

Maestría en
Transformación Digital de Negocios

**Trabajo de investigación previo a la obtención del título de
Magíster en Transformación Digital de Negocios**

AUTORES:

Lunix Efrén Ortiz Guamancela

Karen Estefania Acuña Cisneros

TUTORES:

Docente titulación

Antonio Gómez

Jesús del Castillo

José Francisco Garrido Casas

Automatización de la gestión y trazabilidad de inventarios de herramientas, equipos industriales y suministros para construcciones de metalmecánica de la empresa Prometal & Oil Solutions.

Quito, (12 - 2025)

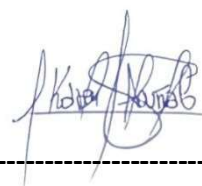
Certificación de autoría

Nosotros, Karen Estefanía Acuña Cisneros y, Lunix Efrén Ortiz Guamancela, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador (UIDE), para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, su reglamento y demás disposiciones legales.



Firma del graduando
Lunix Efrén Ortiz Guamancela



Firma del graduando
Karen Estefanía Acuña Cisneros

Autorización de Derechos de Propiedad Intelectual

Nosotros, **Lunix Efrén Ortiz Guamancela** y **Karen Estefania Acuña Cisneros**, en calidad de autores del trabajo de investigación titulado **“Automatización de la gestión y trazabilidad de inventarios de herramientas, equipos industriales y suministros para construcciones de metalmecánica de la empresa Prometal & Oil Solutions.”** Autorizamos a la Universidad Internacional del Ecuador (UIDE) para hacer uso de todos los contenidos que nos pertenecen o de parte de los que contiene esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación. Los derechos que como autores nos corresponden, lo establecido en los artículos 5, 6, 8, 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento en Ecuador.

D. M. Quito, diciembre 2025



Firma del graduando
Lunix Efrén Ortiz Guamancela



Firma del graduando
Karen Estefania Acuña Cisneros

Aprobación de dirección y coordinación del programa

Nosotros, **Cristian Melo y Pablo Molina, Linux Efrén Ortiz Guamancela y Karen Estefania Acuña Cisneros** son los autores de la presente investigación y que ésta es original, auténtica y personal de ellos.



Pablo Molina
Director EIG Maestría en Transformación Digital



Cristian Melo
Coordinador Maestría en Transformación Digital

DEDICATORIA

A quienes entienden que los cambios reales en las organizaciones se construyen desde la práctica, el orden y la mejora de los procesos. A las personas que, con su apoyo y criterio, contribuyeron al desarrollo de este trabajo académico y profesional.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue posible gracias al acompañamiento de personas que aportaron desde distintos ámbitos. A la familia, por el respaldo constante que permitió sostener el compromiso académico. A los docentes, por el criterio, la exigencia y el enfoque práctico que enriquecieron el proceso formativo. Y a los compañeros de maestría, por el intercambio de experiencias y reflexiones que fortalecieron el desarrollo de este proyecto.

RESUMEN

Prometal & Oil Solutions es el nombre asignado, por razones de confidencialidad, a una empresa ecuatoriana fundada en el año 2012, especializada en el diseño y ejecución de infraestructuras para servicios petroleros, incluyendo la construcción de cisternas, bombas de succión, obra civil y soldaduras especiales para oleoductos de crudo pesado, siendo este último el servicio de mayor demanda dentro de su portafolio.

En el contexto actual, la empresa enfrenta desafíos en la gestión y planificación de proyectos debido a limitaciones en el control y trazabilidad de los inventarios de herramientas, equipos industriales y suministros utilizados en las obras metalmecánicas. La falta de visibilidad en tiempo real sobre la ubicación, disponibilidad y estado de estos activos físicos operativos dificulta la planificación operativa, incrementa el riesgo de retrasos en la ejecución y genera sobrecostos asociados a pérdidas, extravíos o reposiciones no planificadas.

La organización no contaba previamente con una estrategia ni procesos formales de transformación digital, por lo que la gestión de inventarios se realizaba de manera predominantemente manual, con información dispersa y limitada capacidad analítica para la toma de decisiones.

Ante esta problemática, el proyecto propone la automatización de la gestión y trazabilidad de inventarios mediante la implementación de tecnologías etiquetado RFID, complementadas con mecanismos de identificación digital como NFC y biometría facial, orientados exclusivamente al registro de asignación, uso y devolución de activos físicos operativos, sin que ello implique procesos de gestión de recursos humanos.

La solución permitirá iniciar un proceso de transformación digital focalizado en la gestión de inventarios, mejorando la confiabilidad de la información, fortaleciendo la planificación operativa y la toma de decisiones. Asimismo, contribuirá a la reducción de pérdidas, optimización de costos y mejora del desempeño en la ejecución de proyectos metalmecánicos del sector petrolero.

Palabras Claves:

1. Gestión de inventarios

Proceso sistemático orientado al control, registro y administración de herramientas, equipos industriales y suministros, con el objetivo de garantizar su disponibilidad, uso eficiente y adecuada planificación operativa. En el contexto del estudio, la gestión de inventarios se aborda desde una perspectiva digital, enfocada en entornos de construcción metalmecánica.

2. Trazabilidad

Capacidad de identificar, rastrear y monitorear la ubicación, estado y uso de los activos físicos operativos a lo largo de su ciclo de vida en obra. La trazabilidad permite mejorar el control operativo, reducir pérdidas y facilitar la toma de decisiones mediante información confiable y en tiempo real.

3. Transformación digital

Proceso de incorporación estratégica de tecnologías digitales para rediseñar y automatizar procesos organizacionales. En este estudio, la transformación digital se inicia de manera focalizada en la gestión de inventarios, utilizando tecnologías como RFID y mecanismos de identificación digital para mejorar la eficiencia operativa y sentar bases para una cultura organizacional orientada a la digitalización.

4. Automatización

Proceso mediante el cual la empresa sustituye el control manual del inventario por un sistema digital que registra y actualiza automáticamente la información sobre la asignación, uso, devolución, ubicación, disponibilidad y estado de herramientas, equipos e insumos en obra, usando tecnologías como RFID

5. Planificación operativa

Proceso de organizar y programar las actividades de ejecución de los proyectos, asegurando que los activos físicos operativos estén disponibles, ubicados y en condiciones cuando se los necesita

6. RFID

Tecnología que utiliza etiquetas (tags) con un chip y lectores que se comunican mediante ondas de radio para identificar y registrar automáticamente herramientas, equipos e insumos. En el contexto del proyecto, RFID se emplea para etiquetar activos físicos operativos y capturar sus movimientos

(asignación, uso, traslado y devolución), logrando trazabilidad y visibilidad en tiempo real del inventario, reduciendo extravíos, retrasos y sobre costos.

7. Optimización de costos

Conjunto de acciones orientadas a reducir gastos innecesarios y usar mejor los recursos sin afectar la calidad ni el cumplimiento de los proyectos.

8. Toma de decisiones

Proceso mediante el cual la empresa selecciona acciones y alternativas para gestionar sus operaciones y proyectos (por ejemplo, asignar recursos, programar tareas, reponer insumos o redistribuir equipos) con base en la información disponible. La toma de decisiones se fortalece al contar con datos confiables y actualizados en tiempo real sobre el inventario y la trazabilidad de activos.

ABSTRACT

Prometal & Oil Solutions is the name assigned, for confidentiality reasons, to an Ecuadorian company founded in 2012, specialized in the design and execution of infrastructure for oil services, including the construction of tanks, suction pumps, civil works, and specialized welding for heavy crude oil pipelines, the latter being the most demanded service within its portfolio.

In the current context, the company faces challenges in the management and planning of its projects due to limitations in the control and traceability of inventories of tools, industrial equipment, and supplies used in metal-mechanical construction works. The lack of real-time visibility regarding the location, availability, and condition of these operational physical assets hinders operational planning, increases the risk of project delays, and generates additional costs associated with losses, misplacements, or unplanned replacements.

The organization previously lacked a formal digital transformation strategy or processes, resulting in inventory management being carried out predominantly through manual methods, with dispersed information and limited analytical capacity to support decision-making.

In response to this situation, the project proposes the automation of inventory management and traceability through the implementation of RFID tagging technologies, complemented by digital identification mechanisms such as NFC and facial biometrics, used exclusively for recording the assignment, use, and return of operational physical assets, without involving human resource management processes.

The proposed solution will enable the initiation of a digital transformation process focused on inventory management, improving information reliability, strengthening operational planning, and supporting decision-making. Additionally, it will contribute to loss reduction, cost optimization, and improved performance in the execution of metal-mechanical projects within the oil sector.

Keywords

1. Inventory management

A systematic process aimed at the control, recording, and administration of tools, industrial equipment, and supplies, with the objective of ensuring their availability, efficient use, and proper operational planning. In the context of this study, inventory management is approached from a digital perspective, focused on metal-mechanical construction environments.

2. Traceability

The ability to identify, track, and monitor the location, condition, and use of operational physical assets throughout their lifecycle on-site. Traceability enables improved operational control, loss reduction, and decision-making support through reliable, real-time information.

3. Digital transformation

The process of strategically incorporating digital technologies to redesign and automate organizational processes. In this study, digital transformation is initiated in a focused manner on inventory management, using technologies such as RFID and digital identification mechanisms to enhance operational efficiency and establish the foundations for a digitally oriented organizational culture.

4. Automation

A process through which the company replaces manual inventory control with a digital system that automatically records and updates information on the assignment, use, return, location, availability, and condition of tools, equipment, and on-site supplies, using technologies such as RFID.

5. Operational Planning

The process of organizing and scheduling project execution activities, ensuring that operational physical assets are available, located, and in proper condition when needed.

6. RFID (Radio-Frequency Identification)

A technology that uses tags containing a chip and readers that communicate via radio waves to automatically identify and record tools, equipment, and supplies. In this project, RFID is used to tag operational physical assets and capture their movements (assignment, use, transfer, and return), enabling traceability and real-time inventory visibility, reducing losses, delays, and cost overruns.

7. Cost Optimization

A set of actions aimed at reducing unnecessary expenses and using resources more efficiently without compromising quality or project delivery.

8. Decision-Making

The process through which the company selects actions and alternatives to manage its operations and projects (for example, allocating resources, scheduling tasks, replenishing supplies, or reallocating equipment) based on available information. Decision-making is strengthened by having reliable, real-time updated data on inventory and asset traceability.

TABLA DE CONTENIDOS (Índice)

CAPITULO 1. Introducción	1
Planteamiento del problema e importancia del estudio	1
1.1 Definición del proyecto	2
1.2 Naturaleza o tipo de proyecto	2
1.3 Objetivos	3
1.3.1 Objetivo general	3
1.3.2 Objetivos específicos	3
1.4 Justificación e importancia del trabajo de investigación	3
2. Perfil de la organización / empresa	4
2.1.1 Nombre de la empresa	4
2.1.2 Misión, Visión y Valores	4
2.1.3 Actividades, marcas, productos y servicios	4
2.1.4 Ubicación de la sede	4
2.1.5 Ubicación de las operaciones	5
2.1.6 Propiedad y forma jurídica	5
2.1.7 Mercados servidos o ubicación de sus actividades de negocio	5
2.1.8 Tamaño de la organización	5
2.1.9 Información sobre empleados y otros trabajadores	5
2.1.10 Procesos claves relacionados con el objetivo propuesto	6
2.1.11 Principales cifras, ratios y números que definen a la empresa	6
2.1.12 Modelo de negocio	6
2.1.13 Grupos de interés internos y externos	6
2.1.14 Otros datos de interés	6
CAPITULO 2. Estrategia para la Transformación Digital Empresarial	7
2.1. Nombre y Descripción General de la Empresa	7
2.2. Contexto Organizativo y Operativo	7
2.3. Diagnóstico de los retos actuales	9
2.4 Impacto de los retos sobre el negocio	10
3. Diagnóstico Organizacional	11
3.1 Modelo de Madurez Digital aplicado	11
3.2 Auditoría de Procesos, Evaluación de Capacidades Tecnológicas y Talento	12
3.2.1 Comunicaciones	13
3.2.2 Cultura y Liderazgo	13
3.2.3 Datos y Analítica	14

3.2.4 Estrategia y Transformación Digital	14
3.2.5 Personas y Organización	15
3.2.6 Procesos	15
3.2.7 Producto e Innovación	15
3.2.8 Tecnologías y Habilidades Digitales	16
3.3 Análisis FODA	17
3.4 Visión Estratégica Digital	18
3.5 Hoja de Ruta Digital	19
3.6 Integración de los Propósitos Digitales con la Estrategia Empresarial.....	20
3.7 Indicadores Clave de Desempeño (KPI)	21
CAPITULO 3. Finanzas y presupuestos para la transformación digital	23
3.1 Estructura de inversión y costos asociados a la transformación digital	24
3.1.1 Arquitectura básica de la solución prevista en el proyecto	24
3.1.2 Clasificación CAPEX del Proyecto	25
3.1.3 Estimación de CAPEX del Proyecto	26
3.1.4 Clasificación OPEX.....	27
3.1.5 Estimación OPEX	28
3.2 Cálculo / estimación de ROI.....	28
3.2.1 Estimación de beneficios anuales	29
3.2.2 Cálculo del ROI (Año 1)	29
3.2.3 Cálculo del ROI acumulado (horizonte 3 años)	30
3.2.4 Cálculo del WACC.....	31
3.2.5 Cálculo de VAN (Valor Actual Neto).....	32
3.2.6 Cálculo del VAN.....	33
3.2.7 Cálculo de la TIR (Tasa Interna de Retorno).....	34
3.2.8 Cálculo del Payback (Plazo de recuperación)	34
3.2.9 Resumen ejecutivo de resultados financieros	35
3.3 Presupuesto y flujo de caja	35
3.3.1 Clasificación.....	35
3.3.2 Calculo de flujo de caja – Presupuesto de tesorería	36
3.4 Estructura de Capital del proyecto	37
CAPITULO 4. Modelo de negocio digital y estrategias de monetización	38
4.1 Definición del modelo de negocio Digital	38
4.2 Estrategias de monetización más viables según clientes y recursos.....	38
4.3 Análisis de referentes para adaptar mejores prácticas.....	39
4.4 Hoja de Ruta del Modelo de Negocio	40
CAPITULO 5. Plan de negocios para la Transformación Digital	41
5.1 Resumen ejecutivo	41
5.2 Análisis y Diagnóstico.....	41
5.2.1 Contexto del sector industrial.....	41
5.2.2 Situación actual de Prometal & Oil Solutions.....	41
5.2.3 Referentes del mercado.....	41
5.2.4 Brechas y oportunidad de negocio	42

5.3 Visión y Objetivos Estratégicos	42
5.3.1 Visión estratégica	42
5.3.2 Objetivos estratégicos (SMART)	42
5.3.3 Alineación con la estrategia empresarial	42
5.4 Ámbitos de Transformación.....	42
5.4.1 Automatización de inventarios y procesos	42
5.4.2 Plataforma digital como servicio (SaaS / PaaS)	42
5.4.3 Capacitación y gestión del cambio	43
5.4.4 Integración tecnológica.....	43
5.4.5 Experiencia del cliente B2B	43
5.5 Estrategia y Hoja de Ruta.....	43
5.5.1 Iniciativas estratégicas	43
5.5.2 Quick wins	43
5.5.3 Cronograma de implementación	43
5.5.4 Gestión del cambio	44
5.6 Plan de Inversión y Presupuesto	44
5.6.1 Arquitectura básica del sistema SaaS / PaaS.....	44
5.6.2 Costos y previsión inicial - Presupuesto anual estimado del modelo SaaS / PaaS.....	45
5.6.3 ROI Proyectado (Modelo de Precios por suscripción)	47
5.6.4 Financiación de la nueva línea de negocio	49
5.6.5 Gestión de Riesgos	49
5.6.6 Métricas y KPI de éxito	50
5.6.7 Gobernanza y Liderazgo Digital.....	52
5.6.8 Plan de Comunicación y Cultura Digital	52
5.7.0 Conclusiones	53
Referencias	54
Bibliografía.....	55
Anexo 1: Viabilidad técnica del uso de RFID	57
Anexo 2: Prototipo conceptual de dashboard.....	59
Anexo 3: Gobernanza de Datos del Sistema	61

LISTA DE TABLAS (Índice de tablas)

Tabla N.1 Enfoque estratégico del propósito primario-Ruta digital de Prometal & Oil Solutions	19
Tabla N.2 Enfoque estratégico del propósito secundario-Ruta digital de Prometal & Oil Solutions.....	20
Tabla N.3 Matriz de Kpis de la Estrategia empresarial de Prometal & Oil Solutions.....	22
Tabla N.4 Clasificación CAPEX de Prometal & Oil Solutions	25
Tabla N.5 Estimación del CAPEX del Proyecto de Prometal & Oil Solutions.....	26
Tabla N.6 Clasificación OPEX de Prometal & Oil Solutions	27
Tabla N.7 Gastos operativos recurrentes de Prometal & Oil Solutions.....	28
Tabla N.8 Estimación de beneficios anuales de Prometal & Oil Solutions	29
Tabla N.9: Flujo del primer año de Prometal & Oil Solutions.....	29
Tabla N.10: Cálculo del ROI acumulado de Prometal & Oil Solutions (horizonte 3 años).....	30
Tabla N.11: Cálculo de WACC de Prometal & Oil Solutions.....	31
Tabla N.12 Flujo del proyecto de Prometal & Oil Solutions	33
Tabla N.13: Flujos TIR de Prometal & Oil Solutions.....	34
Tabla N.14: Resumen ejecutivo de resultados financieros de Prometal & Oil Solutions	35
Tabla N.15: Flujo de Tesorería año 1 de Prometal & Oil Solutions.....	36
Tabla N.16 Análisis comparativo de referentes.....	39
Tabla N.17 Hoja de ruta de línea de negocio Saas/Paas	43
Tabla N.18: Definición de las etapas de los procesos de gestión y trazabilidad de línea de negocio Saas/Paas.....	45
Tabla N.19: Proforma de la línea de negocio Saas/Paas.....	46
Tabla N.20: Modelo de precios por suscripción de la línea de negocio Saas/Paas	47
Tabla N.21: Presupuesto de venta año 1 de la línea de negocio Saas/Paas.....	47
Tabla N.22: Análisis de escenarios (conservador) de la línea de negocio Saas/Paas.....	48
Tabla N.23: Estimación de ROI de la línea de negocio Saas/Paas.....	48

Tabla N.24: Matriz de riesgos de la línea de negocio Saas/Paas	49
Tabla N.25: Matriz de KPIS de la perspectiva Operativa de la línea de negocio Saas/Paas	50
Tabla N.26: Matriz de KPIS de la perspectiva de clientes de la línea de negocio Saas/Paas	51
Tabla N.27: Matriz de KPIS de la perspectiva Financiera de la línea de negocio Saas/Paas.....	51

LISTA DE FIGURAS (Índice de figuras)

Figura N.1 Estructura Organizacional Prometal & Oil Solutions.....	8
Figura N.2: Nivel de madurez digital de Prometal & Oil Solutions	11
Figura N.3: FODA (Canva).....	17
Figura N.4: FODA Prometal & Oil Solutions (Canva).....	17
Figura N.5 Estructura básica de modelo de Negocio de Prometal & Oil Solutions	24
Figura N.6: Hoja de ruta de línea de negocio de la línea de negocio Saas/Paas	40
Figura N.7: Estructura básica de la línea de negocio Saas/Paas.....	44

CAPITULO 1

INTRODUCCION

La transformación digital se ha convertido en un elemento estratégico clave para la competitividad y sostenibilidad de las organizaciones, especialmente en sectores industriales donde la eficiencia operativa, el control de recursos y el cumplimiento de plazos son determinantes. Quimiz Sandoya et al. (2024) En entornos como la construcción metalmecánica vinculada a servicios petroleros, la gestión adecuada de los recursos físicos utilizados en obra constituye un factor crítico para el desempeño organizacional.

En este contexto, la gestión de inventarios de herramientas, equipos industriales y suministros adquiere un rol central, debido a su constante movilidad entre bodegas, centros de distribución y frentes de trabajo. La ausencia de mecanismos digitales que permitan su control y trazabilidad en tiempo real limita la planificación operativa, incrementa el riesgo de pérdidas y genera ineficiencias que impactan directamente en los costos y en la ejecución de los proyectos.

A partir de esta realidad, el presente estudio aborda la problemática de la gestión de inventarios en una empresa del sector metalmecánico y petrolero, planteando un enfoque de transformación digital focalizada, orientado a mejorar el control, la trazabilidad y la disponibilidad de información como base para una operación más eficiente y sostenible.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA E IMPORTANCIA DEL ESTUDIO

En el sector industrial, la eficiencia operativa y el control de recursos constituyen factores críticos para la competitividad de las organizaciones. En este contexto, Prometal & Oil Solutions, empresa dedicada al diseño y ejecución de infraestructuras para servicios petroleros, enfrenta limitaciones en la gestión y control de los inventarios de herramientas, equipos industriales y suministros utilizados en sus obras metalmecánicas.

Actualmente, la gestión de inventarios se realiza principalmente mediante registros manuales y hojas de cálculo, los cuales resultan insuficientes para disponer de información confiable y en tiempo real sobre la ubicación y disponibilidad de los recursos. Esta situación dificulta la planificación operativa y genera ineficiencias, tales como retrasos en la ejecución de proyectos y sobrecostos asociados a pérdidas, extravíos y reposiciones no planificadas, evidenciando la necesidad de abordar el problema desde una perspectiva de transformación digital aplicada.

Desde una perspectiva académica y empresarial, el presente estudio contribuye a la optimización de un proceso operativo crítico para empresas del sector metalmecánico y petrolero: la gestión de inventarios. A través de un caso aplicado de transformación digital focalizada, el trabajo se orienta a fortalecer el control y la trazabilidad de inventarios, así como a generar información confiable que apoye la planificación operativa y la toma de decisiones en entornos industriales de alta exigencia técnica.

1.1 Definición del proyecto

El presente proyecto de Automatización de la gestión y trazabilidad de inventarios de herramientas, equipos industriales y suministros para construcciones de metalmecánica de la empresa Prometal & Oil Solutions tiene como propósito mejorar el control, la trazabilidad y la disponibilidad de información asociada a los inventarios utilizados en sus operaciones.

Los registros generados por el sistema de trazabilidad constituyen una fuente estructurada de datos operativos, los cuales pueden ser utilizados para la planificación del uso de recursos, control de inventarios, optimización de procesos y apoyo a la toma de decisiones tanto a nivel operativo como gerencial.

El proyecto contempla la posibilidad de integrar dichos registros a una capa de análisis y visualización de datos, mediante herramientas de inteligencia de negocio o plataformas analíticas, tales como Power BI u otras soluciones equivalentes, denotando que el desarrollo de su aplicación no es el enfoque exclusivo del proyecto.

En una primera fase, el proyecto se orienta a la implementación de un piloto de transformación digital enfocado en el centro de distribución, con el fin de disponer de información confiable que permita reducir tiempos improductivos, optimizar la planificación de plazos de entrega y potenciar la eficiencia del proceso productivo. Esta fase busca validar la digitalización de la gestión de inventarios como un proceso operativo crítico para la organización.

De manera complementaria, y como una proyección futura, el proyecto contempla la posibilidad de escalar la solución hacia el ofrecimiento de servicios de gestión y trazabilidad de inventarios a otras empresas del sector con problemáticas similares. Esta proyección se concibe como una oportunidad de evolución hacia modelos de servicio digital, posicionando a la empresa como un referente en innovación operativa y transformación digital en el ámbito industrial, sin que ello forme parte del alcance principal del presente estudio.

1.2. Naturaleza o tipo de proyecto

El presente trabajo corresponde a un proyecto de innovación empresarial, enfocado en la transformación digital de un proceso operativo específico dentro de una empresa del sector metalmecánico vinculada a servicios petroleros. Su carácter es aplicado, ya que se desarrolla a partir de una problemática real identificada en la gestión de inventarios de herramientas, equipos industriales y suministros utilizados en obra.

El proyecto no busca una transformación digital integral de toda la organización, sino que se concentra en la optimización de un proceso crítico, cuyo impacto es directo en la planificación operativa, el control de recursos y la eficiencia en la ejecución de proyectos. En este sentido, se plantea como una transformación digital focalizada, orientada a mejorar la trazabilidad, disponibilidad de información y control operativo de los inventarios.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Automatizar la gestión y trazabilidad de las herramientas, equipos industriales e insumos utilizados en los diferentes frentes de obra de la empresa, mediante el uso de tecnologías digitales, con el fin de fortalecer la operatividad y el cumplimiento de los cronogramas de ejecución.

1.3.2 Objetivos específicos

- Analizar el proceso actual de gestión de inventarios de la empresa, identificando limitaciones en el control, la trazabilidad y la disponibilidad de información sobre herramientas, equipos industriales y suministros.
- Diseñar un modelo de gestión de inventarios digital que permita estandarizar el registro, seguimiento y control del uso de herramientas, equipos industriales y suministros entre el centro de distribución y las obras metalmecánicas.
- Implementar un piloto de automatización de inventarios enfocado en el centro de distribución, orientado a mejorar la visibilidad, disponibilidad y confiabilidad de la información para la planificación operativa.
- Evaluar el impacto del piloto en términos de reducción de pérdidas, disminución de tiempos improductivos y mejora en la planificación de los recursos utilizados en obra.
- Establecer lineamientos que permitan la adopción progresiva del modelo propuesto y su posible escalabilidad hacia otros proyectos u organizaciones con necesidades operativas similares.

1.4 Justificación e importancia del trabajo de investigación

La presente investigación se justifica por su aporte a la transformación digital aplicada a la gestión de negocios, a partir de la optimización de un proceso operativo crítico: la gestión y trazabilidad de inventarios de herramientas, equipos industriales e insumos en un entorno de construcción metalmecánica. El estudio parte del reconocimiento de que la transformación digital no se limita a la adopción de tecnología, sino que implica la integración estratégica de procesos y herramientas digitales para mejorar la eficiencia, el control y la toma de decisiones.

En este sentido, el trabajo propone un enfoque aplicado que vincula tecnología y procesos, evidenciando cómo la digitalización de la gestión de inventarios puede convertirse en un habilitador de valor para el negocio, al reducir pérdidas operativas, optimizar la planificación de proyectos y fortalecer el control interno. La investigación demuestra que el impacto de la transformación digital se concreta cuando las soluciones tecnológicas se apoyan en procedimientos claros y reglas operativas estandarizadas.

Asimismo, contribuye a la construcción de un modelo operativo de gestión de inventarios con enfoque digital, potencialmente transferible a empresas del sector, reforzando la transformación digital como una herramienta estratégica para la competitividad y sostenibilidad del negocio.

2. PERFIL DE LA ORGANIZACIÓN / EMPRESA

2.1. NOMBRE, ACTIVIDADES, MERCADOS SERVICIOS Y PRINCIPALES CIFRAS

2.1.1 Nombre de la empresa: Prometal & Oil Solutions, nombre asignado, por razones de confidencialidad, a una empresa ecuatoriana fundada en el año 2012, que opera en el sector metalmecánico y de servicios petroleros.

2.1.2. Misión, visión y valores

Misión

Brindar soluciones metalmecánicas confiables para el sector petrolero, ejecutando proyectos con altos estándares técnicos, seguridad operativa y cumplimiento de plazos, mediante una gestión eficiente de recursos y procesos.

Visión

Consolidarse como una empresa metalmecánica reconocida a nivel nacional por su eficiencia operativa, calidad técnica y adopción progresiva de tecnologías digitales que fortalezcan su competitividad.

Valores

- Responsabilidad operativa
- Seguridad industrial
- Cumplimiento y confiabilidad
- Mejora continua

2.1.3. Actividades, marcas, productos y servicios

- Diseño y construcción de infraestructuras para servicios petroleros
- Fabricación y montaje de cisternas y estructuras metálicas
- Instalación de bombas de succión
- Obras civiles asociadas a proyectos industriales
- Soldaduras especiales para oleoductos de crudo pesado

La empresa opera bajo la marca Prometal & Oil Solutions.

2.1.4. Ubicación de la sede

La sede administrativa y operativa principal se encuentra ubicada en la ciudad de Quito, Ecuador, donde funcionan las áreas de dirección, administración, logística y control de inventarios.

2.1.5. Ubicación de las operaciones

Las operaciones se desarrollan en:

- Centro de distribución y bodega principal
- Frentes de obra temporales ubicados en distintas zonas del país, principalmente en regiones con actividad petrolera

2.1.6. Propiedad y forma jurídica

Empresa de capital privado en Sociedad Anónima (S.A.), propiedad de los fundadores (familiar) y un pequeño grupo de socios inversores.

2.1.7. Mercados servidos o ubicación de sus actividades de negocio

El mercado objetivo es petrolero, sin embargo, se brinda servicio a empresas industriales que demanden fabricación y montaje metalmecánico, proyectos vinculados a oleoductos, clientes que operan con equipos mecánicos (bombas, tuberías, estructuras) y requieren servicios correctivos o preventivos, tanto en el sector público como privados, principalmente en la región Sierra y Oriente ecuatoriano.

2.1.8. Tamaño de la organización

Empresa clasificada como pequeña y mediana empresa (PYME), con estructura organizacional compacta y alta dependencia de la coordinación operativa en campo.
Facturación anual aproximada previa a la digitalización: USD 2,483,678.61

2.1.9. Información sobre empleados y otros trabajadores

Prometal & Oil Solutions cuenta con un equipo permanente de 11 colaboradores, distribuidos en áreas estratégicas, administrativas y operativas, acorde con su naturaleza como empresa PYME del sector metalmecánico que opera bajo un esquema por proyectos.

Este equipo incluye personal en funciones de dirección y coordinación, áreas administrativas y de compras, así como bodega, logística y atención comercial, responsables de la gestión, control y soporte de las operaciones. La estructura organizacional ha sido diseñada para mantener agilidad operativa, facilitar la toma de decisiones y asegurar el control de recursos críticos para la ejecución de proyectos. El dimensionamiento del equipo permite a la empresa atender de manera eficiente sus operaciones habituales, complementándose con personal temporal por obra y proveedores externos cuando el volumen o la complejidad de los proyectos así lo requiere.

2.1.10. Procesos claves relacionados con el objetivo propuesto

- Gestión de inventarios de herramientas, equipos industriales y suministros
- Almacenamiento y despacho desde bodega
- Asignación de recursos a frentes de obra
- Control de devoluciones y estado de los equipos
- Registro y conciliación de inventarios

2.1.11. Principales cifras, ratios y números que definen a la empresa

(valores referenciales y no confidenciales)

- Años de operación: 4–5 años
- Número promedio de proyectos anuales: 6–10
- Rotación frecuente de herramientas y equipos entre obras
- Alta proporción de inventarios móviles respecto a inventarios fijos
- Costos operativos sensibles a pérdidas y reposiciones de inventario

2.1.12. Modelo de negocio

Modelo B2B basado en proyectos, donde los ingresos provienen de contratos por obra o servicios específicos. La eficiencia operativa, el control de recursos y el cumplimiento de plazos son factores críticos para la rentabilidad.

2.1.13. Grupos de interés internos y externos

Internos

- Dirección y socios
- Personal administrativo
- Supervisores de obra
- Personal operativo

Externos

- Clientes del sector petrolero
- Proveedores de insumos y equipos
- Entidades reguladoras
- Contratistas y subcontratistas

2.1.14. Otros datos de interés

- La empresa no contaba con iniciativas formales de transformación digital antes del presente proyecto
- La gestión de inventarios representa un punto crítico de control operativo
- Existe apertura gerencial para incorporar soluciones digitales orientadas a eficiencia y control

CAPITULO 2. Estrategia para la Transformación Digital Empresarial

2.1. Nombre y Descripción General de la Empresa

- **Nombre de la empresa:** Prometal & Oil Solutions
- **Año de fundación:** 2012
- **Industria / Sector:** Metal Mecánica y Servicios Petroleros
- **Productos o servicios ofrecidos:** Servicios metalmecánicos para sector petrolero, con énfasis en soldadura especializada (oleoductos de crudo pesado). Complementa esta actividad con la fabricación, montaje y mantenimiento de infraestructura y estructuras metálicas, incluyendo la intervención en cisternas, tanques y sistemas de bombeo según los requerimientos técnicos de cada proyecto.
- **Modelo de negocio:** B2B Dirigido a empresas petroleras y de manera complementaria, en sectores industrial y público/privado que demandan soluciones metalmecánicas especializadas.

2.2. Contexto Organizativo y Operativo

- **Número de empleados:**

Prometal & Oil Solutions opera con un equipo permanente de 11 colaboradores, estructurado bajo un modelo organizacional funcional y de roles múltiples, propio de una empresa PYME que desarrolla proyectos metalmecánicos para el sector petrolero.

La estructura incluye 1 Gerente General, quien además cumple funciones de dirección estratégica y coordinación comercial; 1 Gerente de Operaciones, que actúa como responsable de la planificación y supervisión de proyectos; y 1 Gerente Administrativo–Financiero, que integra funciones de administración, control financiero y apoyo a la gestión interna. Estas funciones gerenciales se complementan con 1 responsable de compras, encargado de la gestión de proveedores e insumos críticos.

A nivel operativo y de soporte, la empresa cuenta con 4 colaboradores en bodega y control de inventarios, responsables del despacho, recepción y custodia de herramientas, equipos industriales y suministros; 2 colaboradores en logística, enfocados en la coordinación de entregas, traslados y apoyo a obra; y 2 colaboradores en marketing y atención al cliente, que apoyan la gestión comercial, comunicación y relación con clientes.

Este equipo permanente se complementa con personal temporal por obra, así como con proveedores y colaboradores externos, permitiendo a la empresa mantener flexibilidad operativa y responder de manera eficiente a las exigencias de cada proyecto.

- Ubicación de la sede y otras oficinas: Oficinas administrativas en la ciudad de Quito con un centro de distribución logístico y con sucursales de operación en el Oriente, a demanda del proyecto.
- **Estructura organizativa (jerárquico- funcional).**

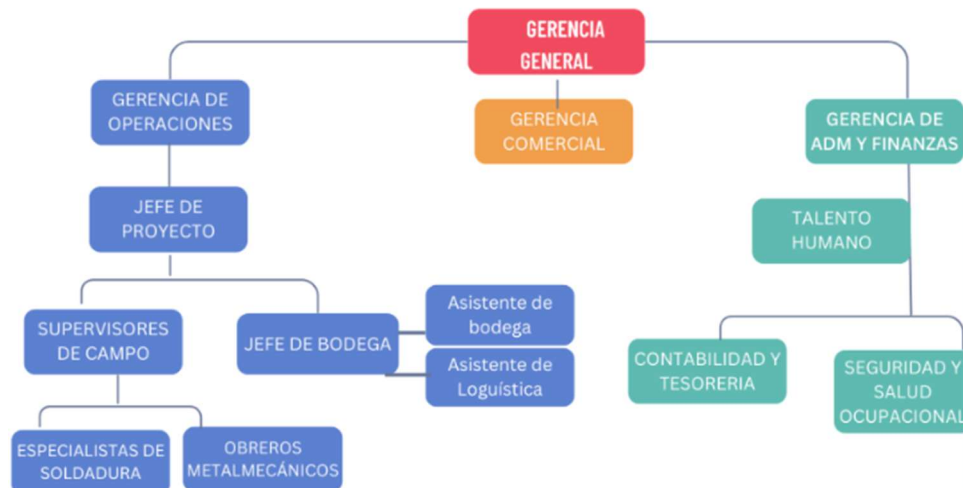


Figura N.1 Estructura Organizacional Prometal & Oil Solutions
Fuente: Elaboración propia

- **Situación financiera (crecimiento, rentabilidad, ingresos, etc.):**
 - o Ventas Totales: USD 2,483,678.61
 - o Egresos Totales: USD 2,262,972.13
 - o Utilidad antes de Reservas: USD 187,600.50
 - o Utilidad Gravable: USD 159,460.42
 - o Utilidad del Ejercicio: USD 143,514.38
- **Crecimiento en ingresos:** La empresa depende casi en su totalidad de las ventas de servicios, lo cual puede ser una fortaleza (especialización) pero también un riesgo (poca diversificación).
 - o **Rentabilidad ajustada:** El margen neto (5.8%) es positivo, pero bajo, reflejando que gran parte de los ingresos se consumen en costos variables.
 - o **Estructura de costos:** La alta proporción de costos variables sugiere oportunidades en renegociar insumos, mejorar eficiencia operativa o buscar ingresos complementarios.

- **Otros ingresos mínimos:** La dependencia de ingresos no operativos es casi nula, por lo que no hay colchón adicional en caso de caídas de ventas.

2.3. Diagnóstico de los retos actuales

Reto 1: Gestión manual y limitada trazabilidad de inventarios operativos

Descripción: La empresa presenta limitaciones tecnológicas en la gestión y control de inventarios de herramientas, equipos industriales y suministros utilizados en sus proyectos metalmecánicos. Actualmente, el registro y seguimiento de estos recursos se realiza principalmente mediante hojas de cálculo y controles manuales, lo que impide disponer de información confiable y en tiempo real sobre su ubicación, disponibilidad y estado, tanto en bodega como en los diferentes frentes de obra.

Implicaciones para la organización

- Dificultad para planificar adecuadamente la asignación de recursos a proyectos y cronogramas de obra.
- Incremento de pérdidas, extravíos y reposiciones no planificadas de herramientas y equipos.
- Retrasos en la ejecución de proyectos por falta de disponibilidad o desconocimiento del estado de los recursos.

Reto 2: Dependencia de controles informales y baja estandarización de procesos

Descripción: La gestión de inventarios depende en gran medida de controles informales realizados por supervisores y personal operativo, sin procedimientos estandarizados de solicitud, autorización, despacho, custodia y devolución de herramientas y equipos. Esta situación se ve agravada por la rotación de personal temporal en obra y la falta de mecanismos digitales que respalden el control interno.

Implicaciones para la organización

- Alto riesgo de incumplimiento de procedimientos internos y contractuales.
- Falta de evidencia confiable para auditorías internas o reclamos operativos.
- Mayor carga operativa para supervisores y jefes de proyecto, quienes deben resolver incidencias de manera reactiva.

Reto 3: Ausencia de un enfoque de transformación digital aplicado al negocio

Descripción: Prometal & Oil Solutions no contaba previamente con una estrategia ni con procesos formales de transformación digital. La tecnología no ha sido utilizada como una herramienta para rediseñar procesos clave, sino únicamente como soporte básico (registros en Excel), lo que limita el aprovechamiento de datos para la toma de decisiones operativas y estratégicas.

Implicaciones para la organización

- Imposibilidad de analizar patrones de uso, rotación y consumo de herramientas y equipos.
- Falta de indicadores operativos que apoyen la mejora continua y la eficiencia del negocio.
- Pérdida de oportunidades para escalar el modelo operativo o desarrollar servicios digitales a futuro.

2.4. Impacto de los retos sobre el negocio

Impacto del Reto 1: Gestión manual y limitada trazabilidad de inventarios

Áreas afectadas

- **Operaciones:** dificultad para coordinar la asignación oportuna de herramientas, equipos industriales y suministros entre bodega y frentes de obra.
- **Logística y bodega:** mayor carga operativa por controles manuales, registros duplicados y correcciones posteriores.
- **Planificación de proyectos:** limitaciones para estimar tiempos y recursos reales al no contar con información confiable sobre disponibilidad de inventario

Indicadores clave

- Incremento en los tiempos de preparación y arranque de obra por falta de herramientas o equipos disponibles.
- Aumento de compras emergentes y reposiciones no planificadas de insumos y equipos industriales.
- Mayor riesgo de retrasos en la ejecución y entrega de proyectos, afectando el cumplimiento de cronogramas contractuales.

Impacto del Reto 2: Dependencia de controles informales y baja estandarización de procesos

Áreas afectadas

- **Control interno:** debilidad en los mecanismos de autorización, custodia y devolución de herramientas y equipos industriales.
- **Gestión de proyectos:** dificultad para identificar responsabilidades ante pérdidas, daños o uso inadecuado de recursos.
- **Relación con clientes:** riesgo operativo al no contar con evidencia clara sobre la correcta gestión de recursos críticos en el lugar de la obra (en las instalaciones del cliente).

Indicadores clave

- Incremento en incidentes de extravío, daño o uso no autorizado de herramientas y equipos.
- Falta de trazabilidad documental para auditorías internas o revisiones contractuales.
- Mayor dependencia de la supervisión directa, reduciendo la eficiencia del personal clave.

Impacto del Reto 3: Ausencia de un enfoque de transformación digital aplicada al negocio

Áreas afectadas

- **Toma de decisiones:** limitada capacidad de análisis sobre uso, rotación y consumo de inventarios.
- **Eficiencia operativa:** imposibilidad de identificar patrones de mejora o ineficiencias recurrentes.
- **Estrategia del negocio:** dificultad para escalar el modelo operativo o replicarlo en nuevos proyectos.

Indicadores clave

- Decisiones operativas basadas en información incompleta o desactualizada.
- Falta de indicadores clave de desempeño (KPIs) relacionados con inventarios y uso de recursos.
- Pérdida de oportunidades para desarrollar servicios digitales o modelos de monetización basados en la gestión operativa.

3. Diagnóstico Organizacional

3.1 Modelo de Madurez Digital aplicado:

Para evaluar el nivel de madurez digital de la empresa, se aplicó un diagnóstico de transformación digital utilizando la herramienta ChequeoDigital.net, plataforma de acceso abierto desarrollada y promovida por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Esta herramienta permite analizar de manera estructurada el estado de digitalización de las organizaciones, especialmente en el contexto de pequeñas y medianas empresas.

El modelo de diagnóstico evalúa el grado de madurez digital a partir de ocho dimensiones clave: Comunicaciones, Cultura y liderazgo, Datos y analítica, Estrategia y transformación digital, Organizaci3n y personas, Tecnologías y habilidades digitales, y Procesos.

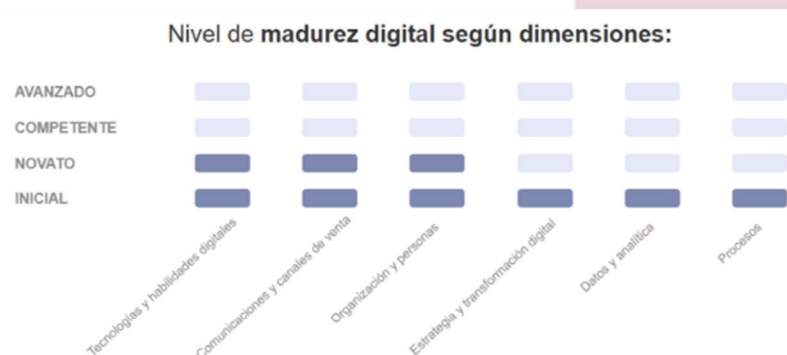


Figura N.2: Nivel de madurez digital de Prometal & Oil Solutions

Fuente: chequeodigital.net (resultado de prueba de madurez)

Nivel actual de madurez digital

Prometal & Oil Solutions presenta un nivel de madurez digital Novato, caracterizado por un uso básico y no integrado de herramientas digitales en sus procesos operativos y administrativos. Si bien la empresa reconoce que la digitalización puede aportar mejoras, no cuenta aún con una estrategia formal ni con una hoja de ruta definida de transformación digital.

En la práctica, la gestión de información se apoya principalmente en hojas de cálculo (Excel) y registros manuales para el control de inventarios y seguimiento operativo. Estas herramientas funcionan como mecanismos de registro básico, pero no permiten integración, actualización en tiempo real ni análisis sistemático, lo que limita su utilidad para la planificación y la toma de decisiones.

Justificación del diagnóstico

- El diagnóstico evidencia un nivel inicial en dimensiones clave como Estrategia y transformación digital, Datos y analítica y Procesos, reflejando la ausencia de planificación digital y estandarización de procedimientos.
- El uso de hojas de cálculo como principal herramienta de gestión muestra una digitalización orientada al registro, sin capacidades de trazabilidad ni automatización.
- La gestión de inventarios de herramientas, equipos industriales y suministros se realiza de forma predominantemente manual, con información dispersa y limitada confiabilidad operativa.

Mejora prioritaria identificada

Se identifica como acción prioritaria evolucionar desde un modelo basado en hojas de cálculo hacia un sistema digital integrado de gestión y trazabilidad de inventarios, incorporando tecnologías como RFID (implantar una fase piloto). La información capturada por el sistema RFID constituye un activo estratégico que puede ser analizado y visualizado mediante herramientas de inteligencia de negocio, plataformas analíticas o aplicaciones personalizadas, sin limitarse a una tecnología específica, constituyendo un primer paso hacia una transformación digital progresiva

3.2 Auditoría de Procesos, Evaluación de Capacidades Tecnológicas y Talento (Paso 1: Partimos del diagnóstico)

PROMETAL & Oil Solutions se encuentra en una etapa inicial de madurez digital, con un nivel general Novato. La empresa ha incorporado herramientas digitales de forma puntual para apoyar su operación diaria; sin embargo, no ha desarrollado una estrategia formal de transformación digital ni un plan estructurado que articule la tecnología con sus procesos críticos.

El diagnóstico evidencia avances aislados y una apertura al cambio, pero también brechas relevantes en dimensiones clave como comunicaciones, datos y analítica, procesos, producto e innovación, y tecnologías digitales. Estas limitaciones impactan directamente en la eficiencia operativa, la trazabilidad de recursos en obra y la capacidad de la empresa para planificar, controlar y escalar sus proyectos de manera sostenible. A partir de este análisis, se plantean recomendaciones específicas por dimensión, con el objetivo de avanzar gradualmente hacia una operación más ordenada, conectada y competitiva, alineada con la realidad operativa de la organización.

3.2.1 Comunicaciones (Nivel: Inicial)

Actualmente, Prometal & Oil Solutions no cuenta con canales digitales formales ni estandarizados para la comunicación interna ni externa. La interacción entre áreas operativas, así como con clientes y proveedores, se realiza principalmente mediante llamadas telefónicas, mensajería instantánea y correos electrónicos personales, lo que limita la trazabilidad de la información y la coordinación estructurada por proyecto.

Impacto estratégico:

- Limitada capacidad para coordinar múltiples proyectos en paralelo.
- Riesgo de errores operativos por falta de información centralizada.
- Afectación a la confiabilidad operativa frente a clientes del sector petrolero.

Recomendación:

Implementar una plataforma colaborativa corporativa (Tipo Office 365 o Google Workspace) que permita centralizar la comunicación, organizar la información por proyecto y reducir la dependencia de canales informales, mejorando la coordinación y el control operativo. Además, utilizar herramientas de análisis de los datos recopilados por el sistema de RFID, como Power BI, Orange.

3.2.2 Cultura y Liderazgo (Nivel: Básico)

La empresa presenta una cultura organizacional orientada al cumplimiento operativo y a la resolución práctica de problemas. El liderazgo reconoce la necesidad de mejorar la gestión y modernizar ciertos procesos; no obstante, la transformación digital no ha sido abordada de manera explícita como un eje estratégico del negocio.

Impacto estratégico:

- Iniciativas de mejora impulsadas de forma reactiva y no planificada.
- Dificultad para alinear a toda la organización en torno a prioridades digitales.
- Riesgo de que los esfuerzos de digitalización se diluyan en el tiempo.

Recomendación:

Vincular los objetivos de la estrategia empresarial / negocio con el rol del liderazgo en la adopción gradual de soluciones digitales, vinculando claramente la tecnología con mejoras concretas en control, eficiencia operativa y reducción de riesgos operativos.

3.2.3 Datos y Analítica (Nivel: Inicial)

La información operativa y administrativa se gestiona principalmente mediante hojas de cálculo (Excel), registros físicos y documentos dispersos, sin estandarización ni análisis sistemático. No existen indicadores formales que permitan evaluar desempeño, costos o pérdidas operativas.

Impacto estratégico:

- Decisiones basadas en experiencia individual más que en información confiable.
- Dificultad para controlar costos y márgenes por proyecto.
- Limitada capacidad para prevenir pérdidas de herramientas, equipos, insumos, y desviaciones operativas.

Recomendación:

Estructurar los registros existentes y avanzar hacia la digitalización de la información clave relacionada con inventarios, disponibilidad de equipos y uso de **herramientas de analítica de datos (Power BI, Orange)**, como base para una gestión operativa más controlada.

3.2.4 Estrategia y Transformación Digital (Nivel: Inicial)

Prometal & Oil Solutions no cuenta actualmente con una estrategia formal de transformación digital, ni con objetivos, responsables o métricas asociados al uso de tecnología. La digitalización ha sido utilizada como apoyo operativo, sin una visión de largo plazo.

Impacto estratégico:

- Iniciativas tecnológicas aisladas y sin medición de impacto.
- Riesgo de invertir recursos sin generar mejoras sostenibles.
- Dificultad para convertir la tecnología en una ventaja competitiva.

Recomendación:

Definir una hoja de ruta de transformación digital focalizada, iniciando por la gestión y trazabilidad de inventarios, con fases claras, responsables definidos y objetivos medibles. A partir de los datos obtenidos del sistema RFID, orientar a la organización en la toma de decisiones basadas en datos (Data Driven).

3.2.5 Personas y Organización (Nivel: Novato)

El equipo humano cuenta con amplio conocimiento operativo y experiencia en campo; sin embargo, las competencias digitales son básicas y se han desarrollado de manera informal. No existen roles específicos asociados a la gestión digital de procesos.

Impacto estratégico:

- Dependencia de personas clave (Gerentes, supervisores) para el control de información.
- Dificultad para estandarizar prácticas y escalar operaciones.
- Riesgo de resistencia al cambio si no se acompaña adecuadamente.

Recomendación:

Acompañar las iniciativas tecnológicas con capacitación práctica y gradual, enfocada en el uso operativo de las herramientas de captura, analítica de datos y en la estandarización de procesos críticos.

3.2.6 Procesos (Nivel: Inicial)

Los procesos de compras, inventarios, logística y control de activos se gestionan de manera manual y fragmentada, como si fuesen emergentes, con alta dependencia de registros físicos y hojas de cálculo, sin integración entre áreas.

Impacto estratégico:

- Ineficiencias operativas que afectan costos y plazos de entrega.
- Baja capacidad de planificación y control de proyectos.
- Limitaciones para escalar la operación sin incrementar riesgos.

Recomendación:

Mapear y estandarizar los procesos críticos, priorizando la gestión de inventarios como base para su posterior automatización.

3.2.7 Producto e Innovación (Nivel: Inicial)

La innovación se realiza de forma reactiva, orientada a requerimientos específicos de clientes en urgente, sin procesos formales ni documentación estructurada.

Impacto estratégico:

- Limitada capacidad de generar diferenciación en sus procesos, frente a competidores.
- Riesgo de repetir errores operativos y técnicos.

Recomendación:

Documentar aprendizajes operativos y buenas prácticas como base para mejoras incrementales en procesos y servicios.

3.2.8 Tecnologías y Habilidades Digitales (Nivel: Novato)

La infraestructura tecnológica es básica y se encuentra subutilizada. No existen sistemas integrados para la gestión operativa ni herramientas especializadas para inventarios o trazabilidad. Las habilidades digitales del equipo son elementales.

Impacto estratégico:

- Baja automatización y control operativo.
- Información dispersa y poco confiable.
- Limitada capacidad de crecimiento sostenible.

Recomendación:

Priorizar la implementación de tecnologías propias de la industria metalmecánica, interoperables y alineadas al problema de inventarios, acompañadas de capacitación básica que asegure su adopción efectiva en un entorno de “Gestión del cambio”.

Conclusión

El análisis integral de las ocho dimensiones del modelo de madurez digital revela que Prometal & Oil Solutions opera con una lógica práctica y funcional, apoyada en controles manuales y hojas de cálculo que han permitido sostener la operación, pero que hoy presentan limitaciones frente a la complejidad de los proyectos y las exigencias del sector.

Esta combinación de fortalezas operativas y brechas digitales justifica iniciar un proceso de transformación digital focalizado, comenzando por la automatización y trazabilidad de inventarios, como una acción concreta, realista y alineada con la capacidad actual de la empresa. Este enfoque permitirá mejorar el control operativo, reducir riesgos y sentar las bases para una digitalización progresiva y sostenible basada en datos.

3.3 Análisis de Fortalezas Amenazas, Oportunidades, (Paso 2 -Interno y externo)



Figura N.3: FODA (Canva)

Fuente: Elaboración propia

Análisis FODA de Metal & Oil Solutions



Figura N.4: FODA Prometal & Oil Solutions (Canva)

Fuente: Elaboración propia

Conclusión: El análisis FODA muestra que Prometal & Oil Solutions cuenta con fortalezas técnicas y operativas sólidas, pero enfrenta debilidades estructurales en control, trazabilidad y uso de información, que limitan su capacidad de crecimiento y aumentan el riesgo operativo. La oportunidad más relevante radica en aprovechar tecnologías accesibles para iniciar una transformación digital focalizada en inventarios, mitigando amenazas asociadas a costos, cumplimiento y competitividad.

3.4 Visión Estratégica Digital (paso 3 – Traducimos el diagnóstico a Propósito Digital)

La visión estratégica digital de PROMETAL & Oil Solutions se orienta a fortalecer el control operativo, reducir riesgos y mejorar la eficiencia en la ejecución de proyectos, utilizando tecnologías digitales como habilitadores directos de estos objetivos. Dado el nivel actual de madurez digital de la empresa, esta visión se plantea de manera focalizada y progresiva, priorizando procesos críticos antes de escalar a iniciativas de mayor alcance.

Propósito Digital Primario

Objetivo:

Implementar, en un plazo aproximado de 6 a 9 meses, un sistema digital de gestión y trazabilidad de inventarios basado en tecnologías RFID, complementado con mecanismos de identificación mediante NFC y biometría facial, para automatizar el control de herramientas, equipos industriales y suministros utilizados en las obras metalmecánicas de Prometal & Oil Solutions. La data recolectada permitirá establecer las primeras decisiones basadas en datos con la ayuda de herramientas de analítica de datos como Power BI, Orange, entre otras,

Esta implementación se realizará de forma progresiva, iniciando con una fase piloto, con el objetivo de mejorar la visibilidad de los recursos en tiempo real, reducir pérdidas y reprocesos operativos, y fortalecer la planificación logística de los proyectos, contribuyendo a una reducción significativa de incidencias relacionadas con inventarios y a una mayor confiabilidad en el cumplimiento de plazos contractuales.

Propósito Digital Secundario

Objetivo:

Estandarizar y digitalizar, en un horizonte de 9 a 18 meses, los procesos operativos asociados a la asignación, uso y devolución de herramientas y equipos industriales en obra, mediante registros digitales vinculados al sistema de trazabilidad, sin incorporar procesos de gestión de recursos humanos.

Este propósito busca mejorar el control interno, reducir reprocesos y fortalecer la disciplina operativa, sentando las bases para una gestión más predecible, escalable y alineada con las exigencias del sector petrolero.

3.5. Hoja de Ruta Digital

Propósito Digital Primario

Enfoque estratégico: Automatizar y estandarizar la gestión y trazabilidad de inventarios de herramientas, equipos industriales y suministros en Prometal & Oil Solutions, mediante la implementación progresiva de tecnologías RFID y registros digitales, integradas a los procesos operativos existentes, con el objetivo de mejorar el control, reducir pérdidas y fortalecer la planificación de proyectos metalmecánicos en el sector petrolero.

La hoja de ruta se estructura en fases secuenciales, priorizando un piloto controlado, la adopción operativa y la generación de resultados medibles antes de cualquier escalamiento.

Horizonte temporal	Iniciativa / Proyecto	Objetivo	Responsables	Recursos necesarios	Indicadores / KPIs
0-2 meses (Corto plazo)	Diagnóstico operativo y levantamiento de inventarios	Identificar el estado actual de la gestión de inventarios, flujos de entrada/salida, puntos de pérdida y brechas de control	Gerencia de Operaciones, Jefe de Bodega Consultor externo	Entrevistas internas Revisión de hojas de cálculo Levantamiento físico de inventarios	Diagnóstico aprobado Mapa de procesos documentado(100%)
2-4 meses (Corto plazo)	Diseño del modelo operativo digital de inventarios	Definir procesos estandarizados de registro, asignación, custodia y devolución de herramientas y equipos industriales	Gerencia de Operaciones, Coordinador Logístico	Procedimientos operativos Políticas de control Definición de roles	Procesos definidos y validados(100%)
4-6 meses (Mediano plazo)	Implementación piloto RFID en bodega principal	Automatizar el registro de entrada y salida de herramientas y equipos industriales mediante RFID	Coordinador Logístico Proveedor tecnológico	Etiquetas RFID Lectores Software de gestión básico	≥90% lecturas correctas Reducción de incidencias de inventario ≥20%
6-8 meses (Mediano plazo)	Integración de registros digitales y control de uso	Incorporar mecanismos digitales (NFC / biometría facial) para el registro de asignación y devolución de equipos	Gerencia de Operaciones Supervisor de campo	Dispositivos de registro Capacitación operativa	≥80% registros digitales correctos Reducción de reprocesos
8-9 meses (Cierre de fase primaria)	Evaluación del piloto y ajustes	Medir resultados del piloto, ajustar procesos y definir criterios de escalamiento	Gerencia General Gerencia de Operaciones	Reportes operativos Análisis de resultados	Reducción de pérdidas ≥25% Mejora en planificación logística

Tabla N.1 Enfoque estratégico del propósito primario-Ruta digital de Prometal & Oil Solutions
Fuente: Elaboración propia

Propósito Digital Secundario

Enfoque estratégico: El propósito digital secundario consiste en incorporar herramientas digitales en el trabajo diario de las obras, de modo que los procesos relacionados con el control de calidad, el seguimiento de avances y el uso de recursos en campo dejen de gestionarse de forma manual. Actualmente, en Prometal & Oil Solutions muchas de estas actividades se registran en papel o dependen de controles informales, lo

que genera duplicidad de esfuerzos, reprocesos, retrasos en la toma de decisiones y una trazabilidad limitada de la información operativa.

Esta hoja de ruta plantea digitalizar estos procesos de manera gradual y controlada, asegurando que los registros generados en obra sean coherentes con el sistema de gestión de inventarios implementado en el propósito digital primario. De esta forma, la empresa podrá mejorar su capacidad de planificación y control de los proyectos, reducir errores operativos y preparar sus operaciones para crecer de manera ordenada, sin incrementar de forma desproporcionada su estructura de costos.

Horizonte	Iniciativa / Proyecto	Objetivo	Responsables	Recursos necesarios	Indicadores / KPIs
0-3 meses (Corto plazo)	Levantamiento de procesos de obra y control operativo	Identificar procesos manuales críticos en obra que generan reprocesos, retrasos o pérdida de información	Gerencia de Operaciones Jefes de Obra	Talleres internos Mapeo de procesos Documentación operativa	Procesos priorizados y documentados (100% validados por jefes de obra)
3-6 meses (Corto plazo)	Selección e implementación de herramientas digitales de captura en campo	Digitalizar registros de inspección, avances de obra y control de uso de recursos mediante dispositivos móviles	Dirección de Proyectos Responsable TI	Tablets o dispositivos móviles Aplicaciones de captura en campo Capacitación inicial	≥70% de procesos críticos digitalizados Reportes generados digitalmente
6-9 meses (Mediano plazo)	Integración de información de campo con gestión de inventarios	Asegurar coherencia y trazabilidad entre información de obra, inventarios y logística	Responsable TI Gerencia de Operaciones	Parametrización de sistemas Pruebas de integración	Integración operativa lograda Reducción de reprocesos ≥30%
9-12 meses (Mediano plazo)	Capacitación y adopción digital en equipos de obra	Garantizar uso sostenido de herramientas digitales por parte de supervisores y cuadrillas	Talento Humano Jefes de Obra	Programas de capacitación Manuales operativos Soporte técnico	≥90% del personal capacitado Nivel de uso efectivo ≥80%
12+ meses (Largo plazo)	Evaluación de impacto y escalamiento	Medir resultados y ampliar la digitalización a nuevos proyectos y obras	Gerencia General Gerencia de Operaciones	Auditoría interna Indicadores de desempeño Presupuesto de expansión	Reducción de reprocesos ≥40% Cumplimiento operativo ≥95%

Tabla N.2 Enfoque estratégico del propósito secundario-Ruta digital de Prometal & Oil Solutions

Fuente: Elaboración propia

3.6. Integración de los Propósitos Digitales con la Estrategia Empresarial

Los propósitos digitales definidos para Prometal & Oil Solutions se integran con su estrategia empresarial, orientada a fortalecer el control operativo, reducir riesgos en la ejecución de proyectos y asegurar el cumplimiento de compromisos con clientes del sector petrolero.

El propósito digital primario, enfocado en la automatización y trazabilidad de inventarios, se implementará inicialmente mediante un proyecto piloto, que permitirá validar la solución en un entorno controlado antes de su escalamiento. Este piloto busca mejorar el control de herramientas, equipos e insumos en obra, reduciendo pérdidas, compras emergentes y errores de planificación, con impacto directo en costos y rentabilidad.

De forma complementaria, el propósito digital secundario amplía este enfoque hacia los procesos operativos en obra, incorporando registros digitales y analítica de datos con herramientas como Power BI, Orange, entre otras, para el control de avances, calidad y uso de recursos. Esto permitirá una ejecución más ordenada y predecible, facilitando la toma de decisiones y reduciendo reprocesos y retrasos.

La gestión de ambos propósitos estará a cargo de la Gerencia General y la Gerencia de Operaciones, quienes evaluarán los resultados del piloto y priorizarán las iniciativas digitales según su impacto real en la operación. Este proceso será acompañado por acciones de capacitación y estandarización, asegurando una adopción progresiva y una transformación digital sostenible, alineada con la estrategia empresarial. Detalles sobre el gobierno de datos, roles y responsables, se presentan en el **Anexo 3 “Gobernanza de Datos del Sistema de Trazabilidad RFID”**

3.7. Indicadores Clave de Desempeño (KPI)

La siguiente matriz de KPI estratégicos ha sido definida para medir la ejecución y los resultados del proceso de transformación digital en Prometal & Oil Solutions, considerando tanto el propósito digital primario, orientado a la trazabilidad y control de inventarios, como el propósito secundario, enfocado en la digitalización de procesos operativos en obra.

Los indicadores priorizan métricas operativas, financieras y de adopción, directamente relacionadas con la eficiencia en la ejecución de proyectos, la reducción de errores y la mejora en la toma de decisiones, bajo una lógica de Balanced Scorecard adaptada a la realidad de la empresa.

Estos KPI permitirán evaluar el desempeño del proyecto piloto, respaldar decisiones de ajuste o escalamiento y asegurar que la transformación digital genere beneficios concretos para el negocio.

Perspectiva	Objetivo Estratégico	Indicador (KPI)	Métrica / Fórmula	Meta	Iniciativas Asociadas
Financiera	Reducir sobrecostos asociados a pérdidas y reposiciones de inventario	Reducción de costos por incidencias de inventario	(Costos por pérdidas antes – después) / Costos antes $\times$ 100	$\geq 20\%$ en 9 meses	Implementación piloto RFID en bodega
	Mejorar la eficiencia económica por proyecto	Variación del costo operativo por proyecto	(Costo real – Costo planificado) / Costo planificado $\times$ 100	$\leq \pm 5\%$	Control digital de inventarios y logística
Clientes	Mejorar el cumplimiento de plazos contractuales	Índice de cumplimiento de plazos de obra	(Proyectos entregados a tiempo / Total proyectos) $\times$ 100	$\geq 90\%$	Integración inventarios–obra
	Incrementar la confianza del cliente mediante mayor control operativo	Nivel de satisfacción del cliente	Encuesta post-proyecto (escala 1–5)	$\geq 4/5$	Registros digitales y trazabilidad
Procesos Internos	Aumentar el control y precisión del inventario	Tasa de error en inventarios	(Errores detectados / Total movimientos) $\times$ 100	$\leq 10\%$	Lectura automática con RFID
	Reducir reprocesos en obra	Tasa de reprocesos operativos	(Reprocesos / Total actividades) $\times$ 100	$\leq 15\%$	Digitalización de registros en campo
	Incrementar el nivel de digitalización operativa	Grado de digitalización de procesos críticos	(Procesos digitalizados / Procesos críticos) $\times$ 100	$\geq 70\%$	Apps de captura en obra
Aprendizaje y Crecimiento	Fortalecer competencias digitales del equipo	Porcentaje de personal capacitado	(Empleados capacitados / Total empleados) $\times$ 100	$\geq 90\%$	Capacitación operativa y tecnológica
	Asegurar adopción real de las herramientas digitales	Nivel de uso efectivo de herramientas digitales	Uso activo / Usuarios habilitados	$\geq 80\%$	Acompañamiento y soporte operativo

Tabla N.3 Matriz de Kpis de la Estrategía empresarial de Prometal & Oil Solutions

Fuente: Elaboración propia

Interpretación Estratégica:

- **Financiera:** mide el retorno y ahorro derivado de la digitalización.
- **Clientes:** evalúa la percepción de valor, cumplimiento y transparencia.
- **Procesos:** controla la eficacia de la integración tecnológica y reducción de errores.
- **Aprendizaje:** garantiza sostenibilidad y apropiación interna del cambio digital.

CAPITULO 3. Finanzas y presupuestos para la transformación Digital

3.1 Estructura de inversión y costos asociados a la transformación digital

La evaluación financiera del proyecto de automatización de la gestión y trazabilidad de inventarios de **Prometal & Oil Solutions** se desarrolla bajo el entendimiento de que la iniciativa está concebida, como una solución orientada a mejorar la eficiencia operativa interna de la empresa. En este sentido, el objetivo principal del proyecto es optimizar el control de herramientas, equipos y suministros, reducir pérdidas y reprocesos, y fortalecer la toma de decisiones operativas, más que generar ingresos directos por comercialización de la solución.

Bajo este enfoque, el análisis financiero del proyecto requiere identificar y estructurar de manera clara las inversiones y los costos asociados a la implementación y operación de la solución digital propuesta. Para ello, se establece una diferenciación entre inversiones de capital (CAPEX) y gastos operativos (OPEX), lo que permite analizar de forma precisa el esfuerzo financiero inicial, los costos recurrentes y la sostenibilidad económica del proyecto en el tiempo.

En el contexto de la transformación digital, el CAPEX comprende las inversiones destinadas a habilitar la infraestructura tecnológica necesaria para el control automatizado de inventarios. Esto incluye etiquetas RFID colocadas en herramientas, equipos y suministros críticos; lectores o dispositivos de captura de datos (fijos o móviles) que permiten registrar automáticamente los movimientos; y antenas RFID que facilitan la detección de activos en puntos estratégicos como bodegas, zonas de despacho o áreas de obra. Adicionalmente, se consideran las actividades de configuración e integración inicial que permiten que la información capturada fluya correctamente hacia la plataforma digital de gestión.

Por su parte, el OPEX agrupa los costos recurrentes asociados a la operación continua de la solución, incluyendo el uso de la plataforma digital centralizada (modelo SaaS/PaaS) para el almacenamiento y gestión de inventarios, los servicios de infraestructura en la nube, el soporte técnico y mantenimiento del sistema, la conectividad necesaria para la transmisión de datos desde los puntos de captura, así como las actividades de capacitación y acompañamiento al personal operativo y administrativo. Estos costos permiten garantizar la continuidad del servicio, la actualización tecnológica y la escalabilidad del modelo.

Este enfoque es coherente con la naturaleza de los proyectos de transformación digital orientados a procesos, donde el valor generado se manifiesta en la mejora del desempeño interno más que en ingresos adicionales por ventas.

A partir de este marco conceptual, se procede a definir la estructura de inversión y costos del proyecto, distinguiendo entre CAPEX y OPEX, estableciendo un marco de referencia para la implementación de la solución basado en una arquitectura básica estimada, que permitirá cuantificar de manera consistente los valores de inversión inicial y operación.

3.1.1 Arquitectura básica de la solución prevista en el proyecto

Con el fin de sustentar de manera coherente el análisis financiero del proyecto, se define a continuación la arquitectura básica de la solución de trazabilidad propuesta, la cual establece el marco de referencia funcional sobre el que se estructuran las inversiones y los costos operativos del sistema. Esta arquitectura describe cómo se integran los componentes físicos y digitales para automatizar el control de herramientas, equipos y suministros en la operación de Prometal & Oil Solutions (Karygiannis et al., 2007).

Esta arquitectura no busca detallar especificaciones técnicas de ingeniería, sino establecer una base suficiente para comprender el alcance económico del proyecto y sustentar la estimación de la inversión inicial y los costos de operación. Detalles sobre la viabilidad técnica en la solución, refiérase al Anexo 1 “Validación Técnica de Campo: ”

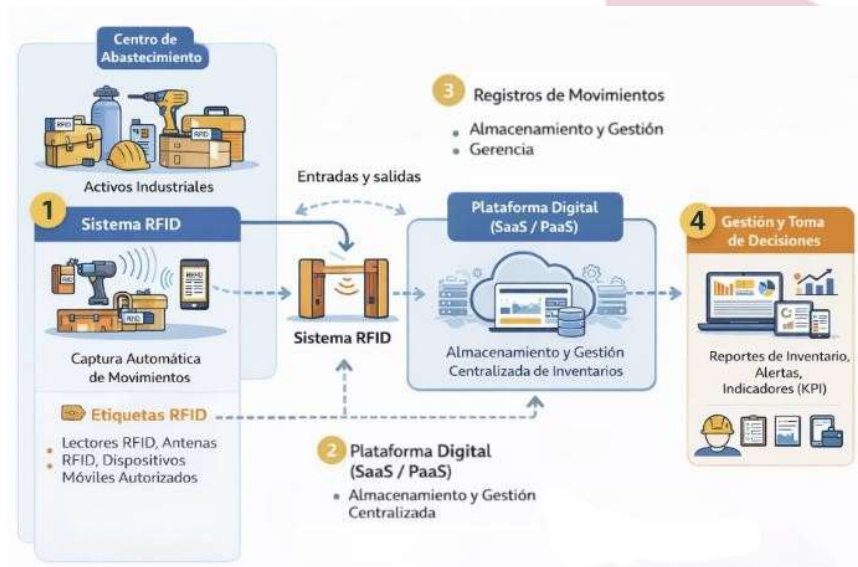


Figura N.5 Estructura básica de modelo de Negocio de Prometal & Oil Solutions

Fuente: Elaboración propia

Tal como se ilustra en el diagrama, la solución se estructura en cuatro niveles principales:

- (i) la identificación individual de herramientas, equipos y suministros mediante etiquetas, (Karygiannis et al., 2007)
- (ii) la captura automática de entradas, salidas y movimientos a través de dispositivos de lectura y antenas ubicadas en puntos estratégicos, (Floerkemeier & Lampe, 2005)
- (iii) el almacenamiento y la gestión centralizada de la información en una plataforma digital bajo un modelo **SaaS/PaaS**, y (International Telecommunication Union [ITU], 2012)

(iv) la generación de reportes, alertas e indicadores que soportan la gestión operativa y la toma de decisiones (Floerkemeier et al., 2008).

A partir de esta arquitectura de referencia, el análisis financiero del proyecto clasifica como inversiones de capital aquellos componentes asociados a la identificación y captura de datos en campo, mientras que los elementos vinculados al procesamiento, almacenamiento, soporte y uso de la información se consideran gastos operativos. Esta distinción permite evaluar de manera estructurada el esfuerzo financiero del proyecto, su sostenibilidad en el tiempo y su potencial de escalamiento hacia un modelo de servicio digital replicable en otras empresas del sector industrial.

A partir de la clasificación correcta del CAPEX y OPEX, procede el cálculo posterior de los principales indicadores financieros del proyecto, tales como el retorno de la inversión (ROI/TROI), el valor actual neto (VAN), la tasa interna de retorno (TIR) y el período de recuperación (Payback), los cuales se desarrollan en las secciones siguientes del presente capítulo.

3.1.2 Clasificación CAPEX del Proyecto – Inversiones de largo plazo

Activos tangibles o intangibles que generan beneficios más allá de un ejercicio contable (vida útil estimada ≥ 3 años)

Nº	Concepto de inversión	Descripción	Naturaleza	Vida útil estimada	Justificación
1	Adquisición de etiquetas RFID	Etiquetas RFID para identificación individual de herramientas, equipos y suministros críticos	CAPEX	4 – 5 años	Permite la identificación única de activos y la trazabilidad a lo largo de su ciclo de uso
2	Lectores y antenas RFID	Lectores fijos, antenas RFID y dispositivos de captura en puntos estratégicos (bodegas, accesos, despacho)	CAPEX	5 años	Habilitan la captura automática de entradas, salidas y movimientos, reduciendo registros manuales
3	Dispositivos móviles autorizados	Equipos móviles industriales o tablets para captura y validación en campo	CAPEX	3 – 4 años	Facilitan el control operativo en tectura para la trazabilidad de herramientas, equipos e insumos en obra y zonas operativas
4	Integración tecnológica con sistemas existentes	Desarrollo de interfaces de software, APIs y parametrización para conexión con sistemas internos (ERP u otros)	CAPEX	5 años	Activo intangible de uso prolongado que asegura la interoperabilidad del sistema
5	Plataforma base de trazabilidad (configuración inicial SaaS/ PaaS)	Parametrización inicial de la plataforma digital y reglas de negocio	CAPEX	4 – 5 años	Constituye la base funcional del sistema de gestión de inventarios
6	Infraestructura tecnológica local	Servidores locales (si aplica), mejoras de red y conectividad industrial	CAPEX	5 años	Garantiza estabilidad, disponibilidad y transmisión confiable de datos
7	Adecuación física y soporte técnico	Racks, soportes de antenas, cableado estructurado y adecuaciones menores	CAPEX	5 años	Soporte físico necesario para la instalación y operación de la solución

Tabla N.4 Clasificación CAPEX de Prometal & Oil Solutions

Fuente: Elaboración propia

3.1.3 Estimación de CAPEX del Proyecto – Inversiones de largo plazo

Activos tangibles o intangibles que generan beneficios más allá de un ejercicio contable (vida útil estimada ≥ 3 años)

Nº	Concepto de inversión	Descripción	Costo estimado (USD)	Vida útil (años)	Comentario
1	Hardware IoT / RFID	Lectores RFID industriales (4 unidades), antenas, sensores, 1.000 etiquetas RFID y kit de instalación	18.000	5	Equipamiento físico que permite la captura automática de movimientos de inventario
2	Dispositivos móviles autorizados	Tablets o dispositivos móviles industriales para control y validación en campo (2 unidades)	4.000	4	Facilitan la trazabilidad operativa en obra y bodegas
3	Integración tecnológica con sistemas existentes	Desarrollo de APIs, parametrización e integración con sistemas internos (ERP u otros)	6.000	5	Activo intangible que asegura interoperabilidad y continuidad operativa
4	Configuración inicial de plataforma digital	Parametrización inicial de reglas de negocio, usuarios, flujos y reportes base	3.500	4	Base funcional del sistema de gestión centralizada
5	Infraestructura tecnológica local	Mejoras de red, conectividad industrial y elementos de soporte tecnológico	2.500	5	Garantiza estabilidad y transmisión confiable de datos
6	Adecuación física y soporte técnico	Racks, soportes de antenas, cableado estructurado y adecuaciones menores	2.000	5	Apoyo físico para la instalación y operación del sistema
Total CAPEX estimado			36.000		

Tabla N.5 Estimación del CAPEX del Proyecto de Prometal & Oil Solutions
Fuente: Elaboración propia

3.1.4 Clasificación OPEX – Gastos operativos recurrentes

Mantenimiento y uso continuo de la solución

Nº	Concepto de gasto	Descripción	Naturaleza	Periodicidad	Justificación
1	Licencias de plataforma digital	Uso de la plataforma de trazabilidad bajo modelo SaaS/PaaS	OPEX	Mensual / anual	Permite el almacenamiento, gestión centralizada y acceso a la información
2	Servicios de nube y almacenamiento	Infraestructura cloud para bases de datos, backups y procesamiento	OPEX	Mensual / anual	Asegura disponibilidad, escalabilidad y continuidad del servicio
3	Soporte técnico y mantenimiento	Soporte funcional, correctivo y evolutivo del sistema	OPEX	Mensual / anual	Garantiza la operación estable y la resolución de incidencias
4	Conectividad y transmisión de datos	Servicios de internet industrial o planes de datos para dispositivos	OPEX	Mensual	Permite la transmisión de información desde los puntos de captura
5	Capacitación y adopción operativa	Entrenamiento del personal operativo y administrativo	OPEX	Puntual / anual	Asegura el uso efectivo del sistema y reduce resistencia al cambio
6	Reposición y consumibles	Sustitución de etiquetas dañadas o consumibles operativos	OPEX	Según necesidad	Mantiene la continuidad del sistema de trazabilidad
7	Actualizaciones y mejoras funcionales	Nuevas funcionalidades menores o ajustes operativos	OPEX	Anual	Permite la evolución gradual del sistema sin grandes inversiones
8	Gestión y monitoreo operativo	Tiempo del personal asignado a la supervisión del sistema	OPEX	Mensual	Asegura control, seguimiento y uso adecuado de la información generada

Tabla N.6 Clasificación OPEX de Prometal & Oil Solutions

Fuente: Elaboración propia

3.1.5 Estimación OPEX – Gastos operativos recurrentes

Mantenimiento y uso continuo de la solución

Nº	Concepto de gasto	Descripción	Costo estimado (USD)	Periodicidad	Comentario
1	Licencias plataforma digital (SaaS/PaaS)	Uso de la plataforma de trazabilidad e inventarios	3.600	Anual	Permite almacenamiento, gestión centralizada y acceso a la información
2	Servicios de nube y almacenamiento	Bases de datos, backups y procesamiento de información	1.200	Anual	Asegura disponibilidad y continuidad del servicio
3	Soporte técnico y mantenimiento	Soporte funcional, correctivo y evolutivo	2.400	Anual	Garantiza operación estable del sistema
4	Conectividad y transmisión de datos	Internet industrial / planes de datos para dispositivos	1.500	Anual	Permite transmisión de datos desde puntos de captura
5	Capacitación y adopción operativa	Entrenamiento inicial y refuerzos anuales	1.000	Anual	Asegura uso efectivo del sistema
6	Reposición de etiquetas y consumibles	Sustitución de etiquetas dañadas o pérdidas	800	Anual	Mantiene continuidad de la trazabilidad
7	Gestión y monitoreo operativo	Tiempo del personal asignado a supervisión del sistema	2.000	Anual	Control y seguimiento de la operación digital
Total OPEX anual estimado			12.500		

Tabla N.7 Gastos operativos recurrentes de Prometal & Oil Solutions

Fuente: Elaboración propia

3.2 Cálculo / estimación de ROI - B. Beneficios estimados (anuales)

- Los beneficios financieros del “Proyecto de trazabilidad interna – Prometal & Oil Solutions”

Se estiman exclusivamente a partir de ahorros operativos, derivados de la reducción de ineficiencias identificadas en el diagnóstico inicial (pérdidas de materiales, reprocesos y sobre costos logísticos).

No se consideran ingresos adicionales por ventas, ya que en esta fase el proyecto no constituye una nueva línea de negocio, sino una iniciativa de optimización operativa interna.

3.2.1 Estimación de beneficios anuales (Fuentes de beneficio)

Fuente de beneficio	Descripción	Ahorro / mejora anual estimada (USD)
Eficiencia logística	Reducción del 10 % de costos logísticos mediante planificación y control automatizado	41,350
Reducción de desperdicios e inventario incorrecto	Disminución del 10 % en errores de registro y pérdidas de materiales	16,070
Menor reproceso en obra y control de calidad	Reducción del 10 % de reprocesos por trazabilidad digital	27,960
Total beneficios financieros directos	—	85,380

Tabla N.8 Estimación de beneficios anuales de Prometal & Oil Solutions

Fuente: Elaboración propia

Las estimaciones se han planteado de forma conservadora, considerando mejoras parciales y no la eliminación total de ineficiencias.

Beneficios intangibles (no monetizados directamente)

- Mayor confiabilidad y trazabilidad ante clientes del sector industrial.
- Mejora en cumplimiento normativo y auditorías.
- Reducción de riesgos laborales y errores humanos.
- Fortalecimiento del capital reputacional y madurez digital de la empresa.

3.2.2 Cálculo del ROI (Año 1) -Inversión y costos operativos del proyecto

- CAPEX inicial: USD 36.000
- OPEX anual: USD 12.500

Concepto	Valor (USD)
Beneficios anuales por ahorros	85.380
OPEX anual	(12.500)
Flujo neto año 1	72.880

Tabla N.9: Flujo del primer año de Prometal & Oil Solutions

Fuente: Elaboración propia

ROI Año 1

$$ROI_{Año1} = \frac{\text{Flujo neto}}{\text{CAPEX}} = \frac{72.880}{36.000} = 2,02$$

Interpretación:

A pesar de la inversión inicial, el proyecto recupera el CAPEX y genera valor desde el primer año, debido al peso de los ahorros operativos estimados.

3.2.3 Cálculo del ROI acumulado (horizonte 3 años)

Se asume condiciones estables:

- Beneficios constantes en términos reales.
- OPEX anual estable.
- No se consideran ingresos comerciales ni escalamiento.

Año	Ahorros estimados (USD)	OPEX (USD)	Flujo neto anual (USD)	Flujo acumulado (USD)
1	85.380	12.500	72.880	72.880
2	85.380	12.500	72.880	145.760
3	85.380	12.500	72.880	218.640

Horizonte	Cálculo	ROI
Año 1	72.880 / 36.000	202%
Año 2	145.760 / 36.000	405%
Año 3	218.640 / 36.000	607%

Tabla N.10: Cálculo del ROI acumulado de Prometal & Oil Solutions (horizonte 3 años)

Fuente: Elaboración propia

Nota sobre TROI: Este resultado refleja un TROI únicamente operativo, ya que se basa únicamente en ahorros y no incorpora beneficios intangibles a la marca ni ingresos futuros.

3.2.4 -Cálculo del WACC

Para esta fase consideramos las siguientes definiciones de la estructura de capital del proyecto.

Fuente	Proporción
Capital propio (E)	70 %
Deuda financiera (D)	30 %
Total (V = E + D)	100 %

Tabla N.11: Cálculo de WACC de Prometal & Oil Solutions

Fuente: Elaboración propia

Costo del capital propio (Ke)

Para una empresa industrial familiar y emergente, se utiliza un enfoque pragmático y defendible, basado en:

- Riesgo país Ecuador
- Riesgo sector industrial
- Riesgo tecnológico moderado (proyecto digital)

Entonces, Ke definido: 15 %

Este valor es consistente con tasas de retorno exigidas por socios en proyectos de transformación digital con riesgo medio.

Costo de la deuda (Kd)

- Crédito bancario empresarial / crédito productivo
- Tasa anual promedio estimada: 10 %
- Beneficio fiscal por deducibilidad de intereses

Entonces, Kd = 10 %

Tasa de impuesto corporativo empresarial por explotación y beneficios

- **Impuesto a la renta Ecuador: 25 %**

Fórmula del WACC

$$WACC = EV \cdot Ke + DV \cdot Kd \cdot (1 - T) \quad WACC = EV \cdot Ke + DV \cdot Kd \cdot (1 - T)$$

Cálculo del WACC:

Capital propio:

$$0,70 \times 15\% = 10,50\%$$

Deuda ajustada por impuestos:

$$0,30 \times 10\% \times (1 - 0,25) = 2,25\%$$

WACC total del proyecto:

$$\text{WACC} = 10,50\% + 2,25\% = 12,75\%$$

Incorpora:

- Riesgo financiero
- Riesgo operativo
- Riesgo tecnológico

Será utilizada como:

- Tasa de descuento para el VAN
- Referencia para evaluar la TIR
- Marco para validar la creación de valor económico

El costo promedio ponderado del capital (WACC) del proyecto considera una estructura financiera conservadora compuesta por 70 % de capital propio y 30 % de deuda, un costo del capital propio del 15 %, un costo de la deuda del 10 % y una tasa impositiva del 25 %. Este valor refleja el riesgo operativo y tecnológico asociado al proyecto de transformación digital y se utiliza como tasa de descuento para la evaluación financiera del VAN.

3.2.5 Cálculo de VAN (Valor Actual Neto) - Proyecto de trazabilidad digital – ROI por ahorros

Supuestos de evaluación

- CAPEX inicial (año 0): USD 36.000
- OPEX anual: USD 12.500
- Ahorros anuales estimados: USD 85.380
- Flujo neto anual:
 $\$85.380 - \$12.500 = \$72.880$

- Horizonte de evaluación: 3 años

- Tasa de descuento: WACC = 12,75 %

Flujo de caja del proyecto

Año	Flujo de caja (USD)
0	-36.000
1	72.880
2	72.880
3	72.880

Tabla N.12 Flujo del proyecto de Prometal & Oil Solutions

Fuente: Elaboración propia

3.2.6. Cálculo del VAN

Fórmula general:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+r)^t} - CAPEX \quad VAN = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+r)^t} - CAPEX$$

Cálculo aplicado:

$$VAN = 72.880(1+0,1275)^{-1} + 72.880(1+0,1275)^{-2} + 72.880(1+0,1275)^{-3} - 36.000 \quad VAN = 72.880(1+0,1275)^{-1} + 72.880(1+0,1275)^{-2} + 72.880(1+0,1275)^{-3} - 36.000$$

Resultado:

- Valor presente de flujos (3 años): USD 173.600 aprox.
- $VAN = 173.600 - 36.000 =$

$$+137.600 + 137.600$$

Interpretación del VAN

VAN positivo y elevado, lo que indica que el proyecto:

- recupera la inversión inicial,
- cubre el costo del capital (WACC),
- crea valor económico significativo para la empresa.

El proyecto no solo optimiza costos, sino que prepara a la empresa para modelos de escalamiento digital más avanzados, analizados en el Capítulo 4.

3.2.7. Cálculo de la TIR (Tasa Interna de Retorno)

La TIR es la tasa de descuento que hace que el VAN sea igual a cero.

Flujos utilizados para la TIR

Año	Flujo (USD)
0	-36.000
1	72.880
2	72.880
3	72.880

Tabla N.13: Flujos TIR de Prometal & Oil Solutions

Fuente: Elaboración propia

Resultado

TIR $\approx$ 190 %

Interpretación de la TIR

- **TIR $\gg$ WACC (12,75 %)**
- El proyecto presenta una rentabilidad **muy superior** al costo del capital.
- Refleja el fuerte impacto de los **ahorros operativos** frente a una inversión inicial moderada.

3.2.8 Cálculo del Payback (Plazo de recuperación)

Payback simple

Fórmula:

$$\text{Payback} = \frac{36.000}{72.880} = 0,49 \text{ años} \quad \text{Payback} = \frac{36.000}{72.880} = 0,49 \text{ años}$$

Payback $\approx$ 0,5 años ($\approx$ 6 meses)

Interpretación

- El proyecto recupera la inversión inicial en menos de un año
- Riesgo financiero muy bajo
- Alta liquidez y rápida generación de valor

3.2.9. Resumen ejecutivo de resultados financieros

Indicador	Resultado	Interpretación
WACC	12,75 %	Tasa mínima exigida
VAN (3 años)	+137.600 USD	Generación clara de valor
TIR	≈ 190 %	Rentabilidad extraordinaria
Payback	≈ 6 meses	Recuperación acelerada

Tabla N.14: Resumen ejecutivo de resultados financieros de Prometal & Oil Solutions

Fuente: Elaboración propia

La evaluación financiera del proyecto de trazabilidad digital evidencia una alta creación de valor económico. Con una tasa de descuento (WACC) del 12,75 %, el proyecto presenta un VAN positivo de USD 137.600 en un horizonte de tres años, una TIR significativamente superior al costo de capital y un plazo de recuperación inferior a un año. Estos resultados confirman que la inversión se justifica plenamente desde una perspectiva financiera, incluso sin considerar los beneficios intangibles ni su potencial como futura línea de negocio que se aborda en el capítulo 4.

3.3 Presupuesto y flujo de caja

Para la elaboración del flujo de caja del proyecto de trazabilidad digital se adopta un enfoque de gestión financiera interna, orientado a analizar los movimientos de liquidez asociados a una iniciativa de mejora de eficiencia operativa, y no a la generación de ingresos comerciales. En este sentido, los beneficios del proyecto se expresan en forma de ahorros económicos derivados de la optimización de procesos, la reducción de reprocesos y la disminución de pérdidas operativas.

3.3.1 Clasificación

Los flujos de caja se clasifican según la naturaleza económica de las actividades que los originan, distinguiéndose entre: actividades operativas, que recogen los ahorros por eficiencia y los costos recurrentes de operación del sistema (OPEX); actividades de inversión, asociadas a la inversión inicial en activos tecnológicos necesarios para la implementación del proyecto (CAPEX); y actividades de financiación, cuya incidencia es limitada dado que el proyecto se financia principalmente con recursos propios. *No se consideran flujos extraordinarios, con el fin de mantener un análisis conservador y controlado.*

Esta clasificación permite estructurar el flujo de caja de manera clara y coherente, facilitando la evaluación de la capacidad del proyecto para generar valor económico a través de la eficiencia, así como su sostenibilidad financiera en el tiempo.

3.3.2 Calculo de flujo de caja – Presupuesto de tesorería

Supuestos operativos para la mensualización

- CAPEX total: USD 36.000
 - o 70 % en enero (implementación)
 - o 30 % en febrero (ajustes y puesta en marcha)
- Ahorros anuales: USD 85.380 → USD 7.115 mensuales
- OPEX anual: USD 12.500 → USD 1.042 mensuales
- Algunos pagos (licencias, cloud) se realizan anticipadamente.
- Costos de personal asociados se reflejan desde el mes 2.

Cálculo de presupuesto de tesorería año 1

Conceptos	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
AHORROS OPERATIVOS (Cobros)	7.115	7.115	7.115	7.115	7.115	7.115	7.115	7.115	7.115	7.115	7.115	7.115	85.380
PAGOS OPERATIVOS (OPEX)													
Licencias y servicios cloud (anticipado)	3.600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.600
Soporte y mantenimiento	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	2.400
Conectividad y datos	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	1.500
Reposición de etiquetas	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	800
Gestión operativa	0	167	167	167	167	167	167	167	167	167	167	167	1.835
Total OPEX mensual	3.992	726	726	726	726	726	726	726	726	726	726	726	12.500
FLUJO OPERATIVO NETO	3.123	6.389	6.389	6.389	6.389	6.389	6.389	6.389	6.389	6.389	6.389	6.389	72.880
PAGOS POR INVERSIÓN (CAPEX)													
Implementación sistema trazabilidad	25.200	10.800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36.000
FLUJO DE CAJA DEL MES	-22.077	-4.411	6.389	6.389	6.389	6.389	6.389	6.389	6.389	6.389	6.389	6.389	36.880
FLUJO DE CAJA	-22.077	-26.488	-20.099	-13.710	-7.321	-932	5.457	11.846	18.235	24.624	31.013	37.402	—

Tabla N.15: Flujo de Tesorería año 1 de Prometal & Oil Solutions

Fuente: Elaboración propia

Justificación de rubros no aplicables al análisis

Dado que el proyecto de trazabilidad digital corresponde a una iniciativa interna de mejora operativa, no se incluyen en el flujo de caja los siguientes rubros habituales en presupuestos empresariales:

- Cobros por ventas nacionales o internacionales, al no tratarse de una nueva línea de negocio.
- Pagos por materias primas o transporte de venta, ya que el proyecto no genera producción adicional.
- Gastos comerciales, marketing o distribución, al no existir actividad comercial asociada.
- Flujos financieros por préstamos o intereses, dado que el proyecto se financia principalmente con recursos propios.

La exclusión de estos rubros permite focalizar el análisis en los impactos reales del proyecto sobre la liquidez, evitando distorsiones y manteniendo un enfoque conservador y alineado a la naturaleza del proyecto.

3.4 Estructura de Capital del proyecto

La elaboración de una estructura de capital formal, tal como se describe en los modelos de financiación propios de startups o nuevas iniciativas empresariales, no resulta aplicable al presente proyecto de trazabilidad digital, dado que este no constituye la creación de una nueva empresa ni unidad de negocio independiente, sino una iniciativa interna de transformación digital orientada a la mejora de la eficiencia operativa dentro de Prometal & Oil Solutions.

El proyecto se financia principalmente mediante recursos propios de la empresa, integrándose en su presupuesto operativo y de inversiones, sin requerir la incorporación de nuevos socios, ampliaciones de capital, ni esquemas de financiación estructurados como los contemplados para emprendimientos tecnológicos en fase de crecimiento. En este contexto, no resulta pertinente definir capital social, participaciones, rondas de inversión, ni instrumentos de financiación ajena específicos, ya que el proyecto no tiene autonomía financiera ni jurídica, y sus flujos económicos se consolidan dentro de la estructura financiera existente de la organización.

Asimismo, el análisis financiero del proyecto se ha centrado en la evaluación de la viabilidad económica a través de ahorros por eficiencia operativa, utilizando indicadores como ROI, VAN, TIR y Payback, los cuales permiten valorar adecuadamente la conveniencia de la inversión sin necesidad de modelar una estructura de capital diferenciada. Este enfoque resulta coherente con el carácter interno del proyecto y con un criterio financiero prudente, evitando supuestos de financiación que no responden a la realidad del caso analizado.

CAPITULO 4. Modelo de negocio digital y estrategias de monetización

El proyecto de transformación digital formulado para Prometal & Oil Solutions surge inicialmente como una iniciativa interna orientada a optimizar la gestión y trazabilidad de inventarios de herramientas, equipos industriales y suministros en entornos de obra. No obstante, durante el diseño del piloto y el análisis de sus beneficios operativos, se identifica una oportunidad adicional: convertir esta solución en una propuesta de valor replicable para otras empresas del sector industrial que enfrentan problemáticas similares.

4.1 Definición del modelo de negocio Digital

En sectores como la metalmecánica, el petrolero y la construcción industrial, la falta de control sobre inventarios en campo, la dependencia de registros manuales y la limitada trazabilidad de los recursos continúan siendo desafíos recurrentes. En este contexto, el modelo desarrollado para Prometal & Oil Solutions puede evolucionar hacia una nueva línea de negocio basada en un servicio digital, estructurado bajo esquemas de Software as a Service (SaaS) o Platform as a Service (PaaS), que permita a otras organizaciones acceder a estas capacidades sin realizar inversiones tecnológicas complejas.

4.2. Estrategias de monetización más viables según clientes y recursos

Con base en el piloto desarrollado en Prometal & Oil Solutions y en las características del mercado industrial objetivo, se identifican tres estrategias principales de monetización, alineadas con los recursos disponibles y con un enfoque B2B.

1. Suscripción al sistema de trazabilidad (Modelo SaaS)

La estrategia central se basa en un esquema de suscripción mensual o anual al sistema de gestión y trazabilidad de inventarios. Este modelo permite a empresas industriales acceder a la plataforma sin realizar inversiones tecnológicas elevadas, generando ingresos recurrentes y facilitando la escalabilidad del servicio. Los planes pueden diferenciarse según el número de activos, proyectos o usuarios.

2. Servicio de implementación y puesta en marcha

De forma complementaria, se ofrece un servicio de onboarding para la configuración inicial del sistema y capacitación básica del personal. Este servicio, cobrado como pago único, busca asegurar una correcta adopción de la solución y reducir la resistencia al cambio en las primeras etapas.

3. Servicios de valor agregado (Modelo PaaS)

A mediano plazo, el modelo puede ampliarse incorporando servicios adicionales, como integraciones con ERP, reportes avanzados y soporte extendido. Esta estrategia permite incrementar el valor por cliente sin perder el foco en una plataforma estándar y escalable.

En conjunto, estas estrategias combinan ingresos recurrentes y servicios complementarios, permitiendo validar y escalar el modelo de negocio de manera progresiva y coherente con la realidad del sector industrial.

4.3. Análisis de referentes para adaptar mejores prácticas

El análisis de referentes se centra en revisar experiencias reales de empresas que han abordado la gestión y trazabilidad de activos industriales en contextos de operación exigentes, similares a los que enfrenta Prometal & Oil Solutions en sus proyectos de obra. El interés no está en modelos digitales genéricos, sino en soluciones aplicadas al sector industrial y de construcción, donde la pérdida de herramientas, los desajustes en inventarios y la limitada visibilidad en campo tienen un impacto directo en los costos, los plazos y el cumplimiento contractual.

Empresa referente	Enfoque principal	Tecnologías utilizadas	Modelo de negocio	Aprendizajes clave para Prometal & Oil Solutions
Hilti – ON!Track	Gestión y trazabilidad de herramientas en obra	RFID, software en la nube, apps móviles	Suscripción SaaS	Validación del valor de la trazabilidad en obra; enfoque práctico y orientado a uso operativo
Trimble	Digitalización de proyectos y activos en construcción	IoT, plataformas de gestión de proyectos, captura en campo	Licencias + servicios	Integración campo–oficina como eje de eficiencia operativa
SAP	Gestión avanzada de activos e inventarios industriales	ERP, analítica avanzada, integración de datos	Licenciamiento enterprise	Potencial de la trazabilidad integrada, pero con alta barrera de entrada para PYMES
Oracle	Cadena de suministro y control de activos	ERP, SCM, analítica	Licenciamiento enterprise	Demuestra madurez del mercado, pero confirma la brecha para soluciones más ágiles y accesibles

Tabla N.16 Análisis comparativo de referentes

Fuente: Elaboración propia

El análisis comparativo confirma que el mercado de trazabilidad de activos industriales ya existe y está validado, sin embargo, estas propuestas suelen estar orientadas a grandes corporaciones, con niveles de inversión y complejidad que resultan poco viables para empresas medianas o contratistas del sector petrolero. En este contexto, Prometal & Oil Solutions se encuentra en una posición favorable para transformar una solución interna validada (piloto) en una línea de negocio digital, enfocada en trazabilidad, control operativo y eficiencia en obra, con un enfoque en PYMES.

4.4 Hoja de Ruta del Modelo de Negocio (Servicio SaaS / PaaS de Trazabilidad de Inventarios Industriales)

La hoja de ruta define un proceso gradual para transformar la solución de trazabilidad desarrollada para Prometal & Oil Solutions en una línea de negocio digital, priorizando la validación operativa, el control de riesgos y la generación progresiva de ingresos.



Figura N.6: Hoja de ruta de línea de negocio de SaaS/PaaS

Fuente: Elaboración propia

Fase 1. Piloto interno y validación

Horizonte: 0–3 meses

Se implementa la solución en una unidad o proyecto de Prometal & Oil Solutions para validar su funcionamiento, documentar procesos y medir beneficios operativos (control de inventarios, reducción de pérdidas y tiempos improductivos).

Fase 2. Estructuración del servicio

Horizonte: 3–6 meses

La solución se estandariza como servicio SaaS/PaaS, definiendo su alcance, modelo de precios, módulos funcionales y costos, con el objetivo de hacerla replicable para otras empresas del sector.

Fase 3. Comercialización controlada

Horizonte: 6–9 meses

El servicio se ofrece a un grupo reducido de empresas industriales y contratistas afines, priorizando implementaciones de bajo riesgo que permitan validar el modelo comercial y generar ingresos recurrentes iniciales.

Fase 4. Optimización y escalamiento

Horizonte: 9–12 meses

Con base en la experiencia acumulada, se optimiza el modelo operativo y comercial, ajustando precios, automatizando soporte y preparando la solución para un crecimiento sostenido.

Fase 5. Servicios especializados

Horizonte: >12 meses

Se incorporan servicios premium y especialización sectorial (petrolero, minero, construcción industrial), fortaleciendo la diferenciación y diversificando las fuentes de ingreso.

CAPITULO 5. Plan de negocios para la Transformación Digital

5.1 Resumen ejecutivo

Prometal & Oil Solutions desarrolla una solución digital para la gestión y trazabilidad de inventarios industriales, a partir de un proyecto piloto de transformación digital orientado a resolver problemas operativos recurrentes en obras metalmecánicas.

El plan de negocio propone escalar esta solución hacia un modelo SaaS / PaaS, dirigido a empresas industriales y contratistas del sector petrolero que requieren mayor control, eficiencia y trazabilidad de sus recursos. La propuesta se basa en la digitalización de procesos críticos, automatización operativa y generación de ingresos recurrentes mediante suscripción, abriendo una nueva línea de negocio alineada con la experiencia y capacidades de la empresa.

5.2. Análisis y Diagnóstico (síntesis)

5.2.1 Contexto del sector industrial

Las empresas metalmecánicas y contratistas del sector petrolero enfrentan una creciente necesidad de mejorar el control operativo, reducir pérdidas y cumplir estándares contractuales. En este entorno, la digitalización de inventarios y la trazabilidad de equipos en obra se vuelven factores críticos para la competitividad y la eficiencia.

5.2.2 Situación actual de Prometal & Oil Solutions

Prometal & Oil Solutions desarrolló un proyecto piloto de trazabilidad de inventarios como respuesta a limitaciones operativas reales, como el uso de hojas de cálculo, registros manuales y baja visibilidad en campo. Aunque la solución nace para uso interno, refleja una problemática común en empresas industriales de tamaño pequeño y mediano.

5.2.3 Referentes del mercado

¡Existen soluciones internacionales para la gestión y trazabilidad de activos industriales, como Hilti ON! Track, Trimble, SAP (EAM) y Oracle NetSuite, que integran tecnologías de identificación, software de gestión y analítica. No obstante, estas plataformas están orientadas principalmente a grandes corporaciones, con altos costos de licenciamiento, implementaciones complejas y limitada

flexibilidad para adaptarse a empresas industriales medianas o contratistas que operan por proyecto.

5.2.4 Brechas y oportunidad de negocio

Existe una brecha clara en soluciones digitales accesibles y especializadas para la trazabilidad de inventarios en entornos de obra. Esta brecha abre la oportunidad de convertir el piloto desarrollado por Prometal & Oil Solutions en un modelo SaaS / PaaS, orientado a generar ingresos recurrentes y a atender necesidades reales del sector industrial.

5.3. Visión y Objetivos Estratégicos

5.3.1 Visión estratégica

Posicionar a **Prometal & Oil Solutions** como un referente local en soluciones digitales para la gestión y trazabilidad de inventarios industriales en el sector metalmecánico y petrolero, integrando tecnología, procesos y conocimiento operativo para mejorar la eficiencia, el control y la confiabilidad en la ejecución de proyectos en obra.

5.3.2 Objetivos estratégicos (SMART)

- **Validar**, en un plazo máximo de 12 meses, un modelo SaaS / PaaS de trazabilidad de inventarios industriales a partir del piloto implementado internamente en **Prometal & Oil Solutions**
- **Reducir en al menos un 30%** las pérdidas, reprocesos y compras emergentes asociadas a herramientas, equipos industriales y suministros en proyectos de obra.
- **Lograr que al menos el 40% de los ingresos del nuevo servicio** provenga de suscripciones recurrentes en empresas industriales medianas y contratistas del sector petrolero en un horizonte de dos años.
- **Alcanzar un nivel de satisfacción del cliente superior al 90%**, medido a través de indicadores de uso, continuidad del servicio y percepción de valor operativo.

5.3.3 Alineación con la estrategia empresarial

La visión y los objetivos definidos se alinean con la estrategia de Prometal & Oil Solutions de fortalecer su control operativo, reducir riesgos en la ejecución de proyectos y diversificar sus fuentes de ingreso. El desarrollo del modelo SaaS / PaaS no solo capitaliza la experiencia adquirida en la transformación digital interna, sino que permite convertir una solución operativa en una nueva línea de negocio.

5.4. Ámbitos de Transformación

5.4.1 Automatización de inventarios y procesos: Digitalización del control y trazabilidad de herramientas, equipos industriales y suministros, eliminando registros manuales y hojas de cálculo.

5.4.2 Plataforma digital como servicio (SaaS / PaaS): Desarrollo de una plataforma de trazabilidad ofrecida bajo modelo de suscripción para empresas industriales y contratistas del sector petrolero.

5.4.3 Capacitación y gestión del cambio: Formación del personal operativo y administrativo para asegurar la adopción efectiva del sistema y la estandarización de procesos digitales.

5.4.4 Integración tecnológica: Integración del sistema de trazabilidad con herramientas de gestión existentes para generar información operativa y analítica básica.

5.4.5 Experiencia del cliente B2B: Mejora de la experiencia del cliente empresarial mediante mayor control, transparencia operativa y soporte digital continuo.

5.5. Estrategia y Hoja de Ruta

5.5.1 Iniciativas estratégicas

Desarrollar la plataforma digital de trazabilidad de inventarios, validar el modelo mediante un piloto interno, estructurar el esquema de suscripción SaaS/PaaS y preparar la oferta comercial para empresas industriales del sector.

5.5.2 Quick wins

Implementación del piloto en Prometal & Oil Solutions, primeros reportes de control de inventarios en tiempo real y validación de beneficios operativos para generar casos de uso comercializables.

5.5.3 Cronograma de implementación

Se plantea un cronograma en 3 fases, corto, mediano y largo plazo.

Horizonte temporal	Objetivo principal	Actividades clave	Resultados esperados
Corto plazo (0-6 meses)	Validar la solución tecnológica	Implementación del piloto interno de trazabilidad, pruebas técnicas del sistema, ajustes operativos y levantamiento de métricas iniciales	Sistema validado en entorno real, evidencias de mejora operativa y base para el modelo comercial
Mediano plazo (6-12 meses)	Estandarizar y comercializar el modelo	Definición del modelo SaaS/PaaS, estructuración de planes de suscripción, primeras ventas B2B y ajustes funcionales según feedback	Primeros clientes externos, modelo de ingresos recurrentes y propuesta de valor validada
Largo plazo (12-24 meses)	Escalar el negocio digital	Ampliación de funcionalidades, fortalecimiento comercial, expansión a nuevos clientes y sectores industriales	Escalamiento del servicio, crecimiento sostenido de ingresos y posicionamiento como solución especializada

Tabla N.17 Hoja de ruta de línea de negocio Saas/Paas

Fuente: Elaboración propia

5.5.4 Gestión del cambio

Para abordar este desafío en un entorno B2B, se contempla un proceso de adopción progresiva del sistema de trazabilidad, enfocado en su uso práctico para mejorar las operaciones diarias. Esto incluye la capacitación gradual del personal interno, espacios de retroalimentación operativa y la documentación de procedimientos clave, con el objetivo de incorporar el uso de información confiable en la planificación, el control y la toma de decisiones. De esta manera, el sistema de trazabilidad se consolida como una herramienta de apoyo a la eficiencia operativa y a una gestión basada en datos, más que como una solución tecnológica aislada.

5.6. Plan de Inversión y Presupuesto

El modelo de negocio propuesto se sustenta en la comercialización de un servicio de trazabilidad digital de inventarios bajo modalidad de suscripción, orientado a empresas industriales y contratistas que operan en entornos de obra. En este contexto, la infraestructura considerada se enfoca únicamente en los costos directos necesarios para operar, mantener y escalar el servicio, sin incluir inversiones específicas de cada cliente en hardware físico (etiquetas, lectores, dispositivos), las cuales podrán ofrecerse como servicios complementarios.

5.6.1 Arquitectura básica del sistema SaaS / PaaS

La arquitectura propuesta se basa en un flujo simple y controlado de información, donde los movimientos físicos de herramientas, equipos industriales y suministros son capturados automáticamente mediante tecnología RFID y procesados en una plataforma digital centralizada.

Este enfoque permite transformar eventos operativos en información confiable para el control, la planificación y la toma de decisiones, sin introducir complejidad técnica innecesaria para los usuarios finales. La simplicidad del diseño facilita su adopción progresiva y su escalamiento como servicio bajo modalidad SaaS / PaaS.

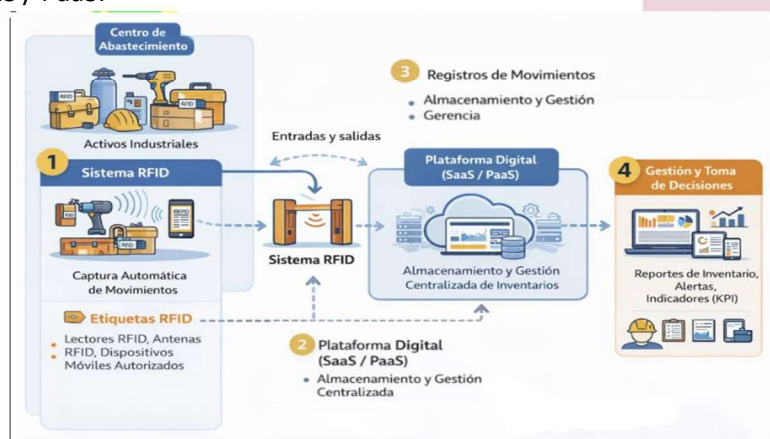


Figura N.7: Estructura básica de línea de negocio SaaS/PaaS

Fuente: Elaboración propia

Etapa	¿Qué es?	¿Qué incluye?	¿Para qué sirve?
Activos industriales	Son los recursos que la empresa utiliza en bodega y en obra.	Herramientas, equipos industriales y suministros críticos, cada uno identificado con una etiqueta RFID.	Permite saber qué activo es, dónde está y a qué proyecto pertenece.
1. Sistema RFID	Es la forma en que el sistema detecta cuándo un activo se mueve.	Lectores RFID, antenas en bodega o puntos de control y dispositivos móviles autorizados.	Registra automáticamente entradas, salidas, traslados y uso en obra , evitando controles manuales.
2. Plataforma digital (SaaS / PaaS)	Es el sistema central en la nube donde llega toda la información.	Almacenamiento de datos, validación de movimientos, gestión de usuarios, inventario en tiempo real e integración con ERP.	Centraliza la información y constituye el servicio de suscripción del modelo de negocio.
3 y 4. Información para gestión	Es la información procesada que usa la empresa para tomar decisiones.	Reportes, alertas, indicadores operativos y datos para planificación de proyectos.	Apoya a Operaciones, Logística y Gerencia en control, planificación y toma de decisiones basadas en datos.

Tabla N.18: Definición de las etapas de los procesos de gestión y trazabilidad de línea de negocio SaaS/PaaS

Elaboración propia

5.6.2 Costos y previsión inicial - Presupuesto anual estimado del modelo SaaS / PaaS

El presupuesto anual contempla los costos directos necesarios para la operación del servicio de trazabilidad digital bajo modalidad de suscripción, excluyendo las inversiones específicas de hardware por cliente. Es importante señalar que una parte relevante de esta inversión corresponde a costos ya asumidos o necesarios para la implementación del proyecto piloto interno en Prometal & Oil Solutions, por lo que, desde una perspectiva financiera, estos pueden considerarse costos hundidos.

En este sentido, el presupuesto no representa una inversión adicional independiente, sino la extensión y aprovechamiento de la infraestructura tecnológica, operativa y de conocimiento desarrollada durante el piloto, lo que reduce significativamente las barreras de entrada para la creación de una nueva línea de negocio digital. Los valores se presentan de manera conservadora y están orientados a una fase inicial de validación comercial y escalamiento controlado del modelo SaaS / PaaS.

Categoría de costo	Descripción	Costo mensual estimado (USD)	Costo anual estimado (USD)
Infraestructura cloud	Hosting, bases de datos, almacenamiento, backups y seguridad básica	300	3.600
Plataforma y mantenimiento	Desarrollo evolutivo, mantenimiento correctivo y mejoras funcionales	450	5.400
Soporte e integración	Onboarding de clientes, soporte funcional y ajustes de integración	250	3.000
Gestión comercial y administrativa	Facturación recurrente, contratos, atención comercial B2B	200	2.400
Marketing digital B2B	Web del servicio, contenidos técnicos y campañas segmentadas para captar leads B2B	150	1.800
Total estimado anual	—	1.350	16.200

Tabla N.19: Proforma de la línea de negocio de línea de negocio SaaS/PaaS

Fuente: Elaboración propia

El presupuesto de marketing digital B2B no responde a acciones publicitarias masivas, sino al soporte del proceso comercial del servicio de trazabilidad. Este rubro contempla el desarrollo y mantenimiento del sitio web del servicio, contenidos técnicos, casos de uso y materiales de apoyo para ventas consultivas. Su objetivo es fortalecer la credibilidad del modelo SaaS / PaaS, facilitar la generación de leads calificados y respaldar la comercialización progresiva del servicio hacia empresas industriales, con un enfoque conservador y alineado al mercado objetivo.

5.6.3 ROI Proyectado (Modelo de Precios por suscripción)

3 planes de suscripción B2B

Plan	Perfil de cliente	Alcance funcional	Precio mensual (USD)
Starter	Contratistas pequeños / piloto	Hasta 300 activos, trazabilidad básica, reportes estándar, 3 usuarios	USD 180 / mes
Professional (más demandado)	Empresas industriales medianas	Hasta 1.000 activos, inventario en tiempo real, alertas, reportes operativos, integración ERP básica, 8 usuarios	USD 390 / mes
Enterprise	Operaciones complejas / multisede	Activos ilimitados, multiobra, analítica avanzada, soporte prioritario, integración ERP completa	USD 690 / mes

Tabla N.20: Modelo de precios por suscripción de línea de negocio Saas/Paas

Fuente: Elaboración propia

Nota: No se cobra hardware RFID dentro de la suscripción. El modelo SaaS/PaaS monetiza software, plataforma, soporte y analítica, lo cual mejora el margen y reduce barreras de entrada.

Presupuesto de ventas año 1

Plan	Clientes estimados	Ingreso mensual	Ingreso anual
Starter	4 clientes	4 × 180 = 720 \$	8.640,00
Professional	6 clientes	6 × 390 = 2.340 \$	28.080,00
Enterprise	2 clientes	2 × 690 = 1.380 \$	16.560,00
Total	12 clientes	4.440 \$	53.280,00

Tabla N.21: Presupuesto de venta año 1 de línea de negocio Saas/Paas

Fuente: Elaboración propia

Total presupuesto de ingresos año 1

Análisis de escenarios (Conservador)

Plan	Nº de clientes	Precio mensual estimado	Ingreso mensual
Starter	2	USD 180	USD 360
Business (plan ancla)	4	USD 350	USD 1.400
Enterprise	0	—	—
Total mensual	6	—	USD 1.760

Tabla N.22: Análisis de escenarios (conservador) de línea de negocio Saas/Paas

Fuente: Elaboración propia

Escenario conservador- Ingresos año 1

Estimación de ROI año 1 (Escenario conservador)

Variable	Valor
Nº de clientes	6
Mix de planes	2 Starter / 4 Business
Ingreso mensual estimado	USD 1.760
Ingreso anual	USD 21.120
Costo anual SaaS	USD 16.200
Resultado operativo anual	USD 4.920
ROI anual	30%

Tabla N.23: Estimación de ROI de línea de negocio SaaS/PaaS

Fuente: Elaboración propia

Resultado financiero estimado

ROI estimado

$$ROI = \frac{\text{Beneficio}}{\text{Inversión}} = \frac{4.920}{16.200} = 0.30$$

El modelo presenta un ROI creciente debido a su naturaleza SaaS, donde los costos fijos se mantienen relativamente estables mientras la base de clientes aumenta. El escenario conservador de 6 clientes (30%) demuestra viabilidad financiera, mientras que el escenario optimista de 12 clientes evidencia el potencial de escalabilidad del servicio sin requerir incrementos proporcionales en costos operativos.

5.6.4. Financiación de la nueva línea de negocio

La financiación del modelo SaaS / PaaS de trazabilidad digital se sustenta principalmente en recursos propios de Prometal & Oil Solutions, considerando que una parte significativa de la inversión tecnológica corresponde a un costo hundido derivado de la implementación del proyecto piloto interno. Esta inversión es necesaria tanto para la optimización operativa como para la futura comercialización del servicio.

De forma complementaria, se contempla el acceso a subvenciones públicas para innovación y transformación digital, así como a crédito bancario blando para cubrir necesidades puntuales de escalamiento, manteniendo un enfoque financiero prudente y alineado con la capacidad operativa de la empresa.

5.6.5 Gestión de Riesgos

La implementación de un modelo de trazabilidad digital bajo un esquema SaaS / PaaS en Prometal & Oil Solutions implica riesgos propios de los procesos de transformación digital en entornos industriales. Estos

riesgos no solo son tecnológicos, sino también organizativos, comerciales y financieros, especialmente en fases tempranas de adopción.

A continuación, se detallan los riesgos más relevantes, debiendo anotar que, si bien o son los únicos, Identificar y gestionar estos riesgos de manera anticipada permite reducir impactos operativos, asegurar la continuidad del servicio y aumentar la probabilidad de éxito tanto del proyecto piloto como de su futura escalabilidad como línea de negocio.

Tipo de riesgo	Descripción	Probabilidad de ocurrencia	Nivel de impacto	Impacto estratégico	Medidas de mitigación
Tecnológico	Fallos del sistema, caídas de la plataforma o incidentes de seguridad	Media	Alto (Crítico)	Interrupción del servicio, pérdida de confianza del cliente y riesgo reputacional	Proveedores cloud con SLA, backups automáticos, control de accesos, pruebas piloto antes de escalar
Organizativo / Adopción	Resistencia al uso del sistema por parte del personal operativo	Alta	Medio	Baja calidad de datos y subutilización del sistema	Capacitación progresiva, acompañamiento en piloto, responsables internos, manuales operativos simples
Comercial	Baja adopción inicial del modelo SaaS por clientes B2B tradicionales	Media	Medio	Crecimiento lento y retraso en generación de ingresos recurrentes	Enfoque en clientes similares a PROMETAL, pilotos controlados, planes de suscripción escalonados
Financiero	Desfase entre inversión inicial y retorno esperado	Baja-Media	Medio	Presión temporal sobre flujo de caja	Reutilización de infraestructura del piloto, control de costos fijos, contratos B2B de mediano plazo
Operativo	Dependencia de personas clave para operar o dar soporte al sistema	Media	Bajo-Medio	Riesgo de continuidad y dificultad para escalar	Documentación de procesos, estandarización, roles claros y transferencia de conocimiento

Tabla N.24: Matriz de riesgos de línea de negocio Saas/PaaS

Fuente: Elaboración propia

La evaluación de probabilidad e impacto se realiza con base en la experiencia operativa de Prometal & Oil Solutions y en buenas prácticas de proyectos de transformación digital en entornos industriales, priorizando un enfoque preventivo y de mitigación temprana.

5.6.6 Métricas y KPI de éxito

La medición del desempeño de la nueva línea de negocio de trazabilidad digital de activos industriales en Prometal & Oil Solutions se fundamenta en un conjunto de KPIs estratégicos orientados a validar tres aspectos clave del modelo SaaS / PaaS:

1. Eficiencia operativa del servicio,
2. Adopción y retención de clientes B2B, y
3. Sostenibilidad financiera basada en ingresos recurrentes.

Los siguientes indicadores permiten medir si la nueva línea de negocio de trazabilidad digital genera valor operativo para los clientes B2B y retorno económico sostenible para Prometal & Oil Solutions. Este enfoque permite evaluar el desempeño del proyecto piloto, respaldar decisiones de escalamiento y asegurar la viabilidad económica del modelo de negocio.

Perspectiva Operativa – Eficiencia del servicio

KPI	Descripción	Fórmula / Medición	Meta Año 1	Interpretación estratégica
Disponibilidad del sistema	Tiempo operativo de la plataforma	$(\text{Horas activas} / \text{horas totales}) \times 100$	$\geq 99 \%$	Garantiza confiabilidad del servicio para clientes B2B
Precisión de inventario	Coincidencia entre inventario físico y digital	$(\text{Ítems correctos} / \text{total ítems}) \times 100$	$\geq 95 \%$	Refuerza el valor central del servicio de trazabilidad
Incidentes operativos por cliente	Fallas o errores reportados	Nº incidentes / cliente / mes	≤ 2	Controla la calidad del servicio en fase de escalamiento
Tiempo de respuesta a incidencias	Tiempo promedio de soporte	Horas promedio	$\leq 24 \text{ h}$	Clave para retención y percepción de valor

Tabla N.25: Matriz de KPIS de la perspectiva Operativa de línea de negocio Saas/Paas

Fuente: Elaboración propia

Perspectiva de Clientes – Adopción y retención B2B

KPI	Descripción	Fórmula / Medición	Meta Año 1	Interpretación estratégica
Clientes activos	Empresas con suscripción vigente	Conteo mensual	≥ 6	A partir de aquí existe rentabilidad positiva
Tasa de retención	Clientes que renuevan	$(\text{Clientes retenidos} / \text{total}) \times 100$	$\geq 85 \%$	Confirma ajuste del servicio a la necesidad real
Churn rate	Cancelaciones	$(\text{Clientes perdidos} / \text{total}) \times 100$	$\leq 15 \%$	Riesgo crítico en modelos SaaS tempranos
Adopción operativa	Uso real del sistema	% de clientes con uso semanal	$\geq 80 \%$	Sin uso, no hay valor ni renovación
Tiempo de onboarding	Puesta en marcha por cliente	Días promedio	$\leq 30 \text{ días}$	Reduce fricción comercial y costos de implementación

Tabla N.26: Matriz de KPIS de la perspectiva de clientes de línea de negocio Saas/Paas

Fuente: Elaboración propia

Perspectiva Financiera – Sostenibilidad y ROI

KPI	Descripción	Fórmula / Medición	Meta Año 1	Interpretación estratégica
Punto de equilibrio (break-even)	Clientes necesarios para cubrir costos	Costos / ingreso promedio cliente	≤ 5 clientes	Umbral mínimo de sostenibilidad
ROI anual (escenario conservador)	Retorno sobre la inversión	$(\text{Utilidad} / \text{inversión}) \times 100$	≥ 30 %	Validación financiera del modelo
Ingreso recurrente mensual (MRR)	Facturación mensual	Σ suscripciones activas	≥ 1.700	Indicador clave SaaS
Margen operativo	Rentabilidad del servicio	$(\text{Ingresos} - \text{costos}) / \text{ingresos}$	≥ 20 %	Salud financiera del modelo
Umbral de escalamiento	Nivel de operación robusta	Nº clientes activos	10–12 clientes	Permite absorber crecimiento y mejoras

Tabla N.27: Matriz de KPIS de la perspectiva Financiera de de línea de negocio SaaS/PaaS

Fuente: Elaboración propia

El modelo alcanza su punto de equilibrio aproximadamente con cinco clientes activos. A partir del sexto cliente se genera rentabilidad positiva (ROI ≈ 30 % en escenario conservador). El rango de 10 a 12 clientes no representa el break-even, sino un umbral de escalamiento que permite mayor holgura operativa, inversión en mejoras y crecimiento comercial sostenido.

5.6.7. Gobernanza y Liderazgo Digital

La gobernanza digital del proyecto se plantea de forma progresiva y acorde al tamaño y madurez de Prometal & Oil Solutions, priorizando una toma de decisiones ágil y centralizada.

Durante la fase piloto, la evaluación del desempeño y los resultados del sistema de trazabilidad digital es responsabilidad directa de la Gerencia General y la Gerencia de Operaciones, quienes validan el impacto operativo y la viabilidad del modelo antes de su escalamiento.

Una vez validado el piloto y en el escenario de evolución hacia una nueva línea de negocio SaaS / PaaS, se establece un esquema básico de coordinación digital, sin crear estructuras organizacionales complejas.

Roles y responsabilidades

- Gerencia General: define la continuidad, escalamiento y modelo comercial del servicio.
- Gerencia de Operaciones: supervisa el desempeño operativo del sistema y la experiencia de los clientes B2B.
- Soporte tecnológico externo: brinda mantenimiento, seguridad y evolución técnica de la plataforma. (Para mayor detalle sobre el gobierno de datos, véase anexo 3)

Coordinación Digital: Se conforma una instancia de coordinación digital integrada por Gerencia General, Operaciones y soporte TI, que se reúne periódicamente para revisar KPIs, priorizar mejoras y tomar decisiones de escalamiento.

Seguimiento y control: El seguimiento se realiza mediante indicadores operativos, financieros y de adopción, revisados trimestralmente a través de reportes y dashboards del sistema, asegurando control y toma de decisiones basada en datos sin perder agilidad organizacional.

5.6.8. Plan de Comunicación y Cultura Digital

El plan de comunicación y cultura digital busca acompañar la adopción y consolidación de la nueva línea de negocio de trazabilidad digital, tanto a nivel interno como externo, asegurando comprensión, alineación y uso efectivo del modelo SaaS / PaaS. Partiendo de la experiencia del piloto, la comunicación se plantea como una herramienta de gestión del cambio y soporte al crecimiento del negocio.

- **Comunicación interna**
Se priorizan canales simples, como boletines digitales con avances del piloto, espacios colaborativos para resolver incidencias y reuniones periódicas de retroalimentación entre operaciones, logística y gerencia. El objetivo es fortalecer una cultura de uso de datos, estandarización de procesos y mejora continua, reduciendo resistencias al cambio.
- **Comunicación externa**
Necesaria para posicionar el sistema de trazabilidad como una solución especializada para digitales, dirigidos tanto al equipo interno como a los primeros clientes del servicio, reduciendo la curva de aprendizaje y asegurando un uso consistente.
- **Innovación y mejora continua**
La innovación se aborda desde una lógica práctica, mediante espacios de revisión periódica, incorporación de feedback operativo y ajustes evolutivos del servicio. Este enfoque permite consolidar una cultura digital orientada a resolver problemas reales del negocio y fortalecer la propuesta de valor del modelo SaaS / PaaS.

5.7. Conclusiones

Este plan de negocios demuestra que una iniciativa de transformación digital, originada en una necesidad operativa concreta, puede evolucionar hacia una línea de negocio rentable y escalable. A partir del piloto de trazabilidad digital en Prometal & Oil Solutions, se validó la viabilidad técnica, estratégica y financiera de un modelo SaaS / PaaS orientado a empresas industriales, enfocado en mejorar el control operativo, la eficiencia y la toma de decisiones basada en datos.

1. Innovación aplicada con enfoque operativo y no experimental

El proyecto demuestra que tecnologías como RFID, habitualmente asociadas a grandes corporaciones, pueden ser implementadas de forma viable y progresiva en entornos industriales reales. La propuesta no se limita a la adopción tecnológica, sino que integra la trazabilidad de inventarios como un habilitador directo de eficiencia operativa, reducción de pérdidas y mejora en la toma de decisiones, convirtiendo la innovación en un recurso funcional y medible para el negocio.

2. **Cierre de una brecha tecnológica para PYMES industriales**

El análisis del mercado evidencia que las soluciones de trazabilidad existentes están diseñadas, en su mayoría, para grandes empresas, con costos y complejidad fuera del alcance de PYMES y contratistas del sector petrolero. El modelo SaaS / PaaS propuesto aborda esta brecha, ofreciendo una solución escalable, especializada y accesible, adaptada a la realidad operativa y presupuestaria de empresas medianas que requieren control, pero no infraestructuras sobredimensionadas.

3. **Escalabilidad sustentada en un costo hundido estratégicamente aprovechado**

Uno de los principales aportes del proyecto es la utilización del piloto interno de Prometal & Oil Solutions como base para una nueva línea de negocio. La inversión inicial, necesaria para optimizar la operación propia de la empresa, se transforma en un costo hundido que reduce significativamente el riesgo financiero del modelo comercial. Esta condición permite escalar el servicio de forma progresiva, validar el mercado con menor exposición y generar ingresos recurrentes a partir de una solución previamente probada en condiciones reales.

Referencias:

Banco Interamericano de Desarrollo. (s. f.). Chequeo Digital [Herramienta de medición de madurez digital]. Recuperado el 14 de enero de 2026, de <https://pymedigital.ec/>

Bristy, I. J., Tabassum, M., Islam, M. I., & Hasan, M. N. (2025). IoT-driven predictive maintenance dashboards in industrial operations. *Saudi Journal of Engineering and Technology*, 10(9), 457–466.

<https://doi.org/10.36348/sjet.2025.v10i09.009>

Floerkemeier, C., & Lampe, M. (2005, October). RFID middleware design: Addressing application requirements and RFID constraints. In *Proceedings of the 2005 Joint Conference on Smart Objects and Ambient Intelligence: Innovative Context-Aware Services: Usages and*

Technologies (sOc-EUSAI 2005) (pp. 219–224). Association for Computing Machinery

<https://doi.org/10.1145/1107548.1107603>

International Telecommunication Union. (2012). Overview of the Internet of Things

(Recommendation ITU-T Y.2060). ITU

<https://www.itu.int/rec/t-rec-y.2060-201206-i>

Karygiannis, T., Eydt, B., Barber, G., Bunn, L., & Phillips, T. (2007). Guidelines for securing radio

frequency identification (RFID) systems (NIST Special Publication 800-98). National

Institute of Standards and Technology. <https://csrc.nist.gov/pubs/sp/800/98/final>

Quimiz Sandoya, J. J., Ortega Franco, J. J., Castro Landirez, M. S., Cárdenas Ochoa, G. E.,

Zambrano Mendía, K. A., & Macías Armendáriz, E. G. (2024). Transformación digital en las

pymes: retos y estrategias para la competitividad empresarial. Revista Científica

Multidisciplinar G-nerando, 5(2), 2399–2420. <https://doi.org/10.60100/rcmg.v5i2.373>

Traub, K. (2014, January 5). How to deploy EPCIS. RFID Journal

<https://www.rfidjournal.com/expert-views/how-to-deploy-epcis/74746/>

Bibliografia:

- Fitzgerald, M., Kruschwitz, N., Bonnet, D., & Welch, M. (2014). Embracing digital technology: A new strategic imperative. *MIT Sloan Management Review*, 55(2), 1–12.
- Bharadwaj, A., El Sawy, O. A., Pavlou, P. A., & Venkatraman, N. (2013). Digital business strategy: Toward a next generation of insights. *MIS Quarterly*, 37(2), 471–482. <https://doi.org/10.25300/MISQ/2013/37:2.3>
- Weill, P., & Woerner, S. L. (2018). *What's your digital business model? Six questions to help you build the next-generation enterprise*. Harvard Business Review Press.
- Cameron, E., & Green, M. (2019). *Making sense of change management: A complete guide to the models, tools and techniques of organizational change* (5th ed.). Kogan Page.
- Kane, G. C., Nguyen Phillips, A., Copulsky, J. R., & Andrus, G. R. (2019). *The technology fallacy: How people are the real key to digital transformation*. MIT Press.
- Carretero, S., Vuorikari, R., & Punie, Y. (2017). *DigComp 2.1: The Digital Competence Framework for Citizens with eight proficiency levels and examples of use*. Publications Office of the European Union.
- Ross, J. W., Mocker, M., & Beath, C. (2018, June 21). *Five building blocks of digital transformation*. MIT Sloan Center for Information Systems Research.
- Deloitte. (2023, November 17). *Mapping digital transformation value: Metrics that matter*. Deloitte.
- Arora, C., Wu, E., Williams, H., & Tamburro, I. (2024, May 24). *Ending the confusion in cloud transformations: The dashboards and metrics everyone needs*. McKinsey & Company.
- Cambridge University. (2021). *Evaluation rubrics for digital innovation projects* [Unpublished internal document]. Cambridge University.

ANEXO 1

Viabilidad técnica del uso de RFID en entornos metalmecánicos

1.-Objetivo del anexo: Este anexo tiene como finalidad sustentar la viabilidad técnica de la solución de trazabilidad RFID propuesta tanto para el proyecto interno de Prometal & Oil Solutions, como para la nueva línea de negocios, considerando las condiciones propias del entorno metalmecánico. Su inclusión es de carácter referencial y complementario, y no modifica el enfoque estratégico ni el alcance del proyecto, el cual se centra en la transformación digital del negocio y la generación de valor a partir del uso de datos.

2. Consideración del entorno técnico

Los entornos metalmecánicos presentan condiciones particulares alta presencia de estructuras metálicas, maquinaria y superficies conductoras que pueden afectar la propagación de señales RFID. Este fenómeno, comúnmente asociado al efecto jaula de Faraday, es ampliamente reconocido en implementaciones industriales y requiere ser considerado a nivel de criterios de selección tecnológica, más no de diseño detallado de ingeniería.

3. Enfoque de viabilidad adoptado en el proyecto

El proyecto aborda esta condición desde un enfoque de viabilidad técnica y gestión del riesgo, contemplando el uso de componentes RFID diseñados para ambientes industriales y superficies metálicas, así como una implementación progresiva que permita validar el desempeño del sistema en condiciones reales de operación.

La solución no persigue optimización electromagnética, sino funcionalidad operativa confiable, alineada al objetivo de trazabilidad y uso estratégico de la información.

4.-Tabla – Tipos de tags RFID recomendados y sus fichas técnicas / referencias

Tipo de tag RFID	Uso típico	Características clave	Referencia técnica (URL)
HID IQ On-Metal Label™	Etiqueta adhesiva para superficies metálicas	Compatible con UHF/NFC, diseñada para adherir sobre metal con buena lectura en activos planos o curvos (equipos, maquinaria)	https://www.cisper.com/datasheets/hid/HID_IQ_On-Metal_labels.pdf
On-Metal RFID Labels (Beontag)	Etiquetas RFID industriales para metal	Diseñadas para objetos metálicos, rendimiento y fiabilidad en entornos exigentes	https://www.beontag.com/rfid-tags-and-labels/category/on-metal-rfid/
UHF On-Metal RFID Tag - GAORFID	Tags robustos para metal con largo rango de lectura	Hasta ~12 m de lectura, IP68 resistente al agua y polvo	https://gaorfid.com/product/on-metal-uhf-rfid-tag-with-long-read-range-ip68-rating-and-durable-design-gaorfid/
MICROTY On-Metal RFID Tag	Tag UHF para interior/exterior en metal	Varias opciones de montaje (adhesivo, brida, imán), operación en superficies metálicas	https://www.global-tag.com/es/portfolio/tag-rfid-on-metal-microty/

Printable On-Metal RFID Tags (JYL-Tech)	Etiquetas imprimibles para metal	Flexible, para superficies metálicas irregulares, útil en proyectos con marcado a demanda	https://www.jyl-world.com/printable-on-metal-rfid-tags/
Industrial On-Metal UHF Labels	Etiquetas RFID flexibles para metal	Etiquetas RFID industriales flexibles para superficies metálicas planas o curvas	https://huayuansh.com/es/productos/etiquetas-rfid-industriales/etiqueta-rfid-flexible-para-metal/
MetalTRACE (RFID para metales)	Etiqueta inteligente compatible con UHF metal	Solución para activos metálicos con impresión legible y RFID	https://www.trace-id.com/es/etiquetas-rfid-para-metales/

5. Validación técnica de campo (enfoque práctico)

Como parte del proceso de implementación, el proyecto contempla una fase de validación técnica en campo, a través de pruebas piloto controladas. Esta fase permite confirmar la funcionalidad del sistema, realizar ajustes operativos y asegurar que la automatización propuesta sea viable antes de su adopción plena, reduciendo riesgos técnicos y operativos.

6. Alcance del anexo dentro del proyecto

El presente anexo no constituye un diseño de ingeniería, sino un respaldo técnico que evidencia que la solución de trazabilidad RFID ha sido planteada con conocimiento del contexto operativo y con criterios de viabilidad acordes a una iniciativa de transformación digital orientada a negocios.

ANEXO 2

Prototipo conceptual de dashboard para apoyo a decisiones de mantenimiento

1. Objetivo del dashboard

El presente prototipo conceptual de dashboard tiene como objetivo ilustrar cómo la información generada por el sistema de trazabilidad RFID puede ser utilizada no solo para el control de inventarios, sino también como apoyo a decisiones estratégicas relacionadas con el mantenimiento preventivo de equipos y herramientas, en función de su nivel de uso.

2. Enfoque del dashboard

El enfoque del dashboard no corresponde a un sistema de mantenimiento predictivo basado en modelos avanzados, sino a un esquema de **mantenimiento preventivo digital**, sustentado en reglas de negocio definidas a partir del uso acumulado de los activos. Este enfoque es coherente con el alcance del proyecto y con el nivel de madurez digital propuesto.

3. Variables claves consideradas

Variable	Fuente (RFID)	Uso en el dashboard
Identificador del activo	Tag RFID	Trazabilidad individual
Número de usos	Registro RFID	Medición de desgaste
Tiempo de operación acumulado	Historial RFID	Control de ciclos
Último mantenimiento	Registro manual / sistema	Seguimiento preventivo
Umbral de mantenimiento	Regla de negocio	Generación de alertas

4. Lógica de decisión (ejemplo)

A partir del número de usos o del tiempo de operación acumulado, el sistema puede aplicar reglas simples del tipo:

“Si una herramienta supera X usos sin mantenimiento, generar alerta preventiva.”

Estas alertas pueden visualizarse en un dashboard desarrollado en herramientas de inteligencia de negocio como Power BI u otras plataformas equivalentes, facilitando la priorización de mantenimientos y la planificación de recursos.

5. Ejemplos de visualizaciones del dashboard (conceptuales)

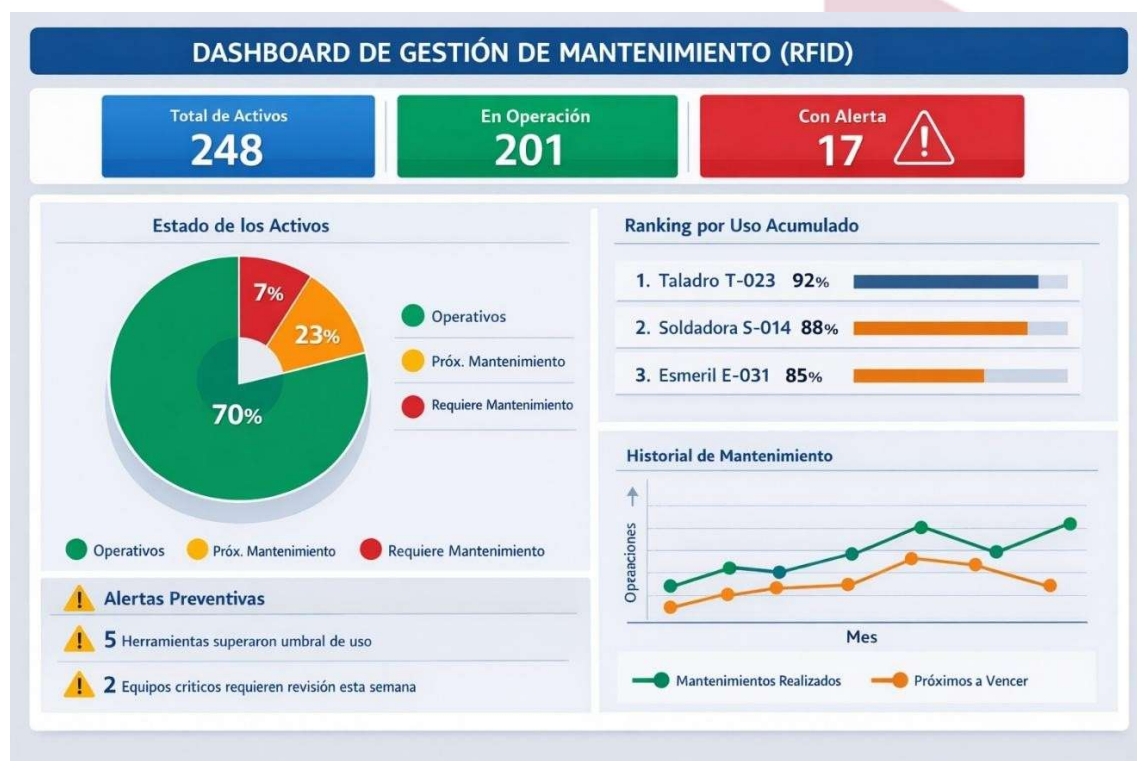
- Estado general de activos (Operativo / Próximo a mantenimiento / Requiere mantenimiento)
- Ranking de herramientas por nivel de uso acumulado
- Alertas preventivas por umbral superado
- Historial de mantenimiento por activo

6. Aporte estratégico al proyecto

Este prototipo conceptual demuestra cómo la trazabilidad RFID permite evolucionar desde una automatización operativa hacia una gestión basada en datos, sentando las bases para futuras iniciativas de analítica avanzada o mantenimiento predictivo digital, sin que estas formen parte del alcance actual del proyecto.

7.- Wireframe de dashboard referencial

El presente wireframe representa un prototipo conceptual de dashboard de apoyo a decisiones, cuyo objetivo es ilustrar cómo la información generada por la trazabilidad RFID puede ser utilizada para priorizar acciones de mantenimiento preventivo en función del uso de los activos. El diseño se basa en reglas de negocio simples y visualizaciones ejecutivas, sin incorporar modelos predictivos avanzados, manteniendo coherencia con el alcance del proyecto y con el enfoque de transformación digital orientado a negocios.



ANEXO 3

Gobernanza de Datos del Sistema de Trazabilidad RFID

1. Objetivo del Anexo

El presente anexo tiene como finalidad documentar el esquema básico de **gobernanza de datos** asociado al sistema de trazabilidad RFID propuesto para Prometal & Oil Solutions, y se alinea a buenas prácticas de gestión de datos aplicadas a iniciativas de transformación digital orientadas a negocios.

2. Importancia de la gobernanza de datos en sistemas de trazabilidad

Los sistemas de trazabilidad digital dependen no solo de la tecnología implementada, sino de la calidad, consistencia y confiabilidad de los datos que los alimentan. En ausencia de roles y responsabilidades claramente definidos, la información puede degradarse progresivamente, afectando la utilidad del sistema para la planificación operativa, el mantenimiento preventivo y la toma de decisiones gerenciales.

Por ello, el proyecto contempla un esquema de gobernanza de datos ligero y funcional, adecuado a la realidad organizacional de una empresa del sector metalmecánico, evitando estructuras burocráticas o roles ajenos a la operación real.

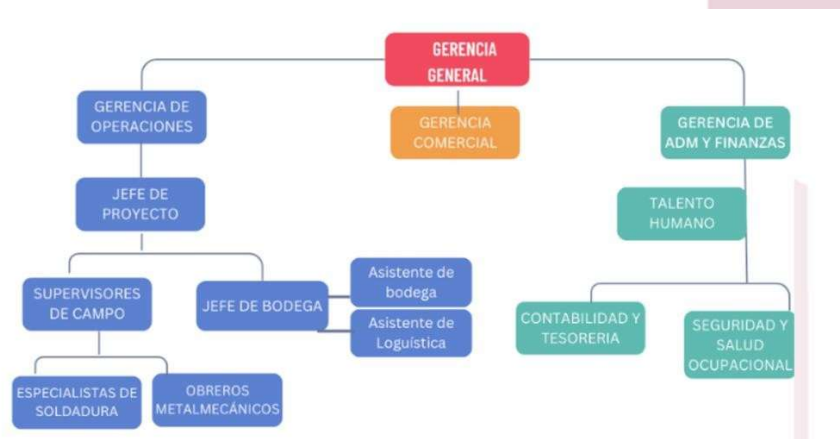
3. Principio de diseño del esquema de gobernanza

El esquema de gobernanza de datos propuesto se fundamenta en los siguientes principios:

- Asignación de responsabilidades a cargos existentes dentro de la organización
- Enfoque operativo y práctico, no técnico-informático
- Integración del dato a la gestión diaria del negocio
- Sostenibilidad del sistema en el mediano y largo plazo

Los roles definidos no implican la creación de nuevas posiciones, sino la formalización de responsabilidades dentro de la estructura organizacional vigente de Prometal & Oil Solutions.

4. Roles y responsabilidades de gobernanza de datos



Rol	Cargo / Área asociada	Responsabilidad principal
Data Steward Operativo	Jefe de Bodega / Área de Operaciones	Garantizar la correcta captura de datos RFID, validar la consistencia entre inventario físico y registros digitales, y reportar inconsistencias
Custodio del Sistema de Datos	Gerencia de Operaciones	Asegurar la integridad de la base de datos, la continuidad del sistema, la correcta configuración de accesos y la interoperabilidad con herramientas de visualización
Usuario Estratégico del Dato	Gerencia General / Gerencia de Operaciones / Gerencia Comercial	Utilizar la información generada para planificación de recursos, mantenimiento preventivo, toma de decisiones operativas y desarrollo de la nueva línea de negocio de trazabilidad

5. Mecanismos básicos de control y sostenibilidad del dato

Como parte del esquema de gobernanza, se contemplan mecanismos básicos orientados a preservar la calidad de la información, tales como:

- Revisión periódica de registros RFID frente al inventario físico
- Seguimiento de excepciones y alertas generadas por el sistema
- Validación operativa de datos críticos asociados al uso y estado de activos

Estos mecanismos permiten mantener la confiabilidad del sistema sin introducir complejidad innecesaria, asegurando que la automatización propuesta mantenga su valor en el tiempo.

6. Alcance del anexo dentro del proyecto

El presente anexo no constituye un modelo avanzado de gobierno de datos, ni introduce nuevas capas tecnológicas o analíticas al proyecto. Su alcance se limita a establecer las responsabilidades mínimas necesarias para asegurar la integridad de la base de datos de inventario y la efectividad del sistema de trazabilidad RFID, en coherencia con el enfoque de transformación digital para negocios adoptado en el proyecto.