) Limpiar la carcasa y la tapa en cada cambio de filtro. 3) Inspeccionar el indicador del filtro de aire en cada jornada de operación. 4) Probar funcionamiento del sistema de corte de aire cada 500 h para garantizar cierre seguro en emergencias. 5) Si se reutiliza el filtro, limpiar con aire seco a máx. 30 psi (200 kPa) desde dentro hacia afuera.
				2. Rotura o perforación del elemento filtrante.	Paso de partículas sólidas; Posible daño al motor; Desgaste acelerado de turbocompresor y cilindros.	6	2	2	24		
				3. Fugas por sellado defectuoso	Ingreso de aire sin filtrar al sistema de admisión; Paso de partículas sólidas; Riesgo de fallas mayores en sistemas de combustión.	5	3	2	30		
				4. Deformación o colapso del elemento filtrante	Encendido irregular o detonaciones; Pérdida de capacidad de respuesta del motor en aceleraciones; Aumento de emisiones visibles (humo negro)	6	2	2	24		
	Turbocompresores	Comprimir el aire de admisión hasta 22,3 psi para aumentar la potencia y optimizar el rendimiento del motor.	Suministro de aire comprimido limitado, reduciendo la cantidad de aire disponible en la admisión.	1. Rotura o deformación de álabes	Pérdida inmediata de eficiencia de compresión o expansión; Desequilibrio del rotor que provoca vibraciones severas; Daños en carcasa por contacto de fragmentos.	8	3	3	72	158,5	1) Inspeccionar turbocompresores cada 2000 h → presencia de fugas de aceite, juego axial/rodial en el eje, condición de álabes, y fijaciones en carcasa. 2) Monitorear en operación la presencia de humo azul (fugas de aceite), humo negro en exceso (combustión deficiente / turbo ineficiente) o ruidos metálicos/silbidos (fallas en cojinetes o contacto de álabes). 3) Después de operación exigente, mantener el motor en ralentí 3-5 min antes de apagarlo para evitar carbonización de aceite en el núcleo. 4) Verificar que los filtros de aire estén en buen estado, porque polvo y partículas dañan los núcleos. 5) Purgar lubricación tras servicio para asegurar flujo al turbo antes de arranque.
				2. Exceso de holgura axial o radial en el eje	Vibraciones que aceleran el desgaste de componentes; Contacto entre rotor y carcasa, dañando álabes y superficies internas.	8	5	6	240		
				3. Fugas de aceite por sellos deteriorados	Contaminación del aire de admisión con aceite, ensuciando aftercooler y colectores; Incremento de temperatura en gases de escape por combustión de aceite.	8	5	4	160		
				4. Sobrevelocidad	Daños en álabes por desprendimiento o deformación; Sobrecalentamiento de la turbina y deterioro de la carcasa; Fallo catastrófico del turbo con parada del motor.	9	3	6	162		
	Posenfriador (Aftercooler)	Reducir la temperatura del aire de admisión a un rango entre 92,9 °F y 110,9 °F para incrementar su densidad y mejorar la eficiencia de la combustión.	Incapacidad de reducir la temperatura del aire de admisión, impidiendo mantener la densidad adecuada para la combustión.	1. Obstrucciones por incrustaciones, sarro o residuos	Aumento de temperatura del aire de admisión, reduciendo la potencia del motor; Incremento del consumo de combustible por mezcla menos densa.	7	5	5	175	128,5	1) Inspección y limpieza periódica del núcleo con soluciones recomendadas (Hydrosolv 2-5 % máx. 93 °C). 2) Vigilar continuamente la temperatura del aire de admisión. 3) Durante operación, vigilar color del humo: negro (ineficiencia del aftercooler), blanco (fuga de agua en núcleo). 4) Reemplazar juntas siempre que se retire el núcleo para limpieza. 5) Revisar estado de sellos o anillos → reemplazar si hay daños.
				2. Fugas internas/externas	Mezcla de aire de admisión con agua; Contaminación del agua de mar o del refrigerante con aceite o partículas.	9	3	6	162		
				3. Fisuras o deformaciones en el núcleo	Pérdida de estanqueidad y presión del sistema de admisión, Disminución de la eficiencia de intercambio térmico.	8	3	3	72		
				4. Corrosión interna/externa	Aparición de microfugas que se agravan con la presión y temperatura; Contaminación del aire de admisión o del refrigerante por óxidos desprendidos.	7	3	5	105		
	Colectores de admisión y escape	Canalizar el aire de admisión hacia los cilindros y evacuar los gases de combustión por el escape de forma uniforme.	Distribución no uniforme del aire de admisión y evacuación irregular de gases.	1. Fisuras o grietas en el cuerpo	Fugas de aire o gases que elevan temperatura, con riesgo de dañar cableado o componentes y reducen la eficiencia de admisión o barrido de escape.	6	2	5	60	55	1) Inspeccionar uniones y bridas por hollln, decoloración o corrosión como señales tempranas de fuga en colectores. 2) Reapretar pernos en mantenimientos programados (ej. 2.000 h), para evitar deformaciones o fugas. 3) Reemplazar juntas y empaques cada vez que se desmonte un tramo del colector. 4) Monitorear en operación ruidos de soplo u olor a gases/humo como indicio temprano de fugas o fisuras en colectores.
				2. Obstrucciones internas	Restricción del flujo que reduce potencia, eleva consumo y temperatura, con riesgo de dañar válvulas, turbos, sellos o juntas.	6	2	5	60		
				3. Fugas en juntas o uniones	Pérdida de presión de sobrealimentación con menor potencia, fuga de gases calientes que dañan componentes o ponen en riesgo al personal, y lecturas erróneas en sensores.	5	3	4	60		
				4. Desalineación con otros componentes	Fugas repetitivas por mal asentamiento de juntas; Dificultad en el montaje y riesgo de dañar superficies de contacto; Vibraciones y ruidos anormales durante la operación.	5	2	4	40		

La aplicación de la metodología RCM al motor 3512B permitió identificar y priorizar los componentes más críticos según sus modos de falla y el impacto en la operación.

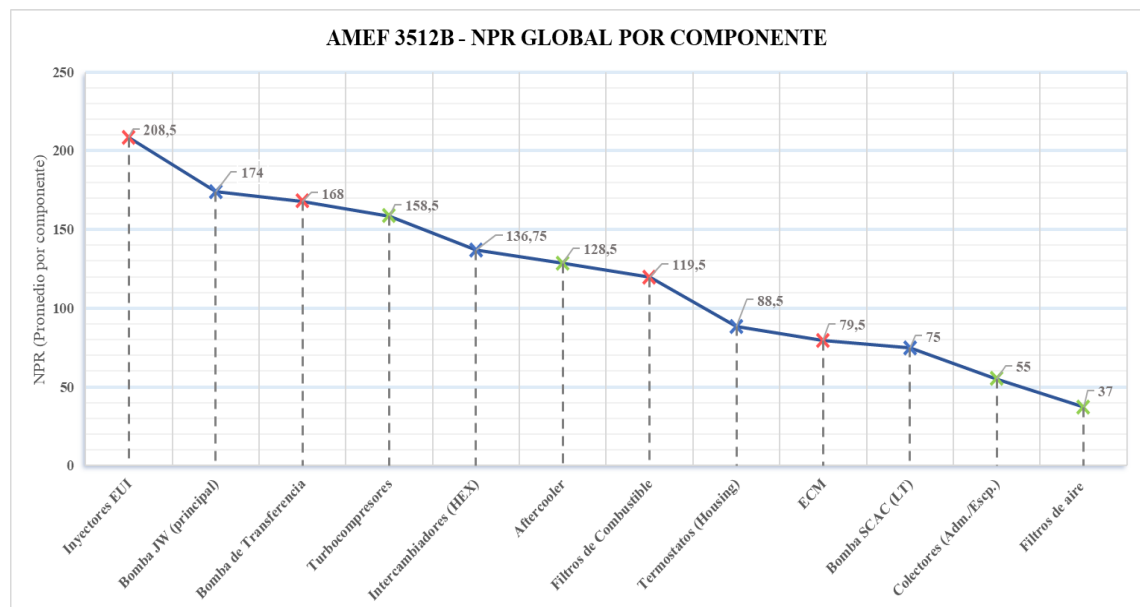


Figura 34. Tendencia de NPR global por componente de los sistemas críticos de la 3512B.
Fuente: Elaboración propia.

El análisis de tendencia mostró que los inyectores EUI son los componentes de mayor riesgo ($NPR > 200$), ya que cuando fallan afectan de inmediato la combustión y el rendimiento del motor. También resultaron críticos la bomba de agua y de transferencia de combustible, por el potencial de dejar la máquina fuera de servicio o provocar daños.

En un nivel intermedio se encuentran los turbocompresores y los intercambiadores de calor, que son muy importantes para la eficiencia del sistema. Más abajo aparecen el aftercooler y los termostatos, que, aunque cumplen una función relevante en la refrigeración, sus fallas suelen detectarse fácilmente. El ECM, pese a su importancia, se consideró de baja probabilidad de falla debido a su robustez. Finalmente, los filtros, la bomba SCAC y los colectores tuvieron menor nivel de riesgo, aunque descuidarlos podría desencadenar problemas serios.

El AMEF ayudó a ordenar estas prioridades y a definir qué tareas preventivas se deben aplicar, dando al personal una guía práctica para asegurar que la máquina principal del buque se mantenga siempre disponible.

4.2.3.2 AMEF 3406C

SISTEMA	COMPONENTE	1. FUNCIÓN/PARÁMETRO	2. FALLA FUNCIONAL	3. MODOS DE FALLO	4. EFECTOS DEL FALLO	5. IMPACTO DEL FALLO				GLOBAL	6. ACCIONES PROACTIVAS
						Severidad	Ocurrencia	Detectabilidad	NPR		
SISTEMA DE COMBUSTIBLE	Filtro de Combustible	Retener partículas finas y trazas de agua antes de la bomba de inyección para entregar diésel limpio y mantener flujo/presión de alimentación estables.	Incapacidad de mantener el flujo estable de combustible limpio por permitir la entrada de impurezas al sistema de inyección.	1. Obstrucción parcial del elemento filtrante	Reducción del caudal de combustible; Aumento de esfuerzo de la bomba de alimentación; Posible formación de burbujas de vapor por depresión en la línea.	6	6	4	144	107,5	1) Drenar agua del separador de combustible cada día de operación.
				2. Obstrucción total del elemento filtrante	Parada repentina del motor por falta total de combustible; Dificultad extrema o imposibilidad de arranque; Daños en la bomba de combustible por trabajar en seco.	8	3	5	120		2) Limpiar/reemplazar filtro primario, secundario, racors cada 250 horas de operación o antes si se observa caída de presión.
				3. Medio filtrante dañado o roto	Paso directo de contaminantes al sistema de inyección; Desgaste acelerado de inyectores y bomba de alta; Aumento del riesgo de fallas graves por partículas abrasivas.	7	2	5	70		3) Purgar el sistema de combustible tras cada cambio de filtros.
				4. Fugas en uniones o roscas	Pérdida de presión y caudal en la alimentación de combustible; Entrada de aire que causa burbujeo, fallos de combustión o pampas; Goteo excesivo.	6	4	4	96		4) Drenar agua y sedimentos del tanque de combustible diariamente. 5) Instalar filtros con código Caterpillar especificado. 6) Reemplazar todos los O-rings al instalar filtros.
	Bomba de Inyección Línea de Combustible	Elevar el diésel a alta presión y suministrarlo en pulsos sincronizados a cada inyector.	Entrega de combustible sin la presión y sincronización requeridas para la inyección en los cilindros.	1. Deterioro/agrietamiento del émbolo-barril	Desbalances en cilindros por inyección irregular (misfire, tironeos); Pérdida de potencia y arranque difícil; En el generador: frecuencia/voltaje inestables bajo carga.	9	4	7	252	229,25	1) Mantener filtros de combustible primario y secundario en estado óptimo (cambio cada 250 h)
				2. Falla del accionamiento mecánico	Desfase del tiempo de inyección; Carencia efectiva reducida → caudal bajo en ese cilindro; Cilindro fuera si hay ataques/roturas. En el generador: Frecuencia inestable (Hz)	10	3	6	180		2) Drenar agua y sedimentos diariamente del tanque de combustible.
				3. Válvula de descarga defectuosa	Retorno indebido de combustible; caída de presión y potencia; motor inestable; Mayor consumo de combustible.	8	6	5	240		3) Probar e intercambiar boquillas de inyección cada 5.000 horas.
				4. Desgaste/daño de cuerpos y sellos	Pérdida de estanqueidad del circuito (fugas/aire) ⇒ cae la presión/caudal de combustible, con pérdida de potencia e inestabilidad de rpm/hz.	7	7	5	245		4) Reacondicionamiento en overhaul general a las 10.000 h, que incluye inspección completa de la bomba y gobernador. 5) Observar humo anormal o cambios en el consumo de combustible. 6) Purgado después de mantenimientos.
	Gobernador Mecánico	Ajusta la entrega de combustible para adaptar la velocidad a los cambios requeridos hasta un máximo de 1800 RPM	Regulación deficiente de la velocidad del motor que impide mantener la estabilidad de RPM ante variaciones de carga.	1. Desgaste o rotura de los contrapesos	Pérdida de fuerza centrífuga suficiente para mover la cremallera; Imposibilidad de limitar la velocidad máxima; Respuesta lenta o nula ante variaciones de carga.	7	3	6	126	151,5	1) Inspeccionar/Ajustar el control de la relación de combustible.
				2. Atasco o desgaste en la guía de la cremallera	Cremallera inmovilizada en posición de alto caudal → sobrecarga y sobrecalentación; Cremallera inmovilizada en bajo caudal → pérdida de potencia o apagado.	8	3	5	120		2) Revisar y lubricar varillaje de control del combustible cada 1.000 h.
				3. Fatiga o rotura del muelle regulador	Pérdida de tensión de regulación → el governor no compensa cambios de carga; Inestabilidad constante de RPM.	6	4	5	120		3) Incluir inspección y reacondicionamiento del gobernador en la reparación general (10.000 h).
				4. Desajuste o pérdida de calibración inicial	Entrega de combustible fuera de los parámetros → exceso o déficit de potencia; Pérdida de control preciso de RPM → consumo de combustible elevado.	8	5	6	240		4) Inspeccionar periódicamente contrapesos, muelles y bujes. 5) Asegurar limpieza y lubricación adecuada de la guía de la cremallera. 6) Detectar signos de mal funcionamiento como respuestas lentas bajo carga, variaciones de RPM en vacío o ruidos anormales.
	Inyectores Mecánicos	Abrir al alcanzar su presión de apertura (2200–2800 psi) y atomizar el diésel en la cámara de combustión.	Fallo en la apertura y atomización del diésel según los parámetros de presión y patrón de inyección establecidos.	1. Orificios de tobera obstruidos/erosionados	Mala atomización → humo negro, EGT altas, consumo elevado; Desbalance de cilindro y pérdida de potencia; Carbonilla en cámara y punta de inyector.	8	6	6	288	219,5	1) Probar e intercambiar boquillas de inyección cada 5.000 horas.
				2. Desgaste de la guía/resorte de la aguja	El inyector abre tarde o abre muy fácil; Humo negro, más consumo y escape más caliente; Menos fuerza, lento inestable y frecuencia del generador que varía.	8	5	6	240		2) Observar humo en operación para detectar mal funcionamiento o fugas.
				3. Fuga de compresión en el sello	Soplado por la base del inyector (silbido, manchas negras); Calentamiento y carbonilla en la zona; daño del asiento y del O-ring. Goteo de diésel.	7	4	5	140		3) Revisar sellos y arandelas de cobre cada vez que se desmonten inyectores (nunca reutilizar).
				4. Filtro interno/entrada obstruidos	Caudal insuficiente al inyector → abre tarde o no abre; Humo blanco, tironeos, arranque difícil y pérdida de potencia.	7	5	6	210		4) Aplicar torque correcto de montaje para garantizar estanqueidad. 5) No limpiar inyectores con cepillo de alambre ni raspar porque puede dañar los orificios.

SISTEMA	COMPONENTE	1. FUNCIÓN/PARÁMETRO	2. FALLA FUNCIONAL	2. MODOS DE FALLO	4. EFECTOS DEL FALLO	5. IMPACTO DEL FALLO				GLOBAL	6. ACCIONES PROACTIVAS
						Severidad	Ocurrencia	Detectabilidad	NPR		
SISTEMA DE LUBRICACIÓN	Bomba de Aceite de Engranajes	Impulsar el flujo de aceite lubricante a una presión de 40-87 PSI hacia los conductos del motor	Deficiencia en el suministro de caudal y presión de aceite hacia los circuitos de lubricación del motor.	1. Obstrucción de la succión	Retardo en la llegada de aceite a cojinetes, provocando ruidos; Desgaste acelerado de la bomba por funcionamiento en vacío parcial.	8	4	6	192	159,75	1) Cambiar aceite y filtro cada 500 h para garantizar caudal y presión adecuados. 2) Revisar nivel y condición del aceite diariamente. 3) Controlar la presión de aceite en manómetro en cada arranque. 4) Observar fugas o ruidos anómalos durante rutinas de inspección. 5) En overhaul (10.000 h): desmontar bomba, inspeccionar engranajes, ejes y válvula de alivio; medir holgunes internas.
				2. Fugas por superficies internas	Dificultad para mantener presión estable en el sistema; Reducción de la eficiencia volumétrica de la bomba; Mayor temperatura del aceite y del motor.	6	4	5	120		
				3. Atasco o fallo de válvula de alivio	Si queda cerrada: sobrepresión que puede dañar filtros, sellos y enfriador de aceite. Si queda abierta: caída drástica de presión de aceite y falta de lubricación.	8	4	6	192		
				4. Desgaste excesivo de engranajes	Reducción progresiva del caudal y presión de aceite; Generación de partículas metálicas que contaminan el sistema; Vibraciones o ruidos por juego excesivo.	9	3	5	135		
	Filtro de Aceite	Retener y eliminar partículas sólidas y contaminantes del aceite para proteger los componentes lubricados.	Filtrado ineficaz que no asegura la eliminación de impurezas y sólidos presentes en el aceite.	1. Obstrucción del elemento filtrante	Caída de presión de aceite aguas abajo del filtro; Activación de la válvula bypass y paso de aceite sin filtrar; Incremento de contaminantes en el circuito.	7	5	5	175	102,5	1) Reemplazar filtro de aceite cada 500 h junto con el cambio de aceite. 2) Comprobar frecuentemente fugas o deformaciones en el portafiltro. 3) Utilizar siempre filtros originales Caterpillar. 4) Limpiar superficie de sellado al instalar filtro; retirar empaquetadura usada. 5) Apretar filtro solo hasta contacto de la empaquetadura; no excederse. 6) Documentar cada reemplazo de filtro con horas de operación y condiciones de aceite.
				2. Ruptura o daño del medio filtrante	Paso directo de partículas al circuito de aceite; Desgaste acelerado de cojinetes y ejes; Pérdida de presión de aceite.	8	2	4	64		
				3. Fugas en las conexiones o sellos	Caída brusca de presión de aceite; Lubricación insuficiente en componentes críticos; Riesgo de gripado del motor.	5	3	3	45		
				4. Falla de la válvula de derivación (bypass)	Paso constante de aceite sin filtrar; Contaminación general del sistema de lubricación; Daños en componentes críticos.	7	3	6	126		
	Enfriador de Aceite	Reducir la temperatura del aceite lubricante transfiriendo calor al sistema de enfriamiento.	Transferencia térmica insuficiente que impide mantener la temperatura del lubricante dentro del rango operativo.	1. Fugas internas	Contaminación cruzada entre aceite y refrigerante; Pérdida de propiedades lubricantes del aceite; Riesgo de gripado por lubricación deficiente.	8	3	6	144	126	1) Cambiar el filtro cada 500 h y el aceite al mismo tiempo evita que residuos sólidos lleguen al enfriador. 2) Diario: revisar nivel de refrigerante del sistema de enfriamiento. 3) Inspección externa cada faena: revisar fugas en bridas y tapas laterales. 4) Muestreo de aceite y refrigerante: detectar contaminación cruzada 5) Limpieza interna de tubos si se detecta elevación de temperatura; y externa en carcasa y uniones para evitar corrosión localizada. 6) Aplicar pruebas hidráulicas para verificar que no existan fisuras.
				2. Fugas externas	Disminución rápida del nivel de aceite, pudiendo llevar a paro por baja presión; Contaminación del entorno (piso de sala de máquinas)	5	4	4	80		
				3. Obstrucción parcial o total	Reducción del flujo de aceite y pérdida de presión en el sistema; Sobrecalentamiento del aceite por baja transferencia de calor; Desgaste acelerado de partes críticas.	7	5	5	175		
				4. Deformación o colapso de tubos	Bloqueo parcial o total del paso de aceite o refrigerante; Caída brusca de presión y caudal en el circuito; Aumento de temperatura del aceite.	7	3	5	105		
	Turbo-Lubricación	Suministrar aceite limpio y a presión adecuada al núcleo del turboalimentador para lubricar y enfriar el conjunto eje-cojinetes.	Flujo insuficiente de aceite con caudal o presión inestables que comprometen la lubricación del núcleo.	1. Restricción o fugas en la línea de alimentación	Pérdida de presión de aceite en el circuito del turbo; Lubricación insuficiente de cojinetes y eje; Incremento de temperatura en el núcleo.	7	4	5	140	136,25	1) Cada 500 h cambiar aceite y filtro para asegurar buena lubricación del turbo. 2) Cada 3.000 h inspeccionar el turbocompresor para revisar núcleo. 3) Revisar que no haya fugas, obstrucciones ni estrangulamientos en las líneas de suministro y retorno. 4) Monitorear síntomas: humo azul (fugas de aceite), humo negro (baja eficiencia del turbo) y ruidos anómalos (desgaste de cojinetes o álabes). 5) Tras operación exigente, dejar motor en ralentí 3-5 min para evitar carbonización en el turbo.
				2. Bloqueo de retorno de aceite	Acumulación de aceite en el núcleo por drenaje deficiente; Sobrecalentamiento del aceite en el núcleo; Carbonización interna y formación de depósitos.	6	3	4	72		
				3. Pérdida de lubricación	Interrupción de la película lubricante en eje y cojinetes; Rozamiento y fricción metal-metal; Daño rápido y progresivo en cojinetes; Potencial rotura del eje del turbo.	9	3	7	189		
				4. Desgaste o gripado del conjunto eje-cojinetes	Contacto del rotor con la carcasa; Vibraciones anómalas; Rotura de retenes y fuga masiva de aceite; Pérdida completa de presión de sobrealimentación.	8	3	6	144		

SISTEMA	COMPONENTE	1. FUNCIÓN/PARÁMETRO	2. FALLA FUNCIONAL	3. MODOS DE FALLO	4. EFECTOS DEL FALLO	5. IMPACTO DEL FALLO				GLOBAL	6. ACCIONES PROACTIVAS
						Severidad	Ocurrencia	Detectabilidad	NPR		
SISTEMA ELÉCTRICO (CONTROL, ARRANQUE Y CARGA)	Alternador Principal	Convertir la energía mecánica del motor diésel en energía eléctrica trifásica estable, entregando 320 kW a 440 V y 60 Hz, a una velocidad nominal de 1800 RPM	Producción de energía eléctrica inestable o fuera de especificaciones nominales de voltaje y frecuencia de acuerdo a la carga.	1. Regulador de voltaje (AVR) averiado.	Inestabilidad en la tensión de salida (subidas y bajadas bruscas); Desconexión automática del generador por protección de sobrevoltaje/subvoltaje.	9	4	5	180	182,5	1) Inspeccionar y probar periódicamente AVR y puente rectificador para verificar conexiones, ajustes y estado de diodos. 2) Inspección visual y eléctrica periódica de devanados y material aislante para detectar fisuras, polvo, humedad, carbono, residuos metálicos o sal. 3) Controlar acumulación de suciedad que pueda formar trayectorias conductoras y provocar cortocircuitos. 4) Cada 1.000-2.000 h revisar y lubricar rodamientos 5) Revisar daños por vibración en conexiones, aislamiento y accesorios. 6) Realizar prueba de excitación con batería externa y medición de voltajes entre fases cuando el generador no produzca voltaje o tras intervención.
				2. Rodamientos desgastados o agrietados.	Ruidos y vibraciones anormales durante la operación; Desalineación del rotor → reducción de eficiencia en la generación; Riesgo de trabado del rotor → paro repentino del generador.	8	5	5	200		
				3. Fallas en el bobinado de estator o rotor.	Pérdida de capacidad de generación total o parcial; Corrientes desequilibradas; Disminución del aislamiento → cortocircuitos internos; Reducción drástica en la vida útil del generador.	10	3	7	210		
				4. Punteo rectificador dañado.	Pérdida de la excitación → el generador deja de producir voltaje; Salida eléctrica inestable con caídas y picos de tensión; Deterioro adicional del AVR y bobinas de excitación.	7	4	5	140		
	Motor de arranque	Suministrar energía eléctrica a 24V para accionar el solenoide y engranar el piñón de arranque con el volante.	Arranque no efectivo del motor por entrega insuficiente de energía mecánica inicial.	1. Deterioro de escobillas.	Arranque lento o con esfuerzo; Pérdida intermitente de contacto eléctrico; Chispas excesivas en el conmutador; Sobrecalentamiento del motor de arranque.	4	5	4	80	69,5	1) Inspección general del motor de arranque cada 5.000 h (carcasa, aislamiento, fijaciones, bédix) 2) Cada 500 horas inspeccionar y limpiar conexiones eléctricas y bornes, incluyendo los terminales del solenoide. 3) Verificar que los cables de alimentación y masa estén firmes, sin sulfatación ni corrosión. 4) Previo al arranque confirmar que las baterías mantengan carga adecuada. 5) Durante el arranque escuchar ruidos anormales (chirridos, respuesta lenta).
				2. Fallas en el bobinado (rotor o estator)	Olor a quemado o humo en el arranque; Motor de arranque gira muy lento o no gira; Consumo excesivo de corriente → descarga rápida de baterías.	5	3	6	90		
				3. Activación deficiente del solenoide	Golpeteo o "clic" repetitivo sin giro del motor; Arranques intermitentes; Retraso en la activación del piñón; Calentamiento anormal en los terminales por falso contacto.	3	4	4	48		
				4. Desgaste en piñón o dientes del volante.	Ruidos metálicos ("rechinar") al intentar engranar; Engranado incompleto con daños progresivos en el volante; Pérdida de capacidad de arranque; Incremento de vibraciones.	4	3	5	60		
	Cableado y conexiones	Garantizar la conducción eficiente y continua de la energía eléctrica y señales en el sistema.	Conducción interrumpida o deficiente de la energía eléctrica y señales en el sistema.	1. Interrupción del flujo de corriente	Pérdida de alimentación a sensores, actuadores o instrumentos; Paro inmediato de sistemas eléctricos asociados; Imposibilidad de arranque del motor o desconexión en operación.	9	3	5	135	146,75	1) A diario revisar conexiones visibles en motor y generador para detectar flojedad, corrosión o falsos contactos 2) Cada 500 h inspeccionar y limpiar bornes de batería y conexiones principales del motor. 3) Cada 1000 h revisar estado de mazos de cables, sujeciones y canalizaciones. 4) Cada 5000 h revisar cableado completo del generador y del motor en inspección mayor. Probar continuidad de circuitos críticos y resistencia de aislamiento con megóhmetro.
				2. Pérdida de continuidad eléctrica	Lecturas nulas o erráticas en manómetros y relojes eléctricos; Falsas alarmas de baja presión/alta temperatura; Fallo en accionamiento de arranque eléctrico intermitente.	9	4	5	180		
				3. Conexiones flojas o intermitentes	Oscilaciones en agujas de instrumentos; Encendido y apagado intermitente de alarmas o testigos; Chisporroteo/arcos en terminales con riesgo de incendio.	8	4	4	128		
				4. Degradación del aislamiento eléctrico	Cortocircuito con interrupción inmediata del sistema eléctrico; Sobrecalentamiento de mazos de cables; Riesgo para el personal al manipular cableado expuesto.	8	3	6	144		
	Panel de Instrumentación	Monitorear y mostrar en tiempo real los parámetros operativos del motor y del generador.	Visualización no confiable de los parámetros operativos del motor y generador.	1. Display con fallas o sin iluminación.	Imposibilidad de visualizar parámetros; Pérdida de referencia visual para el operador en operación nocturna; Riesgo de no detectar condiciones de alarma a tiempo.	4	4	3	48	63,5	1) Durante operación observar que los medidores (presión de aceite, temperatura, voltímetro, amperímetro, frecuencia,) den lecturas normales. 2) Durante operación confirmar que las alarmas de seguridad (baja presión de aceite, alta temperatura, sobrevelocidad) se activen cuando corresponda. 3) Cada 500 h inspeccionar conexiones eléctricas del panel para detectar flojedad o corrosión. Revisar interruptores, pulsadores y contactores por desgaste o suciedad. 4) Cada 5000 h verificar calibración de los instrumentos principales (voltaje, corriente, presión, temperatura).
				2. Lecturas inexactas o erráticas de indicadores	Interpretación equivocada del estado real del motor o generador; Pandas innecesarias o continuidad bajo falla; Posibles daños por falta de acción oportuna.	5	4	4	80		
				3. Activación falsa de alarmas	Interrupción innecesaria del generador (pandas falsas); Incremento de tiempo muerto por revisiones innecesarias.	3	4	3	36		
				4. Sensores en circuito abierto o cortocircuito.	Señal perdida → parámetros críticos no monitoreados; Daños secundarios por no detectar condiciones reales (baja presión de aceite, alta temp. refrigerante).	6	3	5	90		

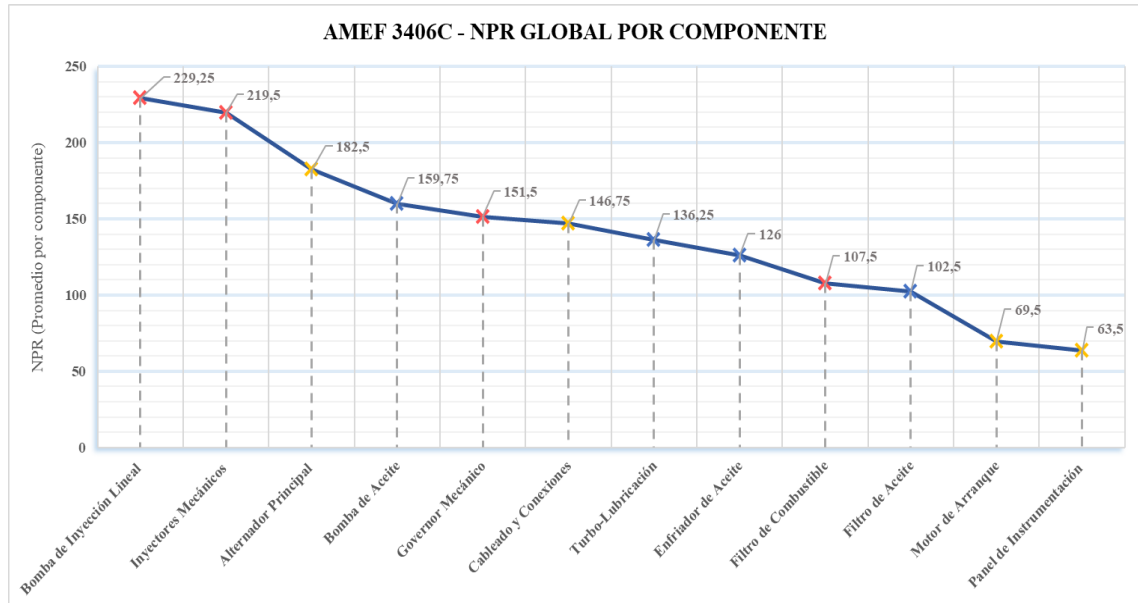


Figura 35. Tendencia de NPR global por componente de los sistemas críticos de la 3406C.

Fuente: Elaboración propia.

El análisis del 3406C mostró que los componentes más delicados son la bomba de inyección lineal y los inyectores mecánicos. Si alguno de ellos falla, el motor se queda sin combustible, no arranca y se detiene la generación eléctrica..

Después está el alternador principal, que es vital para la operación. El cableado y conexiones, un poco más debajo porque son más simples de reparar. La bomba de aceite también merece atención, ya que sin lubricación el desgaste es rápido y puede causar daños severos. Luego, el gobernador mecánico, aunque no falla con frecuencia, es clave para mantener la velocidad y la frecuencia estables.

Otros elementos como la turbo-lubricación, el enfriador de aceite, los filtros, el motor de arranque y el panel de instrumentos muestran un riesgo más bajo porque sus fallas suelen detectarse con antelación, pero igual necesitan vigilancia para evitar afectar la estabilidad general del equipo y, con el tiempo, generar complicaciones más costosas.

En conjunto, el AMEF permitió identificar con precisión dónde se concentran los riesgos, algo especialmente valioso tratándose de una máquina destinada a trabajar en servicio continuo, que no puede darse el lujo de paradas inesperadas.

CONCLUSIONES

- La revisión bibliográfica permitió establecer un marco conceptual claro sobre la gestión del mantenimiento e identificar enfoques modernos, que sirvieron de referencia para orientar el análisis del caso.
- El estudio de las prácticas actuales en los equipos críticos del B/P “*Cap. Tino B.*” permitió conocer de cerca cómo se lleva a cabo el mantenimiento en la práctica diaria, dejando en evidencia tanto las rutinas habituales como las limitaciones propias de la operación pesquera.
- El análisis de la información recopilada mostró que la gestión del mantenimiento se encuentra en un nivel bajo respecto a lo esperado en estándares internacionales, con debilidades importantes pero también con oportunidades claras para implementar mejoras.
- La propuesta basada en RCM señaló los aspectos donde conviene enfocar los esfuerzos, planteando un camino gradual para dejar atrás la reacción improvisada y avanzar hacia un esquema planificado, más seguro y acorde con las necesidades reales de la flota.

RECOMENDACIONES

- Se sugiere replicar el análisis y los hallazgos obtenidos en esta investigación en otras embarcaciones de la empresa. De esta manera será posible contrastar resultados y contar con una visión más amplia del estado de la gestión del mantenimiento a nivel organizacional, lo cual facilitará la identificación de patrones comunes y la aplicación de mejoras de forma más integral.
- Se recomienda invertir en herramientas digitales para el control del mantenimiento. Aunque al inicio puedan parecer un gasto extra, a la larga resultan útiles porque ayudan a ordenar la información técnica, conservar la experiencia del personal y mejorar la manera en que se toman decisiones.
- La gestión de mantenimiento no puede evaluarse únicamente en un momento puntual, por lo que se recomienda realizar auditorías periódicas que permitan observar la evolución del sistema, comprobar la permanencia de las mejoras y demostrar con evidencia los beneficios de aplicar nuevas estrategias.
- Finalmente, la aplicación del RCM debe asumirse como un proceso progresivo de optimización, no como un remedio inmediato a todas las debilidades detectadas. Por lo tanto, antes de su implantación formal, resulta indispensable ordenar los aspectos básicos de la gestión de mantenimiento de modo que la metodología tenga mayores probabilidades de éxito en la práctica.

BIBLIOGRAFÍA

- Pérez Rondón , F. A. (2021). *Conceptos generales en la gestión del mantenimiento industrial*. Bucaramanga (Colombia): Ediciones USTA.
- Rosales, J. (18 de Octubre de 2022). *Los 10 tipos de mantenimiento que debes conocer*. Obtenido de Fractal: <https://www.fractal.com/es/blog/tipos-de-mantenimiento>
- Anastacio Solis, J. (12 de Abril de 2017). *Antigüedad y Mantenimiento: Desafío para la Flota Atunera Ecuatoriana*. Obtenido de Cámara Nacional de Pesquería: <https://camaradepesqueria.ec/antigüedad-mantenimiento-desafio-la-flota-atunera-ecuatoriana/>
- García Palencia, O. (2012). *Gestión Moderna del Mantenimiento Industrial. Principios fundamentales*. Bogotá, Colombia: Ediciones de la U.
- García Garrido, S. (2003). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, S. A.
- Acosta Palmer, H. R. (2012). *Auditoría y Evaluación de la Gestión de la Calidad en el Mantenimiento*. La Habana, Cuba.: CEIM – ISPJAE.
- Parra Márquez, C. A., & Crespo Márquez, A. (2019). *Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad Aplicada a la Gestión de Activos*. Sevilla: INGEMAN.
- Gulati, R. (2013). *Maintenance and Reliability Best Practices - Second Edition*. New York: Industrial Press, Inc.
- Moubray, J. (2004). *Mantenimiento centrado en confiabilidad (Reliability-centred maintenance) (E. Ellmann, S. Sueiro, & Asoc., Trads.)*. Buenos Aires, Argentina / Madrid, España: Aladon LLC.
- González Fernández, F. J. (2004). *Auditoría del Mantenimiento e Indicadores de Gestión*. Madrid, España: Fundación Confemetal.
- Hartwell, J. (18 de Agosto de 2022). *AMFE RPN – Número de Prioridad de Riesgo. ¿Cómo calcularlo y evaluarlo?* Obtenido de FMEA Studio: <https://www.iqasystem.com/news/risk-priority-number/>

- Caterpillar Inc. (2025). *Service Information System (SIS)*. Obtenido de SIS2GO:
<https://sis2.cat.com/#/detail?tab=dashboard&serialNumber=S2K&ieSystemControlNumber=SEBP39150158&productStructureId=00001925>
- International Organization for Standardization. (2018). *Directrices para la auditoría de los sistemas de gestión. (ISO 19011)*. Obtenido de
<https://www.metrocert.com/files/ISO%2019011-2018.pdf>
- Medina Peláez, H. P. (30 de Mayo de 2019). *Propuesta alternativa de gestión del mantenimiento para el departamento de mantenimiento en la empresa Alvarado Ortiz Constructores Cía. Ltda. de la ciudad de Ambato*. Obtenido de Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH):
<https://dspace.espoch.edu.ec/items/2b316e8f-7218-40a0-98d2-ebef1f8f54a7a>
- Prabhakar, D., & Raj, J. (2014). Maintenance Management Strategies and their Effectiveness in Engineering Industries. *International Journal of Management & Business Studies (IJMBS)*, 49-56.
- Organización Marítima Internacional (OMI). (2018). *Código Internacional de la Gestión de Seguridad (IGS)*. Londres: ISBN: 978-92-801-3159-8.

ANEXOS

ANEXO A: RESULTADOS DE ENCUESTA (MES).

ENCUESTA 1

Preguntas a evaluar	1	2	3	4	5
1. ¿Usted siente que mantenimiento está dotado para realizar su trabajo?			X		
2. ¿La estructura completa del mantenimiento parece ser lógica y favorece al cumplimiento de las actividades de mant.?		X			
3. ¿La organización ayuda a eliminar las barreras que el mantenedor encuentra en su trabajo y de las cuales no tiene control?			X		
4. ¿La gerencia estimula a mantenimiento a alcanzar las metas de producción?		X			
5. ¿La gerencia estimula a producción a que ayude a mantenimiento en la realización de sus actividades?		X			
6. ¿Se desarrollan equipos de trabajo (mantenimiento y producción), para resolver tópicos que afectan a ambos departamentos?		X			
7. ¿La gerencia estimula al personal de mantenimiento (mecánicos, eléctricos....) y a los operadores a que trabajen juntos en la resolución de problemas que afectan la disponibilidad de sus procesos?		X			
8. ¿El personal de mantenimiento posee las habilidades necesarias para realizar sus trabajos?				X	
9. ¿Los trabajadores en general han recibido el adiestramiento adecuado en sus áreas de trabajo?			X		
10. ¿La gerencia involucra al personal de mantenimiento en la definición de sus objetivos y metas a cumplir?		X			
11. ¿La gerencia revisa y le hace seguimiento a los objetivos de la planta en reuniones de trabajo con el personal de mantenimiento y operaciones?	X				
12. ¿Los objetivos del mantenimiento están alineados con la visión y misión del negocio?		X			
Puntuación total por criterio					

Tabla 4.2. Área Recursos Gerenciales

Preguntas a evaluar	1	2	3	4	5
13. ¿La organización utiliza de forma eficiente el sistema computarizado de gestión del mantenimiento (Máximo/SAP PM/...)?	X				
14. ¿Está cada componente identificado, codificado y asociado a un sistema dentro de toda la planta?	X				
15. ¿La organización mantiene actualizado el Máximo/SAP PM/...?	X				
16. ¿Ha sido el personal debidamente entrenado para su uso?	X				
17. ¿La organización mantiene registros precisos de fallas de sus sistemas?	X				
18. ¿Están los inventarios de repuestos dentro del Máximo/SAP PM/...?		X			
19. ¿Se toman decisiones a partir de los reportes generados por él?	X				
20. ¿La organización estima y le hace seguimiento a los costes de mantto.?		X			
21. ¿La organización evalúa los tiempos operativos y fuera de servicio?			X		
22. ¿La organización de mantenimiento se compara contra otras organizaciones para medir su desempeño ("benchmarking")?	X				
23. ¿El tiempo de realización del mantenimiento es registrado y evaluado?			X		
24. ¿La gerencia de mantenimiento utiliza algún tipo de medida de comparación (costos de mantenimiento/costes de producción)?	X				
Puntuación total por criterio					

Tabla 4.3: Área Gerencia de la información

Preguntas a evaluar	1	2	3	4	5
25. ¿La organización utiliza órdenes de trabajo para las actividades de MP?	X				
26. ¿Se revisan periódicamente los planes de MP, aumento/descenso, necesidades de adiestramiento, etc.?	X				
27. ¿La organización tiene personal de mantenimiento dedicado exclusivamente a realizar actividades de MP?		X			
28. ¿Los operadores ayudan en las actividades de mantenimiento menor (limpieza, lubricación, ajustes e inspección visual)?				X	
29. ¿La organización utiliza técnicas de mantenimiento predictivo (vibración, análisis de aceite, ultrasonido, etc.?)			X		
30. ¿La organización le hace seguimiento a los costos de mantenimiento preventivo y predictivo?	X				
31. ¿Los grupos de producción y operaciones permiten que el personal de mantenimiento tenga acceso a los equipos en las fechas estimadas de MP?			X		
32. ¿La organización tiene la cultura de analizar y evitar las fallas repetitivas?		X			
33. ¿Se incluye al personal de mantenimiento y producción en el proceso de evaluación de equipos nuevos?	X				
34. ¿Se adiestra de forma adecuada a las personas que van a operar los equipos nuevos?			X		
35. ¿Se adiestra de forma adecuada a las personas que van a mantener los equipos nuevos?		X			
36. ¿La organización hace seguimiento y evalúa los costos de operación y mantenimiento, a lo largo del ciclo de vida de sus activos?	X				
Puntuación total por criterio					

Tabla 4.4: Área Equipos y técnicas de mantenimiento preventivo

Preguntas a evaluar	1	2	3	4	5
37. ¿Son priorizadas las actividades de mantenimiento correctivo/preventivo?				X	
38. ¿La organización utiliza órdenes de trabajo para las act. Correctivas?	X				
39. ¿Se le hace seguimiento a la ejecución de las actividades de mantenimiento correctivo/preventivo?				X	
40. ¿La organización controla el sobre tiempo (adicional al planificado)?			X		
41. ¿La organización registra la información obtenida por la ejecución de la actividad de mantenimiento (correctiva/preventiva)?			X		
42. ¿Son los trabajadores de mantenimiento asignados a las distintas labores en función de sus conocimientos y habilidades?				X	
43. ¿Son las actividades correctivas bien planificadas antes de ejecutarse?		X			
44. ¿La organización utiliza planificadores de mantenimiento para preparar el alcance de mantenimientos mayores ("shutdowns, overhauls")?			X		
45. ¿La organización utiliza contratistas calificadas para realizar labores de mantenimiento ("outsourcing")?				X	
46. ¿La organización participa en la definición de las actividades de trabajo y en la estimación de tiempos de ejecución de los contratistas?		X			
47. ¿Se tiene en cuenta el impacto (seguridad, ambiente y producción) que tiene el sistema en el cual se va a ejecutar el mantenimiento?					X
48. ¿Se define el camino crítico de los mantenimientos mayores y se identifican los repuestos críticos?			X		
Puntuación total por criterio					

Tabla 4.5. Área Planificación y ejecución

Preguntas a evaluar	1	2	3	4	5
49. ¿Están disponibles los repuestos y materiales a la hora de ejecutar actividades de mantenimiento?		X			
50. ¿Está el almacén de repuestos bien organizado y sus tiempos de respuesta son eficientes?	X				
51. ¿Se controla bien la salida y entrada de repuestos al almacén?	X				
52. ¿Se tiene un proceso de cuantificación de stock de repuestos que incluya el criterio del impacto de no tener el repuesto en almacén?	X				
53. ¿Se tienen identificados los tiempos de reposición y los costos de los repuestos?	X				
54. ¿El criterio de calidad en el desarrollo de las actividades de mantenimiento está por encima del criterio de rapidez?		X			
55. ¿Se tiene un proceso que permita verificar la calidad de las actividades de mantenimiento ejecutadas?			X		
56. ¿Es la calidad en el área de mantenimiento un objetivo importante?			X		
57. ¿Tiene la organización un interés real en satisfacer las diferentes necesidades de sus trabajadores?	X				
58. ¿El buen desempeño de los trabajadores es bien recompensado dentro de la organización (económico - motivacional)?	X				
59. ¿El personal de mantenimiento está motivado para realizar su trabajo lo mejor posible?	X				
60. ¿El personal de mantenimiento sigue las políticas y procedimientos de seguridad?			X		
Puntuación total por criterio					

Tabla 4.6. Área Soporte, Calidad y Motivación

ENCUESTA 2

Preguntas a evaluar	1	2	3	4	5
1. ¿Usted siente que mantenimiento está dotado para realizar su trabajo?			X		
2. ¿La estructura completa del mantenimiento parece ser lógica y favorece al cumplimiento de las actividades de mant.?			X		
3. ¿La organización ayuda a eliminar las barreras que el mantenedor encuentra en su trabajo y de las cuales no tiene control?		X			
4. ¿La gerencia estimula a mantenimiento a alcanzar las metas de producción?		X			
5. ¿La gerencia estimula a producción a que ayude a mantenimiento en la realización de sus actividades?		X			
6. ¿Se desarrollan equipos de trabajo (mantenimiento y producción), para resolver tópicos que afectan a ambos departamentos?		X			
7. ¿La gerencia estimula al personal de mantenimiento (mecánicos, eléctricos....) y a los operadores a que trabajen juntos en la resolución de problemas que afectan la disponibilidad de sus procesos?	X				
8. ¿El personal de mantenimiento posee las habilidades necesarias para realizar sus trabajos?				X	
9. ¿Los trabajadores en general han recibido el adiestramiento adecuado en sus áreas de trabajo?		X			
10. ¿La gerencia involucra al personal de mantenimiento en la definición de sus objetivos y metas a cumplir?	X				
11. ¿La gerencia revisa y le hace seguimiento a los objetivos de la planta en reuniones de trabajo con el personal de mantenimiento y operaciones?	X				
12. ¿Los objetivos del mantenimiento están alineados con la visión y misión del negocio?		X			
Puntuación total por criterio					

Tabla 4.2. Área Recursos Gerenciales

Preguntas a evaluar	1	2	3	4	5
13. ¿La organización utiliza de forma eficiente el sistema computarizado de gestión del mantenimiento (Máximo/SAP PM/...)?	X				
14. ¿Está cada componente identificado, codificado y asociado a un sistema dentro de toda la planta?	X				
15. ¿La organización mantiene actualizado el Máximo/SAP PM/...?	X				
16. ¿Ha sido el personal debidamente entrenado para su uso?	X				
17. ¿La organización mantiene registros precisos de fallas de sus sistemas?	X				
18. ¿Están los inventarios de repuestos dentro del Máximo/SAP PM/...?		X			
19. ¿Se toman decisiones a partir de los reportes generados por él?	X				
20. ¿La organización estima y le hace seguimiento a los costes de mantto.?		X			
21. ¿La organización evalúa los tiempos operativos y fuera de servicio?		X			
22. ¿La organización de mantenimiento se compara contra otras organizaciones para medir su desempeño ("benchmarking")?	X				
23. ¿El tiempo de realización del mantenimiento es registrado y evaluado?		X			
24. ¿La gerencia de mantenimiento utiliza algún tipo de medida de comparación (costos de mantenimiento/costes de producción)?		X			
Puntuación total por criterio					

Tabla 4.3: Área Gerencia de la información

Preguntas a evaluar	1	2	3	4	5
25. ¿La organización utiliza órdenes de trabajo para las actividades de MP?	X				
26. ¿Se revisan periódicamente los planes de MP, aumento/descenso, necesidades de adiestramiento, etc.?	X				
27. ¿La organización tiene personal de mantenimiento dedicado exclusivamente a realizar actividades de MP?		X			
28. ¿Los operadores ayudan en las actividades de mantenimiento menor (limpieza, lubricación, ajustes e inspección visual)?					X
29. ¿La organización utiliza técnicas de mantenimiento predictivo (vibración, análisis de aceite, ultrasonido, etc.?)			X		
30. ¿La organización le hace seguimiento a los costos de mantenimiento preventivo y predictivo?		X			
31. ¿Los grupos de producción y operaciones permiten que el personal de mantenimiento tenga acceso a los equipos en las fechas estimadas de MP?			X		
32. ¿La organización tiene la cultura de analizar y evitar las fallas repetitivas?		X			
33. ¿Se incluye al personal de mantenimiento y producción en el proceso de evaluación de equipos nuevos?	X				
34. ¿Se adiestra de forma adecuada a las personas que van a operar los equipos nuevos?		X			
35. ¿Se adiestra de forma adecuada a las personas que van a mantener los equipos nuevos?		X			
36. ¿La organización hace seguimiento y evalúa los costos de operación y mantenimiento, a lo largo del ciclo de vida de sus activos?	X				
Puntuación total por criterio					

Tabla 4.4: Área Equipos y técnicas de mantenimiento preventivo

Preguntas a evaluar	1	2	3	4	5
37. ¿Son priorizadas las actividades de mantenimiento correctivo/preventivo?				X	
38. ¿La organización utiliza órdenes de trabajo para las act. Correctivas?		X			
39. ¿Se le hace seguimiento a la ejecución de las actividades de mantenimiento correctivo/preventivo?					X
40. ¿La organización controla el sobre tiempo (adicional al planificado)?			X		
41. ¿La organización registra la información obtenida por la ejecución de la actividad de mantenimiento (correctiva/preventiva)?			X		
42. ¿Son los trabajadores de mantenimiento asignados a las distintas labores en función de sus conocimientos y habilidades?				X	
43. ¿Son las actividades correctivas bien planificadas antes de ejecutarse?			X		
44. ¿La organización utiliza planificadores de mantenimiento para preparar el alcance de mantenimientos mayores ("shutdowns, overhauls")?				X	
45. ¿La organización utiliza contratistas calificadas para realizar labores de mantenimiento ("outsourcing")?				X	
46. ¿La organización participa en la definición de las actividades de trabajo y en la estimación de tiempos de ejecución de los contratistas?		X			
47. ¿Se tiene en cuenta el impacto (seguridad, ambiente y producción) que tiene el sistema en el cual se va a ejecutar el mantenimiento?				X	
48. ¿Se define el camino crítico de los mantenimientos mayores y se identifican los repuestos críticos?				X	
Puntuación total por criterio					

Tabla 4.5. Área Planificación y ejecución

Preguntas a evaluar	1	2	3	4	5
49. ¿Están disponibles los repuestos y materiales a la hora de ejecutar actividades de mantenimiento?		X			
50. ¿Está el almacén de repuestos bien organizado y sus tiempos de respuesta son eficientes?	X				
51. ¿Se controla bien la salida y entrada de repuestos al almacén?	X				
52. ¿Se tiene un proceso de cuantificación de stock de repuestos que incluya el criterio del impacto de no tener el repuesto en almacén?	X				
53. ¿Se tienen identificados los tiempos de reposición y los costos de los repuestos?	X				
54. ¿El criterio de calidad en el desarrollo de las actividades de mantenimiento está por encima del criterio de rapidez?			X		
55. ¿Se tiene un proceso que permita verificar la calidad de las actividades de mantenimiento ejecutadas?			X		
56. ¿Es la calidad en el área de mantenimiento un objetivo importante?			X		
57. ¿Tiene la organización un interés real en satisfacer las diferentes necesidades de sus trabajadores?	X				
58. ¿El buen desempeño de los trabajadores es bien recompensado dentro de la organización (económico - motivacional)?	X				
59. ¿El personal de mantenimiento está motivado para realizar su trabajo lo mejor posible?	X				
60. ¿El personal de mantenimiento sigue las políticas y procedimientos de seguridad?		X			
Puntuación total por criterio					

Tabla 4.6. Área Soporte, Calidad y Motivación

ENCUESTA 3

Preguntas a evaluar	1	2	3	4	5
1. ¿Usted siente que mantenimiento está dotado para realizar su trabajo?			X		
2. ¿La estructura completa del mantenimiento parece ser lógica y favorece al cumplimiento de las actividades de mant.?			X		
3. ¿La organización ayuda a eliminar las barreras que el mantenedor encuentra en su trabajo y de las cuales no tiene control?		X			
4. ¿La gerencia estimula a mantenimiento a alcanzar las metas de producción?		X			
5. ¿La gerencia estimula a producción a que ayude a mantenimiento en la realización de sus actividades?	X				
6. ¿Se desarrollan equipos de trabajo (mantenimiento y producción), para resolver tópicos que afectan a ambos departamentos?	X				
7. ¿La gerencia estimula al personal de mantenimiento (mecánicos, eléctricos....) y a los operadores a que trabajen juntos en la resolución de problemas que afectan la disponibilidad de sus procesos?		X			
8. ¿El personal de mantenimiento posee las habilidades necesarias para realizar sus trabajos?			X		
9. ¿Los trabajadores en general han recibido el adiestramiento adecuado en sus áreas de trabajo?		X			
10. ¿La gerencia involucra al personal de mantenimiento en la definición de sus objetivos y metas a cumplir?	X				
11. ¿La gerencia revisa y le hace seguimiento a los objetivos de la planta en reuniones de trabajo con el personal de mantenimiento y operaciones?	X				
12. ¿Los objetivos del mantenimiento están alineados con la visión y misión del negocio?	X				
Puntuación total por criterio					

Tabla 4.2. Área Recursos Gerenciales

Preguntas a evaluar	1	2	3	4	5
13. ¿La organización utiliza de forma eficiente el sistema computarizado de gestión del mantenimiento (Máximo/SAP PM/...)?	X				
14. ¿Está cada componente identificado, codificado y asociado a un sistema dentro de toda la planta?	X				
15. ¿La organización mantiene actualizado el Máximo/SAP PM/...?	X				
16. ¿Ha sido el personal debidamente entrenado para su uso?	X				
17. ¿La organización mantiene registros precisos de fallas de sus sistemas?	X				
18. ¿Están los inventarios de repuestos dentro del Máximo/SAP PM/...?		X			
19. ¿Se toman decisiones a partir de los reportes generados por él?	X				
20. ¿La organización estima y le hace seguimiento a los costes de mantto.?		X			
21. ¿La organización evalúa los tiempos operativos y fuera de servicio?		X			
22. ¿La organización de mantenimiento se compara contra otras organizaciones para medir su desempeño ("benchmarking")?	X				
23. ¿El tiempo de realización del mantenimiento es registrado y evaluado?	X				
24. ¿La gerencia de mantenimiento utiliza algún tipo de medida de comparación (costos de mantenimiento/costes de producción)?	X				
Puntuación total por criterio					

Tabla 4.3: Área Gerencia de la información

Preguntas a evaluar	1	2	3	4	5
25. ¿La organización utiliza órdenes de trabajo para las actividades de MP?	X				
26. ¿Se revisan periódicamente los planes de MP, aumento/descenso, necesidades de adiestramiento, etc.?	X				
27. ¿La organización tiene personal de mantenimiento dedicado exclusivamente a realizar actividades de MP?	X				
28. ¿Los operadores ayudan en las actividades de mantenimiento menor (limpieza, lubricación, ajustes e inspección visual)?				X	
29. ¿La organización utiliza técnicas de mantenimiento predictivo (vibración, análisis de aceite, ultrasonido, etc.)?			X		
30. ¿La organización le hace seguimiento a los costos de mantenimiento preventivo y predictivo?	X				
31. ¿Los grupos de producción y operaciones permiten que el personal de mantenimiento tenga acceso a los equipos en las fechas estimadas de MP?			X		
32. ¿La organización tiene la cultura de analizar y evitar las fallas repetitivas?	X				
33. ¿Se incluye al personal de mantenimiento y producción en el proceso de evaluación de equipos nuevos?	X				
34. ¿Se adiestra de forma adecuada a las personas que van a operar los equipos nuevos?		X			
35. ¿Se adiestra de forma adecuada a las personas que van a mantener los equipos nuevos?	X				
36. ¿La organización hace seguimiento y evalúa los costos de operación y mantenimiento, a lo largo del ciclo de vida de sus activos?	X				
Puntuación total por criterio					

Tabla 4.4: Área Equipos y técnicas de mantenimiento preventivo

Preguntas a evaluar	1	2	3	4	5
37. ¿Son priorizadas las actividades de mantenimiento correctivo/preventivo?			X		
38. ¿La organización utiliza órdenes de trabajo para las act. Correctivas?	X				
39. ¿Se le hace seguimiento a la ejecución de las actividades de mantenimiento correctivo/preventivo?			X		
40. ¿La organización controla el sobre tiempo (adicional al planificado)?	X				
41. ¿La organización registra la información obtenida por la ejecución de la actividad de mantenimiento (correctiva/preventiva)?			X		
42. ¿Son los trabajadores de mantenimiento asignados a las distintas labores en función de sus conocimientos y habilidades?			X		
43. ¿Son las actividades correctivas bien planificadas antes de ejecutarse?	X				
44. ¿La organización utiliza planificadores de mantenimiento para preparar el alcance de mantenimientos mayores ("shutdowns, overhauls")?			X		
45. ¿La organización utiliza contratistas calificadas para realizar labores de mantenimiento ("outsourcing")?					X
46. ¿La organización participa en la definición de las actividades de trabajo y en la estimación de tiempos de ejecución de los contratistas?	X				
47. ¿Se tiene en cuenta el impacto (seguridad, ambiente y producción) que tiene el sistema en el cual se va a ejecutar el mantenimiento?		X			
48. ¿Se define el camino crítico de los mantenimientos mayores y se identifican los repuestos críticos?			X		
Puntuación total por criterio					

Tabla 4.5. Área Planificación y ejecución

Preguntas a evaluar	1	2	3	4	5
49. ¿Están disponibles los repuestos y materiales a la hora de ejecutar actividades de mantenimiento?	X				
50. ¿Está el almacén de repuestos bien organizado y sus tiempos de respuesta son eficientes?	X				
51. ¿Se controla bien la salida y entrada de repuestos al almacén?		X			
52. ¿Se tiene un proceso de cuantificación de stock de repuestos que incluya el criterio del impacto de no tener el repuesto en almacén?	X				
53. ¿Se tienen identificados los tiempos de reposición y los costos de los repuestos?	X				
54. ¿El criterio de calidad en el desarrollo de las actividades de mantenimiento está por encima del criterio de rapidez?	X				
55. ¿Se tiene un proceso que permita verificar la calidad de las actividades de mantenimiento ejecutadas?		X			
56. ¿Es la calidad en el área de mantenimiento un objetivo importante?		X			
57. ¿Tiene la organización un interés real en satisfacer las diferentes necesidades de sus trabajadores?		X			
58. ¿El buen desempeño de los trabajadores es bien recompensado dentro de la organización (económico - motivacional)?	X				
59. ¿El personal de mantenimiento está motivado para realizar su trabajo lo mejor posible?			X		
60. ¿El personal de mantenimiento sigue las políticas y procedimientos de seguridad?		X			
Puntuación total por criterio					

Tabla 4.6. Área Soporte, Calidad y Motivación

ENCUESTA 4

Preguntas a evaluar	1	2	3	4	5
1. ¿Usted siente que mantenimiento está dotado para realizar su trabajo?			X		
2. ¿La estructura completa del mantenimiento parece ser lógica y favorece al cumplimiento de las actividades de mant.?		X			
3. ¿La organización ayuda a eliminar las barreras que el mantenedor encuentra en su trabajo y de las cuales no tiene control?			X		
4. ¿La gerencia estimula a mantenimiento a alcanzar las metas de producción?		X			
5. ¿La gerencia estimula a producción a que ayude a mantenimiento en la realización de sus actividades?		X			
6. ¿Se desarrollan equipos de trabajo (mantenimiento y producción), para resolver tópicos que afectan a ambos departamentos?			X		
7. ¿La gerencia estimula al personal de mantenimiento (mecánicos, eléctricos....) y a los operadores a que trabajen juntos en la resolución de problemas que afectan la disponibilidad de sus procesos?			X		
8. ¿El personal de mantenimiento posee las habilidades necesarias para realizar sus trabajos?			X		
9. ¿Los trabajadores en general han recibido el adiestramiento adecuado en sus áreas de trabajo?		X			
10. ¿La gerencia involucra al personal de mantenimiento en la definición de sus objetivos y metas a cumplir?	X				
11. ¿La gerencia revisa y le hace seguimiento a los objetivos de la planta en reuniones de trabajo con el personal de mantenimiento y operaciones?		X			
12. ¿Los objetivos del mantenimiento están alineados con la visión y misión del negocio?			X		
Puntuación total por criterio					

Tabla 4.2. Área Recursos Gerenciales

Preguntas a evaluar	1	2	3	4	5
13. ¿La organización utiliza de forma eficiente el sistema computarizado de gestión del mantenimiento (Máximo/SAP PM/...)?	X				
14. ¿Está cada componente identificado, codificado y asociado a un sistema dentro de toda la planta?			X		
15. ¿La organización mantiene actualizado el Máximo/SAP PM/...?	X				
16. ¿Ha sido el personal debidamente entrenado para su uso?		X			
17. ¿La organización mantiene registros precisos de fallas de sus sistemas?			X		
18. ¿Están los inventarios de repuestos dentro del Máximo/SAP PM/...?		X			
19. ¿Se toman decisiones a partir de los reportes generados por él?	X				
20. ¿La organización estima y le hace seguimiento a los costes de mantto.?			X		
21. ¿La organización evalúa los tiempos operativos y fuera de servicio?			X		
22. ¿La organización de mantenimiento se compara contra otras organizaciones para medir su desempeño ("benchmarking")?	X				
23. ¿El tiempo de realización del mantenimiento es registrado y evaluado?			X		
24. ¿La gerencia de mantenimiento utiliza algún tipo de medida de comparación (costos de mantenimiento/costes de producción)?		X			
Puntuación total por criterio					

Tabla 4.3: Área Gerencia de la información

Preguntas a evaluar	1	2	3	4	5
25. ¿La organización utiliza órdenes de trabajo para las actividades de MP?	X				
26. ¿Se revisan periódicamente los planes de MP, aumento/descenso, necesidades de adiestramiento, etc.?		X			
27. ¿La organización tiene personal de mantenimiento dedicado exclusivamente a realizar actividades de MP?			X		
28. ¿Los operadores ayudan en las actividades de mantenimiento menor (limpieza, lubricación, ajustes e inspección visual)?				X	
29. ¿La organización utiliza técnicas de mantenimiento predictivo (vibración, análisis de aceite, ultrasonido, etc.)?			X		
30. ¿La organización le hace seguimiento a los costos de mantenimiento preventivo y predictivo?			X		
31. ¿Los grupos de producción y operaciones permiten que el personal de mantenimiento tenga acceso a los equipos en las fechas estimadas de MP?			X		
32. ¿La organización tiene la cultura de analizar y evitar las fallas repetitivas?		X			
33. ¿Se incluye al personal de mantenimiento y producción en el proceso de evaluación de equipos nuevos?		X			
34. ¿Se adiestra de forma adecuada a las personas que van a operar los equipos nuevos?		X			
35. ¿Se adiestra de forma adecuada a las personas que van a mantener los equipos nuevos?		X			
36. ¿La organización hace seguimiento y evalúa los costos de operación y mantenimiento, a lo largo del ciclo de vida de sus activos?		X			
Puntuación total por criterio					

Tabla 4.4: Área Equipos y técnicas de mantenimiento preventivo

Preguntas a evaluar	1	2	3	4	5
37. ¿Son priorizadas las actividades de mantenimiento correctivo/preventivo?				X	
38. ¿La organización utiliza órdenes de trabajo para las act. Correctivas?	X				
39. ¿Se le hace seguimiento a la ejecución de las actividades de mantenimiento correctivo/preventivo?			X		
40. ¿La organización controla el sobre tiempo (adicional al planificado)?		X			
41. ¿La organización registra la información obtenida por la ejecución de la actividad de mantenimiento (correctiva/preventiva)?				X	
42. ¿Son los trabajadores de mantenimiento asignados a las distintas labores en función de sus conocimientos y habilidades?			X		
43. ¿Son las actividades correctivas bien planificadas antes de ejecutarse?		X			
44. ¿La organización utiliza planificadores de mantenimiento para preparar el alcance de mantenimientos mayores ("shutdowns, overhauls")?		X			
45. ¿La organización utiliza contratistas calificadas para realizar labores de mantenimiento ("outsourcing")?				X	
46. ¿La organización participa en la definición de las actividades de trabajo y en la estimación de tiempos de ejecución de los contratistas?		X			
47. ¿Se tiene en cuenta el impacto (seguridad, ambiente y producción) que tiene el sistema en el cual se va a ejecutar el mantenimiento?			X		
48. ¿Se define el camino crítico de los mantenimientos mayores y se identifican los repuestos críticos?			X		
Puntuación total por criterio					

Tabla 4.5. Área Planificación y ejecución

Preguntas a evaluar	1	2	3	4	5
49. ¿Están disponibles los repuestos y materiales a la hora de ejecutar actividades de mantenimiento?			X		
50. ¿Está el almacén de repuestos bien organizado y sus tiempos de respuesta son eficientes?		X			
51. ¿Se controla bien la salida y entrada de repuestos al almacén?		X			
52. ¿Se tiene un proceso de cuantificación de stock de repuestos que incluya el criterio del impacto de no tener el repuesto en almacén?		X			
53. ¿Se tienen identificados los tiempos de reposición y los costos de los repuestos?		X			
54. ¿El criterio de calidad en el desarrollo de las actividades de mantenimiento está por encima del criterio de rapidez?			X		
55. ¿Se tiene un proceso que permita verificar la calidad de las actividades de mantenimiento ejecutadas?			X		
56. ¿Es la calidad en el área de mantenimiento un objetivo importante?			X		
57. ¿Tiene la organización un interés real en satisfacer las diferentes necesidades de sus trabajadores?		X			
58. ¿El buen desempeño de los trabajadores es bien recompensado dentro de la organización (económico - motivacional)?	X				
59. ¿El personal de mantenimiento está motivado para realizar su trabajo lo mejor posible?	X				
60. ¿El personal de mantenimiento sigue las políticas y procedimientos de seguridad?		X			
Puntuación total por criterio					

Tabla 4.6. Área Soporte, Calidad y Motivación

ENCUESTA 5

Preguntas a evaluar	1	2	3	4	5
1. ¿Usted siente que mantenimiento está dotado para realizar su trabajo?		X			
2. ¿La estructura completa del mantenimiento parece ser lógica y favorece al cumplimiento de las actividades de mant.?				X	
3. ¿La organización ayuda a eliminar las barreras que el mantenedor encuentra en su trabajo y de las cuales no tiene control?				X	
4. ¿La gerencia estimula a mantenimiento a alcanzar las metas de producción?	X				
5. ¿La gerencia estimula a producción a que ayude a mantenimiento en la realización de sus actividades?		X			
6. ¿Se desarrollan equipos de trabajo (mantenimiento y producción), para resolver tópicos que afectan a ambos departamentos?				X	
7. ¿La gerencia estimula al personal de mantenimiento (mecánicos, eléctricos....) y a los operadores a que trabajen juntos en la resolución de problemas que afectan la disponibilidad de sus procesos?	X				
8. ¿El personal de mantenimiento posee las habilidades necesarias para realizar sus trabajos?				X	
9. ¿Los trabajadores en general han recibido el adiestramiento adecuado en sus áreas de trabajo?		X			
10. ¿La gerencia involucra al personal de mantenimiento en la definición de sus objetivos y metas a cumplir?	X				
11. ¿La gerencia revisa y le hace seguimiento a los objetivos de la planta en reuniones de trabajo con el personal de mantenimiento y operaciones?	X				
12. ¿Los objetivos del mantenimiento están alineados con la visión y misión del negocio?	X				
Puntuación total por criterio					

Tabla 4.2. Área Recursos Gerenciales

Preguntas a evaluar	1	2	3	4	5
13. ¿La organización utiliza de forma eficiente el sistema computarizado de gestión del mantenimiento (Máximo/SAP PM/...)?	X				
14. ¿Está cada componente identificado, codificado y asociado a un sistema dentro de toda la planta?	X				
15. ¿La organización mantiene actualizado el Máximo/SAP PM/...?	X				
16. ¿Ha sido el personal debidamente entrenado para su uso?	X				
17. ¿La organización mantiene registros precisos de fallas de sus sistemas?			X		
18. ¿Están los inventarios de repuestos dentro del Máximo/SAP PM/...?	X				
19. ¿Se toman decisiones a partir de los reportes generados por él?	X				
20. ¿La organización estima y le hace seguimiento a los costes de mantto.?		X			
21. ¿La organización evalúa los tiempos operativos y fuera de servicio?			X		
22. ¿La organización de mantenimiento se compara contra otras organizaciones para medir su desempeño ("benchmarking")?	X				
23. ¿El tiempo de realización del mantenimiento es registrado y evaluado?	X				
24. ¿La gerencia de mantenimiento utiliza algún tipo de medida de comparación (costos de mantenimiento/costes de producción)?	X				
Puntuación total por criterio					

Tabla 4.3: Área Gerencia de la información

Preguntas a evaluar	1	2	3	4	5
25. ¿La organización utiliza órdenes de trabajo para las actividades de MP?	X				
26. ¿Se revisan periódicamente los planes de MP, aumento/descenso, necesidades de adiestramiento, etc.?	X				
27. ¿La organización tiene personal de mantenimiento dedicado exclusivamente a realizar actividades de MP?	X				
28. ¿Los operadores ayudan en las actividades de mantenimiento menor (limpieza, lubricación, ajustes e inspección visual)?					X
29. ¿La organización utiliza técnicas de mantenimiento predictivo (vibración, análisis de aceite, ultrasonido, etc.)?			X		
30. ¿La organización le hace seguimiento a los costos de mantenimiento preventivo y predictivo?	X				
31. ¿Los grupos de producción y operaciones permiten que el personal de mantenimiento tenga acceso a los equipos en las fechas estimadas de MP?				X	
32. ¿La organización tiene la cultura de analizar y evitar las fallas repetitivas?			X		
33. ¿Se incluye al personal de mantenimiento y producción en el proceso de evaluación de equipos nuevos?	X				
34. ¿Se adiestra de forma adecuada a las personas que van a operar los equipos nuevos?		X			
35. ¿Se adiestra de forma adecuada a las personas que van a mantener los equipos nuevos?		X			
36. ¿La organización hace seguimiento y evalúa los costos de operación y mantenimiento, a lo largo del ciclo de vida de sus activos?	X				
Puntuación total por criterio					

Tabla 4.4: Área Equipos y técnicas de mantenimiento preventivo

Preguntas a evaluar	1	2	3	4	5
37. ¿Son priorizadas las actividades de mantenimiento correctivo/preventivo?			X		
38. ¿La organización utiliza órdenes de trabajo para las act. Correctivas?	X				
39. ¿Se le hace seguimiento a la ejecución de las actividades de mantenimiento correctivo/preventivo?			X		
40. ¿La organización controla el sobre tiempo (adicional al planificado)?	X				
41. ¿La organización registra la información obtenida por la ejecución de la actividad de mantenimiento (correctiva/preventiva)?			X		
42. ¿Son los trabajadores de mantenimiento asignados a las distintas labores en función de sus conocimientos y habilidades?				X	
43. ¿Son las actividades correctivas bien planificadas antes de ejecutarse?			X		
44. ¿La organización utiliza planificadores de mantenimiento para preparar el alcance de mantenimientos mayores ("shutdowns, overhauls")?		X			
45. ¿La organización utiliza contratistas calificadas para realizar labores de mantenimiento ("outsourcing")?					X
46. ¿La organización participa en la definición de las actividades de trabajo y en la estimación de tiempos de ejecución de los contratistas?		X			
47. ¿Se tiene en cuenta el impacto (seguridad, ambiente y producción) que tiene el sistema en el cual se va a ejecutar el mantenimiento?				X	
48. ¿Se define el camino crítico de los mantenimientos mayores y se identifican los repuestos críticos?			X		
Puntuación total por criterio					

Tabla 4.5. Área Planificación y ejecución

Preguntas a evaluar	1	2	3	4	5
49. ¿Están disponibles los repuestos y materiales a la hora de ejecutar actividades de mantenimiento?			X		
50. ¿Está el almacén de repuestos bien organizado y sus tiempos de respuesta son eficientes?			X		
51. ¿Se controla bien la salida y entrada de repuestos al almacén?		X			
52. ¿Se tiene un proceso de cuantificación de stock de repuestos que incluya el criterio del impacto de no tener el repuesto en almacén?	X				
53. ¿Se tienen identificados los tiempos de reposición y los costos de los repuestos?	X				
54. ¿El criterio de calidad en el desarrollo de las actividades de mantenimiento está por encima del criterio de rapidez?			X		
55. ¿Se tiene un proceso que permita verificar la calidad de las actividades de mantenimiento ejecutadas?		X			
56. ¿Es la calidad en el área de mantenimiento un objetivo importante?				X	
57. ¿Tiene la organización un interés real en satisfacer las diferentes necesidades de sus trabajadores?		X			
58. ¿El buen desempeño de los trabajadores es bien recompensado dentro de la organización (económico - motivacional)?	X				
59. ¿El personal de mantenimiento está motivado para realizar su trabajo lo mejor posible?		X			
60. ¿El personal de mantenimiento sigue las políticas y procedimientos de seguridad?		X			
Puntuación total por criterio					

Tabla 4.6. Área Soporte, Calidad y Motivación

ENCUESTA 6

Preguntas a evaluar	1	2	3	4	5
1. ¿Usted siente que mantenimiento está dotado para realizar su trabajo?			X		
2. ¿La estructura completa del mantenimiento parece ser lógica y favorece al cumplimiento de las actividades de mant.?				X	
3. ¿La organización ayuda a eliminar las barreras que el mantenedor encuentra en su trabajo y de las cuales no tiene control?			X		
4. ¿La gerencia estimula a mantenimiento a alcanzar las metas de producción?		X			
5. ¿La gerencia estimula a producción a que ayude a mantenimiento en la realización de sus actividades?		X			
6. ¿Se desarrollan equipos de trabajo (mantenimiento y producción), para resolver tópicos que afectan a ambos departamentos?			X		
7. ¿La gerencia estimula al personal de mantenimiento (mecánicos, eléctricos....) y a los operadores a que trabajen juntos en la resolución de problemas que afectan la disponibilidad de sus procesos?		X			
8. ¿El personal de mantenimiento posee las habilidades necesarias para realizar sus trabajos?		X			
9. ¿Los trabajadores en general han recibido el adiestramiento adecuado en sus áreas de trabajo?	X				
10. ¿La gerencia involucra al personal de mantenimiento en la definición de sus objetivos y metas a cumplir?	X				
11. ¿La gerencia revisa y le hace seguimiento a los objetivos de la planta en reuniones de trabajo con el personal de mantenimiento y operaciones?	X				
12. ¿Los objetivos del mantenimiento están alineados con la visión y misión del negocio?	X				
Puntuación total por criterio					

Tabla 4.2. Área Recursos Gerenciales

Preguntas a evaluar	1	2	3	4	5
13. ¿La organización utiliza de forma eficiente el sistema computarizado de gestión del mantenimiento (Máximo/SAP PM/...)?	X				
14. ¿Está cada componente identificado, codificado y asociado a un sistema dentro de toda la planta?	X				
15. ¿La organización mantiene actualizado el Máximo/SAP PM/...?	X				
16. ¿Ha sido el personal debidamente entrenado para su uso?	X				
17. ¿La organización mantiene registros precisos de fallas de sus sistemas?			X		
18. ¿Están los inventarios de repuestos dentro del Máximo/SAP PM/...?	X				
19. ¿Se toman decisiones a partir de los reportes generados por él?	X				
20. ¿La organización estima y le hace seguimiento a los costes de mantto.?	X				
21. ¿La organización evalúa los tiempos operativos y fuera de servicio?		X			
22. ¿La organización de mantenimiento se compara contra otras organizaciones para medir su desempeño ("benchmarking")?	X				
23. ¿El tiempo de realización del mantenimiento es registrado y evaluado?	X				
24. ¿La gerencia de mantenimiento utiliza algún tipo de medida de comparación (costos de mantenimiento/costes de producción)?	X				
Puntuación total por criterio					

Tabla 4.3: Área Gerencia de la información

Preguntas a evaluar	1	2	3	4	5
25. ¿La organización utiliza órdenes de trabajo para las actividades de MP?	X				
26. ¿Se revisan periódicamente los planes de MP, aumento/descenso, necesidades de adiestramiento, etc.?	X				
27. ¿La organización tiene personal de mantenimiento dedicado exclusivamente a realizar actividades de MP?	X				
28. ¿Los operadores ayudan en las actividades de mantenimiento menor (limpieza, lubricación, ajustes e inspección visual)?					X
29. ¿La organización utiliza técnicas de mantenimiento predictivo (vibración, análisis de aceite, ultrasonido, etc.?)		X			
30. ¿La organización le hace seguimiento a los costos de mantenimiento preventivo y predictivo?	X				
31. ¿Los grupos de producción y operaciones permiten que el personal de mantenimiento tenga acceso a los equipos en las fechas estimadas de MP?			X		
32. ¿La organización tiene la cultura de analizar y evitar las fallas repetitivas?				X	
33. ¿Se incluye al personal de mantenimiento y producción en el proceso de evaluación de equipos nuevos?	X				
34. ¿Se adiestra de forma adecuada a las personas que van a operar los equipos nuevos?		X			
35. ¿Se adiestra de forma adecuada a las personas que van a mantener los equipos nuevos?		X			
36. ¿La organización hace seguimiento y evalúa los costos de operación y mantenimiento, a lo largo del ciclo de vida de sus activos?	X				
Puntuación total por criterio					

Tabla 4.4: Área Equipos y técnicas de mantenimiento preventivo

Preguntas a evaluar	1	2	3	4	5
37. ¿Son prioritizadas las actividades de mantenimiento correctivo/preventivo?				X	
38. ¿La organización utiliza órdenes de trabajo para las act. Correctivas?	X				
39. ¿Se le hace seguimiento a la ejecución de las actividades de mantenimiento correctivo/preventivo?			X		
40. ¿La organización controla el sobre tiempo (adicional al planificado)?	X				
41. ¿La organización registra la información obtenida por la ejecución de la actividad de mantenimiento (correctiva/preventiva)?				X	
42. ¿Son los trabajadores de mantenimiento asignados a las distintas labores en función de sus conocimientos y habilidades?				X	
43. ¿Son las actividades correctivas bien planificadas antes de ejecutarse?				X	
44. ¿La organización utiliza planificadores de mantenimiento para preparar el alcance de mantenimientos mayores ("shutdowns, overhauls")?			X		
45. ¿La organización utiliza contratistas calificadas para realizar labores de mantenimiento ("outsourcing")?					X
46. ¿La organización participa en la definición de las actividades de trabajo y en la estimación de tiempos de ejecución de los contratistas?			X		
47. ¿Se tiene en cuenta el impacto (seguridad, ambiente y producción) que tiene el sistema en el cual se va a ejecutar el mantenimiento?				X	
48. ¿Se define el camino crítico de los mantenimientos mayores y se identifican los repuestos críticos?				X	
Puntuación total por criterio					

Tabla 4.5. Área Planificación y ejecución

Preguntas a evaluar	1	2	3	4	5
49. ¿Están disponibles los repuestos y materiales a la hora de ejecutar actividades de mantenimiento?			X		
50. ¿Está el almacén de repuestos bien organizado y sus tiempos de respuesta son eficientes?				X	
51. ¿Se controla bien la salida y entrada de repuestos al almacén?			X		
52. ¿Se tiene un proceso de cuantificación de stock de repuestos que incluya el criterio del impacto de no tener el repuesto en almacén?	X				
53. ¿Se tienen identificados los tiempos de reposición y los costos de los repuestos?	X				
54. ¿El criterio de calidad en el desarrollo de las actividades de mantenimiento está por encima del criterio de rapidez?		X			
55. ¿Se tiene un proceso que permita verificar la calidad de las actividades de mantenimiento ejecutadas?		X			
56. ¿Es la calidad en el área de mantenimiento un objetivo importante?			X		
57. ¿Tiene la organización un interés real en satisfacer las diferentes necesidades de sus trabajadores?		X			
58. ¿El buen desempeño de los trabajadores es bien recompensado dentro de la organización (económico - motivacional)?	X				
59. ¿El personal de mantenimiento está motivado para realizar su trabajo lo mejor posible?			X		
60. ¿El personal de mantenimiento sigue las políticas y procedimientos de seguridad?			X		
Puntuación total por criterio					

Tabla 4.6. Área Soporte, Calidad y Motivación

ENCUESTA 7

Preguntas a evaluar	1	2	3	4	5
1. ¿Usted siente que mantenimiento está dotado para realizar su trabajo?			X		
2. ¿La estructura completa del mantenimiento parece ser lógica y favorece al cumplimiento de las actividades de mant.?				X	
3. ¿La organización ayuda a eliminar las barreras que el mantenedor encuentra en su trabajo y de las cuales no tiene control?				X	
4. ¿La gerencia estimula a mantenimiento a alcanzar las metas de producción?			X		
5. ¿La gerencia estimula a producción a que ayude a mantenimiento en la realización de sus actividades?			X		
6. ¿Se desarrollan equipos de trabajo (mantenimiento y producción), para resolver tópicos que afectan a ambos departamentos?			X		
7. ¿La gerencia estimula al personal de mantenimiento (mecánicos, eléctricos....) y a los operadores a que trabajen juntos en la resolución de problemas que afectan la disponibilidad de sus procesos?		X			
8. ¿El personal de mantenimiento posee las habilidades necesarias para realizar sus trabajos?			X		
9. ¿Los trabajadores en general han recibido el adiestramiento adecuado en sus áreas de trabajo?	X				
10. ¿La gerencia involucra al personal de mantenimiento en la definición de sus objetivos y metas a cumplir?	X				
11. ¿La gerencia revisa y le hace seguimiento a los objetivos de la planta en reuniones de trabajo con el personal de mantenimiento y operaciones?		X			
12. ¿Los objetivos del mantenimiento están alineados con la visión y misión del negocio?		X			
Puntuación total por criterio					

Tabla 4.2. Área Recursos Gerenciales

Preguntas a evaluar	1	2	3	4	5
13. ¿La organización utiliza de forma eficiente el sistema computarizado de gestión del mantenimiento (Máximo/SAP PM/...)?	X				
14. ¿Está cada componente identificado, codificado y asociado a un sistema dentro de toda la planta?	X				
15. ¿La organización mantiene actualizado el Máximo/SAP PM/...?	X				
16. ¿Ha sido el personal debidamente entrenado para su uso?	X				
17. ¿La organización mantiene registros precisos de fallas de sus sistemas?		X			
18. ¿Están los inventarios de repuestos dentro del Máximo/SAP PM/...?	X				
19. ¿Se toman decisiones a partir de los reportes generados por él?	X				
20. ¿La organización estima y le hace seguimiento a los costes de mantto.?	X				
21. ¿La organización evalúa los tiempos operativos y fuera de servicio?			X		
22. ¿La organización de mantenimiento se compara contra otras organizaciones para medir su desempeño ("benchmarking")?	X				
23. ¿El tiempo de realización del mantenimiento es registrado y evaluado?	X				
24. ¿La gerencia de mantenimiento utiliza algún tipo de medida de comparación (costos de mantenimiento/costes de producción)?		X			
Puntuación total por criterio					

Tabla 4.3: Área Gerencia de la información

Preguntas a evaluar	1	2	3	4	5
25. ¿La organización utiliza órdenes de trabajo para las actividades de MP?	X				
26. ¿Se revisan periódicamente los planes de MP, aumento/descenso, necesidades de adiestramiento, etc.?	X				
27. ¿La organización tiene personal de mantenimiento dedicado exclusivamente a realizar actividades de MP?	X				
28. ¿Los operadores ayudan en las actividades de mantenimiento menor (limpieza, lubricación, ajustes e inspección visual)?					X
29. ¿La organización utiliza técnicas de mantenimiento predictivo (vibración, análisis de aceite, ultrasonido, etc.)?			X		
30. ¿La organización le hace seguimiento a los costos de mantenimiento preventivo y predictivo?	X				
31. ¿Los grupos de producción y operaciones permiten que el personal de mantenimiento tenga acceso a los equipos en las fechas estimadas de MP?				X	
32. ¿La organización tiene la cultura de analizar y evitar las fallas repetitivas?				X	
33. ¿Se incluye al personal de mantenimiento y producción en el proceso de evaluación de equipos nuevos?	X				
34. ¿Se adiestra de forma adecuada a las personas que van a operar los equipos nuevos?			X		
35. ¿Se adiestra de forma adecuada a las personas que van a mantener los equipos nuevos?			X		
36. ¿La organización hace seguimiento y evalúa los costos de operación y mantenimiento, a lo largo del ciclo de vida de sus activos?	X				
Puntuación total por criterio					

Tabla 4.4: Área Equipos y técnicas de mantenimiento preventivo

Preguntas a evaluar	1	2	3	4	5
37. ¿Son priorizadas las actividades de mantenimiento correctivo/preventivo?				X	
38. ¿La organización utiliza órdenes de trabajo para las act. Correctivas?		X			
39. ¿Se le hace seguimiento a la ejecución de las actividades de mantenimiento correctivo/preventivo?		X			
40. ¿La organización controla el sobre tiempo (adicional al planificado)?	X				
41. ¿La organización registra la información obtenida por la ejecución de la actividad de mantenimiento (correctiva/preventiva)?				X	
42. ¿Son los trabajadores de mantenimiento asignados a las distintas labores en función de sus conocimientos y habilidades?				X	
43. ¿Son las actividades correctivas bien planificadas antes de ejecutarse?			X		
44. ¿La organización utiliza planificadores de mantenimiento para preparar el alcance de mantenimientos mayores ("shutdowns, overhauls")?				X	
45. ¿La organización utiliza contratistas calificadas para realizar labores de mantenimiento ("outsourcing")?					X
46. ¿La organización participa en la definición de las actividades de trabajo y en la estimación de tiempos de ejecución de los contratistas?				X	
47. ¿Se tiene en cuenta el impacto (seguridad, ambiente y producción) que tiene el sistema en el cual se va a ejecutar el mantenimiento?				X	
48. ¿Se define el camino crítico de los mantenimientos mayores y se identifican los repuestos críticos?				X	
Puntuación total por criterio					

Tabla 4.5. Área Planificación y ejecución

Preguntas a evaluar	1	2	3	4	5
49. ¿Están disponibles los repuestos y materiales a la hora de ejecutar actividades de mantenimiento?			X		
50. ¿Está el almacén de repuestos bien organizado y sus tiempos de respuesta son eficientes?				X	
51. ¿Se controla bien la salida y entrada de repuestos al almacén?			X		
52. ¿Se tiene un proceso de cuantificación de stock de repuestos que incluya el criterio del impacto de no tener el repuesto en almacén?		X			
53. ¿Se tienen identificados los tiempos de reposición y los costos de los repuestos?	X				
54. ¿El criterio de calidad en el desarrollo de las actividades de mantenimiento está por encima del criterio de rapidez?			X		
55. ¿Se tiene un proceso que permita verificar la calidad de las actividades de mantenimiento ejecutadas?		X			
56. ¿Es la calidad en el área de mantenimiento un objetivo importante?				X	
57. ¿Tiene la organización un interés real en satisfacer las diferentes necesidades de sus trabajadores?		X			
58. ¿El buen desempeño de los trabajadores es bien recompensado dentro de la organización (económico - motivacional)?	X				
59. ¿El personal de mantenimiento está motivado para realizar su trabajo lo mejor posible?				X	
60. ¿El personal de mantenimiento sigue las políticas y procedimientos de seguridad?		X			
Puntuación total por criterio					

Tabla 4.6. Área Soporte, Calidad y Motivación

ENCUESTA 8

Preguntas a evaluar	1	2	3	4	5
1. ¿Usted siente que mantenimiento está dotado para realizar su trabajo?				X	
2. ¿La estructura completa del mantenimiento parece ser lógica y favorece al cumplimiento de las actividades de mant.?					X
3. ¿La organización ayuda a eliminar las barreras que el mantenedor encuentra en su trabajo y de las cuales no tiene control?				X	
4. ¿La gerencia estimula a mantenimiento a alcanzar las metas de producción?		X			
5. ¿La gerencia estimula a producción a que ayude a mantenimiento en la realización de sus actividades?			X		
6. ¿Se desarrollan equipos de trabajo (mantenimiento y producción), para resolver tópicos que afectan a ambos departamentos?			X		
7. ¿La gerencia estimula al personal de mantenimiento (mecánicos, eléctricos....) y a los operadores a que trabajen juntos en la resolución de problemas que afectan la disponibilidad de sus procesos?		X			
8. ¿El personal de mantenimiento posee las habilidades necesarias para realizar sus trabajos?			X		
9. ¿Los trabajadores en general han recibido el adiestramiento adecuado en sus áreas de trabajo?		X			
10. ¿La gerencia involucra al personal de mantenimiento en la definición de sus objetivos y metas a cumplir?	X				
11. ¿La gerencia revisa y le hace seguimiento a los objetivos de la planta en reuniones de trabajo con el personal de mantenimiento y operaciones?	X				
12. ¿Los objetivos del mantenimiento están alineados con la visión y misión del negocio?	X				
Puntuación total por criterio					

Tabla 4.2. Área Recursos Gerenciales

Preguntas a evaluar	1	2	3	4	5
13. ¿La organización utiliza de forma eficiente el sistema computarizado de gestión del mantenimiento (Máximo/SAP PM/...)?	X				
14. ¿Está cada componente identificado, codificado y asociado a un sistema dentro de toda la planta?	X				
15. ¿La organización mantiene actualizado el Máximo/SAP PM/...?	X				
16. ¿Ha sido el personal debidamente entrenado para su uso?	X				
17. ¿La organización mantiene registros precisos de fallas de sus sistemas?	X				
18. ¿Están los inventarios de repuestos dentro del Máximo/SAP PM/...?	X				
19. ¿Se toman decisiones a partir de los reportes generados por él?	X				
20. ¿La organización estima y le hace seguimiento a los costes de mantto.?	X				
21. ¿La organización evalúa los tiempos operativos y fuera de servicio?		X			
22. ¿La organización de mantenimiento se compara contra otras organizaciones para medir su desempeño ("benchmarking")?	X				
23. ¿El tiempo de realización del mantenimiento es registrado y evaluado?	X				
24. ¿La gerencia de mantenimiento utiliza algún tipo de medida de comparación (costos de mantenimiento/costes de producción)?	X				
Puntuación total por criterio					

Tabla 4.3: Área Gerencia de la información

Preguntas a evaluar	1	2	3	4	5
25. ¿La organización utiliza órdenes de trabajo para las actividades de MP?	X				
26. ¿Se revisan periódicamente los planes de MP, aumento/descenso, necesidades de adiestramiento, etc.?	X				
27. ¿La organización tiene personal de mantenimiento dedicado exclusivamente a realizar actividades de MP?	X				
28. ¿Los operadores ayudan en las actividades de mantenimiento menor (limpieza, lubricación, ajustes e inspección visual)?					X
29. ¿La organización utiliza técnicas de mantenimiento predictivo (vibración, análisis de aceite, ultrasonido, etc.)?			X		
30. ¿La organización le hace seguimiento a los costos de mantenimiento preventivo y predictivo?	X				
31. ¿Los grupos de producción y operaciones permiten que el personal de mantenimiento tenga acceso a los equipos en las fechas estimadas de MP?			X		
32. ¿La organización tiene la cultura de analizar y evitar las fallas repetitivas?					X
33. ¿Se incluye al personal de mantenimiento y producción en el proceso de evaluación de equipos nuevos?	X				
34. ¿Se adiestra de forma adecuada a las personas que van a operar los equipos nuevos?		X			
35. ¿Se adiestra de forma adecuada a las personas que van a mantener los equipos nuevos?		X			
36. ¿La organización hace seguimiento y evalúa los costos de operación y mantenimiento, a lo largo del ciclo de vida de sus activos?	X				
Puntuación total por criterio					

Tabla 4.4: Área Equipos y técnicas de mantenimiento preventivo

Preguntas a evaluar	1	2	3	4	5
37. ¿Son priorizadas las actividades de mantenimiento correctivo/preventivo?				X	
38. ¿La organización utiliza órdenes de trabajo para las act. Correctivas?	X				
39. ¿Se le hace seguimiento a la ejecución de las actividades de mantenimiento correctivo/preventivo?			X		
40. ¿La organización controla el sobre tiempo (adicional al planificado)?	X				
41. ¿La organización registra la información obtenida por la ejecución de la actividad de mantenimiento (correctiva/preventiva)?				X	
42. ¿Son los trabajadores de mantenimiento asignados a las distintas labores en función de sus conocimientos y habilidades?				X	
43. ¿Son las actividades correctivas bien planificadas antes de ejecutarse?			X		
44. ¿La organización utiliza planificadores de mantenimiento para preparar el alcance de mantenimientos mayores ("shutdowns, overhauls")?		X			
45. ¿La organización utiliza contratistas calificadas para realizar labores de mantenimiento ("outsourcing")?					X
46. ¿La organización participa en la definición de las actividades de trabajo y en la estimación de tiempos de ejecución de los contratistas?			X		
47. ¿Se tiene en cuenta el impacto (seguridad, ambiente y producción) que tiene el sistema en el cual se va a ejecutar el mantenimiento?				X	
48. ¿Se define el camino crítico de los mantenimientos mayores y se identifican los repuestos críticos?				X	
Puntuación total por criterio					

Tabla 4.5. Área Planificación y ejecución

Preguntas a evaluar	1	2	3	4	5
49. ¿Están disponibles los repuestos y materiales a la hora de ejecutar actividades de mantenimiento?			X		
50. ¿Está el almacén de repuestos bien organizado y sus tiempos de respuesta son eficientes?				X	
51. ¿Se controla bien la salida y entrada de repuestos al almacén?			X		
52. ¿Se tiene un proceso de cuantificación de stock de repuestos que incluya el criterio del impacto de no tener el repuesto en almacén?	X				
53. ¿Se tienen identificados los tiempos de reposición y los costos de los repuestos?	X				
54. ¿El criterio de calidad en el desarrollo de las actividades de mantenimiento está por encima del criterio de rapidez?		X			
55. ¿Se tiene un proceso que permita verificar la calidad de las actividades de mantenimiento ejecutadas?		X			
56. ¿Es la calidad en el área de mantenimiento un objetivo importante?			X		
57. ¿Tiene la organización un interés real en satisfacer las diferentes necesidades de sus trabajadores?		X			
58. ¿El buen desempeño de los trabajadores es bien recompensado dentro de la organización (económico - motivacional)?	X				
59. ¿El personal de mantenimiento está motivado para realizar su trabajo lo mejor posible?			X		
60. ¿El personal de mantenimiento sigue las políticas y procedimientos de seguridad?		X			
Puntuación total por criterio					

Tabla 4.6. Área Soporte, Calidad y Motivación

ANEXO B: FORMATOS DE ENTREVISTA.

	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS CRÍTICOS DEL B/P CAP TINO B.	
---	--	---

FORMATO DE ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA

Entrevistador: Jaque Rodríguez Carlos Eduardo **Entrevistado:** Jefe mecánico
Fecha: 20 / Abril / 2025 **Cargo:** Supervisor de mantenimiento
Lugar: Oficina Técnica de Taller mecánico **Entorno:** Barco ☐ Planta ☒

Objetivo: Explorar de manera cualitativa las percepciones, prácticas y criterios técnicos de los responsables de mantenimiento respecto a todas las variables que afectan la gestión del mantenimiento de los equipos críticos del B/P “Cap. Tino B.”, con el fin de identificar oportunidades para la formulación de estrategias de mejora.

Instrucciones:

- Explicar al inicio el propósito y confidencialidad de la entrevista.
- Formular las preguntas con claridad y sin inducir respuestas.
- Permitir respuestas abiertas, tomando notas o grabando (previa autorización).
- Profundizar cuando sea necesario, con repreguntas basadas en su experiencia.
- Mantener actitud neutral y profesional durante toda la entrevista.

BLOQUE 1: RECURSOS GERENCIALES

1) ¿Qué tan involucrada considera que está la administración general o la gerencia en los procesos de mantenimiento?

Notas:

El jefe mecánico señala que la participación de la administración en el mantenimiento es limitada y condicionada por la presión de mantener los barcos en faena. Aunque sus recomendaciones son escuchadas, evita insistir en propuestas que impliquen más días en puerto, ya que la operatividad se prioriza sobre el mantenimiento planificado.

Aunque él podría presentar oportunidades adicionales de mantenimiento, muchas no se ejecutan por falta de tiempo entre arribos y zarpes, o por interferencias con otros trabajos. Las tareas más complejas se posponen para la veda.

No se realiza seguimiento formal a los resultados del mantenimiento ni existe control presupuestario. La planificación financiera se basa en la experiencia, sin una contabilidad técnica que relacione costos, frecuencia de uso o

Además, no hay supervisión directa ni presencia activa de los jefes de flota en el taller o a bordo. Tampoco se evalúa el desempeño técnico ni se impulsa una cultura de mejora, lo que refuerza un enfoque reactivo y sin planificación sostenida.

2) ¿Cree que el área de mantenimiento recibe el mismo nivel de atención o reconocimiento que otras áreas dentro de la empresa?

Notas:

Señala que mantenimiento no ha sido tratada con la misma prioridad que otras áreas, ya que ha visto que se han impulsado mejoras institucionales en ámbitos como medio ambiente y certificaciones, lo que demuestra que existe capacidad para promover cambios, pero esa visión no se ha trasladado a la gestión técnica.

Añade que asume responsabilidades más allá de su cargo, pero que no cuenta con el respaldo necesario y que no puede hacerse cargo de todo por sí solo. Además, ha dejado de insistir con algunas propuestas porque percibe que, si la mejora implica afectar el tiempo de faena o sugiere que algo se ha hecho mal, la reacción de los armadores no es receptiva. Asimismo, cuando se identifican fallas por mal mantenimiento no hay consecuencias ni aprendizaje organizativo.

BLOQUE 2: GERENCIA DE LA INFORMACIÓN

1) ¿Qué tipo de registros llevan actualmente sobre los mantenimientos realizados en los equipos críticos? ¿Cree que es suficiente para entender los problemas?

Notas:

Indica que el control principal es el registro de horas de operación, las tareas realizadas a bordo (principalmente rutinarias) y las solicitudes de mantenimiento entregadas por los maquinistas, tras cada marea. No se lleva un historial técnico formal de fallas; solo se anotan fechas y actividades, sin detallar causas, responsables o consecuencias.

En algunos casos realiza una revisión puntual de parámetros operativos, apoyándose en su experiencia para interpretar valores como temperatura y presión, pero como no se registra no se puede analizar su evolución en el tiempo. También se apoya en el análisis de aceite, pero considera importante disponer de datos más organizados, especialmente sobre consumo de aceite y combustible, ya que son indicadores clave del estado del motor.

2) ¿Qué dificultades enfrenta para implementar un sistema más formal que permita mejorar el registro, seguimiento o análisis de la información de mantenimiento?

Notas:

Señala que enfrenta dificultades para implementar un sistema más formal debido a limitaciones de tiempo, ya que debe supervisar maniobras y trabajos técnicos complejos, lo que le impide destinar esfuerzo al análisis o a tareas administrativas.

Agrega que, aunque su asistente ha mostrado disposición, su aporte es limitado por falta de conocimientos técnicos y una actitud poco proactiva para investigar o aplicar nuevas herramientas que optimicen la gestión de la información.

Siente que no existe una cultura organizacional que impulse el uso de herramientas digitales, y recuerda que en su momento se intentó implementar una plataforma de mantenimiento, pero fue abandonada por falta de soporte y nunca se retomó.

BLOQUE #3 EQUIPOS Y TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

1) ¿Cómo describiría el tipo de mantenimiento que realiza actualmente en los equipos críticos?

Notas:

El jefe mecánico indica que el mantenimiento se realiza principalmente en base a la lista de trabajos reportados al final de cada faena, lo que mantiene un enfoque mayoritariamente correctivo, estimado en un 55 %. Considera que su seguimiento personal de parámetros como temperatura y presión representa un 35 % de mantenimiento predictivo, aunque lo hace de forma interna y basado en su experiencia. El mantenimiento preventivo equivale apenas al 10 %, limitado a tareas puntuales como calibración de válvulas o cambio de aceite, que —según comenta— son lo mínimo que se puede hacer por un motor. Estas acciones no responden a un plan estructurado ni cronograma formal, y suelen postergarse hasta la veda o se realizan de manera oportunista, cuando coinciden con otras reparaciones mayores.

2) ¿Cómo se definen las tareas que se realizan en cada mantenimiento, y qué componentes/sistemas suelen priorizarse o programarse con anticipación?

Notas:

El jefe mecánico comentó que las tareas se definen principalmente a partir de la lista de trabajos entregada por los maquinistas. Explicó que, cuando no se logra intervenir en puerto, algunas actividades quedan pendientes para la siguiente marea o se programan para la veda. En estos casos, ya se cuenta con repuestos con anticipación para dejar previstos algunos trabajos puntuales.

Mencionó que se priorizan componentes como bomba de agua salada, enfriadores, inyectores, ánodos de zinc y cabezote, especialmente aquellos que han presentado desgaste, electrólisis o contaminación.

BLOQUE #4 PLANIFICACIÓN Y EJECUCIÓN

1) ¿Cómo se gestiona la planificación de las tareas de mantenimiento en los barcos?

Notas:

Mencionó que la planificación comienza cuando el barco arriba a puerto, ya que no se cuenta con una base previa que permita organizar tareas con antelación. Al haber varios barcos operando de forma simultánea, el equipo espera que cada uno retorne con su respectiva lista de trabajos. Una vez recibida, se determina qué mecánicos intervendrán, qué herramientas se necesitarán y qué repuestos están disponibles. Él asigna directamente las tareas y, si se trata de intervenciones complejas, las supervisa personalmente. Los insumos faltantes se coordinan con la asistente técnica para su envío desde planta, aunque a veces hay retrasos por confusiones con repuestos específicos.

2) ¿Se suelen presentar dificultades durante la ejecución de los trabajos? ¿Cómo afecta la organización de lo planificado?

Notas:

Explicó que durante la ejecución del mantenimiento suelen presentarse complicaciones cuando se trata de intervenciones profundas, como extracción de cabezote, ya que implican herramientas especiales, repuestos específicos y más tiempo. Algunos de estos trabajos no estaban previstos inicialmente y se detectan conforme avanzan las inspecciones, al igual que otras tareas no incluidas en la lista inicial de pedidos. En estos casos, es necesario reorganizar las actividades en el momento y adaptar el trabajo según la disponibilidad de materiales, herramientas y el tiempo limitado antes del siguiente zarpe.

BLOQUE #5 SOPORTE, CALIDAD Y MOTIVACIÓN

1) ¿Cuáles considera que son las principales limitaciones en la calidad de los trabajos realizados por el personal de mantenimiento?

Notas:

El jefe mecánico indicó que muchas fallas no se deben al desgaste de los equipos, sino a errores cometidos durante la intervención. Mencionó que ciertas tareas críticas requieren supervisión constante, ya que sin seguimiento pueden presentarse problemas posteriores. Comentó que el personal no siempre actúa con iniciativa propia y que su rendimiento depende en parte de su estado de ánimo o situaciones personales. No existen mecanismos formales para evaluar responsabilidades ni aplicar acciones correctivas. Incluso cuando se identifica que un error fue causado por una mala intervención, ya sea por ayudantes o por maquinistas, no se imponen sanciones ni se generan instancias para aprender de lo ocurrido.

2) ¿Cómo evalúa la entrega y control de repuestos durante los trabajos de mantenimiento?

Notas:

El jefe mecánico expresa que la entrega de repuestos no siempre es ágil, debido al desorden general en la oficina. Aunque los materiales suelen estar disponibles se pierde tiempo buscándolos porque no hay un orden claro. Señala que esto retrasa los trabajos, especialmente cuando se necesita algo con urgencia. La asistente técnica es quien se encarga del área, pero considera que debería asumir un rol más activo en el control visual y la disposición técnica de los repuestos para evitar estos contratiempos.

	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS CRÍTICOS DEL B/P CAP TINO B.	
---	--	---

FORMATO DE ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA

Entrevistador: Jaque Rodríguez Carlos Eduardo **Entrevistado:** Jefe de máquinas
Fecha: 20 / Abril / 2025 **Cargo:** Jefe de máquinas de B/P Cap.Tino
Lugar: Camarote del jefe de máquinas **Entorno:** Barco ☒ Planta ☐

Objetivo: Explorar de manera cualitativa las percepciones, prácticas y criterios técnicos de los responsables de mantenimiento respecto a todas las variables que afectan la gestión del mantenimiento de los equipos críticos del B/P “Cap. Tino B.”, con el fin de identificar oportunidades para la formulación de estrategias de mejora.

Instrucciones:

- Explicar al inicio el propósito y confidencialidad de la entrevista.
- Formular las preguntas con claridad y sin inducir respuestas.
- Permitir respuestas abiertas, tomando notas o grabando (previa autorización).
- Profundizar cuando sea necesario, con repreguntas basadas en su experiencia.
- Mantener actitud neutral y profesional durante toda la entrevista.

BLOQUE 1: RECURSOS GERENCIALES

1) ¿Qué tan adecuados considera los recursos técnicos (repuestos, herramientas, equipos) con los que cuentan a bordo para enfrentar fallas durante la faena?

Notas:

El jefe de máquinas considera que el equipamiento técnico a bordo es suficiente para resolver fallas frecuentes. Las herramientas han sido seleccionadas en base a la experiencia acumulada, priorizando aquellas que han demostrado ser indispensables para intervenciones rutinarias.

En cuanto a repuestos, se cargan únicamente los necesarios para problemas eventuales, como inyectores, sensores o elementos menores que permitan continuar la faena sin contratiempos. Tampoco se puede exagerar: por limitaciones económicas y operativas, y por el efecto corrosivo de la salinidad, que desgasta incluso los componentes protegidos no se cargan repuestos mayores, como sí ocurre en barcos con mayor autonomía; si ocurre una falla crítica, se solicita remolque.

En caso de requerir herramientas o repuestos no disponibles, se improvisa durante la faena y se gestiona su adquisición al retornar a puerto, con respaldo por parte de la gerencia.

- 2) **Cuando enfrentan un problema técnico en faena, ¿sienten que tienen el respaldo necesario para tomar decisiones técnicas? ¿Qué tipo de apoyo o autonomía desearían tener?**

Notas:

El jefe de máquinas señala que cuentan con respaldo tanto del armador como del jefe mecánico. Ante fallas menores, pueden actuar con autonomía; pero en casos más complejos, se comunican con el jefe mecánico para recibir orientación. No se requiere autorización formal, sino colaboración para resolver los problemas. Destaca la coordinación entre los actores técnicos y que sus sugerencias suelen ser tomadas en cuenta.

BLOQUE 2: GERENCIA DE LA INFORMACIÓN

- 1) **¿Le parece que el registro manual que llevan durante la faena (como la bitácora) es suficiente para entender el comportamiento de los motores? ¿Qué se podría incluir para hacer más útil la información?**

Notas:

Considera que la bitácora es útil para detectar anomalías si se llena con responsabilidad, revisando y comparando parámetros con atención. La información puede validarse en los motores que cuentan con respaldo digital (máquina principal y generador de babor), lo cual refuerza la confiabilidad del registro manual. Los demás motores solo tienen indicadores visuales por limitaciones económicas. El jefe revisa los datos anotados y actúa en caso de irregularidades. También destaca el uso del espacio de “notas” y un cuaderno auxiliar para registrar novedades. No considera necesario añadir más parámetros, pues estima que los actuales cubren adecuadamente las necesidades de monitoreo.

- 2) **¿Existe alguna rutina que les ayude a registrar fallas durante la faena, o cada quien lo anota según lo que observe durante su guardia?**

Notas:

Menciona que el registro de fallas no sigue una rutina estructurada; cada maquinista anota lo que detecta según su experiencia durante la guardia. Aunque el realiza recorridos ocasionales, enfatiza que la vigilancia permanente recae en el maquinista, quien debe usar sus sentidos y criterio para identificar anomalías.

El jefe de máquinas exige que cualquier novedad se registre, sin importar si parece menor. A pesar de esto no hay una práctica estandarizada ni una forma clara de redactar las observaciones. Se valoran registros como cambios de aceite indicando horas de servicio, pero faltan detalles en otros aspectos, como especificar con claridad qué filtro fue cambiado y por qué. A raíz de la entrevista, el jefe manifestó apertura a reforzar este aspecto.

BLOQUE #3 EQUIPOS Y TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

- 1) **¿Qué tipo de actividades se consideran preventivas dentro del mantenimiento que realizan actualmente? ¿Cómo determinan el momento adecuado para hacerlas?**

Notas:

El jefe de máquinas afirma que el mantenimiento preventivo a bordo incluye tanto rutinas diarias (verificación de aceite, combustible, presión y temperatura) como intervenciones puntuales, entre las que destaca el cambio de aceite, filtros o incluso inyectoras, siempre que se trate de tareas menores. Estas acciones se ejecutan según dos criterios: cumplimiento de horas de servicio o evaluación visual del estado del componente (como obstrucción detectada en un manómetro). Precisa que, si bien pueden realizarse ciertas correcciones, el personal a bordo actúa como operador y no como reparador, ya que, por limitaciones de equipamiento y repuestos, las tareas complejas se reservan para puerto.

- 2) **¿Han identificado señales o patrones recurrentes (ruido, temperatura, consumo) que les permitan anticiparse a una falla?**

Notas:

El jefe de máquinas recalca que la detección temprana de fallas se basa principalmente en la experiencia del operador, quien debe mantener siempre activos el oído, el olfato y la vista. Señala que muchas anomalías no dependen exclusivamente de indicadores como manómetros, sino de la familiaridad del maquinista con el entorno y el comportamiento habitual del motor. Esta observación constante permite identificar variaciones sutiles y actuar antes de que se produzca un daño mayor. Considera que no es necesario incorporar herramientas adicionales, pues la habilidad y percepción del operador resultan suficientes para anticiparse a los problemas.

BLOQUE #4 PLANIFICACIÓN Y EJECUCIÓN

- 1) **¿Cómo planifica las tareas técnicas que debe realizar durante la faena? ¿Lleva algún orden o cronograma interno?**

Notas:

El jefe de máquinas indica que, aunque existe un orden básico de control—como la anotación regular en la bitácora y revisiones durante la guardia—, no se aplica un cronograma estructurado para las tareas técnicas. Explica que la planificación se basa principalmente en las condiciones diarias de la faena, que son impredecibles y variables, por lo que cada viaje es distinto y las decisiones deben adaptarse "sobre la marcha". La organización de los trabajos se basa en los reportes del maquinista en turno, a partir de los cuales evalúa la situación, define qué tareas realizar y en qué orden.

2) ¿Qué hacen cuando detectan una anomalía técnica que no pueden corregir a bordo?

Notas:

Indica que, ante una anomalía, primero realizan un análisis preliminar para entender la causa y posibles consecuencias.

Si el daño excede sus capacidades, se comunican con el dueño y coordinan con técnicos en tierra para buscar una solución. En caso de falla mayor que impida la navegación, se solicita remolque. Aclara que suelen documentar lo ocurrido en la bitácora, incluyendo detalles del evento y la hora, y el correctivo se realiza una vez en puerto.

BLOQUE #5 SOPORTE, CALIDAD Y MOTIVACIÓN
--

1) ¿Cómo evalúa el orden y control del stock durante la faena? ¿Se lleva algún control sobre lo que se usa y lo que queda disponible?

Notas:

El jefe de máquinas destaca que el orden de herramientas y la clasificación de repuestos son fundamentales para una reparación eficaz. Señala que el control se realiza según el uso: se diferencian insumos diarios (como desoxidante o deja) de repuestos técnicos (como filtros o manómetros), los cuales deben reponerse tras cada uso.

El pañol está organizado por tipo de componente, adaptado al espacio disponible del barco. Para mantener su stock, se elabora una hoja de pedidos durante la faena, donde se anotan los materiales utilizados y los que podrían faltar. Advierte que un mal control puede generar errores críticos si se asume que un repuesto está disponible y no lo está.

2) ¿Qué importancia le da usted a que el mantenimiento o las revisiones que realiza a bordo queden bien hechas, y qué lo motiva a mantener ese nivel de compromiso durante cada faena?

Notas:

El jefe de máquinas se muestra estricto respecto a la condición técnica del barco antes de cada salida. Señala que, al llegar a puerto, si identifica materiales a reponer o fallas por corregir, espera que se atiendan de inmediato y no se posterguen para la veda, como suele hacerse. Relata un caso en que adelantaron trabajos críticos (eje y reductora) por una alarma de contaminación, lo que permitió operar tres mareas sin problemas.

Su compromiso es voluntario y nace del convencimiento de que es lo correcto. Considera que los maquinistas deben evaluar las prioridades técnicas y exigir lo necesario, pues la responsabilidad de que el barco esté en condiciones recae más en ellos que en el reparador. Aclara que tampoco solicita intervenciones si no están justificadas.

ANEXO C: FICHAS DE OBSERVACIÓN.

	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	
	EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS CRÍTICOS DEL B/P CAP TINO B.	

FORMATO DE OBSERVACIÓN DIRECTA

Código de Ficha: F01-RMEC **Tarea observada:** Reparación de motor en campo

Fecha: 15 / Junio / 2025 **Lugar:** “B/P El Conde” / Sala de máquinas

Participantes: Ayudantes mecánicos – jefe mecánico – observador

Tipo de observación: ☒ **Pasiva** ☐ **Con interacción**

Observador: Jaquie Rodríguez Carlos Eduardo

Actividad específica: Durante el periodo de auditoría no se registraron intervenciones en el B/P “Cap Tino B.”, por lo que se realizó una observación técnica en el B/P “El Conde”, que posee equipos equivalentes. Se documentó la dinámica del equipo mecánico durante la reparación, evaluando su organización, condiciones de trabajo y nivel de ejecución.

Aspecto observado	Descripción
Planificación previa	Antes de iniciar el trabajo, no se asignaron roles ni se definió una secuencia de intervención. Los ayudantes permanecieron esperando la llegada de materiales sin aprovechar el tiempo revisando el motor o preparando herramientas. No hubo una conversación previa sobre cómo abordar los trabajos, ni indicaciones al ayudante más joven, lo que generó una entrada improvisada a la reparación.
Organización del trabajo	Aunque se dispone de una caja con compartimentos, las herramientas estaban mezcladas y sin orden. Se dejaban sobre el motor o en esquinas, sin control. Los pernos se acumularon en un recipiente improvisado, lo que complicó el montaje y causó la pérdida de uno. Sin embargo, se aplicó una buena práctica, las piezas desmontadas se colocaron aparte para no obstruir el paso.
Desarrollo y dinámica	La intervención se desarrolló sin marcajes ni documentación técnica. La mayoría de las decisiones se tomaron sobre la marcha. El ayudante joven mostró desorientación y fue corregido varias veces, sin recibir guía activa. Cuando surgieron imprevistos, como la necesidad de estrobos, fue enviado a buscarlos por el barco.
Supervisión y calidad	El jefe mecánico se incorporó más tarde, pero su presencia fue clave para orientar el desarrollo del trabajo y resolver dificultades durante la intervención. Tras su retiro, el ritmo se aceleró, lo que deja dudas sobre la calidad final. No se tomaron fotos ni se registró lo realizado, y la ausencia de la asistente técnica limitó la posibilidad de dejar evidencia para los informes.

Comentarios adicionales:

Se valoró la actitud del jefe mecánico, enfocado en apoyar y orientar con respeto. Sin embargo, persisten la dependencia de su presencia, una gestión reactiva, la confianza excesiva en la experiencia y la normalización del trabajo apresurado sin supervisión.

	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	
	EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS CRÍTICOS DEL B/P CAP TINO B.	

FORMATO DE OBSERVACIÓN DIRECTA

Código de Ficha: F02-OFTEC **Tarea observada:** Revisión de oficina técnica

Fecha: 15 / Junio / 2025 **Lugar:** Oficina técnica – Planta MANACRIPEX

Participantes: Asistente técnica – jefe mecánico (puntual) - Observador

Tipo de observación: ☐ Pasiva ☒ Con interacción

Observador: Jaque Rodríguez Carlos Eduardo

Actividad específica: Se acompañó a la asistente técnica durante una jornada completa, haciendo preguntas sobre materiales, herramientas y documentos para conocer la organización y el soporte al equipo mecánico. También se observó el retiro de repuestos por parte del jefe mecánico, lo que permitió ver cómo se gestionan las entregas.

Aspecto observado	Descripción
Estado del espacio	La oficina cuenta con espacio suficiente, pero presenta desorden en saturados, lo que ha llevado a utilizar tachos (destinados originalmente a otras tareas) como espacio adicional, con materiales mezclados. En otros muebles también había piezas y documentos sin una ubicación definida.
Clasificación de repuestos	Se almacenan repuestos variados para motores. Algunos estaban en cajas originales identificadas, pero muchos sueltos o en fundas sin etiquetar. No hay una clasificación clara por tipo, tamaño o estado. Piezas pequeñas como o-rings y abrazaderas estaban dispersas.
Disponibilidad y preparación de materiales	Al llegar el jefe mecánico, los repuestos solicitados no estaban listos. La búsqueda fue manual, tomó tiempo y no siempre se encontró lo requerido. El proceso mostró falta de anticipación en la preparación.
Control documental y trazabilidad	Se consultó a la asistente sobre el manejo de repuestos, y mostró un sistema general que se utiliza para dar salida a los materiales usados. Sin embargo, durante la entrega observada al jefe mecánico, no se revisaron los códigos ni se dejó constancia de lo retirado. En otras ocasiones, se ha visto a los ayudantes tomar insumos directamente, sin control o registro inmediato.

Comentarios adicionales:

Se evidenció una alta dependencia del jefe mecánico para tareas básicas. Esto limita la autonomía del área y retrasa procesos.

Hay oportunidad de fortalecer el rol de la asistente con más capacitación y uso real del sistema de control.

	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	
	EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS CRÍTICOS DEL B/P CAP TINO B.	

FORMATO DE OBSERVACIÓN DIRECTA

Código de Ficha: F04-CTAB **Tarea observada:** Control técnico-operativo a bordo

Fecha: 15 / Junio / 2025 **Lugar:** B/P "Cap. Tino B."

Participantes: Maquinistas - Observador

Tipo de observación: ☐ Pasiva ☒ Con interacción

Observador: Jaque Rodríguez Carlos Eduardo

Actividad específica: Durante una visita al barco en día de puerto, se revisaron registros operativos relacionados con el mantenimiento (bitácoras, listas de trabajo, muestras de aceite) e incluyeron breves interacciones con los maquinistas para conocer su nivel de conocimiento y su participación en el seguimiento de las intervenciones.

Aspecto observado	Descripción
Bitácora de máquinas	Se revisó la bitácora correspondiente a la última marea. En uno de los motores se detectó un error en el conteo de horas que no fue corregido por las siguientes guardias. En el apartado de "notas" se indicaban tareas realizadas, pero varias eran confusas o mal redactadas. Algunas reparaciones no se documentaban a detalle, pero podían deducirse por el reinicio de horas del motor, práctica que también se aplicaba correctamente tras el cambio de aceite.
Reporte de trabajos	Se revisó una lista entregada tras el regreso de faena. Las anotaciones estaban impresas en una hoja sin formato estructurado ni división por áreas. En la sección mecánica, muchas tareas aparecían descritas de forma muy general, como "revisar generador" o "verificar fuga", sin incluir detalles técnicos, síntomas ni observaciones que permitan entender mejor el problema.
Manejo de muestras de aceite	Se indicó que las muestras de aceite se toman durante la faena y se entregan al llegar a puerto. En una ocasión, se observó que una fue etiquetada a último momento, sin revisar el contenido ni anotar detalles, lo que genera dudas sobre la confiabilidad del proceso y evidencia la ausencia de un registro paralelo a bordo.
Interacción con el personal	Los maquinistas colaboraron cuando los mecánicos solicitaron apoyo, pero mantuvieron un rol pasivo frente al mantenimiento. No mostraron iniciativa para registrar en bitácora ni hacer seguimiento de las intervenciones, pese a su importancia técnica. Además, al ser consultados, sus respuestas sobre los sistemas del motor fueron generales, lo que sugiere un conocimiento limitado.

Comentarios adicionales:

Varias acciones a bordo parecen hacerse más por costumbre, por la forma informal en que se registra la información técnica.

Con pequeños ajustes, como usar formatos sencillos o hacer más seguimiento a lo que se anota, se podría aprovechar mejor la experiencia de los maquinistas.

	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS CRÍTICOS DEL B/P CAP TINO B.	
---	--	---

FORMATO DE OBSERVACIÓN DIRECTA

Código de Ficha: F03-GDOC **Tarea observada:** Organización y manejo de registros de mantenimiento

Fecha: 15 / Junio / 2025 **Lugar:** Oficina técnica – Planta MANACRIPEX

Participantes: Asistente técnica - Observador

Tipo de observación: ☐ Pasiva ☒ Con interacción

Observador: Jaqué Rodríguez Carlos Eduardo

Actividad específica: Se acompañó a la asistente técnica durante una jornada de trabajo para observar cómo gestiona los registros relacionados con el mantenimiento. A través de preguntas y revisión conjunta de los documentos, se buscó entender qué información se recopila, cómo se organiza y qué uso se le da dentro del área técnica.

Aspecto observado	Descripción
Estructura de los informes	El formato actual se basa en informes por marea e incluye horas por motor, trabajos en altamar, muestras de aceite y fallas atendidas con evidencia. Algunos detallan materiales usados, pero no siempre, lo que refleja falta de estandarización. El nivel de detalle es bajo: no se registran consumos, causas, análisis ni recomendaciones. Registros antiguos mostraban mejor descripción técnica, aunque con un formato menos funcional.
Archivos complementarios	Se revisaron facturas, órdenes de pedido y de trabajo internas generadas desde el sistema de inventario. La mayoría se conserva en físico, sin una estructura que facilite su consulta o seguimiento. Estas órdenes se limitan a justificar compras o retiros de materiales, pero no aportan trazabilidad técnica ni permiten analizar intervenciones o controlar costos.
Soporte y análisis	No se cuenta con un plan de mantenimiento ni historial técnico. Las intervenciones se programan por experiencia del jefe mecánico, sin dejar registros útiles para el equipo. No se revisan tendencias entre mareas ni se interpretan los valores de los análisis de aceite, salvo cuando traen alertas. Incluso en trabajos mayores, como en veda solo se anotan listas sin contexto ni evaluación técnica.
Acceso a información técnica	No se identificaron fichas técnicas por equipo. La información de los motores (modelo, potencia, serie, etc.) está documentada de forma básica y sin formato definido, lo que limita su consulta y utilidad operativa. Aunque tiene acceso al sistema SIS de Caterpillar, la asistente reconoció no conocer bien su uso, por lo que no lo aprovecha para fortalecer la documentación técnica.

Comentarios adicionales:

La asistente mostró dudas al explicar algunos registros y no parecía tener claridad sobre qué información debía priorizarse. Su rol técnico es débil y se limita más a tareas administrativas que al control del mantenimiento.

ANEXO D: INFORME FINAL DE AUDITORÍA Y RECOMENDACIONES.

	INFORME FINAL DE AUDITORÍA	Código: AG-01-MNC
		Versión: 01
		Páginas: 7

GENERALIDADES		
CLIENTE DE AUDITORÍA:	Área de mantenimiento mecánico de MANACRIPEX CIA. LTDA. , responsable de la gestión técnica de los equipos instalados a bordo del B/P “Cap. Tino B.	
PERÍODO:	Inicio de Auditoría: 10 de febrero del 2025	Informe Final: 1 de agosto del 2025.
SITIOS VISITADOS:	- Planta MANACRIPEX (Km 5½ vía Manta–Rocafuerte, Ecuador); - B/P “Cap.Tino B.” (Muelle marginal – Puerto de Manta)	
PARTICIPANTES:	Auditor Líder: Jaque Rodríguez Carlos Eduardo Auditados: Jefe mecánico de planta, ayudantes mecánicos, asistente técnica de mantenimiento, jefe de máquinas y maquinistas a bordo.	
CRITERIOS DE AUDITORÍA:	Norma ISO 19011:2018; Criterios del modelo Maintenance Effectiveness Survey (MES); Criterios de la Matriz Cualitativa de Excelencia de Mantenimiento (MCEM).	

OBJETIVO:
Evaluar el nivel de desempeño de la gestión del mantenimiento en los equipos críticos del B/P “Cap. Tino B.”, identificando fortalezas, debilidades y oportunidades de mejora que sirvan de base para proponer acciones y estrategias de optimización.

ALCANCE:
Comprender la revisión de los procedimientos y condiciones en que se desarrollan las actividades de mantenimiento mecánico sobre los motores de combustión interna del B/P “Cap. Tino B.”, considerando tanto las tareas ejecutadas en planta como las realizadas durante la operación en altamar, con un análisis profundo de sus recursos gerenciales, gerencia de la información, equipos y técnicas de mantenimiento preventivo, planificación y ejecución, y soporte, calidad y motivación.

METODOLOGÍA:
La recolección de información se llevó a cabo mediante una combinación de técnicas cualitativas y cuantitativas, aplicadas entre febrero y julio de 2025. Las principales herramientas utilizadas fueron:
Encuesta estandarizada: aplicación de la MES (Maintenance Effectiveness Survey) al personal operativo y técnico. Entrevistas: espacios semiestructurados de diálogo con los máximos responsables del mantenimiento. Observación técnica: tareas observadas en sala de máquinas, planta y oficina técnica, sin interferencia del auditor. Revisión documental: análisis de registros de mantenimiento, bitácoras, reportes técnicos y manuales disponibles. Análisis FODA: construido a partir de los hallazgos identificados en campo, según impacto estratégico y organizativo.

LIMITACIONES:
La auditoría se desarrolló dentro del tiempo y recursos disponibles, sin acceso continuo a todas las operaciones de mantenimiento ni a un historial técnico totalmente estructurado. Las conclusiones se basan en la información y evidencias entregadas por la empresa durante el periodo de evaluación.



INFORME FINAL DE AUDITORÍA

Código: AG-01-MNC

Versión: 01

Páginas: 7

HALLAZGOS RELEVANTES:		
ÁREAS	DESCRIPCIÓN	CTG.
RECURSOS GERENCIALES	- Liderazgo técnico y compromiso de los jefes responsables, tanto en planta como a bordo, durante las intervenciones. (Evidencia: Entrevistas; Observación directa de reparación en campo). - Existe un respaldo gerencial efectivo en casos críticos, especialmente cuando se requiere priorizar intervenciones técnicas urgentes. (Evidencia: Entrevistas).	F
	- Posibilidad de optimizar la estructura organizativa del mantenimiento, reforzando su alineación con las necesidades operativas. (Evidencia: Encuesta P2) - Disposición gerencial para recibir y valorar sugerencias del personal técnico. (Evidencia: Entrevista; Encuesta P3) - Existencia de antecedentes institucionales positivos en otras áreas que demuestran capacidad para implementar mejoras organizativas. (Evidencia: Entrevista)	O
	- Falta de personal de apoyo técnico-administrativo, lo que sobrecarga al jefe mecánico y limita su capacidad de planificación. (Evidencia: Entrevista; Resultados encuesta P9). - Escasa vinculación de la gerencia ejecutiva con el área de mantenimiento (bajo involucramiento, ausencia de seguimiento formal y no participación en planificación estratégica). (Evidencia: Entrevista; Encuesta P10 y P11). - Ausencia de control y criterio técnico en compras: sin procedimiento documentado ni control presupuestario específico. (Evidencia: Entrevista; Encuesta P12 y P14; Observación de registros)	D
	- Priorización de la operación por parte de la gerencia sobre las necesidades técnicas, lo que puede retrasar intervenciones críticas. (Evidencia: Entrevista) - Limitada gestión del talento humano, sin un sistema regular de capacitación y desarrollo técnico, con riesgo de uso ineficiente de recursos. (Evidencia: Encuesta P4 y P9).	A
GERENCIA DE LA INFORMACIÓN	- Respaldo digital parcial en equipos críticos que facilita la consulta técnica. (Evidencia: Entrevista) - Registro útil de bitácora que incluye mantenimientos clave y horas de servicio, permitiendo detectar variaciones en parámetros y mantener trazabilidad básica. (Evidencia: Entrevista)	F
	- Recursos digitales presentes en algunos motores que pueden ampliarse. (Evidencia: Entrevista) - Base documental existente (análisis de aceite, registros antiguos, documentación física variada) que puede sistematizarse. (Evidencia: Entrevista; Observación de registros) - Voluntad técnica para mejorar registros y calidad de la información. (Evidencia: Entrevista) - Acceso al SIS como recurso técnico para soporte/consulta. (Evidencia: Observación de registros) - Recursos digitales y procedimientos actuales de registro de salida de materiales, que pueden ampliarse. (Evidencia: Observación de registros y revisión de oficina)	O
	- Ausencia de historial técnico; sin repositorio formal acumulado. (Evidencia: Entrevista) - Información técnica incompleta y dispersa de motores. (Evidencia: Observación de registros)	D



INFORME FINAL DE AUDITORÍA

Código: AG-01-MNC

Versión: 01

Páginas: 7

	- Registro técnico no estandarizado, dependiente del criterio del maquinista. (Evidencia: Observación de control a bordo) - Errores y redacción deficiente en bitácora; descripciones ambiguas y sin seguimiento. (Evidencia: Observación de control a bordo) - Archivos físicos (órdenes y facturas) sin estructura para consulta o trazabilidad técnica. (Evidencia: Observación de registros) - Informes de mantenimiento con escaso valor analítico, limitados a datos mínimos. (Evidencia: Observación de registros) - Inexistencia de un sistema computarizado de gestión (Evidencia: Encuesta P13, P14, P15, P16)	
	- Pérdida de información técnica por falta de cultura digital y dependencia de registros auxiliares no transcritos. (Evidencia: Entrevistas; Observación de registros y de control a bordo) - Registros técnicos inexactos o incompletos que afectan que afectan trazabilidad y detección de anomalías. (Evidencia: Entrevistas; Observación de registros y de control a bordo; Encuesta P17) - Dependencia de una sola persona para interpretar y documentar información técnica, con riesgo de pérdida de conocimiento acumulado. (Evidencia: Entrevista)	A
EQUIPOS Y TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	- Ejecución de mantenimiento preventivo básico a bordo: rutinas diarias de verificación de parámetros y cambios puntuales de aceite o filtros. (Evidencia: Entrevistas) - Detección temprana basada en experiencia operativa de los operadores. (Evidencia: Entrevista) - Experiencia y criterio técnico para priorizar componentes críticos y realizar análisis inicial antes de escalar problemas. (Evidencia: Entrevistas)	F
	- Existencia de parámetros técnicos conocidos por los operadores que podrían integrarse en listas de verificación. (Evidencia: Entrevista) - El análisis de aceite forma parte de las técnicas predictivas aplicadas, lo que indica base para ampliarlo (Evidencia: Encuesta P29). - Preparación anticipada de repuestos y programación ocasional de tareas en puerto o veda que puede servir de base para planificación más estructurada (Evidencia: Entrevista) - Uso de criterios técnicos básicos como horas de servicio y evaluación visual que pueden integrarse en protocolos. (Evidencia: Entrevista; Observación de control a bordo)	O
	- Enfoque reactivo predominante: mantenimiento correctivo $\approx 55\%$ (Evidencia: Entrevista) - Mantenimiento preventivo limitado al 10 %, enfocado solo en tareas mínimas como cambio de aceite o calibración de válvulas. (Evidencia: Entrevista) - Dependencia del criterio visual o experiencia individual, lo que limita la objetividad y puede generar omisiones por falta de estandarización. (Evidencia: Entrevista) - Falta de planes formales revisados periódicamente y sin personal dedicado a su ejecución (Evidencia: Entrevistas; Encuesta P26, P27). - Etiquetado de muestras sin anotar contenido ni detalles, afectando la trazabilidad del análisis (Evidencia: Observación de control bordo). - Ausencia de control y seguimiento de costos de mto preventivo. (Evidencia: Encuesta P30, P36)	D



INFORME FINAL DE AUDITORÍA

Código: AG-01-MNC

Versión: 01

Páginas: 7

	- Seguimiento pasivo de las intervenciones por parte de los maquinistas, sin retroalimentación técnica completa. (Evidencia: Observación de control a bordo)	
	- Detección de fallas dependiente en exceso de percepción sensorial, con riesgo de omitir anomalías. (Evidencia: Entrevista) - Exigencias operativas provocan que las tareas de mantenimiento preventivo se posterguen hasta la veda o queden diferidas. (Evidencia: Entrevistas) - Dependencia del jefe mecánico para programar intervenciones sin dejar registros útiles para el equipo. (Evidencia: Observación de registros) - Capacitación parcial en equipos nuevos que limita autonomía técnica y aumenta dependencia externa (Evidencia: Encuesta P34, P35).	A
PLANIFICACIÓN Y EJECUCIÓN	- Coordinación logística interna establecida con envío de materiales entre planta y barco. (Evidencia: Entrevista; Observación de revisión de oficina) - Capacidad para organizar de forma inmediata los recursos básicos al recibir la lista de trabajos. (Evidencia: Entrevista) - Supervisión activa, liderazgo y compromiso de los máximos responsables (Evidencia: Entrevistas)	F
	- Noción general de tareas prioritarias y cierto seguimiento a su ejecución, aunque sin criterios formales. (Evidencia: Encuesta P37, P39, P41). - Asignación de labores según conocimientos y habilidades, lo que favorece la ejecución. (Evidencia: Encuesta P42). - Noción del camino crítico de mantenimientos mayores y de repuestos críticos que permite cierta preparación previa. (Evidencia: Encuesta P48)	O
	- Confusión y demoras en la preparación de repuestos por falta de estandarización en nombres y búsqueda manual. (Evidencia: Entrevista; Observación de revisión de oficina) - Planificación inicia solo al llegar a puerto, sin base previa ni cronograma. (Evidencia: Entrevista) - Ausencia de previsión técnica y alistamiento de materiales antes de intervenir. (Evidencia: Observación de reparación) - Falta de asignación de roles claros y secuencia definida antes de intervenir (Evidencia: Observación de reparación) - Falta de marcajes y documentación técnica en desmontajes, dificultando la ejecución. (Evidencia: Observación de reparación) - Desorganización del área de trabajo: herramientas mezcladas y piezas mal ubicadas, causando pérdida de pernos. (Evidencia: Observación de reparación) - Falta de registro de entregas de materiales por intervención. (Evidencia: Observación de oficina)	D
	- Postergación de trabajos importantes para la veda, con riesgo de navegar con fallas latentes. (Evidencia: Entrevistas) - Dependencia del entorno variable de la faena, que puede alterar prioridades y desorganizar la ejecución. (Evidencia: Entrevista) - Falta de planificación de actividades correctivas antes de su ejecución, aumentando improvisaciones. (Evidencia: Observación de reparación)	A



INFORME FINAL DE AUDITORÍA

Código: AG-01-MNC

Versión: 01

Páginas: 7

SOPORTE, CALIDAD Y MOTIVACIÓN	- Disponibilidad de repuestos en bodega que evita paralizaciones prolongadas. (Evidencia: Observación de revisión de oficina) - Clasificación técnica del stock a bordo diferenciando insumos diarios y repuestos técnicos. (Evidencia: Entrevista) - Capacidad de tomar decisiones críticas que evitan daños mayores. (Evidencia: Entrevista) - Disposición colaborativa del personal para apoyar el mantenimiento. (Evidencia: Observación de control a bordo)	F
	- Replicar compromisos por parte de los jefes como modelo de cultura. (Evidencia: Entrevista) - Aprovechar supervisión del jefe mecánico para estructurar criterios mínimos de evaluación por intervención. (Evidencia: Entrevista; Observación de reparación) - Personal percibe que la calidad es objetivo relevante en mantenimiento. (Evidencia: Encuesta P56)	O
	- Ausencia de soporte formal de inventario físico a bordo y verificación periódica de stock consumido vs. disponible. (Evidencia: Entrevista) - Entrega de insumos sin control ni registro formal. (Evidencia: Observación de revisión de oficina) - No se cuentan con procesos claros para cuantificar stock ni identificar tiempos de reposición y costos. (Evidencia: Encuesta P52, P53) - Desorden físico del espacio con recipientes improvisados y materiales mezclados. (Evidencia: Observación de revisión de oficina) - Falta de clasificación por tipo, tamaño o estado, retrasando búsquedas. (Evidencia: Observación de revisión de oficina) - Dependencia de supervisión constante en tareas técnicas complejas para asegurar calidad.. (Evidencia: Entrevista; Observación de reparación) - Buen desempeño no recompensado, reduciendo incentivos. (Evidencia: Encuesta P58)	D
	- Error crítico por mal control de stock puede generar fallas graves. (Evidencia: Entrevista) - Disponibilidad de repuestos no garantizada a la hora de la intervención. (Evidencia: Encuesta P49) - Saturación del espacio técnico que puede generar extravío de insumos o uso inadecuado. (Evidencia: Observación de revisión de oficina) - Organización y control del almacén de repuestos con tiempos de respuesta y seguimiento deficientes. (Evidencia: Encuesta P50 y P51) - Criterios y procesos para garantizar la calidad no suficientemente establecidos ni verificados. (Evidencia: Encuesta P54 y P55) - Si los compromisos de los jefes decae, no hay mecanismos para asegurar el mismo nivel de control. (Evidencia: Entrevistas) - Personal no percibe interés real en satisfacer necesidades ni suficiente motivación. (Evidencia: Encuesta P57, P59) - Políticas y procedimientos de seguridad no plenamente arraigado. (Evidencia: Encuesta P60)	A



INFORME FINAL DE AUDITORÍA

Código: AG-01-MNC

Versión: 01

Páginas: 7

CONCLUSIONES:

La auditoría evidenció que la gestión de mantenimiento en MANACRIPEX CIA. LTDA. presenta debilidades y numerosas oportunidades de mejora. Esta situación justifica intervenir para optimizar el estado actual, priorizando las deficiencias identificadas según las recomendaciones planteadas, para luego aplicar una estrategia técnica como el Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM), orientada a mejorar la eficiencia, la calidad de las intervenciones y la continuidad operativa.

RECOMENDACIONES:

RECURSOS GERENCIALES:

1. Fortalecer el equipo técnico-administrativo con respaldo gerencial, ya sea capacitando a la asistente o incorporando un perfil para planificación y control, liberando al jefe mecánico para enfocarse en la supervisión técnica.
2. Alinear el liderazgo de mantenimiento con la gerencia operativa para priorizar intervenciones críticas, justificando su urgencia con impacto técnico-económico y respaldo logístico listo para ejecutar.
3. Establecer reportes simples de mantenimiento para que la gerencia reciba retroalimentación técnica periódica, clara y documentada, facilitando decisiones oportunas.
4. Retomar la digitalización institucional y mejoras administrativas con liderazgo técnico y respaldo gerencial, aprovechando antecedentes positivos experiencias previas para optimizar la gestión.
5. Incorporar un sistema básico de justificación y control técnico-financiero de compras, que permita respaldar solicitudes con criterio técnico y analizar el uso del presupuesto.

GERENCIA DE LA INFORMACIÓN:

1. Respaldo digitalmente los registros operativos y documentar intervenciones clave en un archivo compartido, iniciando con equipos críticos para consolidar una base técnica trazable.
2. Crear un historial técnico digital por equipo, actualizado tras cada intervención con datos clave para detectar fallas, planificar y evitar pérdida de información.
3. Exigir un registro técnico más claro y completo en bitácora, capacitando brevemente al personal y verificando al cierre de cada marea para asegurar trazabilidad.
4. Involucrar a la asistente técnica en las intervenciones para asegurar un registro preciso y respaldado con evidencia técnica.
5. Explorar la base documental disponible para integrar datos clave en un formato técnico de informe estandarizado que incluya operación, mantenimiento, consumos y observaciones para mejorar trazabilidad y soporte a decisiones.
6. Aprovechar el acceso al SIS para complementar los registros técnicos de los equipos críticos Caterpillar, incorporando códigos de repuestos, procedimientos y rangos operativos de parámetros.

EQUIPOS Y TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

1. Estandarizar las rutinas básicas existentes, usando la experiencia del personal como base para aplicar formatos simples y protocolos de inspección, para asegurar registros claros, detección temprana y mejor soporte al mantenimiento preventivo.
2. Establecer un formato de control para muestras de aceite, para garantizar trazabilidad y compromiso de entrega.



INFORME FINAL DE AUDITORÍA

Código: AG-01-MNC

Versión: 01

Páginas: 7

3. Definir un plan de mantenimiento preventivo, basado en la experiencia operativa y formatos estructurados, iniciando con equipos críticos y usando un cronograma simple para organizar actividades y anticipar recursos.
4. Aprovechar la experiencia del personal para crear protocolo de respuesta rápida para fallas frecuentes con criterios comunes, acciones inmediatas y priorización técnica para estandarizar actuaciones.
5. Formalizar rutina técnica antes del zarpe con revisión general del sistema motor y control de repuestos esenciales.

PLANIFICACIÓN Y EJECUCIÓN

1. Organizar tareas de mantenimiento y recursos a partir de la coordinación logística existente, aplicando esquemas simples de planificación para minimizar entregas inadecuadas de materiales.
2. Planificar tareas de mantenimiento en ventanas operativas, consolidando un registro de trabajos diferidos para ejecutarlos con recursos listos y roles definidos, evitando olvidos, acumulación y dependencia de paradas largas.
3. Establecer rutinas de preparación técnica, usando experiencia del personal y formatos estandarizados para verificar herramientas, compatibilidad de repuestos y pasos mínimos en tareas recurrentes.
4. Asignar un responsable técnico temporal durante las intervenciones, preferiblemente el de mayor experiencia, encargado de supervisar el orden, verificar la correcta aplicación de los pasos y promover una retroalimentación final.
5. Mejorar la organización física del área de trabajo y registrar entregas de materiales en cada intervención, manteniendo orden, control y trazabilidad para reducir errores durante la ejecución.

SOPORTE, CALIDAD, MOTIVACION

1. Fortalecer el control de stock técnico mediante coordinación entre jefaturas y logística, definiendo y manteniendo niveles mínimos de repuestos críticos tanto a bordo como en planta para garantizar la continuidad operativa.
2. Mejorar la organización y control de materiales en espacios técnicos aplicando 5S, manteniendo inventario mínimo de piezas críticas y registro de entregas para asegurar trazabilidad y agilizar el soporte al mantenimiento.
3. Realizar revisiones inmediatas post-intervención y documentar decisiones críticas como casos prácticos para corregir errores, fijar metas y reforzar soporte, calidad y motivación mediante su difusión con el equipo.
4. Implementar una autoevaluación técnica trimestral del personal, enfocada en responsabilidad, orden y colaboración, como base para retroalimentación y mejora continua.
5. Integrar el cumplimiento de procedimientos y políticas de seguridad en la evaluación de calidad, asignando un responsable temporal que supervise protocolos y genere retroalimentación para mejorar la coordinación.

Auditor Responsable	Representante del área auditada
Jaque Rodríguez Carlos Eduardo	Jefe Mecánico