

Evaluación del impacto técnico, organizacional y económico de la implementación del software FIIX en la gestión de mantenimiento de Golden Omega S.A.

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

Cristopher Poblete Humire

Profesor Guía: Fredy Kristjanpoller



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): Memoria o trabajo de título

Título del trabajo: Evaluación del impacto técnico, organizacional y económico de la implementación del software FIIX en la gestión de mantenimiento de Golden Omega S.A.

Nombre del candidato(a): Cristopher Javier Poblete Humire

Carrera / Grado: Ingeniería Civil Industrial

Campus: Casa Central Departamento: Industrias

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

Yo, Fredy Kristjanpoller Rodríguez, en mi calidad de profesor guía del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución.

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL (marcar una opción)

El trabajo **NO contiene** información que amerite confidencialidad y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (**embargo**) por (**marcar una opción**):

6 meses 12 meses 2 años 3 años 5 años 10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

4.- FIRMAS

Profesor guía de memoria:

Fecha: 14/04/2026 Firma: _____

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 13/04/2026 Firma: _____

Este formulario debe ser insertado como página 2 de la memoria o tesis, completado y firmado por estudiante y profesor(a) antes de la entrega en portal PRISMA de Biblioteca USM.

Resumen

La presente tesis evalúa el impacto técnico, organizacional y económico de la implementación del software de mantenimiento FIIX en Golden Omega S.A., empresa dedicada a la producción de concentrados Omega-3 en Arica, Chile. El estudio surge ante la necesidad de mejorar la trazabilidad de la información, la planificación de actividades, la coordinación entre áreas y la confiabilidad operacional del proceso de mantenimiento, el cual previamente operaba mediante el uso de MP10 y registros manuales, con limitaciones en estandarización, seguimiento y control documental.

La metodología aplicada corresponde a un estudio de caso con enfoque descriptivo-analítico, basado en entrevistas semiestructuradas, análisis documental, observación del proceso y comparación de indicadores operacionales antes y después de la puesta en marcha del software. Se evaluaron métricas clave asociadas a la disponibilidad de equipos, tiempo medio de reparación (MTTR), tiempo medio entre fallas (MTBF) y cumplimiento del mantenimiento preventivo. El análisis se complementó con una evaluación organizacional de los cambios en trazabilidad, estandarización y flujo de trabajo, junto con una estimación económica de costos y beneficios vinculados a fallas no planificadas y detenciones operacionales.

Los resultados evidencian mejoras significativas tras la adopción de FIIX, destacando una reducción del MTTR, un aumento del MTBF, una mejora en la disponibilidad y un mayor cumplimiento del mantenimiento preventivo. Desde la perspectiva organizacional, la implementación permitió fortalecer el control documental, reducir la dependencia de la comunicación informal y mejorar la visibilidad del estado de las intervenciones. Desde la perspectiva económica, se identificó una disminución del costo anual asociado a fallas y tiempos improductivos, junto con un retorno favorable de la inversión inicial. En conjunto, los hallazgos demuestran que la digitalización mediante FIIX fortalece la gestión del mantenimiento al mejorar su trazabilidad, confiabilidad y capacidad de control, contribuyendo a la alineación con los principios de la norma ISO 55000 y posicionando a la empresa hacia un modelo más planificado, estructurado y orientado a la mejora continua.

Tabla de Contenidos

1	Problemática de investigación	1
2	Objetivos	4
3	Marco Teórico	6
3.1	Gestión de activos e ISO 55000	6
3.1.1	Principios fundamentales de ISO 55000	7
3.1.2	Aplicación de ISO 55000 al caso práctico	8
3.2	Ciclo de vida del activo, costo total y gestión del riesgo	8
3.3	Rol de la información, calidad de datos y aseguramiento documental	9
3.3.1	Aplicación al caso práctico	10
3.4	Mantenimiento, confiabilidad y desempeño operacional	10
3.4.1	Conceptos centrales: confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad	11
3.4.2	Indicadores operacionales utilizados en la tesis	11
3.4.3	Mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) y criticidad de activos	12
3.4.4	Aplicación al caso práctico	12
3.5	Digitalización del mantenimiento y sistemas CMMS	13
3.5.1	CMMS, ERP y el rol de SAP en la trazabilidad económica	13

3.6	Mantenimiento 4.0 y transición digital	14
3.7	Fundamentos económicos aplicados a mantenimiento	14
3.8	Vinculación del marco teórico con el caso práctico	15
3.9	Síntesis del marco teórico	16
4	Métodos y materiales	18
4.1	Enfoque metodológico general	19
4.2	Diseño del estudio y etapas de desarrollo	20
4.3	Fuentes de información y materiales	22
4.4	Ámbito de análisis	22
4.5	Selección de activos analizados	23
4.6	Depuración de órdenes de trabajo	23
4.7	Cálculo de indicadores	24
4.8	Técnicas de análisis	24
4.9	Limitaciones metodológicas	25
5	Caso Práctico: Implementación del Software de Mantenimiento FIIX en Golden Omega S.A.	26
5.1	Metodología de levantamiento del caso	26
5.2	Descripción general de la empresa	28
5.3	Área de mantenimiento y su rol estratégico	29
5.4	Funcionamiento previo basado en MP10 y herramientas informales	30
5.4.1	Flujo general del proceso previo a la implementación de FIIX	31
5.5	Limitaciones estructurales del sistema previo	32
5.5.1	Fragmentación de la información y pérdida de trazabilidad	32

5.5.2	Ausencia de priorización formal y predominio del enfoque reactivo	33
5.5.3	Baja calidad del registro e imposibilidad de construir indicadores	33
5.5.4	Desconexión con SAP y trazabilidad económica limitada	34
5.5.5	Síntesis: por qué estas brechas justifican el cambio de sistema	34
5.6	Criterios de evaluación y justificación de la transición a FIIX	35
5.7	Proceso de implementación de FIIX y principales hitos	36
5.8	Flujo general del proceso actual con FIIX	37
5.9	Identificación y justificación de activos críticos	38
5.10	Diagnóstico final del caso práctico	38
5.11	Discusión del caso y síntesis del capítulo	39
6	Análisis técnico, organizacional y económico de la implementación del software FIIX	40
6.1	Lógica de impacto de la digitalización y efectos observados en los indicadores de mantenimiento	40
6.2	Análisis técnico	42
6.2.1	Desempeño operativo antes y después de FIIX	42
6.2.2	Gráfico comparativo: costos por fallas no planificadas	44
6.2.3	Gráfico comparativo: horas improductivas	45
6.2.4	Gráfico del análisis de sensibilidad económica	45
6.3	Análisis organizacional	46
6.3.1	Trazabilidad y control documental	47
6.3.2	Estandarización del flujo de trabajo	47
6.3.3	Coordinación entre mantenimiento y operación	48
6.3.4	Reducción de la dependencia del conocimiento tácito	48

6.3.5	Implicancias organizacionales del cambio	48
6.4	Metodología de cálculo de los indicadores	49
6.5	Análisis económico	50
6.5.1	Criterios, supuestos y fuentes de información de la evaluación económica	51
6.5.2	Costos asociados a la implementación	52
6.5.3	Beneficios operativos	53
6.5.4	Comparación costo–beneficio	54
6.6	Síntesis del análisis	55
6.7	Limitaciones del análisis	56
7	Conclusiones y Recomendaciones	58
7.1	Conclusiones	58
7.1.1	Conclusiones generales	58
7.1.2	Conclusiones técnicas	59
7.1.3	Conclusiones organizacionales	60
7.1.4	Conclusiones económicas	61
7.1.5	Limitaciones del estudio	62
7.2	Recomendaciones	62
7.2.1	Recomendaciones operacionales	62
7.2.2	Recomendaciones organizacionales	63
7.2.3	Recomendaciones estratégicas	64
7.2.4	Recomendaciones para futuras líneas de trabajo	64
	Referencias	66

Apéndices	68
Apéndice A: Diagramas y flujos del proceso de mantenimiento	69
Apéndice B: Capturas de pantalla del software FIIX	71
Apéndice C: Listado de activos levantados	76

Lista de Tablas

3.1	Vinculación entre el marco teórico y el caso práctico en Golden Omega.	16
4.1	Resumen de etapas metodológicas	21
5.1	Diagnóstico estructural del sistema previo y justificación técnica de FIIX.	38
6.1	Comparación de indicadores operacionales antes y después de FIIX.	43
6.2	Costos asociados a la implementación del software FIIX	52
6.3	Comparación costo–beneficio antes y después de la digitalización	54
6.4	Resumen económico de la digitalización del mantenimiento	54

Lista de Figuras

3.1	Ciclo de vida del activo según ISO 55000.	8
3.2	Relación entre confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad.	11
3.3	Etapas de madurez hacia Mantenimiento 4.0.	14
4.1	Flujo metodológico general del estudio.	18
4.2	Etapas metodológicas del estudio.	20
5.1	Estructura organizacional de Golden Omega S.A.	29
5.2	Flujo general del proceso de mantenimiento previo al uso de FIIX.	31
5.3	Flujo general del proceso de mantenimiento con FIIX.	37
6.1	Cadena causal del impacto de la digitalización en el sistema de mantenimiento.	41
6.2	Reducción de costos por fallas no planificadas tras la digitalización.	44
6.3	Comparación de horas improductivas antes y después de FIIX.	45
6.4	Análisis de sensibilidad económica según reducción de fallas.	46
1	Flujo completo del proceso previo a FIIX	69
2	Flujo completo del proceso digital con FIIX	70
3	Interfaz general del sistema FIIX.	71
4	Vista de activos.	72

5	Vista de órdenes de trabajo.	73
6	Vista de grupo de tareas.	73
7	Vista de proyectos.	74
8	Vista de programados.	74
9	Vista de información de activo.	75
10	Lista de activos críticos.	76
11	Lista de activos críticos de servicios industriales.	76

Abreviaturas y siglas

Sigla	Significado
CAPEX	<i>Capital Expenditure</i> . Inversión de capital en activos o mejoras.
CMMS	<i>Computerized Maintenance Management System</i> . Sistema computarizado para la planificación y control de mantenimiento.
FIIX	Software CMMS implementado en Golden Omega S.A.
GMP	<i>Good Manufacturing Practices</i> . Buenas prácticas de manufactura aplicadas a la industria.
Golden Omega S.A.	Empresa dedicada a la producción de concentrados de Omega-3, ubicada en Arica, Chile.
HH	Horas-hombre. Medida del tiempo de trabajo utilizado por personal técnico.
ISO 55000	Norma internacional de gestión de activos.
KPI	<i>Key Performance Indicator</i> . Indicador clave de desempeño utilizado para evaluar resultados operacionales.
Mantenimiento 4.0	Enfoque digital de mantenimiento basado en análisis de datos y conectividad.
MP10	Sistema previo de mantenimiento usado en Golden Omega.
MTBF	<i>Mean Time Between Failures</i> . Tiempo medio entre fallas consecutivas.
MTTR	<i>Mean Time To Repair</i> . Tiempo medio necesario para reparar un equipo tras una falla.
OPEX	<i>Operational Expenditure</i> . Gasto operacional asociado al funcionamiento y mantenimiento.

Sigla	Significado
OT	Orden de Trabajo. Registro formal que documenta una intervención de mantenimiento.
PP	<i>Preventive Maintenance Plan</i> . Plan o programa de mantenimiento preventivo.
QR	<i>Quick Response Code</i> . Código utilizado para la identificación digital de activos.
RCM	<i>Reliability Centered Maintenance</i> . Mantenimiento centrado en la confiabilidad.
SAP PM	Módulo de <i>Plant Maintenance</i> del sistema SAP.

Capítulo 1

Problemática de investigación

La gestión del mantenimiento en industrias de proceso continuo, como la producción de aceites Omega-3 realizada por Golden Omega S.A., constituye un componente estratégico para asegurar la confiabilidad operacional, la continuidad productiva y el cumplimiento de normativas de calidad nacionales e internacionales. En este tipo de operaciones, la disponibilidad de los equipos críticos determina directamente la productividad; por ello, el mantenimiento debe trascender la reparación de fallas y orientarse hacia una gestión integral del ciclo de vida de los activos, en línea con los principios definidos por la norma ISO 55000 (ISO 55000, 2014).

Asimismo, en procesos industriales vinculados a productos de consumo y exportación, la trazabilidad y la estandarización documental se relacionan con el cumplimiento de buenas prácticas de manufactura (GMP), que exigen control de procesos y evidencia verificable (World Health Organization, 2003).

Antes de la implementación del software FIIX, la empresa enfrentaba limitaciones estructurales que impedían consolidar una gestión moderna de mantenimiento. Las órdenes de trabajo se administraban mediante planillas, correos electrónicos y registros manuales, lo que dificultaba la trazabilidad y reducía la confiabilidad de la información disponible. Esta fragmentación derivaba en duplicidad de datos, inconsistencias y una limitada capacidad para evaluar el desempeño de los equipos o planificar actividades basadas en evidencia (Golden Omega S.A., 2025, registros internos). Aunque la organización contaba con el sistema MP10, su utilización se restringía a la emisión de órdenes preventivas sin ofrecer análisis histórico ni generación automática de indicadores (Golden Omega S.A., 2025, registros internos).

El resultado era un sistema predominantemente reactivo, sin un análisis sistemático de criticidad o confiabilidad. Esta situación se alejaba de las buenas prácticas propuestas por el *Reliability Centered Maintenance* (RCM), el cual enfatiza la necesidad de tomar decisiones de mantenimiento basadas en funciones, fallas y consecuencias (Moubray, 1997). Asimismo, la ausencia de información estructurada limitaba la aplicación efectiva de los lineamientos de gestión de activos propuestos por ISO 55000 (ISO 55000, 2014).

Las principales limitaciones identificadas en el sistema previo fueron:

- **Ausencia de trazabilidad:** no existía un historial confiable que permitiera analizar recurrencias, evaluar intervenciones o medir tiempos de ejecución (Golden Omega S.A., 2025, registros internos).
- **Dependencia de registros manuales:** alta exposición a errores, pérdida de información y variabilidad en los criterios de registro.
- **Imposibilidad de calcular indicadores clave** como MTTR, MTBF, disponibilidad o cumplimiento preventivo, fundamentales para evaluar la eficiencia del mantenimiento (Moubray, 1997).
- **Deficiencias en la comunicación entre mantenimiento y producción,** sin un canal formal para solicitar y priorizar intervenciones (Golden Omega S.A., 2025, comunicación personal).
- **Limitaciones del sistema MP10,** carente de herramientas de análisis, integración corporativa y capacidades para soportar la gestión de criticidad de activos (Golden Omega S.A., 2025, registros internos).

A esto se sumaba el uso parcial de SAP, restringido a compras e inventarios, sin implementación del módulo SAP PM (*Plant Maintenance*). Aunque este módulo es ampliamente utilizado en la industria, su licenciamiento y complejidad lo hacen poco viable para empresas de menor escala (SAP AG, 2020). Esta situación mantenía al área de mantenimiento en un rezago tecnológico respecto de otras áreas y dificultaba su transición hacia un modelo digitalizado.

Las consecuencias de estas limitaciones eran evidentes: fallas no planificadas con impacto en la continuidad productiva, tiempos muertos difíciles de cuantificar y baja capacidad para priorizar según criticidad. Además, la falta de datos restringía la posibilidad de avanzar hacia prácticas asociadas al concepto de Mantenimiento 4.0, las cuales dependen de la digitalización y el análisis de información (Lee y Lapira, 2013).

Ante este escenario, resultaba necesario adoptar un sistema de gestión de mantenimiento computarizado (*Computerized Maintenance Management System*, CMMS) que ofreciera trazabilidad, facilidad de uso y capacidad de integración. La selección de FIIX respondió a su estructura orientada a usuarios industriales, su costo relativamente bajo y su alineación con prácticas recomendadas para la gestión moderna del mantenimiento (Fiix Software, 2022).

Así, la presente tesis se orienta a analizar las limitaciones del sistema previo de mantenimiento en Golden Omega y justificar la pertinencia de implementar FIIX como una solución estratégica. El objetivo es demostrar cómo la adopción de este CMMS permitió avanzar desde un modelo reactivo hacia una gestión planificada, digitalizada y orientada al valor, en concordancia con los lineamientos de ISO 55000 (ISO 55000, 2014) y el paradigma del Mantenimiento 4.0 (Lee y Lapira, 2013).

En función de este contexto, se plantean las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Cuáles eran las principales limitaciones del sistema de mantenimiento previo en Golden Omega y cómo afectaban su desempeño operacional?
- ¿Qué factores justificaron la selección de FIIX frente a alternativas como SAP PM o la continuidad del sistema MP10?
- ¿De qué manera la implementación de FIIX contribuyó a mejorar la trazabilidad, disponibilidad y desempeño del área de mantenimiento?

Capítulo 2

Objetivos

El presente capítulo establece los objetivos que orientan el desarrollo de la investigación. Estos derivan directamente de la problemática identificada en el sistema de mantenimiento de Golden Omega S.A. y del propósito central de evaluar el impacto técnico, organizacional y económico asociado a la implementación del software FIIX. A través de estos objetivos se define el alcance del estudio, se delimitan las dimensiones de análisis y se estructuran las etapas metodológicas necesarias para su desarrollo, en concordancia con los lineamientos de gestión de activos establecidos en la norma ISO 55000 (ISO 55000, 2014) y con enfoques modernos de mantenimiento basados en confiabilidad (Moubray, 1997).

En este sentido, los objetivos no solo cumplen una función formal dentro de la investigación, sino que también articulan la relación entre el diagnóstico del sistema previo, el caso práctico de implementación y el análisis de resultados desarrollado en los capítulos posteriores. Su formulación busca asegurar coherencia entre el problema identificado, la evidencia analizada y las conclusiones obtenidas, permitiendo abordar el estudio desde una perspectiva integral.

Objetivo General

Evaluar el impacto técnico, organizacional y económico generado por la implementación del software FIIX en la gestión de mantenimiento de Golden Omega S.A., mediante el análisis comparativo de procesos, activos críticos e indicadores operacionales antes y después de su adopción.

Objetivos Específicos

- Describir el funcionamiento del sistema de mantenimiento previo a la implementación de FIIX, identificando sus principales limitaciones operativas, organizacionales y de trazabilidad.

- Caracterizar los procesos, activos críticos e indicadores operacionales incorporados durante la implementación del software FIIX, considerando las capacidades propias de un sistema CMMS y su aporte a la estructuración del flujo de mantenimiento.
- Analizar comparativamente el desempeño técnico del mantenimiento antes y después de la digitalización, utilizando indicadores clave como MTTR, MTBF, disponibilidad y cumplimiento preventivo.
- Evaluar los cambios organizacionales derivados de la adopción de FIIX, particularmente en materia de trazabilidad, comunicación interáreas, estandarización de procesos, control documental y priorización operativa.
- Evaluar la conveniencia económica de la implementación del software FIIX, considerando los costos directos de puesta en marcha y los beneficios asociados a la reducción de fallas no planificadas y horas improductivas.
- Proponer recomendaciones orientadas a consolidar el uso de FIIX como herramienta de gestión, fortaleciendo la confiabilidad operacional, la toma de decisiones basadas en información y el avance hacia prácticas asociadas al Mantenimiento 4.0.

En conjunto, estos objetivos permiten estructurar la investigación de manera coherente y evaluar de forma integral los resultados obtenidos. Su formulación asegura que el estudio no se limite a describir la implementación de una herramienta digital, sino que examine de manera articulada sus efectos sobre el desempeño técnico del mantenimiento, la organización del trabajo y la conveniencia económica de la digitalización. De este modo, los objetivos constituyen la base lógica que orienta el desarrollo del caso práctico, el análisis comparativo y las recomendaciones finales de la tesis.

Capítulo 3

Marco Teórico

El presente capítulo desarrolla los fundamentos conceptuales que sustentan el análisis técnico, organizacional y económico asociado a la digitalización del mantenimiento en Golden Omega S.A. Se abordan los marcos normativos, metodológicos y tecnológicos que estructuran la gestión moderna de activos, la ingeniería de confiabilidad y la transición hacia sistemas digitales basados en plataformas CMMS. El objetivo es proporcionar un soporte teórico robusto que permita interpretar los cambios observados en el caso práctico y comprender su relevancia dentro de un sistema de gestión alineado con estándares internacionales.

En términos prácticos, este capítulo cumple dos funciones. Primero, establece el lenguaje técnico y los conceptos que luego se emplean para describir el caso y cuantificar resultados (por ejemplo, MTTR, MTBF, disponibilidad y cumplimiento preventivo). Segundo, explica por qué la digitalización del mantenimiento no debe entenderse como un cambio meramente informático, sino como una intervención que afecta la trazabilidad de la información, la disciplina documental, la coordinación entre áreas y la capacidad de tomar decisiones basadas en evidencia (ISO 55000, 2014; Mobley, 2002; Flores y Martínez, 2019).

Se busca que el marco conceptual sea comprensible para distintos perfiles de lectores —desde profesionales del área hasta lectores no especializados— y sirva como base sólida para contextualizar las decisiones, resultados y conclusiones del estudio.

3.1 Gestión de activos e ISO 55000

La gestión de activos se define como un enfoque sistemático orientado a obtener valor sostenible de los activos físicos durante todo su ciclo de vida (ISO 55000, 2014). Dicho valor no se limita al rendimiento técnico, sino que abarca continuidad operacional, seguridad, confiabilidad, eficiencia económica, impacto ambiental y cumplimiento regulatorio. En la práctica, gestionar activos

implica tomar decisiones informadas que consideren tanto la operación diaria como los efectos acumulados en el tiempo.

En este contexto, la familia ISO 55000 —compuesta por ISO 55000, ISO 55001 e ISO 55002— establece lineamientos para que las organizaciones definan políticas, procesos, responsabilidades y mecanismos de control que permitan administrar sus activos de manera coherente, trazable y orientada al logro de objetivos estratégicos (ISO 55000, 2014). Esta normativa funciona como un marco de referencia internacional ampliamente utilizado en industrias de proceso continuo, minería, energía, manufactura y servicios esenciales.

A diferencia de una visión tradicional centrada únicamente en el mantenimiento, la gestión de activos propone una mirada integradora que conecta variables técnicas, financieras y operacionales dentro de un mismo sistema. Esto implica que áreas como ingeniería, proyectos, finanzas, operaciones, abastecimiento y mantenimiento deben coordinarse bajo criterios comunes, ya que las decisiones que se toman en cada etapa del ciclo de vida afectan, directa o indirectamente, el desempeño futuro, los costos asociados y el nivel de riesgo para la organización.

3.1.1 Principios fundamentales de ISO 55000

La estructura conceptual de ISO 55000 se basa en principios rectores que orientan la madurez del sistema de gestión de activos. Aunque la norma no prescribe metodologías específicas, sí establece criterios que permiten evaluar el nivel de desarrollo del sistema y detectar brechas relevantes. Entre sus principios fundamentales se encuentran los siguientes:

Generación de valor. Todo activo debe contribuir de manera demostrable a los objetivos estratégicos de la organización, entendiendo el valor como la combinación entre desempeño, costo y riesgo (ISO 55000, 2014).

Alineación. Las decisiones técnicas —como estrategias de mantenimiento, criterios de reemplazo o priorización de inversiones— deben estar conectadas con la política corporativa y la gestión del riesgo (ISO 55000, 2014). En términos prácticos, esto implica que no basta con “mantener funcionando”; también es necesario justificar por qué, cuándo y cómo se interviene un activo.

Liderazgo y roles claros. La norma enfatiza la necesidad de responsabilidades definidas, comunicación efectiva y disciplina de registro para asegurar procesos consistentes y sostenibles (ISO 55000, 2014). Sin roles claros, los registros tienden a degradarse con el tiempo y el sistema pierde confiabilidad.

Aseguramiento. La información técnica debe ser veraz, completa y trazable, gestionada bajo

mecanismos formales de control documental (ISO 55000, 2014). Este principio es clave para auditorías y, además, para justificar decisiones técnicas ante operaciones, gerencias o áreas financieras.

Mejora continua. Los sistemas deben evaluarse de manera periódica para identificar oportunidades de optimización, apoyándose en indicadores, auditorías y retroalimentación del personal (ISO 55000, 2014).

3.1.2 Aplicación de ISO 55000 al caso práctico

En el caso de Golden Omega, la problemática previa a la digitalización se relaciona directamente con brechas de madurez descritas por ISO 55000. En particular, la dispersión de registros y la ausencia de un historial confiable afectan el principio de *aseguramiento* (calidad y trazabilidad de la información), mientras que la priorización basada en urgencias operativas refleja debilidades en *alineación* y en la gestión sistemática del riesgo (ISO 55000, 2014).

En términos prácticos, cuando la información no está consolidada y no existe disciplina documental, la organización pierde la capacidad de aprender del historial de fallas y de justificar decisiones técnicas con evidencia. Esto condiciona tanto la planificación preventiva como la evaluación económica del mantenimiento, porque los costos asociados a fallas y tiempos improductivos se vuelven difíciles de estimar y controlar. En consecuencia, el problema no es solo “falta de software”, sino falta de estructura documental para sostener una gestión de activos madura.

3.2 Ciclo de vida del activo, costo total y gestión del riesgo

ISO 55000 plantea que los activos deben gestionarse durante todas las etapas de su ciclo de vida, desde el diseño hasta el retiro, adoptando una visión de costo total (o costo de ciclo de vida) en lugar de una mirada acotada a costos inmediatos (ISO 55000, 2014). Esto es relevante porque muchas decisiones de mantenimiento no se justifican únicamente por el costo de una intervención, sino por el costo evitado de detenciones, fallas severas o reposiciones prematuras.



Figura 3.1: Ciclo de vida del activo según ISO 55000.

La gestión del riesgo es transversal al ciclo de vida del activo. ISO 31000 define el riesgo como el efecto de la incertidumbre sobre los objetivos, incluyendo consecuencias operacionales, económicas, ambientales y de seguridad (ISO 31000, 2018). En mantenimiento, el riesgo se manifiesta en eventos como detenciones no planificadas, fallas críticas, incidentes de seguridad y pérdidas de calidad del producto.

Esto explica por qué la digitalización —y particularmente la implementación de un CMMS— tiene un impacto directo sobre la gestión del riesgo: al disponer de información completa y trazable, las decisiones dejan de basarse únicamente en percepciones individuales y pasan a sustentarse en evidencia verificable, reduciendo la incertidumbre al priorizar intervenciones y al diagnosticar fallas.

3.3 Rol de la información, calidad de datos y aseguramiento documental

ISO 55000 establece que la información debe gestionarse como un activo, ya que la calidad de los datos condiciona directamente la calidad de las decisiones (ISO 55000, 2014). Cuando los registros se mantienen dispersos —planillas, correos, cuadernos de turno o mensajes informales— la trazabilidad se debilita y el proceso se vuelve difícil de controlar.

En mantenimiento, la brecha más frecuente en organizaciones con baja madurez no es la ausencia de trabajo técnico, sino la falta de evidencia estandarizada sobre qué se hizo, por qué se hizo, cuánto tiempo tomó y con qué resultado. En consecuencia, sin base documental sólida, la organización no transforma experiencia operacional en aprendizaje sistemático.

La estandarización y calidad de datos también se discute en normativas orientadas a información de confiabilidad y mantenimiento. Por ejemplo, ISO 14224 propone lineamientos para estructurar datos de confiabilidad y mantenimiento en industrias de proceso, reforzando que la consistencia del registro es condición para análisis comparables y para gestión basada en datos (ISO 14224, 2016).

Diversos autores señalan que la digitalización del mantenimiento es una condición habilitante para avanzar hacia sistemas más maduros, ya que permite asegurar integridad, consistencia y disponibilidad de información (Tsang, 1998; Tsang, 2002; Flores y Martínez, 2019).

Los sistemas CMMS contribuyen a cerrar estas brechas al actuar como repositorios únicos de información técnica. Su valor radica en cómo estructuran, estandarizan y validan los datos, por

ejemplo:

- Flujos de trabajo que obligan a completar solicitudes, asignaciones, ejecuciones y cierres.
- Campos obligatorios y validaciones, reduciendo omisiones y errores.
- Construcción automática del historial técnico del activo.
- Trazabilidad para auditorías internas y externas, facilitando demostración de cumplimiento.

3.3.1 Aplicación al caso práctico

En Golden Omega, el escenario previo —registros dispersos, órdenes incompletas y múltiples canales informales— representa un ejemplo típico de degradación del aseguramiento documental. En la práctica, cuando no se registran causas de falla, tiempos reales o repuestos utilizados, la organización pierde capacidad para estimar costos por activo, analizar recurrencias y justificar acciones correctivas. Por ello, la digitalización con un CMMS se entiende como un mecanismo de aseguramiento: obliga a estandarizar el registro y permite consolidar evidencia para gestión y toma de decisiones.

3.4 Mantenimiento, confiabilidad y desempeño operacional

La ingeniería de confiabilidad entrega el sustento teórico para comprender el comportamiento de los activos y la forma en que las fallas afectan el desempeño de un sistema productivo. Sus principios se orientan a reducir fallas inesperadas, optimizar costos y mejorar la predictibilidad operacional. Autores como Moubray (1997) y Smith y Hawkins (2004) destacan que la confiabilidad es crítica en industrias donde las detenciones tienen consecuencias económicas relevantes, ya sea por pérdidas de producción, deterioro de calidad, consumo de recursos correctivos o aumento del riesgo operativo.

En términos generales, un sistema de mantenimiento maduro debe ser capaz de responder a tres preguntas: qué falla ocurre, por qué ocurre y qué decisión técnica reduce la probabilidad de repetición. Para ello, se requiere no solo capacidad técnica, sino también información confiable y disciplina de registro (Mobley, 2002).

3.4.1 Conceptos centrales: confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad

Confiabilidad. Corresponde a la probabilidad de que un activo opere sin fallas durante un periodo definido y bajo condiciones determinadas (Moubray, 1997).

Mantenibilidad. Se refiere a la facilidad y rapidez con que un activo puede ser restaurado tras una falla. Una alta mantenibilidad reduce los tiempos de detención y mejora la capacidad de respuesta del sistema (Smith y Hawkins, 2004).

Disponibilidad. Representa la proporción del tiempo en que un activo está en condiciones de operar. Al depender de la frecuencia de fallas y del tiempo de reparación, integra simultáneamente confiabilidad y mantenibilidad (Moubray, 1997).

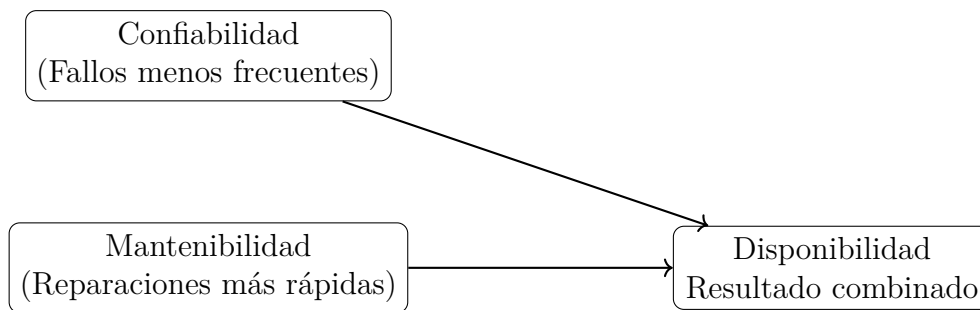


Figura 3.2: Relación entre confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad.

3.4.2 Indicadores operacionales utilizados en la tesis

En esta tesis se utilizan cuatro indicadores centrales, ampliamente difundidos en la literatura (Moubray, 1997; Mobley, 2002; Garg y Sharma, 2015):

MTTR. Tiempo promedio de reparación; refleja eficiencia de ejecución y coordinación (Garg y Sharma, 2015).

MTBF. Tiempo promedio entre fallas; aproxima confiabilidad bajo condiciones comparables (Moubray, 1997).

Disponibilidad. Integra MTTR y MTBF como medida global de tiempo operativo disponible (Moubray, 1997).

Cumplimiento preventivo. Porcentaje de actividades preventivas ejecutadas respecto de lo planificado; aproxima disciplina operativa (Mobley, 2002).

Un aspecto central es que estos indicadores solo son confiables cuando la información es completa y consistente; de lo contrario, pueden inducir a diagnósticos erróneos (Garg y Sharma, 2015). Por ello, la trazabilidad y el control documental son condiciones previas para que MTTR, MTBF y disponibilidad representen el comportamiento real del sistema.

3.4.3 Mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) y criticidad de activos

El *Reliability Centered Maintenance* (RCM) propone que la estrategia de mantenimiento debe definirse a partir de funciones del activo, modos de falla y consecuencias, priorizando intervenciones según criticidad y riesgo (Moubray, 1997). En términos aplicados, un enfoque RCM requiere que la organización disponga de evidencia histórica mínima, claridad sobre consecuencias operacionales y capacidad de priorizar recursos de mantenimiento de forma consistente.

Guías técnicas relacionadas con RCM destacan la necesidad de estructurar decisiones sobre mantenimiento en función de confiabilidad y riesgo, particularmente en activos con alta consecuencia de falla (International Electrotechnical Commission, 2015).

En términos aplicados, existen enfoques de implementación que proponen pasos prácticos para operacionalizar RCM en planta y traducir el análisis de funciones y fallas en planes concretos de mantenimiento (Smith y Hinchcliffe, 2011).

3.4.4 Aplicación al caso práctico

En Golden Omega, la selección de activos críticos y el enfoque hacia la reducción de fallas no planificadas se alinea con una lógica RCM a nivel conceptual: priorizar activos cuya indisponibilidad compromete continuidad productiva y estabilidad operacional. Sin embargo, la aplicación real de RCM y criticidad depende de datos y trazabilidad. Por ello, la digitalización previa (CMMS) se interpreta como etapa habilitante para avanzar hacia análisis más avanzados en el futuro.

3.5 Digitalización del mantenimiento y sistemas CMMS

La digitalización del mantenimiento corresponde a la adopción de herramientas y prácticas que estructuran los procesos, aumentan la trazabilidad y mejoran la calidad de los datos. En términos operacionales, la digitalización permite reducir tiempos improductivos, aumentar eficiencia y facilitar el análisis de patrones de falla, especialmente en entornos donde la documentación era incompleta o dispersa (Mobley, 2002; Flores y Martínez, 2019).

Adicionalmente, reportes de industria han señalado que la transformación digital en gestión de activos y mantenimiento se asocia a mejoras en trazabilidad, visibilidad operacional y control de información, especialmente en organizaciones que migran desde registros dispersos hacia plataformas integradas (Gartner, 2020).

Un CMMS (*Computerized Maintenance Management System*) es una plataforma diseñada para administrar el ciclo completo del mantenimiento: activos, órdenes de trabajo, planes preventivos, historial técnico, repuestos e indicadores. Su aporte central no es solo registrar, sino estandarizar el flujo de trabajo y transformar datos en información útil para la toma de decisiones (Mobley, 2002).

FIIX es un CMMS orientado a estructurar el ciclo completo de la orden de trabajo. Su implementación permite (Fiix Software, 2022):

- Formalizar solicitudes, asignaciones, ejecución y cierres.
- Aumentar coherencia y completitud de los registros mediante campos y plantillas.
- Construir historial técnico por activo y facilitar análisis de recurrencias.
- Generar indicadores automáticos y reportes para gestión y seguimiento.

3.5.1 CMMS, ERP y el rol de SAP en la trazabilidad económica

La trazabilidad económica del mantenimiento suele vincularse a plataformas ERP por su capacidad de registrar compras, inventarios y costos. Sin embargo, si el módulo de mantenimiento (SAP PM) no se implementa, la plataforma no cumple el rol de sistema central del mantenimiento y la información técnica permanece separada del registro económico (SAP AG, 2020).

En contraste, un CMMS se orienta al proceso técnico del mantenimiento y permite capturar información necesaria para vincular desempeño con costos. En el caso de Golden Omega, SAP

se utiliza principalmente en compras e inventarios, mientras que la gestión técnica requiere un repositorio especializado; por ello, la integración futura CMMS–ERP aparece como una etapa de madurez posterior y no como condición inicial (SAP AG, 2020).

3.6 Mantenimiento 4.0 y transición digital

El concepto de Mantenimiento 4.0 corresponde a la integración de tecnologías digitales, sensores, conectividad y análisis de datos para anticipar fallas y optimizar intervenciones. En términos de madurez, las organizaciones suelen avanzar desde un mantenimiento reactivo hacia enfoques preventivos, luego hacia digitalización basada en CMMS y, posteriormente, hacia modelos predictivos basados en condición y analítica avanzada (Lee y Lapira, 2013).

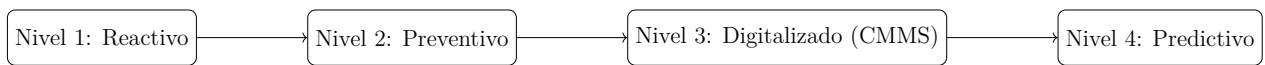


Figura 3.3: Etapas de madurez hacia Mantenimiento 4.0.

En Golden Omega, la implementación de FIIX permite avanzar desde un nivel manual hacia un nivel digitalizado, creando bases para herramientas más avanzadas en el futuro. Este punto es clave, ya que los enfoques predictivos requieren datos consistentes; sin disciplina documental y trazabilidad, la transición a modelos predictivos no es viable (Lee y Lapira, 2013; Flores y Martínez, 2019).

3.7 Fundamentos económicos aplicados a mantenimiento

Dado que esta tesis incorpora una evaluación económica asociada a la implementación de FIIX, resulta relevante definir conceptos económicos utilizados para interpretar la conveniencia de una inversión en mantenimiento. En general, las decisiones de digitalización se justifican cuando los beneficios operacionales compensan el costo de implementación, ya sea por reducción de detenciones, menor recurrencia de fallas, mejor uso del tiempo o mayor capacidad de planificación.

Dos métricas utilizadas en evaluación de inversiones en mantenimiento son:

Retorno sobre la inversión (ROI). Relaciona beneficio anual estimado con inversión inicial, entregando una medida de eficiencia económica de la iniciativa (Smith y Hawkins, 2004).

Periodo de recuperación (Payback). Tiempo requerido para recuperar la inversión mediante los ahorros generados; se utiliza como criterio de recuperación temprana en proyectos de mantenimiento (Smith y Hawkins, 2004).

Adicionalmente, desde una perspectiva de gestión de activos, es relevante distinguir entre CAPEX y OPEX. En mantenimiento, la digitalización suele tener costos de implementación y licenciamiento, mientras que los beneficios se observan como reducción de OPEX (menor costo por fallas, menor tiempo improductivo, mejor coordinación) e incluso como reducción de CAPEX futuro al evitar daños severos o reemplazos prematuros (ISO 55000, 2014).

3.8 Vinculación del marco teórico con el caso práctico

Para reforzar la coherencia entre este marco teórico y el caso desarrollado, la Tabla 3.1 resume cómo cada temática sustenta el análisis aplicado a Golden Omega. Esta articulación busca evitar que el marco teórico quede “genérico” y muestra explícitamente cómo se conecta con el diagnóstico del sistema previo, la implementación de FIIX y la evaluación de resultados.

Tabla 3.1: Vinculación entre el marco teórico y el caso práctico en Golden Omega.

Eje teórico	Concepto clave	Aplicación en el caso
Gestión de activos (ISO 55000)	Aseguramiento y trazabilidad de información	Brechas por registros dispersos; necesidad de repositorio único y evidencia.
Confiabilidad y desempeño	MTTR, MTBF, disponibilidad y disciplina preventiva	Indicadores antes/después para cuantificar impacto de la digitalización.
RCM y criticidad	Priorización según consecuencias y riesgo	Selección de activos críticos y foco en reducción de fallas no planificadas.
Digitalización (CMMS)	Flujo OT y estandarización del registro	Formalización del ciclo solicitud–asignación–ejecución–cierre con FIIX.
Integración económica (ERP)	Trazabilidad económica y consumo por activo	SAP sin PM limita costos por activo; integración futura CMMS–ERP como madurez.
Evaluación económica	ROI y Payback	Comparación costo–beneficio y sensibilidad bajo escenarios de reducción de fallas.

3.9 Síntesis del marco teórico

El marco teórico revisado presenta conceptos esenciales para comprender la gestión moderna de activos, la confiabilidad, la disciplina documental y la digitalización del mantenimiento. En conjunto, estos elementos permiten interpretar los resultados del caso práctico desarrollado en Golden Omega S.A.

ISO 55000 entrega el marco de referencia para asegurar trazabilidad, control y mejora continua; la ingeniería de confiabilidad proporciona métricas para evaluar desempeño; y los CMMS habilitan la estructura documental necesaria para transformar registros en evidencia de gestión (ISO 55000, 2014; Moubrey, 1997; Mobley, 2002).

De este modo, la digitalización mediante FIIX se comprende como una intervención que fortalece simultáneamente el componente técnico, organizacional y económico del mantenimiento, al ordenar el flujo de trabajo, mejorar la calidad de la información y permitir decisiones más sustentadas. Esta articulación teórica respalda el análisis del caso y los resultados del capítulo siguiente, donde se evalúa el impacto de la implementación sobre indicadores de desempeño y sobre costos asociados al mantenimiento.

Capítulo 4

Métodos y materiales

El presente capítulo describe la metodología utilizada para desarrollar el estudio, los materiales empleados y las etapas que estructuraron el análisis técnico, organizacional y económico de la implementación del software FIIX en Golden Omega S.A. El objetivo es asegurar la trazabilidad entre las fuentes de información utilizadas, las decisiones metodológicas adoptadas y los resultados obtenidos en los capítulos posteriores, de manera que el lector pueda comprender con claridad cómo se construyó el análisis y bajo qué criterios se interpretaron sus resultados.

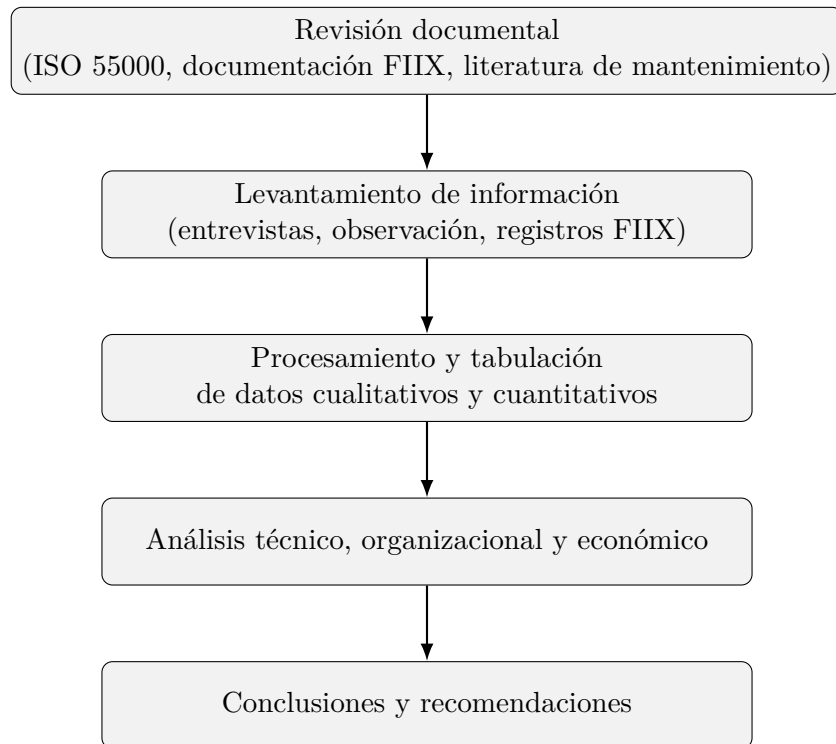


Figura 4.1: Flujo metodológico general del estudio.

4.1 Enfoque metodológico general

Este estudio se enmarca en una investigación aplicada, con un enfoque descriptivo–analítico y un diseño de estudio de caso, metodología ampliamente utilizada en estudios de mantenimiento industrial y transformación digital (Lee y Lapira, 2013). El análisis se centró en el proceso de preimplementación e implementación inicial del software FIIX en Golden Omega S.A., considerando tanto los cambios técnicos asociados al control y planificación del mantenimiento, como los efectos organizacionales vinculados a la trazabilidad de la información, la estandarización de registros y la coordinación entre áreas.

El enfoque metodológico combinó tres pilares complementarios. En primer lugar, se realizó una revisión documental de normativa y lineamientos técnicos relevantes para la gestión de activos y mantenimiento, con el fin de contextualizar el estudio dentro de buenas prácticas reconocidas. En segundo lugar, se efectuó un levantamiento de información primaria mediante entrevistas semiestructuradas y observación directa de rutinas operativas, lo que permitió caracterizar la situación previa a la digitalización y comprender la forma en que el personal interactuó con la nueva herramienta. En tercer lugar, se desarrolló un análisis cuantitativo de indicadores operacionales contruidos a partir de datos históricos y registros provenientes de FIIX, orientado a medir el impacto inicial de la implementación sobre el desempeño del mantenimiento.

De manera complementaria, se incorporó un análisis económico basado en la estimación de costos directos de implementación, ahorros operacionales y mejoras en eficiencia. Esta dimensión permitió evaluar si los cambios observados desde el punto de vista técnico y organizacional también se traducían en una mejora económicamente justificable para la empresa. En conjunto, este enfoque permitió abordar la implementación de FIIX desde una perspectiva integral, alineada con los objetivos del estudio.

4.2 Diseño del estudio y etapas de desarrollo

El estudio se desarrolló entre marzo de 2024 y enero de 2025 y siguió cinco etapas principales orientadas a cumplir los objetivos específicos definidos en el Capítulo 2. Estas etapas permitieron avanzar de forma secuencial desde la recopilación de antecedentes hasta la elaboración de conclusiones, asegurando consistencia entre el problema planteado, las fuentes utilizadas y el análisis realizado.

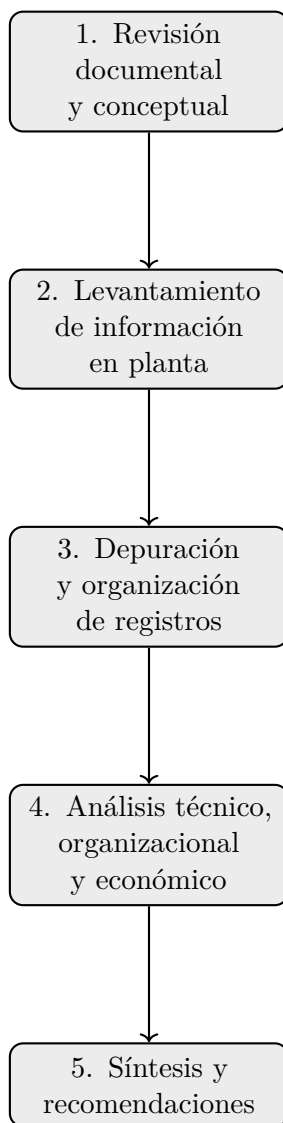


Figura 4.2: Etapas metodológicas del estudio.

Tabla 4.1: Resumen de etapas metodológicas

Etapa	Descripción	Resultados esperados
1	Revisión conceptual y documental sobre gestión de activos, mantenimiento y digitalización.	Base teórica y contextual para el análisis.
2	Levantamiento de información mediante entrevistas, observación directa y revisión de antecedentes operacionales.	Caracterización del estado previo y del proceso de implementación.
3	Depuración, clasificación y homologación de registros históricos y órdenes de trabajo.	Base de datos comparable para el cálculo de indicadores.
4	Evaluación de impactos técnicos, organizacionales y económicos de la implementación.	Resultados cuantitativos y cualitativos del estudio.
5	Integración de hallazgos, elaboración de conclusiones y formulación de recomendaciones.	Propuestas de mejora aplicables.

La primera etapa consistió en la revisión de antecedentes técnicos y conceptuales relacionados con gestión de mantenimiento, confiabilidad y digitalización industrial. Esta fase permitió construir el marco metodológico de referencia y definir los criterios de análisis aplicados posteriormente.

La segunda etapa correspondió al levantamiento de información en terreno, mediante entrevistas semiestructuradas al personal clave del área de mantenimiento y la observación de rutinas operativas. En esta fase se buscó comprender tanto la situación inicial de la empresa como las principales necesidades que motivaron la implementación de FIIX.

La tercera etapa estuvo orientada a la depuración y organización de registros, especialmente órdenes de trabajo históricas y datos extraídos desde el sistema implementado. Esta fase fue necesaria para asegurar comparabilidad entre periodos y reducir sesgos derivados de registros incompletos o heterogéneos.

La cuarta etapa concentró el análisis propiamente tal, integrando la evaluación de indicadores técnicos, la interpretación de cambios organizacionales y la estimación de efectos económicos

asociados a la digitalización. Finalmente, la quinta etapa consistió en sintetizar los principales hallazgos y traducirlos en conclusiones y recomendaciones de mejora para la organización.

4.3 Fuentes de información y materiales

El estudio utilizó fuentes primarias y secundarias, complementadas con herramientas de análisis cualitativo y cuantitativo, siguiendo buenas prácticas descritas en la literatura de mantenimiento y confiabilidad (Moubray, 1997; Kelly, 1997; Smith y Hawkins, 2004).

Las fuentes primarias correspondieron a entrevistas semiestructuradas realizadas al jefe de mantención y a un supervisor técnico de la empresa (Golden Omega S.A., 2025, comunicación personal). Estas entrevistas permitieron identificar prácticas de trabajo previas, principales dificultades del sistema anterior y percepciones respecto del proceso de adopción de FIIX. Además, se complementaron con observación directa de rutinas operativas y con el análisis de reportes y órdenes de trabajo extraídas desde FIIX (Fiix Software, 2022), lo que facilitó contrastar el discurso del personal con evidencia operacional.

Las fuentes secundarias incluyeron documentación interna de la empresa (Golden Omega S.A., 2025, registros internos), documentación técnica del software FIIX (Fiix Software, 2022) y literatura especializada en mantenimiento, digitalización e ingeniería de confiabilidad (Moubray, 1997; Kelly, 1997; Smith y Hawkins, 2004; Lee y Lapira, 2013). Estas fuentes permitieron sustentar conceptualmente el análisis y entregar un marco de referencia para interpretar los cambios observados en la gestión del mantenimiento.

En cuanto a los materiales utilizados, se consideraron registros históricos de órdenes de trabajo, reportes exportados desde FIIX, antecedentes del sistema previo utilizado por la empresa, notas de observación de terreno y matrices de tabulación elaboradas para ordenar la información recolectada. En conjunto, estos insumos constituyeron la base para el desarrollo del análisis presentado en los capítulos siguientes.

4.4 Ámbito de análisis

El alcance del estudio abarcó cuatro unidades principales de la planta industrial: Planta 1 (concentración y refinado), Planta 2 (destilado, encapsulado y envasado), equipos generales como bombas, compresores y chillers, y los laboratorios de control de calidad. Estas áreas fueron seleccionadas debido a su

relevancia operacional y a su contribución directa al proceso de producción de aceite Omega-3.

La delimitación del análisis respondió al interés de evaluar sectores donde la continuidad operacional depende en gran medida de una gestión de mantenimiento oportuna y trazable. Por ello, se priorizaron áreas en las que una falla o una intervención mal planificada puede afectar la estabilidad del proceso productivo, la disponibilidad de equipos o el cumplimiento del programa de producción.

4.5 Selección de activos analizados

Los activos incorporados en el análisis se seleccionaron según su criticidad operacional y la disponibilidad de registros históricos suficientes. Siguiendo lineamientos del mantenimiento centrado en confiabilidad (Moubray, 1997), se priorizaron equipos cuya falla impacta significativamente la continuidad del proceso, ya sea por su efecto directo sobre la producción, por los tiempos asociados a su recuperación o por la dificultad de reemplazo inmediato.

Bajo estos criterios se incluyeron una bomba de vacío de lóbulos, las centrífugas utilizadas en *Polishing* y *Glycerol Separation*, y un filtro vertical de hojas. La selección de estos activos permitió trabajar con equipos representativos de distintas funciones dentro del proceso industrial, lo que aporta mayor consistencia al análisis del impacto de la implementación del software sobre la gestión del mantenimiento.

4.6 Depuración de órdenes de trabajo

Previo al cálculo de indicadores, se aplicó un proceso de depuración para asegurar comparabilidad entre los registros del sistema previo y los registros obtenidos desde FIIX. Este proceso consideró la eliminación de órdenes incompletas, la exclusión de actividades no técnicas o ajenas al análisis de mantenimiento, la revisión de fechas inconsistentes y la unificación de categorías de falla y tipos de intervención.

Esta etapa resultó especialmente relevante debido a que los registros históricos presentaban diferencias en formato, nivel de detalle y criterios de clasificación. Por ello, la depuración no solo buscó limpiar la base de datos, sino también homologar la información para que los indicadores calculados reflejaran cambios reales en la gestión y no variaciones originadas por diferencias administrativas en el registro.

4.7 Cálculo de indicadores

Los indicadores se calcularon de acuerdo con expresiones estándar de la ingeniería de mantenimiento, debido a que permiten evaluar el desempeño de los activos y la eficiencia del proceso de gestión asociado a las intervenciones.

$$MTTR = \frac{\sum \text{horas de reparación}}{\text{número de reparaciones}}$$

$$MTBF = \frac{\text{tiempo operativo total}}{\text{número de fallas}}$$

$$\text{Disponibilidad} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

El cumplimiento preventivo se estimó como:

$$\text{Cumplimiento PP} = \frac{\text{OT preventivas ejecutadas}}{\text{OT preventivas programadas}} \times 100$$

El MTTR permitió medir el tiempo promedio necesario para restablecer un activo una vez ocurrida una falla, mientras que el MTBF se utilizó para estimar el tiempo promedio de operación entre fallas sucesivas. La disponibilidad, por su parte, integró ambos indicadores en una sola medida de desempeño operacional. Finalmente, el cumplimiento preventivo permitió evaluar el grado de ejecución del mantenimiento planificado, aspecto especialmente relevante al analizar la transición desde una gestión más reactiva hacia una gestión más ordenada y preventiva.

4.8 Técnicas de análisis

El análisis cualitativo permitió interpretar las percepciones del personal respecto del sistema previo y del proceso de adopción de FIIX mediante codificación temática y análisis de contenido (Golden Omega S.A., 2025, comunicación personal). Este enfoque permitió identificar aspectos como la dependencia de la comunicación informal, las dificultades de trazabilidad, la percepción de mayor orden documental y la utilidad del sistema para apoyar la planificación y el seguimiento de actividades.

El análisis cuantitativo comparó los indicadores MTTR, MTBF, disponibilidad y cumplimiento preventivo entre el periodo previo y posterior a la digitalización, siguiendo métricas recomendadas en literatura especializada (Mobley, 2002; Garg y Sharma, 2015). La comparación se realizó con foco en el impacto inicial de la implementación, por lo que sus resultados deben interpretarse como una aproximación al efecto temprano del sistema sobre el desempeño de mantenimiento, más que como una evaluación de madurez completa.

Finalmente, el análisis económico estimó costos evitados, reducción de horas improductivas y mejoras en eficiencia, considerando los costos directos de implementación del software FIIX (Fiix Software, 2022). Esta dimensión permitió complementar la lectura técnica de los resultados y evaluar si la digitalización, además de ordenar y fortalecer la gestión del mantenimiento, generó una base razonable para justificar su adopción desde una perspectiva de rentabilidad operacional.

4.9 Limitaciones metodológicas

El estudio presenta ciertas limitaciones derivadas del momento en que se realizó la evaluación. La implementación de FIIX llevaba pocos meses en funcionamiento, lo que limita la observación de tendencias de largo plazo y restringe la posibilidad de evaluar con mayor profundidad la estabilidad de los resultados en el tiempo (Lee y Lapira, 2013). Por esta razón, los hallazgos deben interpretarse como evidencia del impacto inicial de la herramienta y no como una validación definitiva de todos sus efectos futuros.

Los registros previos del sistema utilizado por la empresa mostraban variabilidad en su nivel de detalle, afectando la precisión del contraste histórico. A ello se suma la falta de un historial más extenso y completamente estandarizado, lo que impidió aplicar modelos predictivos más avanzados o desarrollar análisis estadísticos de mayor alcance.

Asimismo, parte del análisis organizacional se sustenta en entrevistas y observación directa, por lo que incorpora necesariamente una dimensión interpretativa asociada a la experiencia de los actores involucrados. No obstante, esta limitación fue mitigada mediante el contraste entre testimonios, evidencia documental y resultados cuantitativos.

Aun con estas restricciones, los datos disponibles permiten caracterizar de manera consistente el impacto inicial de la digitalización del mantenimiento en Golden Omega S.A. y constituyen una base suficiente para formular conclusiones y recomendaciones fundadas en evidencia.

Capítulo 5

Caso Práctico: Implementación del Software de Mantenimiento FIIX en Golden Omega S.A.

El presente capítulo expone el caso práctico desarrollado en Golden Omega S.A., cuyo propósito fue analizar la transición desde un sistema de mantenimiento basado en registros manuales y el uso limitado de MP10 hacia un modelo digital estructurado soportado por el CMMS FIIX (Fiix Software, 2022). Este análisis busca comprender el contexto operativo previo, las brechas que dificultaban la gestión del mantenimiento y las mejoras que se habilitaron mediante la digitalización.

Para asegurar una visión objetiva y fundamentada, el caso se abordó desde la perspectiva de un evaluador externo (Golden Omega S.A., 2025, comunicación personal). Ello permitió describir no solo el funcionamiento observado, sino también el razonamiento técnico que sustentó el diagnóstico y las justificaciones que orientaron la implementación del nuevo sistema.

Asimismo, el capítulo cumple una función central dentro de la tesis, ya que conecta el marco metodológico presentado previamente con el análisis de resultados desarrollado en el capítulo siguiente. En consecuencia, no se limita a describir una experiencia de implementación, sino que reconstruye el proceso mediante el cual se identificaron brechas, se justificó el cambio de sistema y se definieron las condiciones necesarias para evaluar su impacto posterior.

5.1 Metodología de levantamiento del caso

El diagnóstico del sistema de mantenimiento previo a la implementación de FIIX se desarrolló mediante una metodología que combinó entrevistas, observación directa y revisión exhaustiva de documentación interna, siguiendo lineamientos recomendados en estudios de mantenimiento

industrial (Moubray, 1997; Smith y Hawkins, 2004).

El objetivo fue comprender de manera detallada cómo se tomaban decisiones, cómo circulaba la información entre los distintos actores y qué limitaciones impedían el desarrollo de una gestión estructurada. La obtención de evidencia desde múltiples fuentes permitió construir un diagnóstico robusto y contrastable.

La primera etapa consistió en la realización de entrevistas semiestructuradas a técnicos con distintos niveles de experiencia, supervisores del área y operadores de producción (Golden Omega S.A., 2025, comunicación personal). Estas entrevistas permitieron identificar diferencias entre los procedimientos formales y la práctica real, así como describir los criterios informales utilizados para priorizar tareas.

Durante las conversaciones, se pidió a los técnicos explicar cómo recibían solicitudes de trabajo, qué información consideraban necesaria para intervenir un equipo, qué tipo de registros completaban después de una intervención y qué dificultades enfrentaban al intentar documentar adecuadamente los eventos. También se solicitaron ejemplos concretos de fallas recientes, con el fin de reconstruir de forma detallada cómo se desarrollaban las actividades desde la solicitud inicial hasta el cierre.

Además, se entrevistó a supervisores y personal de operaciones, quienes aportaron su perspectiva respecto de la coordinación entre áreas. En esta instancia se identificaron problemas recurrentes, como solicitudes verbales que no quedaban registradas formalmente, duplicidad de reportes por distintos canales y dificultades para realizar seguimiento a solicitudes cuya trazabilidad dependía de comunicaciones informales (ISO 55000, 2014). La visión de los operadores permitió complementar el análisis al evidenciar cómo las brechas de información afectaban la continuidad operativa y la velocidad de respuesta del área de mantenimiento.

En paralelo, se desarrolló una etapa de observación directa en terreno, acompañando al personal técnico durante jornadas operativas completas. Esto permitió observar la secuencia real de actividades, los tiempos de espera, la interacción entre áreas y la forma en que se resolvían situaciones imprevistas (Moblely, 2002).

Se registró cómo los técnicos verificaban equipos cuando la información inicial era insuficiente, cómo se realizaba la asignación informal de tareas y cómo se manejaba la transferencia de información entre turnos. La observación permitió identificar cuellos de botella no reflejados en registros formales, como tiempos muertos generados por solicitudes ambiguas o dependencia del conocimiento tácito individual.

Este trabajo también permitió observar patrones de falla que no quedaban sistemáticamente documentados en MP10, situación común en sistemas sin estandarización documental, lo que

generaba un historial incompleto que dificultaba la identificación de recurrencias (Garg y Sharma, 2015).

Finalmente, se realizó una revisión documental que incluyó órdenes de trabajo cerradas en MP10, registros de repuestos, planillas personales de técnicos, historiales de fallas y documentos de producción (Golden Omega S.A., 2025, registros internos). Se observaron variaciones importantes en la calidad y completitud de la información registrada. Muchas órdenes no contenían causa de falla, tiempos, repuestos utilizados ni evidencia técnica.

El análisis de consumos de repuestos mostró que, en numerosos casos, estos no estaban asociados formalmente a un activo específico, lo que impedía evaluar costos de mantenimiento o justificar reemplazos (ISO 55000, 2014). Asimismo, se identificó el uso extendido de planillas personales como mecanismo paralelo de documentación, lo que dificultaba consolidar un historial común para el área y aumentaba la dependencia del conocimiento tácito individual.

La triangulación entre entrevistas, observación en terreno y revisión documental permitió contrastar la información recopilada y descartar percepciones aisladas (Moubray, 1997). Cuando un problema coincidía en las tres fuentes, se consideró una brecha estructural y no un caso puntual.

Este proceso permitió identificar patrones consistentes, como la ausencia de criterios formales de priorización, la falta de estandarización documental, la dependencia del criterio individual y la inexistencia de mecanismos que aseguraran trazabilidad, validación o generación de indicadores.

En síntesis, la metodología aplicada permitió comprender con claridad la naturaleza y magnitud de las limitaciones del sistema previo. Más allá de las fallas técnicas de los activos, el diagnóstico evidenció que el principal problema residía en la estructura del proceso de mantenimiento, caracterizado por informalidad en los registros, falta de estandarización y alta variabilidad operativa (ISO 55000, 2014). Estos hallazgos fundamentaron la necesidad de avanzar hacia un sistema digital estructurado mediante la implementación del CMMS FIIX (Fiix Software, 2022).

5.2 Descripción general de la empresa

Golden Omega S.A. es una empresa ubicada en Arica dedicada a la producción de aceites Omega-3 de alta pureza. Su proceso industrial requiere mantener condiciones estrictamente controladas de vacío, inertización, temperatura, flujo y separación (Golden Omega S.A., 2025, registros internos). Desviaciones en estas variables pueden comprometer la calidad del producto o detener la producción.

Por este motivo, la confiabilidad de los equipos productivos es estratégica. La operación depende de activos especializados cuya indisponibilidad puede detener parcial o totalmente la línea, lo que otorga al área de mantenimiento un rol crítico en la estabilidad del proceso industrial (Kelly, 1997).

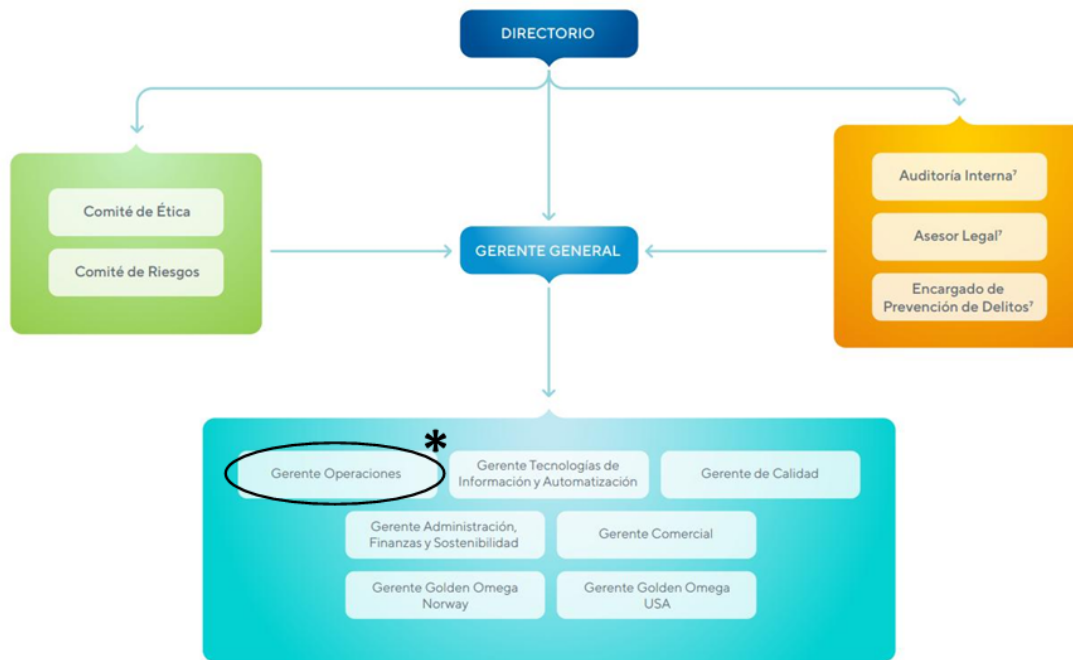


Figura 5.1: Estructura organizacional de Golden Omega S.A.

5.3 Área de mantenimiento y su rol estratégico

El área de mantenimiento depende de la Gerencia de Operaciones y tiene como misión asegurar la disponibilidad de los equipos mediante actividades preventivas, correctivas y de gestión de repuestos.

Antes de la digitalización, la gestión se apoyaba principalmente en conocimiento acumulado y registros manuales, una condición típica en organizaciones con baja madurez en gestión de activos (ISO 55000, 2014), y se utilizaba parcialmente el software MP10.

Aunque este esquema permitía sostener la operación diaria, presentaba limitaciones estructurales significativas. La ausencia de registros completos impedía planificar adecuadamente las actividades preventivas y restringía la evaluación del desempeño técnico mediante indicadores.

Tampoco existían mecanismos formales para priorizar tareas según criticidad, lo que generaba decisiones basadas en urgencias momentáneas más que en criterios técnicos (Moubray, 1997).

A lo anterior se sumaba la dificultad para justificar recursos o implementar mejoras, ya que sin evidencia documentada no era posible demostrar recurrencias de falla ni cuantificar sus efectos. La reconstrucción de eventos relevantes también se veía limitada, lo que dificultaba la realización de análisis de causa raíz.

Estas debilidades generaron un modelo predominantemente reactivo, con baja estandarización documental y escasa trazabilidad, condiciones ampliamente reconocidas en la literatura como obstáculos para la mejora continua (Mobley, 2002). En este contexto, el área de mantenimiento operaba más como un mecanismo de respuesta frente a contingencias que como una unidad capaz de anticipar, planificar y optimizar el comportamiento de los activos de forma sistemática.

5.4 Funcionamiento previo basado en MP10 y herramientas informales

Antes de FIIX coexistían múltiples canales informales de solicitud: llamadas, avisos verbales, chat interno y, ocasionalmente, registros en MP10. Esta variedad generaba duplicidad de información, pérdida de datos relevantes y dificultades para establecer un flujo de trabajo uniforme.

Aunque MP10 permitía abrir y cerrar órdenes de trabajo, no exigía documentación técnica detallada ni validaba la calidad del registro. Por ello, muchas órdenes se cerraban sin incluir elementos esenciales para el análisis posterior, tales como la causa probable de la falla, los tiempos reales de intervención, los repuestos utilizados o evidencia técnica del evento. Esta falta de estandarización impedía calcular indicadores como MTTR, MTBF o disponibilidad operacional, situación ampliamente documentada en sistemas manuales o con baja disciplina documental (Garg y Sharma, 2015).

Adicionalmente, la coordinación entre mantenimiento y producción se realizaba principalmente mediante comunicación informal, lo que dificultaba el seguimiento de solicitudes y la trazabilidad de las decisiones tomadas. En conjunto, estas condiciones reforzaban un modelo operativo reactivo, dependiente del criterio individual y con baja capacidad de análisis posterior.

5.4.1 Flujo general del proceso previo a la implementación de FIIX

El funcionamiento previo se caracterizaba por una fuerte dependencia del criterio individual y por la ausencia de mecanismos de control documental. El flujo representado en la Figura 5.2 resume la secuencia habitual de trabajo antes de la digitalización, evidenciando puntos donde se perdía información, existían duplicidades o no se aplicaban criterios técnicos de priorización.

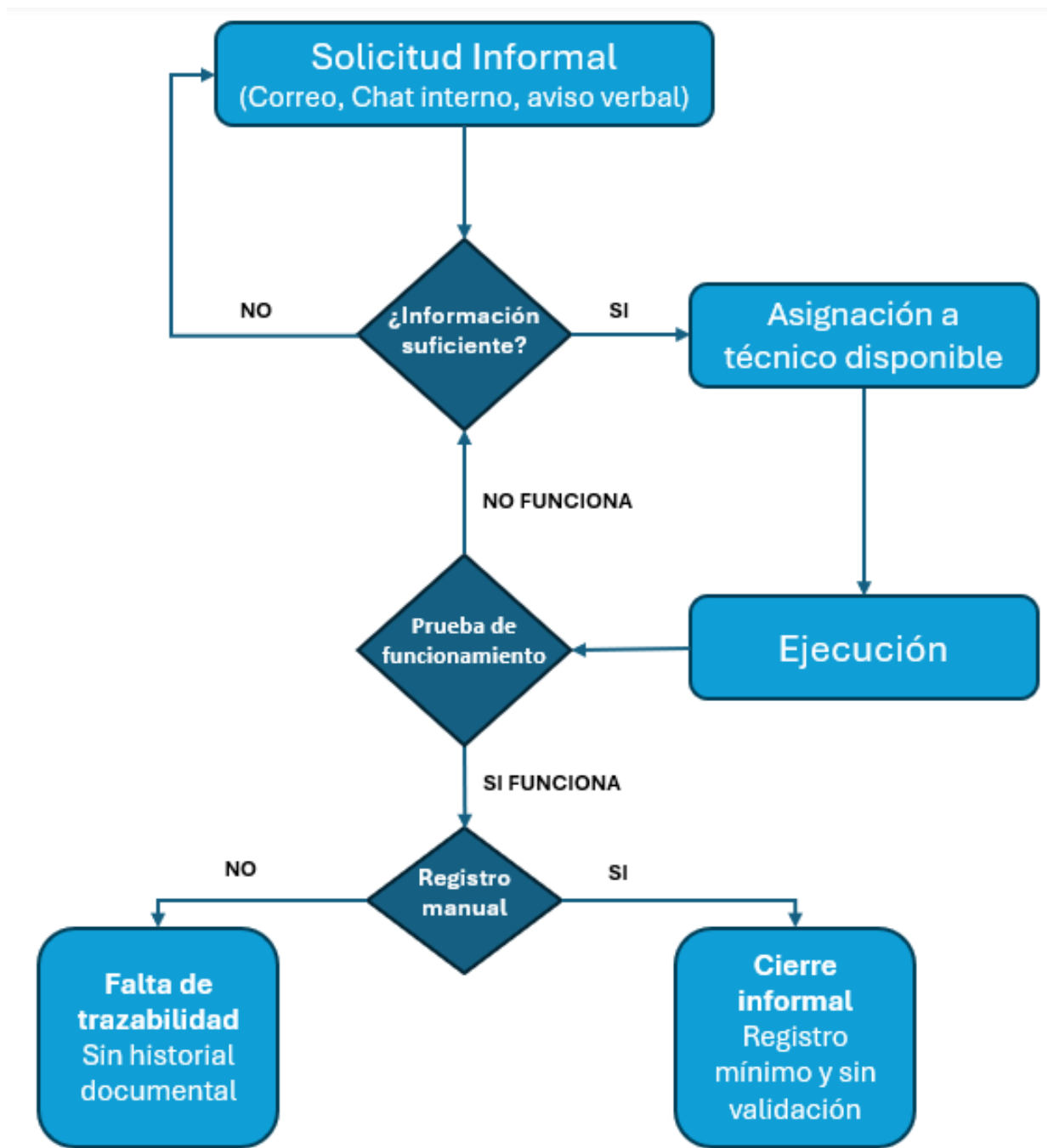


Figura 5.2: Flujo general del proceso de mantenimiento previo al uso de FIIX.

El diagrama muestra cómo la operación dependía de la comunicación informal, la experiencia individual y la ausencia de mecanismos estandarizados de registro y control documental. El proceso se iniciaba con una solicitud informal, ya sea por correo, chat interno o aviso verbal, sin un formato definido y con variaciones en la información entregada.

Cuando la solicitud contenía suficiente información, se asignaba directamente a un técnico disponible, evidenciando la falta de un sistema de priorización basado en criterios de criticidad. Cuando la información era insuficiente, el técnico debía verificar en terreno o realizar pruebas adicionales antes de intervenir.

En consecuencia, el flujo previo mostraba una alta dependencia del criterio individual, ausencia de estandarización documental y falta de mecanismos de trazabilidad, problemáticas comunes en sistemas sin digitalización y con escaso soporte para la gestión basada en evidencia (Mobley, 2002).

5.5 Limitaciones estructurales del sistema previo

El diagnóstico permitió identificar que las debilidades del sistema anterior no se explicaban únicamente por las limitaciones del software MP10, sino por una estructura de gestión sin estandarización ni control documental. En términos de gestión de activos, este escenario es crítico porque la madurez del mantenimiento no depende solo de ejecutar trabajos, sino de ser capaz de documentarlos, analizarlos y traducirlos en decisiones consistentes para reducir riesgo, optimizar costos y sostener mejora continua (ISO 55000, 2014).

En Golden Omega, la evidencia levantada mostró que los registros se distribuían en múltiples soportes y canales (planillas, correos, avisos verbales y uso parcial de MP10), lo que generaba pérdida de trazabilidad y limitaba el uso sistemático de la información para planificar y controlar el mantenimiento (Golden Omega S.A., 2025, registros internos; Golden Omega S.A., 2025, comunicación personal). En consecuencia, el problema tenía carácter estructural: incluso cuando se realizaban intervenciones correctivas o preventivas, la falta de evidencia consolidada impedía convertir esas acciones en aprendizaje organizacional.

5.5.1 Fragmentación de la información y pérdida de trazabilidad

La principal brecha se relacionó con la fragmentación de la información. No existía un historial consolidado por activo que permitiera analizar recurrencias, comparar intervenciones o reconstruir

eventos críticos de manera confiable. Esta situación afecta directamente el principio de aseguramiento de ISO 55000, ya que la información deja de cumplir el rol de soporte para la toma de decisiones (ISO 55000, 2014).

En términos prácticos, cuando un equipo presentaba fallas repetitivas, la causa raíz tendía a reconstruirse desde la memoria operativa del personal, lo que incrementa variabilidad y riesgo de errores. Además, la ausencia de historial completo limita el uso de metodologías de análisis de fallas y dificulta la aplicación sostenida de mejoras técnicas, tal como se discute en literatura de mantenimiento y confiabilidad (Mobley, 2002; Smith y Hawkins, 2004).

5.5.2 Ausencia de priorización formal y predominio del enfoque reactivo

Otra limitación estructural fue la ausencia de criterios formales de priorización. Las tareas se atendían según urgencias del momento, disponibilidad inmediata del personal o presión operativa, sin una lógica explícita basada en criticidad del activo o consecuencias de falla. Esta situación es coherente con un enfoque predominantemente reactivo y con baja alineación entre decisiones técnicas y gestión del riesgo (ISO 55000, 2014).

La literatura asociada al mantenimiento centrado en confiabilidad destaca que la priorización debe considerar funciones, modos de falla y consecuencias, ya que no todas las fallas tienen el mismo impacto operacional ni económico (Moubray, 1997). En ausencia de criterios consistentes, la asignación de recursos tiende a ser variable, dificultando sostener disciplina preventiva y elevando la probabilidad de recurrencia de fallas relevantes.

5.5.3 Baja calidad del registro e imposibilidad de construir indicadores

La baja calidad del registro fue una consecuencia directa de la informalidad documental. Numerosas órdenes no contenían causa de falla, tiempos reales, repuestos utilizados ni un cierre técnico consistente (Golden Omega S.A., 2025, registros internos). Esta brecha tiene implicancias relevantes, porque indicadores como MTTR, MTBF, disponibilidad y cumplimiento preventivo dependen de datos mínimos consistentes; sin ellos, los indicadores se vuelven incompletos o directamente inviables (Garg y Sharma, 2015; Mobley, 2002).

Desde una perspectiva metodológica, esta limitación explica por qué la comparación antes/después requiere depuración y homologación de registros. También muestra que la digitalización no es un “plus” opcional, sino una condición habilitante para construir evidencia comparable y sostener

gestión basada en indicadores.

5.5.4 Desconexión con SAP y trazabilidad económica limitada

Finalmente, la trazabilidad económica se encontraba limitada por el uso parcial de SAP, restringido a compras e inventarios, sin implementación del módulo SAP PM. En ausencia de SAP PM, el sistema no actúa como herramienta central de mantenimiento y no permite asociar consumo de repuestos e intervenciones a un historial técnico por activo (SAP AG, 2020). Esta desconexión restringe la capacidad de analizar costos de mantenimiento por equipo, justificar reemplazos o evaluar el efecto económico de fallas recurrentes.

La falta de integración entre registro técnico y consumo económico es relevante porque impide traducir problemas técnicos en impactos financieros visibles. En términos de ISO 55000, esto afecta la alineación entre gestión técnica y gestión de recursos, debilitando la capacidad de justificar decisiones con evidencia robusta (ISO 55000, 2014).

5.5.5 Síntesis: por qué estas brechas justifican el cambio de sistema

En conjunto, estas limitaciones muestran que el problema era estructural: la organización carecía de un flujo formal y de un repositorio único que asegurara registro consistente, trazabilidad y visibilidad del desempeño. Bajo este diagnóstico, la implementación de un CMMS se justifica como respuesta técnica a una brecha de gestión, ya que permite consolidar historial por activo, estandarizar el ciclo de la orden de trabajo, fortalecer disciplina documental y habilitar indicadores confiables para análisis (Fiix Software, 2022).

Esta sección, por tanto, no solo describe fallas del sistema previo, sino que fundamenta la necesidad de criterios formales de evaluación para definir la pertinencia del cambio. Por ello, constituye la base lógica de la Sección 5.6, donde se explicita la justificación técnica de la transición a FIIX.

5.6 Criterios de evaluación y justificación de la transición a FIIX

Una vez identificadas las brechas del sistema previo, fue necesario establecer un criterio técnico que permitiera evaluar si dichas limitaciones podían resolverse mediante ajustes menores al esquema existente o si requerían una transformación estructural del proceso de mantenimiento. Este punto resulta especialmente relevante, ya que la decisión de implementar un CMMS no se justificó únicamente por modernización tecnológica, sino por la necesidad de corregir fallas de gestión que afectaban la trazabilidad, la planificación y la capacidad de análisis del área.

Para ello, las brechas detectadas se analizaron según cuatro criterios de evaluación: impacto sobre la continuidad operacional, capacidad de trazabilidad, posibilidad de estandarización y utilidad para la generación de información de gestión. Bajo estos criterios, se observó que los principales problemas del sistema previo no eran eventos aislados, sino limitaciones de carácter estructural. La fragmentación de la información afectaba directamente la continuidad operacional al dificultar diagnósticos oportunos; la ausencia de priorización formal impedía asignar recursos con criterio técnico; la baja calidad documental imposibilitaba construir indicadores; y la desconexión entre registros técnicos y consumos asociados restringía el análisis económico del mantenimiento.

A partir de esta evaluación, se concluyó que el problema no podía resolverse únicamente mediante un uso más disciplinado de MP10 o mediante la formalización de planillas paralelas. La magnitud de las brechas identificadas exigía una plataforma capaz de centralizar información, estandarizar el flujo de trabajo, asegurar trazabilidad y permitir una gestión basada en evidencia. En ese contexto, la implementación de FIIX se justificó como una respuesta técnicamente coherente con el diagnóstico previamente desarrollado.

Esta transición, por tanto, debe entenderse como el resultado de un proceso de evaluación del sistema existente y no solo como una decisión de reemplazo de software. La adopción del nuevo CMMS respondió a la necesidad de instalar una estructura de gestión más robusta, capaz de corregir las limitaciones observadas y de generar condiciones para evaluar objetivamente el desempeño del mantenimiento en etapas posteriores.

5.7 Proceso de implementación de FIIX y principales hitos

La implementación del CMMS FIIX en Golden Omega se desarrolló como un proceso gradual que buscó reemplazar los registros manuales y el uso parcial de MP10 por un modelo digital estructurado. El proceso combinó actividades técnicas y de coordinación interna, ya que el éxito del sistema dependía también de la adopción de nuevas prácticas de registro, validación y control.

El primer hito fue la construcción y validación del inventario técnico, que implicó revisar físicamente los equipos, recopilar información técnica y estandarizar plantillas de registro. Esta etapa fue necesaria para asegurar que la carga inicial del sistema se apoyara en una base confiable y ordenada.

Luego se realizó la carga inicial en FIIX, donde se ingresaron activos, se configuraron ubicaciones, jerarquías y perfiles de usuario. Este proceso permitió traducir la estructura física y funcional de la planta a una lógica digital que pudiera ser utilizada de manera consistente por el equipo de mantenimiento.

Posteriormente se desarrolló la estandarización de flujos, definiendo categorías de fallas, causas probables, plantillas de órdenes y criterios de priorización. Esta fase permitió reducir la variabilidad del registro y establecer lineamientos comunes para todo el equipo, transformando prácticas previamente informales en una secuencia de trabajo más clara y controlable.

La capacitación constituyó uno de los hitos más relevantes. Técnicos, supervisores y administrativos participaron en sesiones donde se revisaron las funcionalidades del sistema y se realizaron ejercicios prácticos para asegurar una transición fluida a la operación digital. Esta etapa fue especialmente importante, ya que la implementación no dependía únicamente de la herramienta, sino también de la capacidad del equipo para incorporar una nueva disciplina documental.

El siguiente paso fue la puesta en marcha en ambiente real, reemplazando progresivamente las solicitudes informales por ingresos obligatorios al sistema. Durante las primeras semanas se realizaron ajustes operativos, se resolvieron consultas y se reforzaron las prácticas de registro, con el fin de estabilizar el uso de la plataforma y reducir la resistencia inicial al cambio.

Finalmente, el proceso culminó con la verificación de los indicadores generados por FIIX. Estos entregaron una visión más clara del comportamiento de los activos, los tiempos de intervención y la recurrencia de fallas, permitiendo evaluar el impacto inicial del sistema y planificar mejoras futuras. De este modo, la implementación no solo modificó la herramienta utilizada, sino que reestructuró la forma en que el área organizaba y documentaba su trabajo.

5.8 Flujo general del proceso actual con FIIX

La operación posterior se caracteriza por la formalización de cada etapa del ciclo de mantenimiento: registro, priorización, asignación, ejecución y cierre. El uso de FIIX permite documentar todos los eventos con un nivel de detalle antes inexistente, permitiendo un análisis técnico más robusto y reduciendo la variabilidad operativa (Fiix Software, 2022).

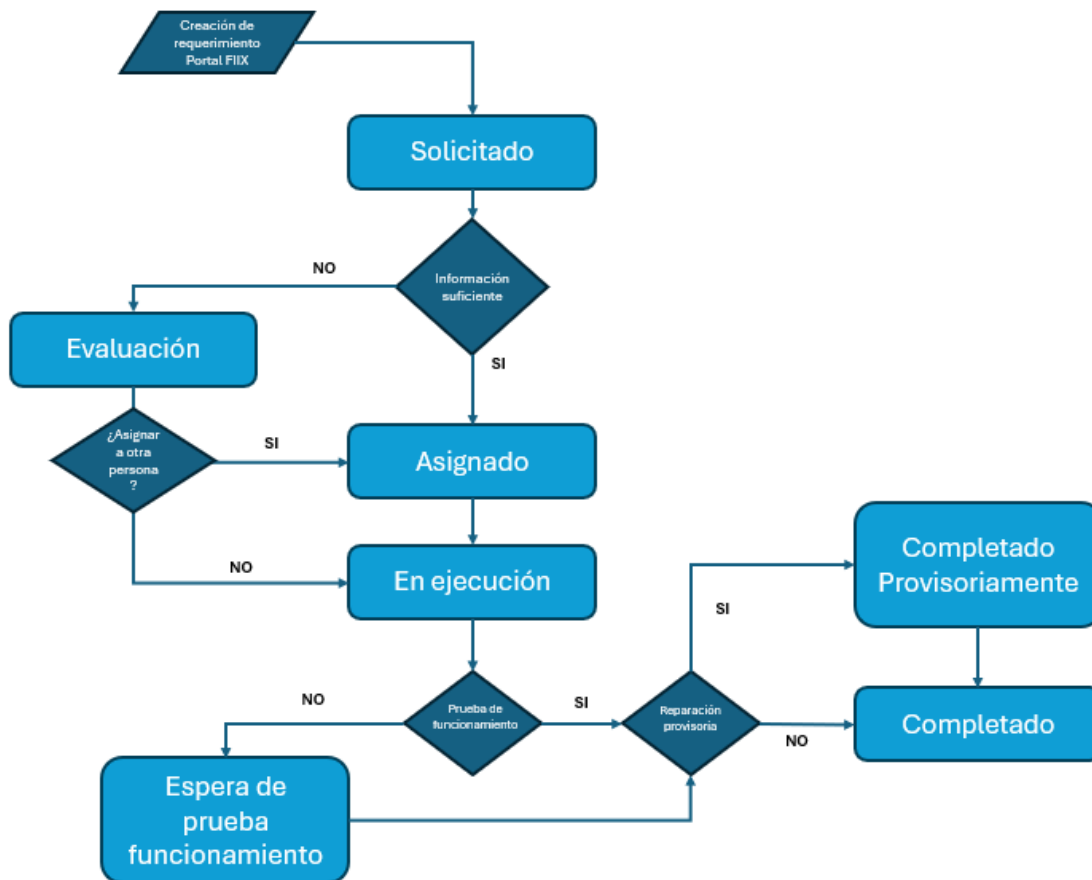


Figura 5.3: Flujo general del proceso de mantenimiento con FIIX.

A diferencia del proceso previo, el flujo actual incorpora puntos formales de registro y validación que permiten seguir la trazabilidad de cada intervención. Esto reduce pérdidas de información, facilita la supervisión y mejora la calidad de los datos disponibles para el análisis posterior. En términos prácticos, el cambio de flujo representa una transición desde una lógica reactiva y dispersa hacia una secuencia más estructurada, donde cada etapa deja evidencia útil para la gestión y el aprendizaje del área.

5.9 Identificación y justificación de activos críticos

La selección de activos críticos consideró impacto operacional, frecuencia de falla y riesgo asociado, siguiendo criterios del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (Moubray, 1997).

La identificación de activos críticos se efectuó considerando su impacto en la continuidad operacional, el nivel de riesgo asociado a su falla y la relevancia dentro del proceso productivo. El análisis integró observación directa, revisión histórica de fallas, entrevistas y validación con supervisores.

Se identificaron activos cuya indisponibilidad afecta de forma significativa la estabilidad del proceso, tales como bombas de vacío, centrífugas, filtros verticales de hojas, compresores, planta de nitrógeno y sistemas de enfriamiento. Su comportamiento y relevancia justificaron su incorporación prioritaria en los análisis posteriores, ya que concentran una porción importante del riesgo operativo y permiten observar con mayor claridad el efecto de la mejora en la gestión de mantenimiento sobre equipos de alta incidencia en la producción.

5.10 Diagnóstico final del caso práctico

La Tabla 5.1 resume las principales brechas estructurales identificadas en el sistema previo y la justificación técnica que sustentó la necesidad de implementar una plataforma de gestión más robusta.

Tabla 5.1: Diagnóstico estructural del sistema previo y justificación técnica de FIIX.

Dimensión	Brechas identificadas y efectos operativos
Trazabilidad	Registros fragmentados e inexistencia de un historial confiable.
Planificación	Predominio del correctivo y bajo cumplimiento preventivo.
Comunicación	Solicitudes informales sin trazabilidad.
Información para decisiones	Falta de indicadores clave para evaluar desempeño.
Integración	Ausencia de conexión con SAP para analizar costos asociados.

Desde una perspectiva de síntesis, el diagnóstico confirma que la principal debilidad del sistema

previo no radicaba únicamente en la herramienta utilizada, sino en la ausencia de una estructura de gestión capaz de asegurar orden, consistencia y trazabilidad. Esta conclusión es clave, ya que permite comprender que la implementación de FIIX respondió a una necesidad de rediseño del proceso y no solo a una actualización tecnológica.

5.11 Discusión del caso y síntesis del capítulo

El análisis del caso evidencia que las brechas observadas en el modelo de mantenimiento previo tenían un carácter estructural. La informalidad documental, la ausencia de estandarización, la baja trazabilidad y la imposibilidad de generar indicadores configuraban un sistema limitado en su capacidad para sostener decisiones técnicas y mejorar su desempeño en el tiempo.

En este contexto, la implementación de FIIX aparece justificada no como una mejora aislada, sino como una respuesta coherente frente a un diagnóstico que mostraba deficiencias en la base misma de la gestión. La incorporación del sistema permitió consolidar información, formalizar flujos y habilitar condiciones mínimas para una administración del mantenimiento orientada a evidencia.

La organización avanzó así desde un modelo predominantemente reactivo hacia un sistema más planificado, documentado y controlable, coherente con estándares modernos de gestión de activos (ISO 55000, 2014) y con prácticas de ingeniería de confiabilidad (Moubray, 1997). Este cambio no debe entenderse únicamente como la adopción de una plataforma, sino como el inicio de una maduración del proceso de mantenimiento, sustentada en mejor información, mayor disciplina documental y una lógica de trabajo más estructurada.

Por ello, este capítulo constituye la base para el análisis técnico, organizacional y económico expuesto en el siguiente capítulo, donde se cuantifican los efectos de la digitalización sobre el desempeño del mantenimiento, la trazabilidad del proceso y los costos asociados a la operación.

Capítulo 6

Análisis técnico, organizacional y económico de la implementación del software FIIX

6.1 Lógica de impacto de la digitalización y efectos observados en los indicadores de mantenimiento

La implementación del software FIIX en Golden Omega S.A. generó una transformación estructural del proceso de mantenimiento. Antes de la digitalización, la gestión operaba bajo un modelo predominantemente reactivo, con registros incompletos, escasa estandarización y una fuerte dependencia de la comunicación informal. Estas condiciones dificultaban la planificación preventiva, la identificación de fallas recurrentes y la toma de decisiones basada en información confiable (ISO 55000, 2014).

La digitalización permitió avanzar desde un sistema fragmentado hacia un modelo documentado, trazable y orientado a evidencia. Este cambio se manifestó en tres dimensiones: tecnológica, mediante la consolidación de un repositorio único con información estandarizada; procesal, mediante la formalización del flujo de solicitud, asignación, ejecución y cierre; y organizacional, mediante un mayor control documental y una reducción de la dependencia del conocimiento tácito (Fiix Software, 2022).

La Figura 6.1 resume el mecanismo causal que explica cómo estos cambios estructurales se traducen en mejoras operativas y económicas.

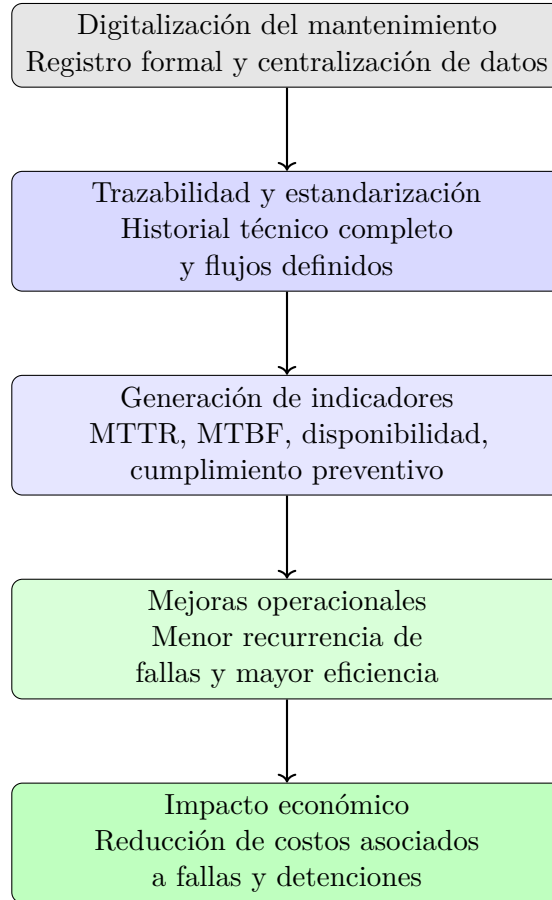


Figura 6.1: Cadena causal del impacto de la digitalización en el sistema de mantenimiento.

A partir de esta nueva estructura fue posible realizar un análisis técnico, organizacional y económico sustentado en evidencia consolidada, presentado en las secciones siguientes.

Aplicación del impacto de la digitalización en los indicadores de mantenimiento

La literatura especializada establece que la digitalización del mantenimiento permite reducir tiempos improductivos, mejorar la eficiencia operativa y aumentar la confiabilidad de los activos (Moubray, 1997; Smith y Hawkins, 2004; Lee y Lapira, 2013). En el caso de Golden Omega, estos efectos se hicieron visibles tras la implementación de FIIX, lo que permitió, por primera vez, disponer de información estructurada y trazable para evaluar el desempeño del área.

Los principales indicadores operacionales mostraron variaciones consistentes con los modelos teóricos:

- **Reducción del MTTR.** La disminución de 6.8 a 5.1 horas refleja una mejora en la capacidad

de respuesta, atribuible a la disponibilidad de información técnica consolidada, menor tiempo perdido en coordinación y una asignación más eficiente de recursos. Este resultado coincide con lo reportado por Moubray (1997), quien señala que la estandarización documental reduce la duración de las intervenciones al eliminar incertidumbre operacional.

- **Aumento del MTBF.** El incremento de 120 a 152 horas se relaciona con una mayor eficacia del mantenimiento preventivo, que se volvió más riguroso gracias a la trazabilidad del historial técnico. Una mayor visibilidad de patrones de falla, coherente con Lee y Lapira (2013), permitió corregir recurrencias que previamente no eran detectadas por falta de registros completos.
- **Mejora de la disponibilidad.** El aumento de 91.5% a 94.3% es consecuencia directa de una menor frecuencia de fallas y tiempos de reparación más cortos. Esta tendencia se alinea con prácticas de mantenimiento centrado en confiabilidad ampliamente documentadas en la literatura (Moubray, 1997).
- **Incremento del cumplimiento preventivo.** Pasar de 62% a 83% evidencia que la digitalización fortaleció la disciplina operativa del área. Las alertas automáticas, la programación estructurada y la trazabilidad del avance redujeron el rezago acumulado, coherente con las guías de implementación de CMMS descritas por Fiix Software (2022).

En conjunto, estos resultados permiten afirmar que la digitalización actuó como un habilitador estructural del desempeño del mantenimiento, impactando directamente en la confiabilidad de los activos, en la continuidad productiva y en la capacidad de gestión del área (ISO 55000, 2014).

6.2 Análisis técnico

6.2.1 Desempeño operativo antes y después de FIIX

Antes de la digitalización, la limitada disponibilidad de registros dificultaba caracterizar el comportamiento real de los activos. La implementación de FIIX permitió capturar por primera vez información completa y estructurada, habilitando comparaciones válidas entre periodos equivalentes (Fiix Software, 2022).

La Tabla 6.1 presenta los principales indicadores operacionales antes y después de FIIX, calculados siguiendo criterios de ingeniería de confiabilidad (Moubray, 1997).

Tabla 6.1: Comparación de indicadores operacionales antes y después de FIIX.

Indicador	Previo	Actual	Variación
MTTR (h)	6.8	5.1	-25.0
MTBF (h)	120.0	152.0	26.7
Disponibilidad (p.p.)	91.5	94.3	2.8
Cumplimiento PP (p.p.)	62.0	83.0	21.0

Los resultados obtenidos evidencian mejoras sistemáticas en el desempeño operacional. La disponibilidad de información en tiempo real permitió realizar diagnósticos más precisos y oportunos, mientras que la disminución de la variabilidad operativa favoreció una ejecución más consistente de las tareas de mantenimiento. Asimismo, la planificación preventiva se volvió más robusta gracias a historiales completos y criterios de priorización formalizados (Kelly, 1997).

En términos técnicos, la reducción del MTTR indica una recuperación más rápida de los activos frente a fallas, lo que sugiere mejoras en la preparación de las intervenciones y en la disponibilidad de antecedentes para el diagnóstico. Por su parte, el aumento del MTBF muestra una menor recurrencia de fallas, consistente con una ejecución preventiva más oportuna y con una mejor identificación de eventos repetitivos.

La mejora de la disponibilidad refuerza esta interpretación, ya que sintetiza tanto la menor frecuencia de fallas como la disminución en los tiempos de restitución. En conjunto, estos resultados muestran que la implementación de FIIX no solo mejoró el registro de información, sino que también fortaleció el desempeño técnico del sistema de mantenimiento al permitir una gestión más ordenada, consistente y basada en evidencia.

6.2.2 Gráfico comparativo: costos por fallas no planificadas



Figura 6.2: Reducción de costos por fallas no planificadas tras la digitalización.

La reducción observada en los costos por fallas no planificadas refleja un cambio estructural en la forma en que el área de mantenimiento gestiona la información. En el sistema previo, la ausencia de registros completos impedía identificar patrones de recurrencia y evaluar las causas raíz, problemática ampliamente discutida en la literatura de confiabilidad (Smith y Hawkins, 2004).

La digitalización introducida por FIIX permitió abordar estos problemas mediante un historial consolidado y trazable, facilitando la detección de fallas repetitivas y la aplicación de medidas correctivas más precisas (Fiix Software, 2022). Esto redujo costos asociados a detenciones, trabajo reactivo y daños secundarios.

En conjunto, la disminución cercana a USD 7 000 anuales muestra que la digitalización no solo mejoró la capacidad de respuesta del área, sino que también contribuyó a evitar fallas de alto impacto económico. El resultado es coherente con modelos de mantenimiento basados en datos, donde una planificación preventiva más robusta reduce de manera significativa los costos operativos.

6.2.3 Gráfico comparativo: horas improductivas

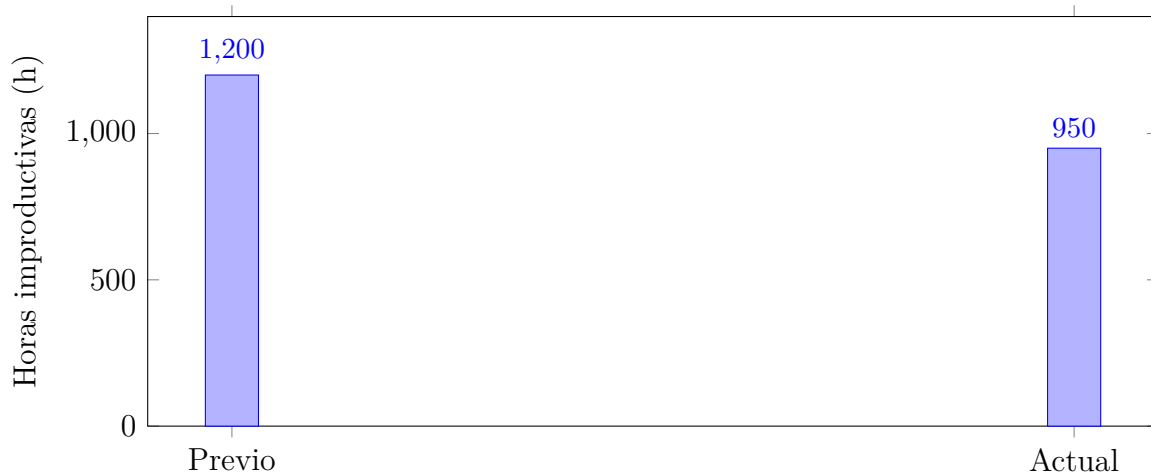


Figura 6.3: Comparación de horas improductivas antes y después de FIIX.

La disminución de horas improductivas desde 1 200 h a 950 h anuales evidencia una mejora en eficiencia operativa. En el sistema previo, la falta de estandarización documental generaba tiempos muertos relacionados con incertidumbre, duplicidad de solicitudes y ausencia de información técnica (ISO 55000, 2014).

Con la implementación de FIIX, estas ineficiencias comenzaron a reducirse debido a tres factores principales. Primero, la calidad de la información inicial aumentó, permitiendo que los técnicos iniciaran las tareas con antecedentes más completos y reduciendo la necesidad de consultas adicionales. Segundo, la visibilidad de las cargas de trabajo y prioridades facilitó una asignación de recursos más adecuada, disminuyendo tiempos muertos entre tareas. Finalmente, la trazabilidad del flujo permitió evitar intervenciones duplicadas y mejorar la coordinación con producción.

La reducción de horas improductivas tiene consecuencias directas en la continuidad operacional, ya que cada hora recuperada incrementa el tiempo disponible para actividades preventivas, reduce la presión sobre los equipos y optimiza el uso del personal técnico. El resultado refuerza la evidencia de que la digitalización mejora no solo la calidad del mantenimiento, sino también la eficiencia general del proceso operativo.

6.2.4 Gráfico del análisis de sensibilidad económica

El análisis de sensibilidad muestra cómo varían los beneficios económicos en función del porcentaje de reducción de fallas no planificadas, permitiendo evaluar la robustez de la inversión bajo distintos

escenarios operacionales. Esta comparación es especialmente relevante en sistemas de mantenimiento donde las condiciones de operación pueden variar entre periodos.

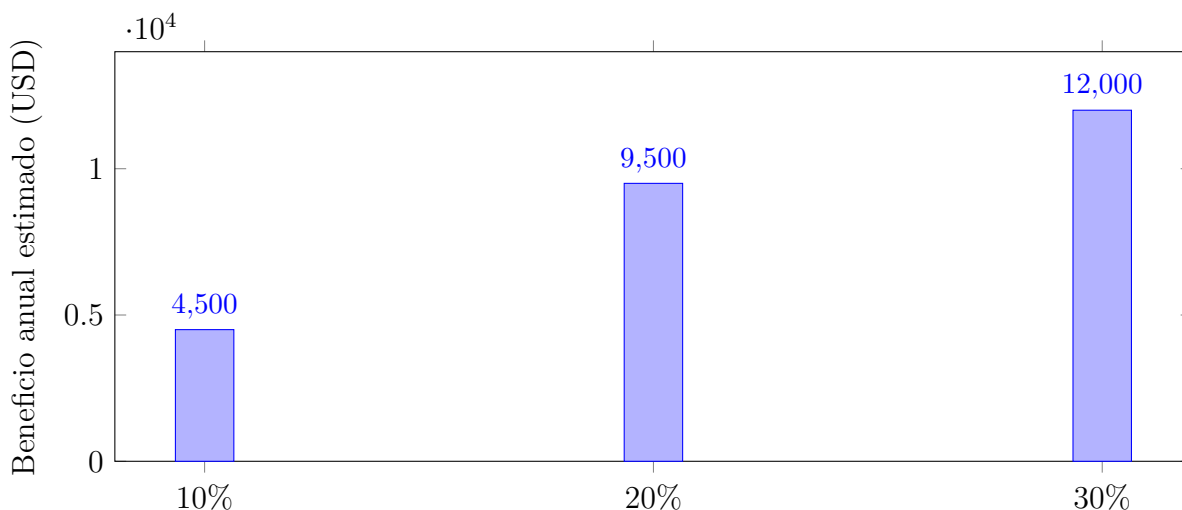


Figura 6.4: Análisis de sensibilidad económica según reducción de fallas.

En el escenario conservador (10%), se observa que incluso un impacto mínimo genera beneficios significativos, recuperando una parte importante de la inversión anual. Esto demuestra que, aun bajo comportamientos moderados, la digitalización es financieramente justificable.

En el escenario intermedio (20%), los beneficios igualan completamente los costos, lo que coincide con los resultados reales obtenidos en Golden Omega, donde el fortalecimiento del mantenimiento preventivo y la reducción de fallas críticas han generado ahorros consistentes. Finalmente, el escenario optimista (30%) evidencia beneficios que superan ampliamente la inversión, reflejando el potencial máximo de un sistema con madurez documental plena y uso intensivo de datos históricos.

Este análisis confirma que la adopción de FIIX es una decisión sólida desde la perspectiva económica, ya que mantiene retornos positivos aun en contextos menos favorables y presenta beneficios crecientes a medida que la organización consolida sus prácticas de gestión de activos.

6.3 Análisis organizacional

Además de sus efectos técnicos y económicos, la implementación de FIIX produjo cambios relevantes en la forma en que el área de mantenimiento organiza, registra y coordina su trabajo. Antes de la digitalización, gran parte de las actividades dependía de la experiencia individual del personal, de comunicaciones verbales y de registros dispersos, lo que dificultaba asegurar continuidad en

la gestión, especialmente frente a cambios de turno, reasignaciones de personal o necesidad de seguimiento de trabajos en curso.

La incorporación de un sistema digital permitió ordenar estas dinámicas mediante un flujo de trabajo más formalizado. La solicitud de una intervención, su asignación, ejecución y cierre comenzaron a quedar documentados dentro de una misma plataforma, reduciendo vacíos de información y mejorando la visibilidad del estado de cada orden de trabajo. Desde una perspectiva organizacional, esto representa un cambio importante, ya que transforma procesos antes dependientes del conocimiento tácito en procesos apoyados por registros verificables y accesibles.

6.3.1 Trazabilidad y control documental

Uno de los principales aportes organizacionales de FIIX fue la consolidación de un historial técnico trazable para cada activo. Esta trazabilidad permitió dejar registro de fallas, tiempos de intervención, responsables, observaciones técnicas y cierre de actividades, generando una base documental más robusta que la disponible en el sistema previo.

El fortalecimiento del control documental tuvo efectos concretos sobre la gestión diaria. En primer lugar, facilitó el seguimiento de tareas pendientes y redujo la pérdida de información entre una intervención y otra. En segundo lugar, permitió contar con antecedentes acumulados para revisar fallas repetitivas, evaluar decisiones anteriores y respaldar técnicamente futuras intervenciones. Finalmente, mejoró la capacidad de supervisión, ya que el avance de las órdenes de trabajo dejó de depender exclusivamente de consultas informales y pasó a estar respaldado por evidencia visible en la plataforma.

6.3.2 Estandarización del flujo de trabajo

La digitalización también aportó a la estandarización del proceso de mantenimiento. La existencia de campos definidos, estados de avance y criterios de cierre contribuyó a uniformar la forma en que se registran y ejecutan las actividades, disminuyendo diferencias entre personas o turnos al momento de documentar una intervención.

Esta estandarización tiene relevancia organizacional porque mejora la consistencia del proceso, reduce la ambigüedad en la asignación de tareas y facilita la supervisión del cumplimiento. Al existir una secuencia más clara entre solicitud, ejecución y cierre, se reduce la probabilidad de omisiones, duplicidades o trabajos mal documentados. En consecuencia, la gestión del mantenimiento

deja de depender en exceso de prácticas informales y avanza hacia una lógica más estructurada y repetible.

6.3.3 Coordinación entre mantenimiento y operación

Otro efecto importante de la implementación fue la mejora en la coordinación entre mantenimiento y producción. En el sistema previo, la falta de visibilidad sobre prioridades, tiempos de atención y estado de las solicitudes generaba fricciones operativas, retrasos y, en algunos casos, incertidumbre respecto del momento en que una intervención sería ejecutada.

Con FIIX, la información comenzó a estar más disponible y ordenada, lo que facilitó la priorización de trabajos, la asignación de recursos y la comunicación entre áreas. Si bien la coordinación interáreas sigue dependiendo del criterio de supervisión y de las condiciones operativas del momento, la plataforma introdujo una base común de información que reduce malentendidos y permite alinear mejor las intervenciones con las necesidades de producción.

6.3.4 Reducción de la dependencia del conocimiento tácito

Antes de la digitalización, buena parte de la memoria operativa del mantenimiento se encontraba concentrada en la experiencia del personal técnico y en prácticas no siempre documentadas. Esto generaba un riesgo organizacional, ya que la continuidad del proceso dependía en gran medida de la permanencia de ciertos trabajadores y de su conocimiento acumulado sobre fallas, soluciones aplicadas y prioridades históricas.

La implementación de FIIX no elimina completamente esta dependencia, pero sí contribuye a reducirla al transferir parte de ese conocimiento hacia registros formales. Esta transición es relevante desde la perspectiva de gestión, porque fortalece la continuidad operativa, facilita el traspaso de información y crea mejores condiciones para capacitar a nuevos integrantes del equipo con base en evidencia documentada, y no solo en la transmisión informal de experiencia.

6.3.5 Implicancias organizacionales del cambio

En términos generales, los cambios observados permiten afirmar que la implementación de FIIX fortaleció la estructura organizacional del mantenimiento al mejorar la trazabilidad, ordenar el flujo de trabajo y facilitar la coordinación interna. Más allá del efecto sobre indicadores técnicos,

la plataforma contribuyó a instalar una lógica de trabajo más formal, visible y controlable, lo que constituye una condición necesaria para sostener mejoras operativas en el tiempo.

Desde esta perspectiva, la digitalización no debe entenderse únicamente como una herramienta tecnológica, sino como un soporte para la maduración de prácticas de gestión. Su aporte organizacional radica en que crea condiciones para una toma de decisiones más informada, una mejor distribución de responsabilidades y una menor vulnerabilidad frente a errores derivados de la informalidad documental. En consecuencia, el impacto de FIIX se expresa también en una mejora de la capacidad del área para gestionar su trabajo de manera más consistente y sostenible.

6.4 Metodología de cálculo de los indicadores

La metodología empleada para el cálculo de los indicadores se diseñó con el objetivo de asegurar comparaciones válidas entre el periodo previo y posterior a la implementación de FIIX. Para ello, se desarrolló un proceso estructurado compuesto por tres etapas complementarias orientadas a depurar la información disponible, eliminar sesgos y obtener resultados consistentes con el comportamiento real de los activos.

1. Depuración de datos. Se revisó la totalidad de las órdenes de trabajo históricas, descartando aquellas que no contenían información esencial para el análisis, tales como tiempos de intervención, descripción de la falla, estado de cierre o repuestos utilizados. También se eliminaron registros duplicados y órdenes asociadas a actividades administrativas sin impacto técnico. Esta depuración fue necesaria debido a la alta variabilidad en la calidad de los registros del sistema previo, que podía distorsionar los cálculos de MTTR, MTBF y disponibilidad.

2. Selección de periodos comparables. Para evitar sesgos derivados de variaciones estacionales o fluctuaciones productivas, se definieron periodos equivalentes de seis meses antes y seis meses después de la estabilización del sistema FIIX. Se excluyeron los meses iniciales de la implementación, por corresponder a una fase de capacitación y adaptación en la que los registros aún no reflejaban completamente el nuevo estándar documental. Este criterio permitió comparar condiciones operativas similares, asegurando que las diferencias observadas fueran atribuibles a la digitalización.

3. Aplicación de fórmulas estándar. Una vez depurada la información y definidos los periodos comparables, se aplicaron expresiones clásicas de la ingeniería de mantenimiento para evaluar los indicadores operativos. Estas fórmulas permiten caracterizar la rapidez de respuesta del área, la confiabilidad de los activos y el impacto global de la gestión sobre la operación productiva.

$$MTTR = \frac{\sum \text{tiempos de reparación}}{\text{número de fallas}}$$

El MTTR representa el tiempo promedio requerido para restaurar un activo tras una falla. Una reducción posterior a la implementación del sistema refleja mejoras en coordinación, disponibilidad de información técnica y eficiencia operativa.

$$MTBF = \frac{\text{horas operativas totales}}{\text{número de fallas}}$$

El MTBF permite evaluar la confiabilidad de los activos, ya que mide el tiempo promedio entre fallas. Incrementos en este indicador suelen asociarse a mejoras en la planificación preventiva y a la detección temprana de patrones de falla mediante registros más completos.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Horas operativas}}{\text{Horas operativas} + \text{horas de detención}}$$

La disponibilidad integra tanto la frecuencia de fallas como la duración de sus reparaciones, entregando una visión global del grado en que los activos están realmente disponibles para operar.

$$\text{Cumplimiento PP} = \frac{\text{OT preventivas ejecutadas}}{\text{OT preventivas programadas}} \times 100$$

El cumplimiento del plan preventivo refleja la disciplina operativa del área y su capacidad para ejecutar trabajos planificados de manera sistemática. Su mejora posterior a la digitalización evidencia mayor control, trazabilidad y estandarización del flujo preventivo.

En conjunto, esta metodología permitió obtener indicadores consistentes, verificables y directamente comparables. Su aplicación rigurosa fue especialmente relevante considerando las limitaciones de los registros previos, asegurando que los resultados reflejaran de manera fiel el cambio estructural producido por la implementación del software FIIX.

6.5 Análisis económico

El análisis económico de la implementación de FIIX se estructuró con el objetivo de evaluar si la digitalización del proceso de mantenimiento generó beneficios suficientes para justificar la inversión

realizada. Para ello, se consideraron los costos directos de puesta en marcha, los ahorros asociados a la reducción de fallas no planificadas y la disminución de horas improductivas, junto con un análisis de sensibilidad orientado a evaluar la robustez de la decisión frente a variaciones en el desempeño observado. Este enfoque es coherente con criterios de evaluación utilizados en proyectos de gestión de activos y mantenimiento, donde la conveniencia de una inversión no solo depende del costo inicial, sino también de su capacidad para generar mejoras operacionales sostenidas en el tiempo (Fiix Software, 2022; ISO 55000, 2014; Lee y Lapira, 2013).

6.5.1 Criterios, supuestos y fuentes de información de la evaluación económica

Con el fin de dar trazabilidad a la evaluación económica, fue necesario definir criterios explícitos para la construcción del escenario base y del escenario posterior a la implementación. Los valores utilizados en este análisis provienen de una combinación de antecedentes internos de la empresa, registros operacionales, reportes del sistema FIIX y estimaciones razonables construidas a partir de entrevistas y observación del proceso. En consecuencia, el análisis no busca representar una contabilidad financiera exhaustiva, sino una estimación técnicamente fundada del impacto económico inicial de la digitalización sobre la gestión del mantenimiento.

El primer criterio adoptado consistió en trabajar con un horizonte anualizado de comparación. Aunque el periodo analizado corresponde a una ventana acotada de operación antes y después de la implementación, los resultados fueron expresados en valores anuales equivalentes con el propósito de facilitar la comparación entre costos, beneficios y recuperación de la inversión. Este supuesto permite interpretar los resultados en una escala de gestión útil para la toma de decisiones, aun cuando el sistema todavía se encontraba en una etapa temprana de maduración.

El segundo criterio fue considerar únicamente costos y beneficios directamente atribuibles al proceso de digitalización del mantenimiento. Por este motivo, se incluyeron como costos directos el licenciamiento, el levantamiento y carga de información, el etiquetado de equipos, la capacitación inicial y el soporte técnico de arranque. Del mismo modo, se consideraron como beneficios directos la reducción del costo asociado a fallas no planificadas y la disminución de horas improductivas. En cambio, se excluyeron beneficios indirectos de más difícil cuantificación, como mejoras reputacionales, reducción de estrés operativo, mayor orden administrativo o beneficios futuros derivados de decisiones predictivas aún no implementadas.

El tercer criterio consistió en utilizar una estimación conservadora para los beneficios económicos. En el caso de la reducción de fallas no planificadas, el costo anual previo y posterior se estimó

a partir de antecedentes internos del área de mantenimiento, considerando el impacto económico asociado a detenciones, uso de recursos correctivos y efectos operacionales vinculados a fallas críticas. En el caso de las horas improductivas, su valorización se basó en una aproximación del costo asociado al tiempo no productivo del sistema de mantenimiento, entendiendo que este tiempo representa una pérdida de capacidad operativa y de disponibilidad de recursos técnicos.

Bajo esta lógica, el ahorro anual estimado de USD 9 500 se construyó a partir de dos componentes. El primero corresponde a la reducción de costos por fallas no planificadas, equivalente a USD 7 000 anuales. El segundo corresponde a la reducción de horas improductivas, valorizada en USD 2 500 anuales. Esta descomposición permite entender de manera transparente cómo se obtuvo el beneficio total utilizado posteriormente para el cálculo de ROI y Payback.

Finalmente, es importante señalar que los valores presentados deben interpretarse como una estimación técnica basada en evidencia operativa disponible, y no como una auditoría financiera formal. Sin embargo, la explicitación de estos criterios y supuestos permite dar mayor consistencia metodológica al análisis y reforzar la trazabilidad entre los antecedentes recopilados, los parámetros utilizados y las conclusiones económicas obtenidas.

6.5.2 Costos asociados a la implementación

Los costos directos incluyen licenciamiento anual, levantamiento inicial de información, etiquetado de equipos, capacitación del personal y soporte técnico en la fase inicial. La Tabla 6.2 resume los valores estimados utilizados en el análisis.

Tabla 6.2: Costos asociados a la implementación del software FIIX

Concepto	Alcance	Costo estimado (USD)
Licencias FIIX	Sistema base + 10 usuarios	9 200
Levantamiento y carga de datos	180 HH técnicos	1 400
Etiquetado de equipos	120 HH técnicos	850
Capacitación	4 sesiones	950
Soporte inicial	—	700
Total		13 100

Estos costos representan la inversión necesaria para transitar desde un sistema manual y fragmentado hacia un modelo digital, estandarizado y trazable. En términos metodológicos, se consideran costos de implementación directa porque corresponden a desembolsos o recursos asignados exclusivamente

al proceso de puesta en marcha del sistema y a su adopción inicial por parte del área de mantenimiento (Golden Omega S.A., 2025, registros internos; Fiix Software, 2022).

6.5.3 Beneficios operativos

Los beneficios económicos se obtienen a partir de dos mejoras principales:

1. Reducción de fallas no planificadas. La digitalización permitió estandarizar registros, identificar patrones de falla y fortalecer la planificación preventiva. Esto redujo la recurrencia de fallas críticas, lo que se tradujo en una disminución de los costos anuales asociados, pasando de USD 34 000 a USD 27 000. La diferencia de USD 7 000 constituye uno de los beneficios directos más relevantes del análisis. Este valor se construyó a partir de la comparación entre el costo anual estimado del escenario previo y el costo anual estimado posterior, utilizando como base antecedentes operacionales del área y una valorización asociada al impacto de fallas correctivas sobre detenciones, uso de mano de obra y pérdida de continuidad operacional. El resultado es consistente con la literatura especializada, que relaciona la estandarización documental y la mejora del mantenimiento preventivo con una menor recurrencia de fallas repetitivas (Moubray, 1997; Smith y Hawkins, 2004; Fiix Software, 2022).

2. Disminución de horas improductivas. La mejora en la calidad de la información inicial, la trazabilidad de solicitudes y la eficiencia en la asignación de recursos redujo el tiempo perdido en actividades sin valor agregado. Las horas improductivas pasaron de 1 200 a 950 horas anuales. Para efectos de esta evaluación, dicha reducción fue valorizada de forma conservadora, asociando una fracción del costo operativo al tiempo recuperado gracias a una mejor coordinación y a una menor presencia de tiempos muertos. Bajo este supuesto, la disminución observada equivale a un beneficio estimado de USD 2 500 anuales. Aunque esta valorización corresponde a una aproximación y no a un costo contable directo, su inclusión es metodológicamente pertinente, dado que refleja una mejora concreta en el uso del tiempo y en la capacidad operativa del área (Lee y Lapira, 2013; ISO 55000, 2014).

En conjunto, ambos componentes conforman la base del beneficio económico anual utilizado en el análisis. La separación explícita entre reducción de fallas y reducción de horas improductivas permite mostrar con mayor claridad la procedencia de los ahorros y evita que el resultado económico sea interpretado como una cifra agregada sin sustento metodológico.

6.5.4 Comparación costo–beneficio

La Tabla 6.3 presenta una comparación directa entre la situación previa y la posterior a la implementación.

Tabla 6.3: Comparación costo–beneficio antes y después de la digitalización

Concepto	Previo	Actual
Costo anual por fallas no planificadas	34 000 USD	27 000 USD
Horas improductivas	1 200 h	950 h

La reducción combinada de fallas y tiempos improductivos constituye la base del ahorro anual aproximado de USD 9 500. Este beneficio no solo refleja una disminución de costos directos, sino también mejoras en continuidad operacional, coordinación entre áreas y eficiencia en el uso de recursos. Desde una perspectiva metodológica, esta comparación se construyó utilizando un escenario previo y un escenario posterior equivalentes, bajo criterios homogéneos de interpretación, de manera que las diferencias observadas pudieran asociarse razonablemente al proceso de digitalización y no a cambios aislados o puramente circunstanciales (Mobley, 2002; Flores y Martínez, 2019; Fiix Software, 2022).

Los indicadores ROI y Payback se utilizan habitualmente en análisis de inversiones en mantenimiento, ya que permiten relacionar la magnitud del beneficio obtenido con el esfuerzo económico requerido para implementar la mejora (Smith y Hawkins, 2004).

La Tabla 6.4 presenta un resumen integrado entre la inversión realizada y los beneficios estimados.

Tabla 6.4: Resumen económico de la digitalización del mantenimiento

Concepto	Valor
Inversión inicial (CAPEX)	USD 13 100
Ahorro anual estimado (OPEX)	USD 9 500/año
ROI anual	72%
Periodo de recuperación (Payback)	1.4 años
Reducción de fallas	7 000 USD/año
Reducción de horas improductivas	2 500 USD/año

El *retorno sobre la inversión (ROI)* permite evaluar la eficiencia económica de la digitalización y se calcula como:

$$ROI = \frac{\textit{Beneficio anual}}{\textit{Inversin inicial}} \approx \frac{9500}{13100} = 0.72$$

lo que implica un retorno del 72% en un horizonte de un año. Este resultado indica que una parte significativa de la inversión inicial puede recuperarse dentro del primer ciclo anual de operación, lo que constituye un desempeño favorable para una iniciativa de mantenimiento, especialmente considerando que los beneficios evaluados se estimaron bajo criterios conservadores y sin incorporar efectos indirectos de más largo plazo.

Complementariamente, el *periodo de recuperación de la inversión (Payback)* corresponde al tiempo requerido para recuperar el costo inicial mediante los ahorros generados:

$$\textit{Payback} = \frac{\textit{Inversin inicial}}{\textit{Ahorro anual}} \approx 1.4 \textit{ aos}$$

lo que evidencia que la digitalización del mantenimiento presenta una recuperación relativamente temprana y beneficios sostenidos en el tiempo.

Asimismo, los beneficios económicos deben analizarse desde una perspectiva de ciclo de vida. La incorporación del software FIIX reduce costos operativos (OPEX) al disminuir fallas, mejorar la planificación y reducir tiempos muertos, mientras que también contribuye indirectamente a evitar intervenciones correctivas mayores o reposiciones prematuras, generando un efecto favorable sobre decisiones futuras de capital. Este comportamiento es coherente con los principios de gestión de activos, donde se busca maximizar el valor del activo durante todo su ciclo de vida mediante intervenciones oportunas, decisiones basadas en evidencia y reducción de riesgos operacionales (ISO 55000, 2014).

Finalmente, la digitalización contribuye a una mayor estabilidad del sistema, lo que se refleja en un ahorro económico robusto incluso bajo escenarios conservadores. La consistencia de los beneficios proyectados demuestra que la adopción del software FIIX no solo es técnicamente conveniente, sino también financieramente sólida, sostenible y alineada con prácticas avanzadas de gestión de activos.

6.6 Síntesis del análisis

El análisis técnico revela que la implementación de FIIX generó una mejora estructural en la gestión del mantenimiento. La reducción del MTTR, el aumento del MTBF y el incremento del

cumplimiento preventivo evidencian que el sistema permitió pasar desde un modelo reactivo, con alta variabilidad operativa, hacia un proceso documentado, trazable y orientado al control. Estas mejoras se explican por la estandarización de los flujos de trabajo, la disponibilidad de información confiable para el diagnóstico y la mayor coordinación entre mantenimiento y producción (Fiix Software, 2022; Moubray, 1997).

Desde una perspectiva organizacional, la implementación también fortaleció la forma en que el área gestiona su trabajo. La trazabilidad de las órdenes, la estandarización del flujo de intervención y la reducción de la dependencia del conocimiento tácito permitieron aumentar el control documental y mejorar la continuidad de la gestión. En este sentido, FIIX no solo aportó una herramienta tecnológica, sino que también actuó como soporte para consolidar prácticas de trabajo más formales, visibles y sostenibles.

Desde una perspectiva económica, la digitalización permitió disminuir los costos asociados a fallas no planificadas y reducir las horas improductivas, alcanzando un ahorro anual estimado de USD 9 500. Este beneficio se sustenta en criterios explícitos de valorización y en una estimación conservadora construida a partir de antecedentes operacionales disponibles, lo que refuerza la trazabilidad del análisis y entrega mayor solidez a la interpretación de los resultados. En términos prácticos, la reducción de fallas críticas, la mayor eficiencia en la asignación de recursos y la disminución de tiempos muertos muestran que el efecto económico observado responde a mejoras reales en la gestión y no únicamente a una proyección teórica (ISO 55000, 2014).

En conjunto, los resultados demuestran que FIIX no solo mejoró la confiabilidad operativa de los activos, sino que también fortaleció la capacidad de planificación y la toma de decisiones basada en evidencia. La digitalización permitió avanzar hacia prácticas alineadas con los principios de gestión de activos establecidos en ISO 55000, consolidando un sistema más eficiente, trazable y sostenible en el tiempo.

6.7 Limitaciones del análisis

A pesar de los resultados obtenidos, el análisis presenta ciertas limitaciones que deben ser consideradas al interpretar los efectos de la digitalización. En primer lugar, parte de la información histórica disponible previo a la implementación de FIIX presentaba registros incompletos, inconsistentes o sin trazabilidad, lo que obligó a aplicar criterios de depuración y redujo la cantidad de datos comparables. Esta situación es inherente a procesos de transición desde sistemas manuales hacia plataformas digitales y condiciona el nivel de precisión alcanzable en la comparación entre periodos

(Fiix Software, 2022).

En segundo lugar, el periodo evaluado posterior a la digitalización corresponde a una fase inicial del sistema, en la cual aún se encontraba en proceso de maduración el uso de la plataforma, la disciplina documental y la estabilidad operativa de los registros. Es probable que, a medida que el sistema se consolide y aumente la calidad del registro, los indicadores presenten una evolución aún más significativa.

Además, no fue posible incorporar ciertos costos indirectos asociados al cambio organizacional, tales como horas de capacitación adicionales, curva de aprendizaje del personal o tiempo destinado por supervisores a la adaptación de los nuevos flujos. Estos efectos, aunque relevantes, son difíciles de cuantificar con precisión y, por lo tanto, fueron excluidos del cálculo económico principal para mantener un criterio conservador. Esta decisión metodológica fortalece la prudencia del análisis, pero al mismo tiempo implica que los beneficios reales de largo plazo podrían ser incluso mayores que los aquí estimados.

De igual forma, parte de los efectos organizacionales analizados se fundamentan en observación de procesos y en la interpretación de prácticas de trabajo, por lo que su evaluación incorpora una dimensión cualitativa que no siempre puede traducirse en una métrica única. Sin embargo, esta limitación no invalida los hallazgos, sino que refuerza la necesidad de comprender la digitalización como un cambio que afecta simultáneamente indicadores, rutinas y formas de coordinación.

Finalmente, si bien los resultados muestran tendencias claras de mejora, su interpretación debe considerar que el comportamiento de los activos puede variar según condiciones operativas, disponibilidad de repuestos y factores externos. No obstante, incluso con estas limitaciones, las tendencias observadas permiten concluir que la digitalización fortaleció la gestión del mantenimiento, mejoró la trazabilidad y habilitó prácticas coherentes con estándares internacionales de gestión de activos (ISO 55000, 2014).

Capítulo 7

Conclusiones y Recomendaciones

El presente capítulo sintetiza los principales hallazgos del estudio y establece lineamientos para fortalecer la gestión de mantenimiento y activos en Golden Omega S.A. Las conclusiones integran los resultados técnicos, organizacionales y económicos analizados previamente, y se presentan de manera comprensible para un lector externo que no necesariamente conoce el contexto operacional de la empresa, pero que busca interpretar la magnitud del cambio generado por la implementación del sistema FIIX y su aporte a la maduración del proceso de mantenimiento.

7.1 Conclusiones

7.1.1 Conclusiones generales

La implementación de FIIX representó un punto de inflexión en la forma de gestionar el mantenimiento en Golden Omega S.A. Antes de la digitalización, la operación se caracterizaba por prácticas reactivas, una fuerte dependencia de la comunicación informal, registros incompletos y una limitada capacidad para consolidar información útil para la toma de decisiones. Este escenario dificultaba anticipar fallas, justificar recursos, evaluar la efectividad de las rutinas preventivas y dar seguimiento técnico a las intervenciones realizadas, condiciones que contrastan con los lineamientos establecidos por la norma ISO 55000 respecto del aseguramiento, la trazabilidad y el uso sistemático de la información (ISO 55000, 2014).

La incorporación de un sistema CMMS permitió revertir progresivamente esta situación mediante la consolidación del historial técnico, la estandarización de flujos de trabajo y la trazabilidad de cada intervención. La transición hacia un sistema digital habilitó una lógica de gestión basada en evidencia, coherente con las prácticas modernas de ingeniería de confiabilidad y mantenimiento centrado en la confiabilidad (Moubray, 1997). Como resultado, la empresa avanzó desde un modelo predominantemente correctivo hacia un enfoque más estructurado, con mayor capacidad para

planificar, medir, controlar y respaldar técnicamente sus decisiones de mantenimiento.

Más allá de la incorporación de una herramienta tecnológica, el estudio muestra que FIIX actuó como un habilitador de cambio en la gestión. Su principal aporte no radica únicamente en digitalizar registros, sino en crear condiciones para una administración más ordenada, visible y sustentable del mantenimiento. En este sentido, la implementación del sistema puede entenderse como una mejora de base que fortalece simultáneamente el desempeño técnico, la coordinación organizacional y la eficiencia económica del área.

7.1.2 Conclusiones técnicas

Los resultados técnicos evidencian mejoras significativas en los principales indicadores analizados. La reducción del MTTR, desde 6.8 a 5.1 horas, refleja una mayor eficiencia en la ejecución de intervenciones, atribuible a la disponibilidad inmediata de información, a una mejor preparación de las tareas y a la disminución de tiempos administrativos y de coordinación, elementos consistentes con los beneficios reportados en la literatura sobre sistemas CMMS (Fiix Software, 2022). Este resultado sugiere que el área logró responder con mayor rapidez frente a fallas, reduciendo tiempos de detención y mejorando la restitución operativa de los activos.

Por otra parte, el aumento del MTBF, desde 120 a 152 horas, indica una disminución en la recurrencia de fallas, lo que puede asociarse a un fortalecimiento de la planificación preventiva y a una mejor identificación de eventos repetitivos que anteriormente no quedaban adecuadamente registrados. La existencia de historiales más completos permitió reconocer patrones de comportamiento, revisar antecedentes técnicos y apoyar decisiones de mantenimiento con mayor sustento, lo que coincide con principios ampliamente descritos en la literatura de confiabilidad.

El incremento del cumplimiento preventivo, desde 62% a 83%, constituye un elemento central para sostener estas mejoras, ya que evidencia una mayor disciplina operativa y una mejor capacidad del área para ejecutar trabajos planificados de manera sistemática. Esta mejora no solo tiene efectos sobre la reducción de fallas, sino también sobre la estabilidad general del sistema, al disminuir la dependencia de intervenciones correctivas urgentes y favorecer una gestión más anticipativa. En la misma línea, el aumento de la disponibilidad operacional, desde 91.5% a 94.3%, confirma que la combinación de menor frecuencia de fallas y menores tiempos de reparación generó un efecto positivo en la continuidad operativa.

En conjunto, estos resultados permiten concluir que la implementación de FIIX fortaleció el desempeño técnico del sistema de mantenimiento. La empresa no solo mejoró su capacidad de

registro, sino que avanzó hacia una gestión más madura, con mejores condiciones para analizar tendencias, justificar decisiones técnicas, priorizar intervenciones y sostener mejoras en el tiempo sobre la base de información confiable y trazable.

7.1.3 Conclusiones organizacionales

Desde una perspectiva organizacional, la implementación de FIIX generó cambios relevantes en la forma en que el área de mantenimiento estructura, coordina y documenta su trabajo. Antes de la digitalización, gran parte de la operación dependía de la experiencia individual del personal, de comunicaciones verbales y de registros dispersos, lo que generaba riesgo de pérdida de información, dificultades de seguimiento y una alta dependencia del conocimiento tácito acumulado en ciertos trabajadores.

La incorporación de una plataforma única permitió ordenar el flujo de trabajo mediante una secuencia más clara entre solicitud, asignación, ejecución y cierre de las órdenes de trabajo. Esta formalización introdujo mayor visibilidad sobre el estado de las intervenciones, facilitó el seguimiento de tareas pendientes y redujo la ambigüedad en la coordinación diaria. Como consecuencia, el mantenimiento comenzó a operar con una lógica más estructurada, menos dependiente de la informalidad y más apoyada en registros verificables.

Asimismo, la trazabilidad de las órdenes y la consolidación de historiales por activo fortalecieron el control documental del área. Este cambio tiene implicancias organizacionales importantes, ya que mejora la continuidad de la gestión, facilita la supervisión y permite respaldar decisiones con evidencia accesible para distintos actores. En lugar de depender únicamente de la memoria operativa o de la transmisión verbal de información, el sistema genera una base documental que contribuye a dar estabilidad al proceso y a reducir vulnerabilidades frente a cambios de turno, rotación de personal o reasignaciones de funciones.

Otro aspecto relevante es la mejora en la coordinación entre mantenimiento y producción. Si bien la relación entre ambas áreas sigue dependiendo de criterios operativos y de la dinámica propia de la planta, la disponibilidad de información más clara y ordenada permitió reducir malentendidos, mejorar la priorización de intervenciones y facilitar la alineación entre necesidades productivas y capacidad de respuesta del área de mantenimiento. En este sentido, FIIX no solo ordenó la información, sino que también contribuyó a fortalecer la articulación interna de la operación.

En consecuencia, puede concluirse que el impacto de la implementación no fue exclusivamente técnico. FIIX también actuó como un soporte organizacional que mejoró la trazabilidad, fortaleció

el control, redujo la dependencia del conocimiento tácito y facilitó una forma de trabajo más consistente, visible y sostenible. Este resultado es especialmente relevante, ya que la consolidación de mejoras técnicas a largo plazo depende, en gran medida, de que existan prácticas organizacionales capaces de sostenerlas.

7.1.4 Conclusiones económicas

Desde la perspectiva económica, la digitalización del mantenimiento generó beneficios cuantificables y sostenidos. La reducción de fallas no planificadas y la disminución de horas improductivas permitieron reducir costos operacionales (OPEX) que anteriormente no podían estimarse con precisión debido a la falta de registros confiables. Estos resultados son coherentes con estudios que señalan que la digitalización mejora la trazabilidad, incrementa la eficiencia operativa y reduce los costos asociados a indisponibilidad, detenciones y reprocesos (Lee y Lapira, 2013).

Los indicadores financieros obtenidos —un ahorro anual estimado de USD 9 500, un retorno sobre la inversión (ROI) cercano al 72% y un periodo de recuperación de aproximadamente 1.4 años— evidencian que la adopción de FIIX es económicamente conveniente incluso bajo supuestos conservadores. El análisis de sensibilidad mostró que, aun con reducciones de fallas del 10%, los beneficios permanecen positivos, lo que demuestra la robustez económica de la digitalización y su capacidad para sostener retornos favorables en distintos escenarios operacionales.

Asimismo, el análisis integrado desde un enfoque de ciclo de vida revela que la digitalización no solo reduce costos operacionales inmediatos, sino que también disminuye la probabilidad de fallas severas que podrían derivar en daños mayores o en inversiones de reposición prematura, afectando los costos de capital (CAPEX). Este comportamiento es consistente con los principios de gestión de activos establecidos en ISO 55000, donde un registro confiable y una planificación preventiva fortalecida permiten optimizar el uso de recursos, reducir riesgos operacionales y extender la vida útil de los activos.

En conjunto, los resultados muestran que la implementación de FIIX es económicamente justificable y contribuye a una gestión más eficiente, trazable y sostenible del mantenimiento. La capacidad de medir, visualizar y controlar costos asociados a fallas, detenciones y tiempos improductivos constituye, por sí misma, un avance relevante para la toma de decisiones financieras en la organización (Golden Omega S.A., 2025, registros internos).

7.1.5 Limitaciones del estudio

El análisis presenta restricciones derivadas del nivel de madurez del sistema y de la naturaleza del periodo evaluado. Los registros utilizados corresponden a los primeros meses posteriores a la puesta en marcha, por lo que los indicadores aún no reflejan un ciclo anual completo ni el comportamiento plenamente estabilizado del sistema. En consecuencia, los resultados deben interpretarse como evidencia del impacto inicial de la digitalización y no como una medición definitiva de su desempeño de largo plazo.

Adicionalmente, la información previa a la implementación presentaba heterogeneidad en su nivel de detalle, consistencia y trazabilidad, lo que obligó a aplicar criterios de depuración y homologación para construir comparaciones válidas. Esta condición limita el grado de precisión del contraste antes/después y exige interpretar las variaciones observadas con prudencia, aun cuando las tendencias generales resultan claras y consistentes con la lógica del cambio implementado.

Asimismo, no fue posible realizar análisis predictivos más avanzados debido a la falta de un historial extenso, ni incorporar con exactitud ciertos costos indirectos asociados a la curva de aprendizaje, al tiempo de adaptación del personal y a ajustes culturales propios del proceso de cambio (Golden Omega S.A., 2025, comunicación personal). Del mismo modo, parte del análisis organizacional se apoya en observación de procesos y en interpretación de prácticas de trabajo, por lo que incorpora una dimensión cualitativa que no siempre puede expresarse mediante un único indicador cuantitativo.

No obstante, pese a estas limitaciones, la evidencia disponible es coherente y suficiente para establecer conclusiones sólidas respecto del impacto inicial del sistema FIIX. Los resultados técnicos, organizacionales y económicos convergen en una misma dirección y permiten sostener, con fundamento, que la digitalización fortaleció la gestión del mantenimiento en Golden Omega S.A.

7.2 Recomendaciones

7.2.1 Recomendaciones operacionales

Para consolidar los avances observados, resulta esencial fortalecer la disciplina de registro dentro del sistema. La calidad de los indicadores depende directamente de la completitud, consistencia y trazabilidad de los datos ingresados, condición destacada por la norma ISO 55000 como componente central del aseguramiento de la información (ISO 55000, 2014). En este sentido, se recomienda

reforzar el registro de tiempos efectivos de intervención, repuestos utilizados, causas de falla, observaciones técnicas y evidencias fotográficas, de modo que cada orden de trabajo contribuya efectivamente a la construcción de historial técnico útil para el análisis.

También se sugiere continuar con la estandarización de las rutinas preventivas, asegurando que cada actividad cuente con procedimientos claros, criterios de cierre definidos y mecanismos de verificación consistentes. Esto permitirá reducir la variabilidad entre turnos, mejorar la repetibilidad del proceso y mantener un control más robusto sobre actividades críticas para la continuidad productiva.

Adicionalmente, resulta recomendable revisar periódicamente la calidad de los registros y establecer rutinas de auditoría interna sobre el uso del sistema. Esta práctica ayudaría a detectar tempranamente brechas de documentación, corregir desviaciones en la forma de registrar y sostener la confiabilidad de la base de datos a medida que el sistema madure.

7.2.2 Recomendaciones organizacionales

Desde el punto de vista organizacional, se recomienda consolidar el uso de FIIX como herramienta central del flujo de mantenimiento, evitando retrocesos hacia prácticas paralelas basadas en comunicación informal o registros externos no integrados. Para que la digitalización genere beneficios sostenibles, es necesario que el sistema sea utilizado de manera consistente por todos los actores involucrados en la gestión diaria.

Asimismo, conviene fortalecer las instancias de capacitación y acompañamiento al personal, no solo en el uso técnico de la plataforma, sino también en la lógica de trabajo que esta promueve. La correcta utilización del sistema depende, en gran medida, de que los usuarios comprendan el valor de registrar adecuadamente, cerrar órdenes con información completa y utilizar el historial disponible para apoyar decisiones futuras.

También se recomienda formalizar criterios de priorización y seguimiento de órdenes de trabajo dentro del sistema, de modo que la plataforma no solo funcione como repositorio de datos, sino como una herramienta efectiva de coordinación entre mantenimiento y operación. En la medida en que la información registrada se utilice activamente para asignar recursos, ordenar cargas de trabajo y respaldar decisiones, el impacto organizacional de FIIX tenderá a consolidarse.

7.2.3 Recomendaciones estratégicas

Desde una perspectiva estratégica, la integración con SAP constituye el siguiente paso lógico en la evolución del sistema. La literatura señala que la integración entre CMMS y ERP mejora el control de costos, la trazabilidad económica y la alineación entre mantenimiento, inventarios y planificación de recursos (SAP AG, 2020). Avanzar en esta dirección permitiría conectar con mayor precisión los efectos operacionales del mantenimiento con su impacto financiero y logístico dentro de la organización.

De igual forma, se recomienda desarrollar paneles de control basados en indicadores operacionales y de gestión, de modo que la información contenida en FIIX pueda transformarse en insumos directos para la toma de decisiones. La visualización periódica de MTTR, MTBF, cumplimiento preventivo, costos por fallas y tiempos improductivos facilitaría el seguimiento del desempeño y permitiría detectar desviaciones con mayor oportunidad.

A nivel estratégico, la principal oportunidad consiste en transformar la digitalización inicial en una plataforma de gestión más amplia, capaz de integrar información técnica, operativa y económica bajo una lógica de mejora continua. Para ello, será clave sostener el uso disciplinado del sistema y avanzar gradualmente hacia una mayor integración con otras herramientas corporativas.

7.2.4 Recomendaciones para futuras líneas de trabajo

Cuando el sistema acumule un historial superior a doce meses, será posible aplicar metodologías de análisis de confiabilidad más avanzadas, tales como Weibull, análisis de criticidad ampliado o enfoques de RCM, ampliamente documentados en la literatura especializada (Moubray, 1997). Contar con una base de datos más extensa y estable permitirá pasar desde un análisis de impacto inicial hacia evaluaciones más profundas del comportamiento de los activos y de la efectividad de las estrategias de mantenimiento implementadas.

Asimismo, la incorporación gradual de sensores, monitoreo en línea y captura automatizada de variables operacionales podría habilitar una transición hacia esquemas de mantenimiento predictivo, consistentes con desarrollos asociados a la industria 4.0 y con enfoques de mantenimiento basados en condición (Lee y Lapira, 2013). Esta evolución permitiría aprovechar de mejor forma la infraestructura digital ya instalada y ampliar el alcance del sistema más allá del registro y control de órdenes de trabajo.

Finalmente, replicar este diagnóstico en otras áreas de la organización permitiría identificar oportunidades

de estandarización, comparar niveles de madurez, detectar brechas de gestión y fortalecer una cultura de activos más homogénea a nivel corporativo. Esta proyección es especialmente relevante si se busca que la experiencia desarrollada en mantenimiento se transforme en una base replicable para otros procesos críticos de la empresa.

Síntesis final

La implementación de FIIX en Golden Omega S.A. constituyó un avance significativo en la profesionalización de la gestión de mantenimiento. La digitalización permitió transitar desde un modelo basado en registros manuales, información dispersa y coordinación informal hacia un sistema estructurado, trazable y orientado al desempeño. Este cambio se expresó no solo en mejoras técnicas sobre los indicadores del área, sino también en una mayor formalización del trabajo, mejor capacidad de seguimiento y beneficios económicos concretos asociados a la reducción de fallas y tiempos improductivos.

Si bien persisten desafíos vinculados a la integración con plataformas corporativas, a la consolidación de la disciplina documental y al desarrollo de análisis más avanzados, los resultados obtenidos muestran que la empresa cuenta con una base sólida para continuar madurando su sistema. En este sentido, FIIX no debe entenderse únicamente como una herramienta de registro, sino como una plataforma que habilita una forma más ordenada, informada y sostenible de gestionar el mantenimiento.

En consecuencia, puede afirmarse que la implementación evaluada constituye una mejora técnicamente conveniente, organizacionalmente valiosa y económicamente justificable. Golden Omega S.A. dispone ahora de una base concreta para evolucionar hacia un modelo de mantenimiento de mayor madurez, fortalecer su gestión de activos y avanzar progresivamente hacia prácticas coherentes con entornos industriales cada vez más digitalizados.

Referencias

- Fiix Software [Documentación oficial]. (2022). Fiix cmms – user documentation [Computer software manual]. Retrieved from <https://www.fiixsoftware.com>
- Flores, J., & Martínez, P. (2019). Digitalización y mejora del mantenimiento industrial. *Revista de Ingeniería y Gestión*, 12(3), 45–58.
- Garg, A., & Sharma, R. (2015). Maintenance management: literature review and directions. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 21(2), 139–163.
- Gartner. (2020). *Digital transformation in asset management and maintenance*. (Industry report)
- Golden Omega S.A. [Empresa]. (2025). *Registros internos de mantenimiento y levantamiento de activos*. (Documento interno no publicado)
- Golden Omega S.A. [Área de mantenimiento]. (2025). *Entrevista a trabajador del área de mantenimiento*. (Comunicación personal)
- International Electrotechnical Commission. (2015). Iec 60300-3-11: Application guide — reliability centred maintenance [Computer software manual]. (IEC Standard)
- International Organization for Standardization. (2014). Iso 55000: Asset management — overview, principles and terminology [Computer software manual]. (ISO Standard)
- International Organization for Standardization. (2016). Iso 14224: Petroleum, petrochemical and natural gas industries — collection and exchange of reliability and maintenance data for equipment [Computer software manual]. (ISO Standard)
- Iso 31000: Risk management — guidelines [Computer software manual]. (2018).
- Kelly, A. (1997). *Maintenance strategy: Business-centred maintenance*. Butterworth-Heinemann.
- Lee, J., & Lapira, E. (2013). Predictive maintenance and the smart factory. *Manufacturing Engineering*, 151(5), 42–53.

- Mobley, K. (2002). *An introduction to predictive maintenance*. Butterworth-Heinemann.
- Moubray, J. (1997). *Reliability-centered maintenance*. Industrial Press.
- SAP AG [Documentación PM]. (2020). Sap plant maintenance (pm) – overview [Computer software manual]. Retrieved from <https://help.sap.com>
- Smith, R., & Hawkins, B. (2004). *Lean maintenance*. Elsevier.
- Smith, R., & Hinchcliffe, R. K. (2011). *Reliability-centered maintenance: Implementation made simple*. McGraw-Hill.
- Tsang, A. (1998). A strategic approach to maintenance management. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 4(2), 87–94.
- Tsang, A. (2002). Strategic dimensions of maintenance management. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 8(1), 7–39.
- World Health Organization. (2003). Good manufacturing practices (gmp) for pharmaceutical products [Computer software manual]. (WHO Technical Report Series)

Apéndices

Los siguientes apéndices contienen información complementaria relevante para el desarrollo de esta memoria, incluyendo diagramas completos, listados técnicos, evidencias gráficas y documentación de apoyo utilizada durante la implementación del software de mantenimiento FIIX en Golden Omega S.A.

Se incluyen tanto elementos generados durante el desarrollo del proyecto (apéndices) como material de referencia y apoyo entregado por la empresa (anexos), dejando indicados los espacios pendientes para información aún no incorporada al documento final.

Apéndice A: Diagramas y flujos del proceso de mantenimiento

Este apéndice reúne los diagramas completos asociados al proceso de mantenimiento antes y después de la implementación del software FIIX.

A.1 Flujo completo del proceso previo a FIIX

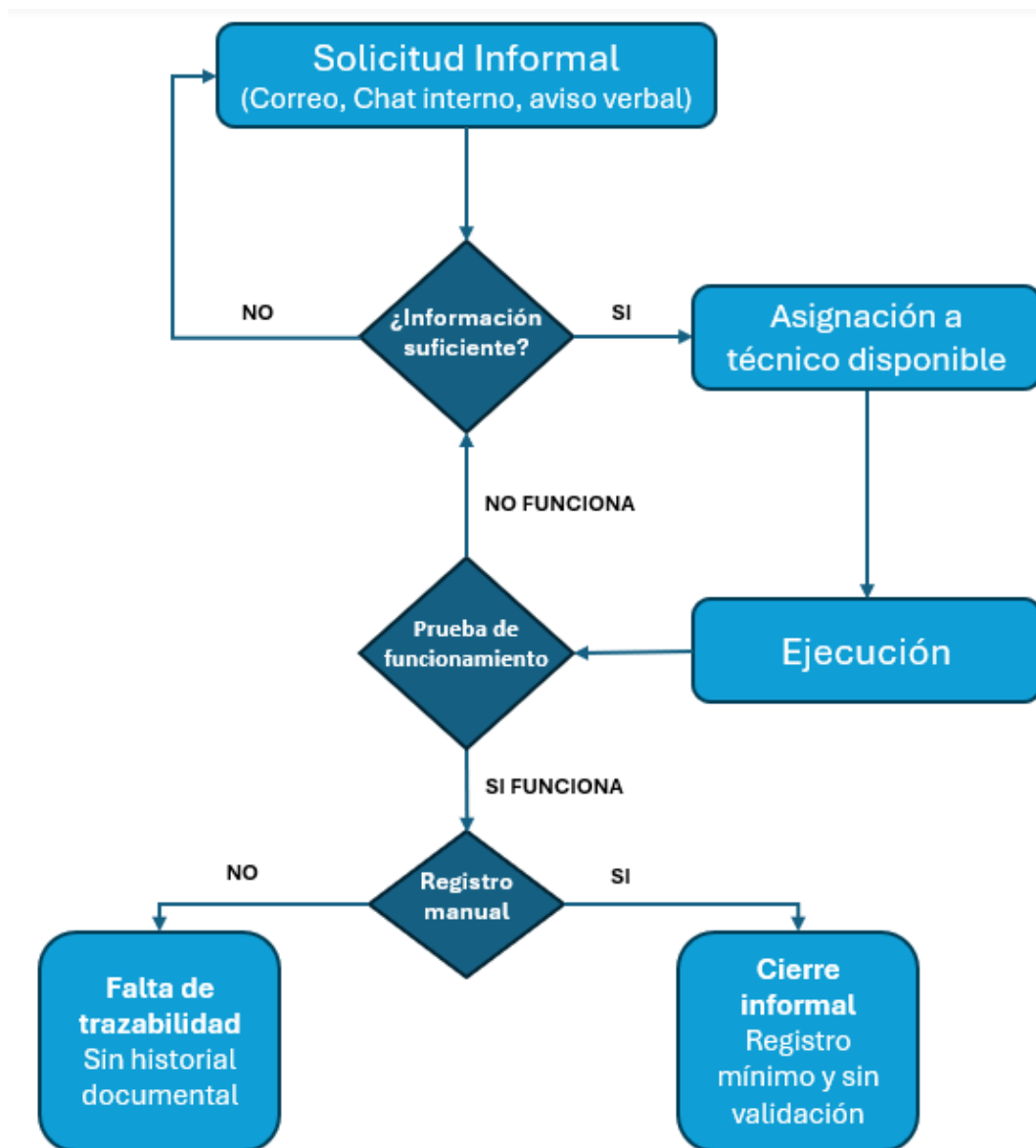


Figura 1: Flujo completo del proceso previo a FIIX

A.2 Flujo completo del proceso digital con FIIX

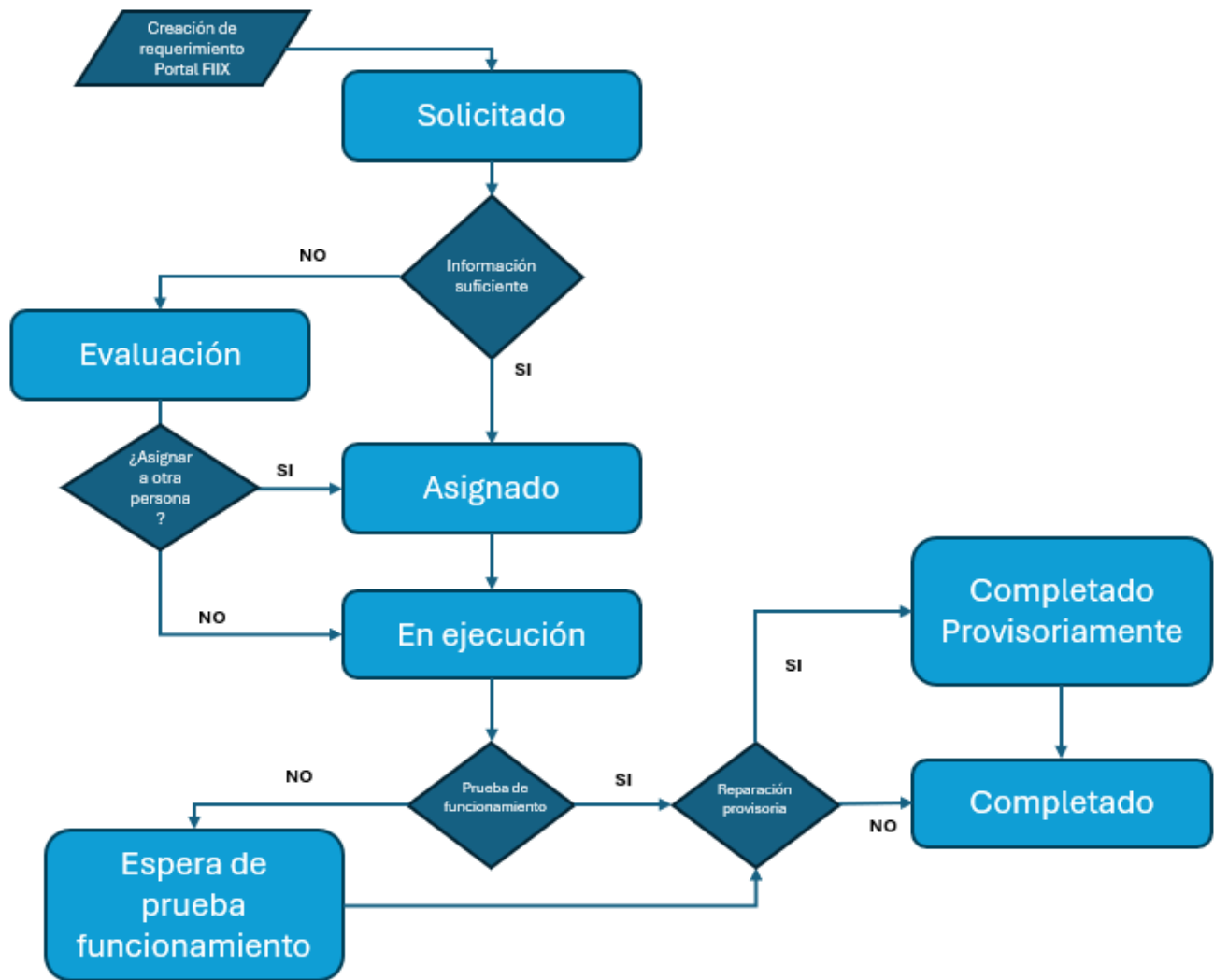


Figura 2: Flujo completo del proceso digital con FIIX .

Apéndice B: Capturas de pantalla del software FIIX

Este apéndice contiene evidencias visuales de la interfaz de FIIX utilizadas durante el levantamiento y descripción del sistema.

B.1 Interfaz general del sistema

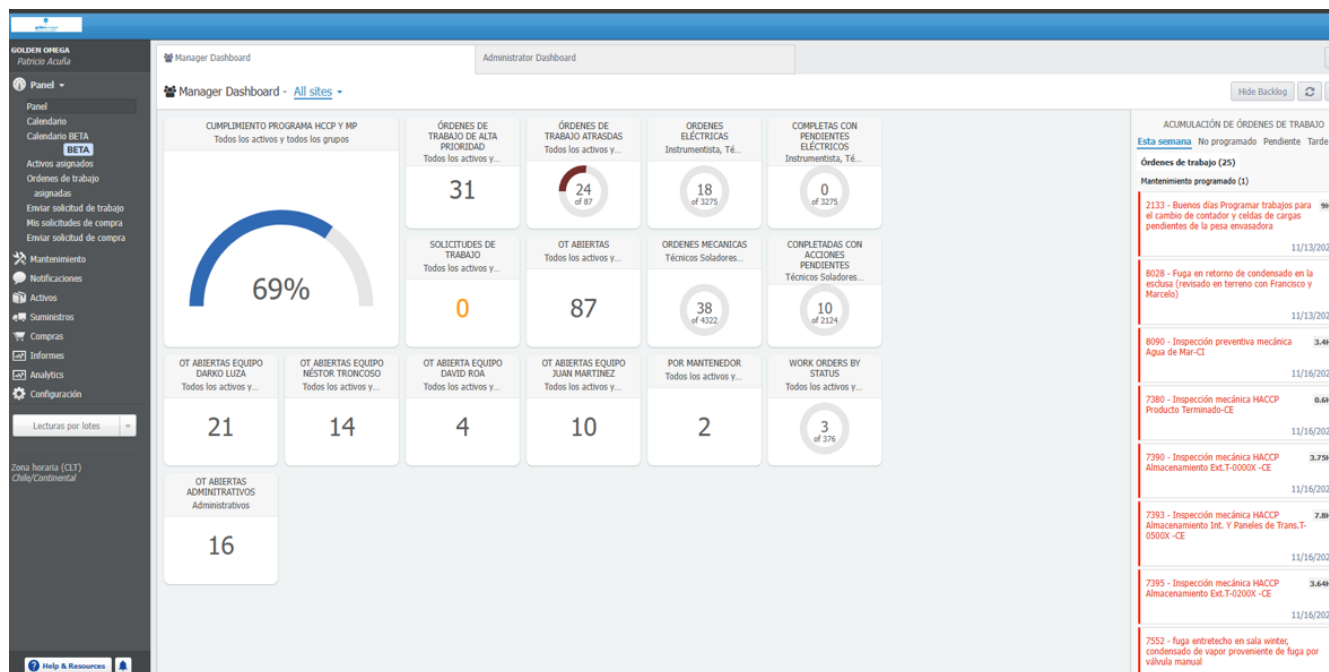


Figura 3: Interfaz general del sistema FIIX.

B.2 Vista de activos registrados

Ubicación	Nombre	Código	Estad.	Última divisa de precio	Notas	Ubicación del activo
<input type="checkbox"/> GOLDEN OMEGA ARICA	GOLDEN OMEGA ARICA	GOA	<input checked="" type="checkbox"/>			GOLDEN OMEGA ARICA (GOA)
<input type="checkbox"/> PLANTA 1	PLANTA 1	GOA-P1	<input checked="" type="checkbox"/>			GOLDEN OMEGA ARICA (GOA)
<input type="checkbox"/> EDIFICIOS SERVICIO	EDIFICIOS SERVICIO	GOA-ES	<input checked="" type="checkbox"/>			GOLDEN OMEGA ARICA (GOA)
<input type="checkbox"/> SERVICIOS GENERALES	SERVICIOS GENERALES	GOA-SG	<input checked="" type="checkbox"/>			GOLDEN OMEGA ARICA (GOA)
<input type="checkbox"/> SISTEMAS AUXILIARES	SISTEMAS AUXILIARES	GOA-SA	<input checked="" type="checkbox"/>			GOLDEN OMEGA ARICA (GOA)
<input type="checkbox"/> PLANTA 2	PLANTA 2	GOA-P2	<input checked="" type="checkbox"/>			GOLDEN OMEGA ARICA (GOA)
<input type="checkbox"/> PLANTA PILOTO	PLANTA PILOTO	GOA-PP	<input checked="" type="checkbox"/>			GOLDEN OMEGA ARICA (GOA)
<input type="checkbox"/> EDIFICIOS GENERALES	EDIFICIOS GENERALES	GOA-EG	<input checked="" type="checkbox"/>			GOLDEN OMEGA ARICA (GOA)
<input type="checkbox"/> COMUNICACIÓN Y VIGILANCIA	COMUNICACIÓN Y VIGILANCIA	GOA-CYV	<input checked="" type="checkbox"/>			GOLDEN OMEGA ARICA (GOA)
<input type="checkbox"/> ACTIVIDADES ADMINISTRATIVAS	ACTIVIDADES ADMINISTRATIVAS	GOA-AA	<input checked="" type="checkbox"/>			GOLDEN OMEGA ARICA (GOA)
<input type="checkbox"/> BODEGA	BODEGA	GOA-BOD	<input checked="" type="checkbox"/>			GOLDEN OMEGA ARICA (GOA)
<input type="checkbox"/> V-50011	V-50011	V-50011	<input checked="" type="checkbox"/>			GOLDEN OMEGA ARICA (GOA)
<input type="checkbox"/> V-50010	V-50010	V-50010	<input checked="" type="checkbox"/>			GOLDEN OMEGA ARICA (GOA)
<input type="checkbox"/> P-06425	P-06425	P-06425	<input checked="" type="checkbox"/>			GOLDEN OMEGA ARICA (GOA)
<input type="checkbox"/> UMA-1A-P1	UMA-1A-P1	UMA-1A-P1	<input checked="" type="checkbox"/>			GOLDEN OMEGA ARICA (GOA)
<input type="checkbox"/> UMA-3-P1	UMA-3-P1	UMA-3-P1	<input checked="" type="checkbox"/>			GOLDEN OMEGA ARICA (GOA)
<input type="checkbox"/> UMA-4-P1	UMA-4-P1	UMA-4-P1	<input checked="" type="checkbox"/>			GOLDEN OMEGA ARICA (GOA)
<input type="checkbox"/> UMA-2-P1	UMA-2-P1	UMA-2-P1	<input checked="" type="checkbox"/>			GOLDEN OMEGA ARICA (GOA)
<input type="checkbox"/> UMA-1B-P1	UMA-1B-P1	UMA-1B-P1	<input checked="" type="checkbox"/>			GOLDEN OMEGA ARICA (GOA)
<input type="checkbox"/> UMA-1B-P2	UMA-1B-P2	UMA-1B-P2	<input checked="" type="checkbox"/>			GOLDEN OMEGA ARICA (GOA)
<input type="checkbox"/> UMA-2-P2	UMA-2-P2	UMA-2-P2	<input checked="" type="checkbox"/>			GOLDEN OMEGA ARICA (GOA)
<input type="checkbox"/> UMA-1A-P2	UMA-1A-P2	UMA-1A-P2	<input checked="" type="checkbox"/>			GOLDEN OMEGA ARICA (GOA)
<input type="checkbox"/> P-23001A	P-23001A	P-23001A	<input checked="" type="checkbox"/>			GOLDEN OMEGA ARICA (GOA)
<input type="checkbox"/> P-23001D	P-23001D	P-23001D	<input checked="" type="checkbox"/>			GOLDEN OMEGA ARICA (GOA)
<input type="checkbox"/> P-23001C	P-23001C	P-23001C	<input checked="" type="checkbox"/>			GOLDEN OMEGA ARICA (GOA)
<input type="checkbox"/> P-23001B	P-23001B	P-23001B	<input checked="" type="checkbox"/>			GOLDEN OMEGA ARICA (GOA)
<input type="checkbox"/> PIT-06430	PIT-06430	PIT-06430	<input checked="" type="checkbox"/>			GOLDEN OMEGA ARICA (GOA)

Figura 4: Vista de activos.

B.3 Vista de órdenes de trabajo

Código	Descripción	Fecha de creación	Prioridad	Activos	Usuarios asignados	Estado	Tipo	Origin Work Order	Task Stat	Completado por usuarios	Tiempo estimado
8186	Postura de 2 manillas para válvulas en VTA	19, Nov 2025 10:31:43 AM	Medio	DESTILACIÓN MOLECULAR	Marcelo Fuentesalba	Asignado	Correctivo				
8183	mantencion a unidades condensadoras inra 5-9	19, Nov 2025 08:16:08 AM	Alto	INRA TG (GOA-PI-SENF)	Carlos Salas	Asignado	Inspección de Climatización				
8182	Apoyo en desbrabar cinta de elevador de capachos.	19, Nov 2025 07:58:51 AM	Más Alto	ELEVADOR DE CAPACHO	Diego Luza	Asignado	Correctivo				
8181	Reparación de fuga por en el fondo (fuga por fis...	19, Nov 2025 06:23:29 AM	Medio	ESTANQUE DE ÁCIDOS	Diego Luza	Evaluación	Inspección o actividad por...				
8180	Eliminar sobre carga de bba de glicerina y revisi...	19, Nov 2025 05:33:24 AM	Alto	BOMBA GLYCEROLSEP (...)	Bastión Ibarache, Saba	Asignado				Bastión Ibarache	
8174	Por favor revisar cuadro de vapor costado de escl...	18, Nov 2025 10:46:13 PM	Alto	PLANTA 1 (GOA-PI)	David Roa, Pedro Cabre...	Asignado	Inspección o actividad por...			David Roa	
8170	Revisión de equipos de unidad chiller Amayer	18, Nov 2025 05:59:33 PM	Alto	CHILLER AMAYER (GOA-...)	Carlos Salas	Asignado	Inspección de Climatización				
8166	Revisión de la válvula XV-15289 que esta con fall...	18, Nov 2025 03:26:45 PM	Más Alto	VÁLVULA ON / OFF-VETI	Diego reves, Sebastián	Asignado	Inspección o actividad por...			Diego reves	
8162	Fuga de aguande OMS en cañería del costado de...	18, Nov 2025 02:05:59 PM	Medio	PLANTA PILOTO (GOA-P)	Gabriel Villamil	Asignado	Correctivo				
8161	Al realizar inspección de la OR se encuentra fuga.	18, Nov 2025 01:58:44 PM	Medio	PLANTA DESALADORA (...)	Josue Chuaquirambani	Asignado	Correctivo				
8160	Revisión y cambio de sello de P-1201 del DM1	18, Nov 2025 01:11:53 PM	Más Alto	BOMBA CENTRIFUGA-P...	Alfonso Platero, Diego r...	Asignado	Correctivo			Diego reves	
8158	intervención en maniobras de válvula	18, Nov 2025 12:49:24 PM	Alto	PLANTA EILES (GOA-SG)	Alfonso Platero	Abierto	Correctivo				
8157	apriete de sello en bomba 22211 (caldera)	18, Nov 2025 11:36:56 AM	Medio	BOMBA ALIMENTACION...	Bastión Ibarache, Marc...	Asignado	Correctivo			Bastión Ibarache, Marc...	
8153	Fuga en línea de recirculación de lauda en DM1	18, Nov 2025 10:25:01 AM	Más Alto	UNIDAD DE REFRIGERA...	Alfonso Platero	Asignado	Correctivo				
8149	reapriete de flange en entrada de etanol al TK8	18, Nov 2025 09:02:03 AM	Más Alto	ESTANQUE PROCESO D...	Alfonso Platero, Marcel	Asignado	Correctivo				
8148	Revisión del motor jet para lavado de estanques	18, Nov 2025 07:15:44 AM	Más Alto	PLANTA 1 (GOA-PI)	Bastión Ibarache, Robe	En ejecución				Bastión Ibarache, Robe	
8145	Inspección Elevador de Capachos - CI	18, Nov 2025 07:03:16 AM	Medio	ELEVADOR DE CAPACHO		Abierto	Inspección Mecánica				
8141	Se necesita reparar gotera en bjt	17, Nov 2025 06:09:18 PM	Alto	BODEGA DE PRODUCTO...	Francisco Páez	Asignado	Correctivo				
8136	Inspection "SI". Verificación de lauda en líneas d...	17, Nov 2025 03:56:42 PM	Alto	AGUA MAR (GOA-SG-AM)		Abierto	Correctivo	WQ 8090			
8132	Cañería de agua potable de Planta piloto rota	17, Nov 2025 02:26:19 PM	Medio	PLANTA PILOTO (GOA-P)	Gabriel Villamil	Asignado	Correctivo				
8118	Inspección de niveles de aceite planta 1-CI	17, Nov 2025 07:02:58 AM	Medio	AGITADOR -XBBL /OSAC		Abierto	Inspección Mecánica				
8115	Inspección preventiva eléctrica en Agua de Mar-CI	17, Nov 2025 12:03:24 AM	Medio	MOTOR BOMBA ACHOUV...		Abierto	Inspección Eléctrica				
8099	Se debe fabricar piping fijo de succión en bomba...	15, Nov 2025 12:43:41 PM	Más Alto	BOMBA DIAFRAGMA-AG...	Alexis Ramirez, Kevin L...	En ejecución	Migrar mecánica			Kevin Le-blanc	
8090	Inspección preventiva mecánica Agua de Mar-CI	15, Nov 2025 02:04:35 AM	Alto	AGUA MAR (GOA-SG-AM)	Hector Saavedra	Abierto	Inspección Mecánica			Hector Saavedra	
8085	Fabricación de compuerta en tolva de manteni...	14, Nov 2025 03:02:24 PM	Medio	TALLER DE SOLDADURA...	Alexis Ramirez	Asignado	Trabajos de soldadura			Alexis Ramirez	
8080	mejorar las condiciones del sky orbit como urgen...	14, Nov 2025 12:27:01 PM	Más Alto	SERVICIOS GENERALES...	Alexis Ramirez	Asignado	Correctivo				
8075	Postura de aislación cañería de vapor en torre et...	14, Nov 2025 09:07:13 AM	Alto	TRANSESTERIFICACIÓN	Gabriel Villamil	Asignado	Mantenimiento Contratista				
8061	Revisión anomalía en funcionamiento de bomba	13, Nov 2025 05:42:38 PM	Alto	BOMBA DE VACÍO-AM (...)	Carlos Moreno, Hector	Asignado	Correctivo			Carlos Moreno	

Figura 5: Vista de órdenes de trabajo.

B.4 Vista de grupo de tareas

Nombre	N.º de tarea
Mant. Prev. Mec. Intercambiador de placas	5
Calibración de instrumento	1
Contratación de instrumento	3
Cambio Prev. Mec. Bomba de vacío de lóbulos	7
Insp. Nivel de aceite	3
Mant. Prev. Mec. Vessels	5
Tareas pre y post inspección	3
Tareas pre y post preventivo	1
Insp. Mec. Válvulas Blanketing	3
Insp. Mec. Agitador	5
Insp. Mec. Filtro vertical de hojas	3
Insp. Mec. Filtro vertical de hojas vibrador neumático	4
Insp. Mec. Bomba de vacío de anillo líquido	5
Insp. Mec. Intercambiador de calor espiral	2
Insp. Eléc. Motorreductor	5
Insp. Eléc. Sensores	4
Insp. Eléc. Válvula on/off	5
Insp. Eléc. Switch	4
Insp. Eléc. Motor eléctrico	5
Insp. Eléc. Válvula de control	5
Insp. Mec. Trampa de vapor	3
Insp. Mec. Bomba dosificadora	5
Insp. Eléc. Bomba dosificadora	2
Insp. Mec. Bomba de vacío de lóbulos	3
Insp. Niveles de aceite	3
Insp. Mec. Bomba Skid de ácido	4
Insp. Mec. Válvula Riles	2
Insp. Fugas Soda	3

Figura 6: Vista de grupo de tareas.

B.5 Vista de proyectos

The screenshot shows a web application interface for project management. On the left is a dark sidebar with a navigation menu. The main area is titled 'Proyectos' and contains a table with the following data:

Nombre	Descripción
<input type="checkbox"/> Parada de Planta 09/04/2...	Parada de planta de "8" horas de detención, abarcando mantenimientos con contratistas y personal inte...
<input type="checkbox"/> Proyecto Filtro de Arena	Instalación de filtro en la entrada de la planta desaladora
<input type="checkbox"/> Proyecto de Separación Ac...	Instalación de reactor para la separación
<input type="checkbox"/> Proyecto filtro catódico TG	Instalación de filtro catódico para el proceso de TG, modificando líneas y adosando cambios estruct...
<input type="checkbox"/> Cuadros de Vapor	
<input type="checkbox"/> Parada de Planta 10/25	
<input type="checkbox"/> Proyecto potabilización de ...	Instalación de sistema para la potabilización de agua proveniente de la planta desalinizadora

Figura 7: Vista de proyectos.

B.6 Vista de programados

The screenshot shows a web application interface for scheduled maintenance. The main area is titled 'Lista de mantenimiento programado' and contains a table with the following data:

Quando	Estado	Código	Prioridad	Activos
<input type="checkbox"/> Every Monday at approx...	<input checked="" type="checkbox"/>	INSP-P1-LUB-SEM	Medio	AGITADOR-RXB1 (26AC01AG01), AGITADOR-TG1 (AG-06200), AGITADOR-TG2 (AG-06400), AGITADOR-TG3 (AG-06500), BOMBA DE VACÍO-VTGI (VP-06580), BOMBA DE VACÍO DE LÓBULOS-VTGL (VP-06520), B...
<input type="checkbox"/> The 1st day of every mont...	<input checked="" type="checkbox"/>	INSP-B1-MEC-HACCP-MEN	Alto	AGITADOR-RXB1 (26AC01AG01), BOMBA DE VACÍO DE ANILLO L[OUIDO-VB1 (26A001P02), FILTRO VERTICAL DE HOJAS-FB1 (26A01F01), INTERCAMBIADOR DE CALOR DE ESPIRAL-RXB1 (26A001W01)
<input type="checkbox"/> Every Monday at approx...	<input checked="" type="checkbox"/>	INSP-P2-LUB-BESEN	Medio	AGITADOR DE DIETICH-ETILB (AG-15272B), AGITADOR EHTILACION REACTOR A-ETILA (AG-15272A), AGITADOR-AV (AG-15153), AGITADOR-RXA (AG-15001), AGITADOR-RXB (AG-15001B), BOMBA DE RECIRC...
<input type="checkbox"/> The 1st day of every mont...	<input checked="" type="checkbox"/>	INSP-SAP-MEC-HACCP-MEN	Medio	AGITADOR EKATO-AE (AG-15602), AGITADOR-AA (AG-15902), AGITADOR-AGP (AG-15201), FUEJLE DOSIFICACION SODA-RXA (YS-15004), TORNILLO DE SODA SAPONIFICACION 2-CSR (CS-15001B), TORNILLO...
<input type="checkbox"/> Every year, on September...	<input checked="" type="checkbox"/>	INSP-ALMAEXT-MEC-HACCP-NCH-MEN	Medio	AGITADOR ESTANQUE-T2000 (AG-03004), AGITADOR-T2000 (AG-20001), BOMBA CENTRIFUGA DE DESCARGA CAMIÓN DE FUEL OIL-T2000 (P-20001), BOMBA DE DESCARGA ESTANQUE DE BIODIESEL-T2000 (P...
<input type="checkbox"/> Every year, on September...	<input checked="" type="checkbox"/>	INSP-T3000-ELEC-HACCP-NCH-ANUAL	Medio	AGITADOR ESTANQUE-T3000 (AG-03004), MOTOR AGITADOR-T3000 (MAG-03004), MOTOR ELÉCTRICO-T3000 (MP-03001), MOTOR ELÉCTRICO-T3000 (MP-03003), MOTOR ELÉCTRICO-T3000 (MP-03004), SENSO...
<input type="checkbox"/> The 1st day of every mont...	<input checked="" type="checkbox"/>	INSP-T12000-MEC-HACCP-MEN	Medio	AGITADOR-FORM-FORM (AG-12005), AGITADOR-T12000 (AG-12001), AGITADOR-T12000 (AG-12002), AGITADOR-T12000 (AG-12003), AGITADOR-T12000 (AG-12004), VÁLVULA PRESIÓN/VACÍO-T12000 (PCV-120...
<input type="checkbox"/> The 1st day of every mont...	<input checked="" type="checkbox"/>	INSP-T01000-MEC-HACCP-MEN	Medio	AGITADOR-T00 (AG-00001), AGITADOR-T00 (AG-00002), AGITADOR-T00 (AG-00003), AGITADOR-T00 (AG-00004), AGITADOR-T00 (AG-00005), VÁLVULA BLANKETING-T00 (PCV-00002A), VÁLVULA DE VENTEO-T0...
<input type="checkbox"/> The 1st day of every mont...	<input checked="" type="checkbox"/>	INSP-T1000 (AG-01004)	Medio	AGITADOR-T1000 (AG-01004), VÁLVULA DE VENTEO-T1000 (PCV-01004B), VÁLVULA PRESIÓN/VACÍO-T1000 (PCV-01001B), VÁLVULA PRESIÓN/VACÍO-T1000 (PCV-01002B), VÁLVULA PRESIÓN/VACÍO-T1000 (PCV-...
<input type="checkbox"/> The 1st day of every mont...	<input checked="" type="checkbox"/>	INSP-T1000-MEC-HACCP-MEN	Medio	AGITADOR-T1000 (AG-10002), AGITADOR-T1000 (AG-10003), VÁLVULA ALTO PRESIÓN-T1000 (PCV-10003B), VÁLVULA PRESIÓN/VACÍO-T1000 (PCV-10001B), VÁLVULA PRESIÓN/VACÍO-T1000 (PCV-10002B)
<input type="checkbox"/> Every year, on September...	<input checked="" type="checkbox"/>	INSP-T2000-ELEC-HACCP-NCH-ANUAL	Medio	AGITADOR-T2000 (AG-20001), MOTOR AGITADOR-T2000 (MAG-20001), MOTOR ELÉCTRICO-T2000 (MP-20001), MOTOR ELÉCTRICO-T2000 (MP-20004), MOTOR ELÉCTRICO-T2000 (MP-20005), SENSOR DE NIVEL-T2000 (LIT-20001), SENSO...
<input type="checkbox"/> The 1st day of every mont...	<input checked="" type="checkbox"/>	INSP-T04000-MEC-HACCP-MEN	Medio	AGITADOR-T4000 (AG-04002), AGITADOR-T4000 (AG-04003), VÁLVULA DE VENTEO-T4000 (PCV-04002B), VÁLVULA DE VENTEO-T4000 (PCV-04003B), VÁLVULA REGULADORA DE PRESIÓN NITRÓGENO-T4000 (PC...
<input type="checkbox"/> The 1st day of every mont...	<input checked="" type="checkbox"/>	INSP-T05000-MEC-HACCP-MEN	Medio	AGITADOR-T5000 (AG-05001), AGITADOR-T5000 (AG-05002), AGITADOR-T5000 (AG-05003), AGITADOR-T5000 (AG-05007), AGITADOR-T5000 (AG-05012), AGITADOR-T5000 (AG-05017), VÁLVULA DE VENTEO-T5...
<input type="checkbox"/> Every day at approx. 7:00...	<input checked="" type="checkbox"/>	INSP-PT-EXT-HACCP-MEN	Medio	AGITADOR-TGI (AG-06200), AGITADOR-TG2 (AG-06400), AGITADOR-TG3 (AG-06500)
<input type="checkbox"/> Every day at approx. 7:00...	<input checked="" type="checkbox"/>	INSP-REV-MEC-AM	Medio	AGUA MAR (GOA-SG-AM), BOMBA ACHUCHE-AM (P-50007), BOMBA DE SUCCIÓN P-50001 (BS-AM1), BOMBA DE SUCCIÓN P-50002 (BS-AM2), BOMBA DE SUCCIÓN P-50003 (BS-AM3), BOMBA DE VACÍO-AM (VP-5...
<input type="checkbox"/> Every 11 months on the 1...	<input checked="" type="checkbox"/>	INSP-PT-EXT-HACCP-MEN	Medio	ANILLADORA DE TAMBORES-AT (9003), GRAFADORA DE TAMBORES-AT (9004), PESTAÑADORA DE TAMBORES-AT (9007), PROBADORA DE FUGAS DE TAMBORES-AT (9005), REDONDEADORA DE TAMBORES-AT (...
<input type="checkbox"/> Every 11 months on the 1...	<input checked="" type="checkbox"/>	CERT-OS10-RV-3A	Alto	BATEA DE DESCARGA DE FILTRO PRENSA A-BFA (21B0805), BATEA DE DESCARGA DE FILTRO PRENSA B-BFB (21B0806), DIM2-SP1-D1 (H-04200), DIM2-SP2-D2 (H-04210), EYECTOR DE VACÍO-VDM2 (VP-0421)
<input type="checkbox"/> Every 2 months on the 1st...	<input checked="" type="checkbox"/>	INSP-PREV-MEC-AM1	Medio	BOMBA ACHUCHE-AM (P-50007), BOMBA ELEVADORA-AM (P-50004), BOMBA SUCCIÓN-AM (P-50003)
<input type="checkbox"/> The 1st day of every mont...	<input checked="" type="checkbox"/>	INSP-MEC-HACCP-MEN	Medio	BOMBA ALFA LAVA-ETILA (P-15271A), BOMBA ALFA LAVA-ETILB (P-15271B)
<input type="checkbox"/> Every Monday at approx...	<input checked="" type="checkbox"/>	INSP-MEC-DESA-PLUGA-D	Medio	BOMBA BACKWASH LIF (P-28040), BOMBA DE ALIMENTACIÓN (P-28030), PRETRATAMIENTO LIF (GOA-SG-PD-PRE), TRATAMIENTO OR (GOA-SG-PD-TBA)
<input type="checkbox"/> The 1st day of every mont...	<input checked="" type="checkbox"/>	INSP-T3HESTRAL-MEC-BC-R-TG	Medio	BOMBA CENTRIFUGA AGUA CALIENTE-TG1 (P-06230), BOMBA CENTRIFUGA AGUA CALIENTE-TG2 (P-06430), BOMBA CENTRIFUGA-TG3 (P-06530)
<input type="checkbox"/> The 1st day of every mont...	<input checked="" type="checkbox"/>	INSP-S004-CSD-MEN	Medio	BOMBA CENTRIFUGA AUTOCALENTANTE CARGA DE SODA-T3000 (P-33001), BOMBA CENTRIFUGA SODA CAUSTICA-T3000 (P-33002), BOMBA CENTRIFUGA SODA CAUSTICA-T3000 (P-33004), BOMBA PERISTALTIC...
<input type="checkbox"/> The 1st day of every mont...	<input checked="" type="checkbox"/>	INSP-S004-CIP-MEN	Medio	BOMBA CENTRIFUGA-CIP (P-19001), ESTANQUE-CIP (E-19001), SENSOR DE CONDUCTIVIDAD-CIP (AIT-19001A), VÁLVULA ON-OFF-CIP (OSV-19001A), VÁLVULA ON-OFF-CIP (OSV-19001B), VÁLVULA ON-OFF-CIP...
<input type="checkbox"/> The 1st day of every mont...	<input checked="" type="checkbox"/>	INSP-S004-RILES-MEN	Medio	BOMBA CENTRIFUGA-PE (P-27005), BOMBA DOSIFICADORA SODA CAUSTICA-PE (P-27002), ESTANQUE-PE (E-27002), VÁLVULA BOLA ON-OFF-PE (OSV-27003)
<input type="checkbox"/> The 1st day of every mont...	<input checked="" type="checkbox"/>	INSP-T2000-MEC-HACCP-MEN	Medio	BOMBA CENTRIFUGA-T2000 (P-02001), BOMBA LÓBULOS-T2000 (P-02003), ESTANQUE ETANOL ANHIDRO-T2000 (E-02001), INDICADOR DE NIVEL-T2000 (LI-02001), INDICADOR DE NIVEL-T2000 (LI-02002), INE...
<input type="checkbox"/> The 1st day of every mont...	<input checked="" type="checkbox"/>	INSP-DM1-MEC-HACCP-MEN	Medio	BOMBA CENTRIFUGA-VOM1 (P-01240), CALEFACTOR DE ACEITE TÉRMICO-HTL1 (RH-01240), VÁLVULA ON / OFF-SPOM1 (OSV-01213)
<input type="checkbox"/> Every 30 days at approx...	<input checked="" type="checkbox"/>	INSP-T3HESTRAL-MEC-BC-VTG	Medio	BOMBA CENTRIFUGA-VTG1 (P-06265), BOMBA CENTRIFUGA-VTG2 (P-06465), BOMBA CENTRIFUGA-VTG3 (P-06565)
<input type="checkbox"/> Every 30 days at approx...	<input checked="" type="checkbox"/>	INSP-S004-MEN	Medio	BOMBA DE ÁCIDO SULFURICO-JIAPG (P-15521), BOMBA DE ALIMENTACIÓN ÁCIDO SULFURICO-AS (P-15275), BOMBA DE ÁCIDO SULFURICO-AS (P-15533), BOMBA DOSIFICADORA ÁCIDO SULFURICO MILTON R...

Figura 8: Vista de programados.

B.7 Vista de información de activo

The screenshot displays the 'Vista de información de activo' (Asset Information View) for a 'SENSOR DE NIVEL-AM (LIT-50010)'. The interface includes a left-hand navigation menu with options like 'Panel', 'Mantenimiento', 'Notificaciones', and 'Activos'. The main content area shows the asset's name, a QR code, and a status indicator 'Online'. Below this, there are tabs for 'General', 'Piezas/BOM', 'Mediciones/Eventos', 'Personal', 'Garantías', 'Empresas', 'Compras', 'Archivos', 'Personalizado', and 'Registro'. The 'Ubicación del activo' (Asset Location) section is active, showing the asset is located at 'AGUA MAR (GOA-SG-AM)' with a 'Show On Map' button. The 'Información general' (General Information) section contains fields for 'Cuenta', 'Centro de costos', 'Marca', 'Modelo', 'Número de serie', 'Código de barras', and 'Código UNSPSC'. The 'Notas' (Notes) field is also present.

Equipo: SENSOR DE NIVEL-AM (LIT-50010)

Referencia: FMPS2-8CACBCCA9FK+AD
Homologación: ATEX II 1/2G Ex e(I) IIC T6 Ga/Gb.
Alimentación: 5a/5a/da cable: 3 hilos: 4.70mA H&RT

Online

Código: LIT-50010 Categoría: SENSOR DE NIVEL

Ubicación del activo

Este Equipment forma parte de:

Este Equipment está ubicado en: AGUA MAR (GOA-SG-AM) Pasillo: Fila: Contenedor:

Show On Map

Usar ubicación heredada (Anular la selección para invalidar) AV. COMANDANTE SAN MARTÍN 3460, ARIICA, ARIICA, 1800000, Chile, Republic of

Información general

Cuenta: Centro de costos:

Notas: Marca: Endress+Hauser

Modelo: Levelflex FMPS2

Número de serie:

Código de barras:

Código UNSPSC:

Figura 9: Vista de información de activo.

Apéndice C: Listado de activos levantados

En este apéndice se incluye la lista completa de activos levantados durante la fase de pre-implementación.

C.1 Activos críticos del proceso

ACTIVO	UBICACIÓN	SUBPROCESO	PROCESO
BOMBA DE VACIO DE LOBULOS	PLANTA 1	VACIO TG1	TRANSESTERIFICACION TG
CENTRIFUGA POLISHING CENTRIGUGE	PLANTA 1	SEPARADORAS	TRANSESTERIFICACION TG
CENTRIFUGA GLYCEROL SEPARATION	PLANTA 1	SEPARADORAS	TRANSESTERIFICACION TG
FILTRO VERTICAL DE HOJAS	PLANTA 1	FILTRACION B1	BLANQUEO 1

Figura 10: Lista de activos críticos.

C.2 Activos de servicios industriales

ACTIVO	UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN
COMPRESOR INDUSTRIAL	EQUIPOS GENERALES	CRITICO
PLANTA DE NITROGENO	EQUIPOS GENERALES	CRITICO
SISTEMA DE ENFRIAMIENTO CHILLER	EQUIPOS GENERALES	CRITICO

Figura 11: Lista de activos críticos de servicios industriales.