

UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA
SEDE CONCEPCIÓN REY BALDUINO DE BELGICA

**“ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE
HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING EN EL ÁREA DE SERVICIOS
MECÁNICOS DE EMPRESA DE SERVICIOS.”**

Trabajo de titulación para optar al título
profesional de INGENIERO EN
MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

Nombre del alumno

Francisco Javier Alonso González Muñoz

Nombre profesor guía.

Víctor Valdebenito

2025



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE
MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): ☒ Memoria o trabajo de título ☐ Tesis de Postgrado

Título del trabajo: Estudio de Prefactibilidad Para la implementación de herramientas Lean.

Nombre del candidato(a): Francisco González Muñoz

Carrera / Grado: Ingeniería en Mantenimiento Industrial

Campus: Sede Concepción Departamento: Mecánica

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Victor Valdebenito, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a)
del trabajo académico mencionado anteriormente DEJO CONSTANCIA que:

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

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

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

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

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

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

4.- FIRMAS

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha: 17 de diciembre 2025

Firma:

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 17-12-2025

Firma:

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

DEDICATORIA

Este trabajo concluye todo el esfuerzo y sacrificio que ha significado llegar hasta aquí, un camino que quizás en un principio se veía bastante lejano, pero que, sin desviarme de mi objetivo, logré recorrer y completar.

Agradezco profundamente a mi familia, quienes en ningún momento dejaron de apoyarme, siempre con una palabra de ánimo y confianza. A mis amigos del alma, que me acompañaron en todo momento; pese a que el tiempo fue escaso, de una u otra forma logramos compatibilizar nuestras vidas y seguir siendo los de siempre.

Agradezco también a las grandes personas que me dejó la institución: amigos y compañeros de generación que formaron parte importante de este proceso. De igual manera, agradezco a mi trabajo, por haberme pulido como profesional, adquiriendo experiencia, carácter y aprendizajes que marcaron mi formación.

Finalmente, me doy las gracias a mí mismo, a mi constancia, determinación y perseverancia, por no abandonar y por seguir adelante hasta cumplir mis objetivos. Este logro me demuestra que cualquier meta que me proponga es alcanzable, siempre que se enfrente con ambición y humildad al mismo tiempo.

Gracias.

RESUMEN

El mantenimiento industrial ha evolucionado históricamente desde un enfoque correctivo, centrado en la reparación de fallas, hacia modelos más estructurados orientados a la prevención, la eficiencia y la mejora continua. En este contexto, la filosofía Lean Manufacturing, originada en el Sistema de Producción Toyota, ha sido adoptada progresivamente en áreas de servicios y mantenimiento, permitiendo optimizar procesos, reducir desperdicios y fortalecer la gestión interna. Esta evolución ha impulsado a las organizaciones a buscar metodologías que mejoren su desempeño operativo sin requerir necesariamente grandes inversiones en infraestructura.

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar la prefactibilidad de implementar herramientas Lean Manufacturing en el área de servicios mecánicos de Turbomecánica Ltda., con el propósito de mejorar la eficiencia operativa, el orden del entorno de trabajo, la trazabilidad de las actividades y el fortalecimiento interno de la cultura organizacional. Para ello, se desarrolla un marco teórico que aborda los fundamentos del mantenimiento industrial, la filosofía Lean y las herramientas de mejora continua que sustentan el estudio.

En el Capítulo 2 se realiza el diagnóstico de la situación actual del área, utilizando herramientas como la observación directa, la aplicación de una encuesta al personal, el análisis de causa raíz mediante diagramas de Ishikawa y el análisis de las 3M. Los resultados evidencian deficiencias significativas en el orden y limpieza del taller, la gestión de la información, la trazabilidad de las actividades y prácticas organizacionales de carácter reactivo, lo que genera pérdidas de tiempo operativo y limita el desempeño del área.

A partir de este diagnóstico, el Capítulo 3 desarrolla el diseño de la solución, sustentado en una metodología de priorización que considera los resultados de la encuesta y los análisis de causa raíz. Mediante una matriz de ponderación se seleccionan tres ejes de mejora: la implementación de la metodología 5S, la mejora de la trazabilidad operativa y el fortalecimiento interno de la cultura organizacional. Estas propuestas se estructuran a través de árboles de solución y planes de acción, orientados a abordar las causas raíz de los problemas identificados.

El Capítulo 4 evalúa la factibilidad económica de la propuesta mediante la identificación de costos de implementación, costos de operación y costos asociados a la no implementación. A través de indicadores propios y una comparación costo–beneficio, se estima que las ineficiencias actuales generan pérdidas significativas en horas hombre, las cuales pueden ser reducidas de manera progresiva con la implementación de las mejoras propuestas. Los resultados indican que la propuesta es económicamente factible, con un

plazo de recuperación de la inversión estimado en el corto plazo bajo escenarios conservadores.

Finalmente, se concluye que el objetivo general del estudio fue cumplido, ya que se logró evaluar de manera técnica, operativa y económica la prefactibilidad de implementar herramientas Lean Manufacturing en el área de servicios mecánicos. Asimismo, los objetivos específicos relacionados con el diagnóstico de la situación actual, el diseño de una propuesta de mejora y la evaluación de su factibilidad fueron alcanzados satisfactoriamente. El estudio demuestra que la aplicación estructurada de herramientas Lean constituye una alternativa viable y conveniente para mejorar el desempeño del área, sentando las bases para una futura implementación real dentro de la organización.

INDICE

DEDICATORIA 2

RESUMEN.....4

INDICE 6

ÍNDICE DE TABLAS 10

ÍNDICE DE FIGURAS.....12

SIMBOLOGÍAS 14

INTRODUCCIÓN 15

OBJETIVOS 17

 OBJETIVOS GENERAL.....17

 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....17

ALCANCES.....18

LIMITACIONES 18

1 CAPITULO: MARCO TEORICO 19

 1.1 INTRODUCCION AL MARCO TEORICO 20

 1.2 MANTENIMIENTO INDUSTRIAL 20

 1.2.1 DEFINICIÓN 20

 1.2.2 OBJETIVO DEL MANTENIMIENTO 20

 1.2.3 TIPOS DE MANTENIMIENTO 21

 1.2.4 GESTIÓN DE ACTIVOS.....22

 1.2.5 INDICADORES.....23

 1.3 FILOSOFÍA LEAN 23

 1.3.1 DEFINICIÓN Y PROPÓSITO 23

 1.3.2 ORIGEN.....24

 1.3.3 MUDAS 24

 1.3.4 TIPOS DE MUDA 25

 1.4 ESTRUCTURA DE LEAN MANUFACTURING.....25

 1.4.1 LOS PILARES PRINCIPALES.....25

 1.5 TIPOS DE HERRAMIENTAS LEAN.....26

 1.5.1 HERRAMIENTA 5S 26

 1.5.2 TPM - MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL 27

 1.5.3 MEJORA CONTINUA.....27

1.5.4	KANBAN.....	28
1.5.5	KPI	28
1.5.6	GESTION VISUAL	29
1.5.7	ANÁLISIS CAUSA RAÍZ.....	29
1.6	CULTURA ORGANIZACIONAL APLICADA AL MATENIMIENTO	30
1.6.1	COMUNICACION ORGANIZACIONAL INTERNA.....	31
1.6.2	RESISTENCIA AL CAMBIO	31
1.6.3	RELACION ENTRE CULTURA ORGANIZACIONAL Y LEAN MANUFACTURING.....	32
1.6.4	DIGITALIZACION EN LA OPERACIÓN Y GESTION DE INFORMACIÓN	32
1.7	METODOLOGIA DE DIAGNOSTICO OPERACIONAL.....	32
1.8	TRAZABILIDAD OPERACIONAL	33
1.9	ARBOLES DE PROBLEMAS – SOLUCIÓN.	33
1.10	MATRICES DE PONDERACION	34
1.11	LAYOUT DE TRABAJO.....	34
1.12	NORMATIVAS RELEVANTES	35
1.12.1	UNE-EN 13306:2018.....	35
1.12.2	ISO 55000:2014	35
1.12.3	ISO 9001:2015	35
1.12.4	DIAGRAMAS DE FLUJO – ISO 5807.....	36
2	CAPITULO: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	37
2.1	INTRODUCCION AL PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	38
2.2	ANTECEDENTES GENERALES.....	38
2.3	LAYOUT DE LAS INSTALACIONES	40
2.4	DESCRIPCION DEL PROCESO ACTUAL	41
2.5	EVIDENCIA DE SITUACION ACTUAL	43
2.6	ENCUESTA AL PERSONAL	45
2.7	HERRAMIENTAS DE DIAGNOSTICO	48
2.7.1	ANÁLISIS ISHIKAWA	48
2.7.2	ANÁLISIS 3M.....	51
2.8	SINTESIS DE DIAGNOSTICO	53
3	CAPITULO: DISEÑO SOLUCIÓN	55
3.1	INTRODUCCIÓN AL CAPITULO	56

3.2	METODOLOGIA DE SELECCIÓN DE PROBLEMAS.....	57
3.3	DESARROLLO DE DISEÑO SOLUCIÓN	57
3.3.1	MATRIZ DE PONDERACIÓN	57
3.3.2	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	58
3.4	SELECCIÓN DE PROBLEMAS CRITICOS	59
3.5	ARBOLES DE SOLUCIONES.....	60
3.6	PROPUESTAS DE MEJORA.....	62
3.5.1	PLAN DE ACCIÓN N°1: IMPLANTACIÓN DE METODOLOGÍA 5S EN TALLER.	62
3.5.2	PLAN DE ACCIÓN N°2: MEJORA DE LA TRAZABILIDAD OPERATIVA	87
3.5.3	PLAN DE ACCIÓN N°3: FORTALECIMIENTO DE LA CULTURA ORGANIZACIONAL.....	94
4	CAPITULO: EVALUACION ECONOMICA	100
4.1	INTRODUCCIÓN AL CAPITULO	101
4.2	IDENTIFICACION Y CLASIFICACIÓN DE COSTOS.....	101
4.2.1	COSTOS DIRECTOS.....	102
4.2.2	COSTOS INDIRECTOS.....	104
4.2.3	COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN	105
4.2.4	COSTOS DE OPERACIÓN/MANTENCIÓN	107
4.2.5	SUMATORIA TOTAL DE COSTOS	109
4.2.6	METODOLOGIA DE ESTIMACION DE COSTOS	109
4.3	COSTOS ACTUALES DE NO IMPLEMENTAR (PERDIDAS).....	109
4.3.1	CALCULO VALOR DE HORA HOMBRE (H.H).....	111
4.3.2	ESTIMACION DE PERDIDAS EN TIEMPO	111
4.3.3	ESTIMACION DE PERDIDAS EN DINERO.....	111
4.5	COMPARACION COSTO/ BENEFICIO	112
4.6	TIEMPO DE IMPLEMENTACION.....	114
4.7	EVALUACION DE FACTIBILIDAD ECONOMICA BASADA EN KPI'S.....	114
4.7.1	INDICADORES ECONÓMICOS PRINCIPALES.....	115
	CONCLUSIONES	118
	CONCLUSIONES OPERATIVAS	118
	CONCLUSIONES TECNICAS.....	118
	PROYECCION FUTURA	119

FACTIBILIDAD DEL PROYECTO.....119

BIBLIOGRAFÍA 121

ANEXOS 122

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2. 1: Resultados principales de la encuesta aplicada al área de servicios	47
Tabla 2. 2: Identificación de 3M.	51
Tabla N°3. 1: Tabla de ponderación de problemas.	58
Tabla N°3. 2: Criterios de jerarquización.	59
Tabla N°3. 3: Escala de Likert.	59
Tabla N°3. 4: Designación de equipo 5S.	64
Tabla N°3. 5: Definición de zonas y alcances	65
Tabla N°3. 6: Levantamiento de estado actual.	66
Tabla N°3. 7: Checklist	67
Tabla N°3. 8: Identificación de elementos innecesarios.	68
Tabla N°3. 9: Matriz de clasificación.	69
Tabla N°3. 10: Registro de retiro.	69
Tabla N°3. 11: Evidencia fotográfica Antes/Después	70
Tabla N°3. 12: Conclusiones	70
Tabla N°3. 13: Inventario general	71
Tabla N°3. 14: Inventario de herramientas por familia	72
Tabla N°3. 15: Registro de instalación de orden visual	72
Tabla N°3. 16: Registro de demarcaciones y señaléticas	73
Tabla N°3. 17: Encuesta rápida de validación	73
Tabla N°3. 18: Evidencia fotográfica Antes/Después del orden	73
Tabla N°3. 19: Conclusiones generales de la fase 2	74
Tabla N°3. 20: Limpieza profunda	75
Tabla N°3. 21: Asignación de responsables	76
Tabla N°3. 22: Checklist de verificación de orden y limpieza	76
Tabla N°3. 23: Control visual	77
Tabla N°3. 24: Evaluación de orden y limpieza	77
Tabla N°3. 25: Evidencia fotográfica Antes/Después	78
Tabla N°3. 26: Conclusiones sobre el orden y limpieza	78
Tabla N°3. 27: Instructivo visual 5S	80
Tabla N°3. 28: Agenda diaria de orden y limpieza	80
Tabla N°3. 29: Documentación de procedimientos.	81
Tabla N°3. 30: Formato de auditoria interna de 5S	81

Tabla N°3. 31:Registro de acciones correctivas	82
Tabla N°3. 32:Evidencia fotográfica del estándar	82
Tabla N°3. 33: Conclusiones fase 4	83
Tabla N°3. 34: Actividades de refuerzo.....	84
Tabla N°3. 35: Formato de seguimiento semanal	84
Tabla N°3. 36: Registro de no conformidades	84
Tabla N°3. 37:Indicadores de control	85
Tabla N°3. 38: Conclusiones de la fase 5	85
Tabla N°3. 39: Diseño de base de datos principal	89
Tabla N°3. 40: Definición de nuevos responsables	91
Tabla N°3. 41: Indicadores	92
Tabla N°3. 42: Tipos de indicadores aplicables al Plan N°3	98
Tabla N°4 1: Costos directos plan 1.....	103
Tabla N°4 2: Costos directos plan 2.....	103
Tabla N°4 3: Costos directos Plan 3	103
Tabla N°4 4: Costos indirectos Plan 1.	104
Tabla N°4 5: Costos indirectos Plan 2.	104
Tabla N°4 6: Costos indirectos plan 3.	105
Tabla N°4 7: Costos de implementación plan N°1.....	106
Tabla N°4 8: Costos de implementación plan N°2.....	106
Tabla N°4 9: Costos de implementación plan N°3.....	106
Tabla N°4 10: Costos de operación/mantenimiento plan N°1	107
Tabla N°4 11: Costos de operación/mantenimiento plan N°2.....	108
Tabla N°4 12: Costos de operación/mantenimiento plan N°3.....	108
Tabla N°4 13: Sumatoria total de costos.....	109
Tabla N°4 14: Estimación de pérdidas en tiempo.....	111
Tabla N°4 15: Estimación de pérdidas en dinero.....	111
Tabla N°4 16: Tiempo de etapas de implementación.	114
Tabla N°4 17: Horas hombre perdidas por ineficiencias (HH/mes).	115
Tabla N°4 18: Costo mensual de ineficiencias (\$/mes).	116

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1: Cambio de grasa en descansos de conjunto ventilador.....21

Figura 1. 2: Análisis de vibraciones en equipo ventilador. 21

Figura 1. 3: Reparación de grieta en equipo acumulador de vapor.....22

Figura 1. 4: Esquema de tipos de muda. 25

Figura 1. 5: Casa del Lean Manufacturing y sus pilares fundamentales.....26

Figura 1. 6:Método Kanban 28

Figura 1. 7: Dashboard kpis de gestión.....28

Figura 1. 8: Gestión Visual Arauco.....29

Figura 1. 9: Simbología de diagramas de flujo 36

Figura 2. 1: Fotografía general de la empresa.....39

Figura 2. 2: Organigrama de Turbomecanica. 40

Figura 2. 3 Layout de las instalaciones de Turbomecanica. 41

Figura 2. 4: Diagrama de flujo de Trabajos 42

Figura 2. 5: Equipo de vibraciones fuera de servicio.....43

Figura 2. 6:Equipo de alineamiento fuera de servicio.....43

Figura 2. 7: Taller mecánico año 2024. 44

Figura 2. 8: Desorganización de equipamiento y herramientas. 44

Figura 2. 9: Trabajos sin identificación – Trazabilidad visual.....45

Figura 2. 10: Estado del taller en enero 2025.....45

Figura 2. 11: Diagrama de Ishikawa: Problemas de comunicación interna. 48

Figura 2. 12: Diagrama de Ishikawa: Problemas de orden y limpieza en taller mecánico.
.....49

Figura 2. 13: Diagrama de Ishikawa: Problemas mantenimiento de equipos y herramientas
.....50

Figura 2. 14:Diagrama de Ishikawa: Problemas trazabilidad. 50

Figura 2. 15: Diagrama de Ishikawa: Problemas trazabilidad. 51

Figura 3. 1: Árbol de soluciones para problema de desorden y limpieza en taller. 60

Figura 3. 2: Árbol de soluciones para problema de Trazabilidad. 61

Figura 3. 3: Árbol de soluciones para problema cultura organizacional reactiva. 62

Figura 3. 4: Resumen de implementación.....63

Figura N°4. 1: Comparación anual de costos entre no implementar e implementar las mejoras propuestas. 113

Figura N°4. 2: Comparación anual costo–beneficio de la propuesta de mejora. 113

Figura N°4. 3: Comparación de horas hombre pérdidas mensuales antes y después de la implementación. 115

Figura N°4. 4:Comparación mensual de costos entre la situación actual y el escenario post implementación. 116

SIMBOLOGÍAS

Lean: Lean Manufacturing

5S: Metodología de orden y limpieza (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke)

TPM: Total Productive Maintenance (Mantenimiento Productivo Total)

PHVA / PDCA: Planificar – Hacer – Verificar – Actuar

Muda: Desperdicio o actividad que no agrega valor

Mura: Variabilidad en los procesos

Muri: Sobrecarga de recursos o personas

ACR: Análisis de Causa Raíz

Ishikawa: Diagrama de causa–efecto

KPI: Key Performance Indicator (Indicador Clave de Desempeño)

HH: Hora Hombre

OT: Orden de Trabajo

Dashboard: Panel de control de indicadores

Trazabilidad: Capacidad de seguimiento y registro de actividades

END: Ensayos No Destructivos

MTTR: Mean Time To Repair (Tiempo Medio de Reparación)

MTBF: Mean Time Between Failures (Tiempo Medio Entre Fallas)

CMMS: Computerized Maintenance Management System (si lo mencionas)

PdM: Mantenimiento Predictivo

PM: Mantenimiento Preventivo

CLP: Peso chileno

\$/HH: Costo por hora hombre

IGFE: Índice Global de Factibilidad Económica

UNE-EN 13306: Terminología del mantenimiento

ISO 5807: Diagramas de flujo de datos

ISO 9001:2015: Sistemas de gestión de la calidad

ISO 55000: Gestión de activos – Principios y terminología

ISO 55001: Sistemas de gestión de activos – Requisitos

OEE: Overall Equipment Effectiveness (Eficiencia global del equipo)

ISO: International Organization for Standardization (organización internacional de estandarización)

UNE: Una Norma Española

INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia industrial, el mantenimiento ha evolucionado desde un enfoque reactivo, orientado exclusivamente a la reparación de fallas, hacia un rol estratégico dentro de las organizaciones. Durante gran parte del siglo XX, la mantención correctiva predominó como práctica habitual, generando altos costos operacionales, tiempos muertos y baja confiabilidad de los activos. Con el aumento de la complejidad tecnológica, la competitividad de los mercados y las exigencias de calidad y seguridad, las empresas comenzaron a incorporar enfoques más estructurados, como el mantenimiento preventivo, predictivo y la gestión de activos, orientados a maximizar la disponibilidad, confiabilidad y vida útil de los equipos.

En paralelo a esta evolución, surgieron nuevas filosofías de gestión enfocadas en la eficiencia operacional y la mejora continua. Entre ellas, destaca la filosofía Lean Manufacturing, desarrollada a partir del Sistema de Producción Toyota, la cual propone la eliminación sistemática de desperdicios, la estandarización de procesos y el fortalecimiento del factor humano como pilares fundamentales para mejorar el desempeño organizacional. Si bien Lean se originó en entornos productivos de manufactura, su aplicación se ha extendido progresivamente a áreas de servicios, mantenimiento e ingeniería, donde los procesos presentan una alta variabilidad y dependencia de la gestión interna.

En el ámbito del mantenimiento industrial, la aplicación de herramientas Lean permite abordar problemáticas recurrentes como la falta de orden y limpieza, la comunicación informal, la baja trazabilidad de las actividades, la ausencia de estandarización y una cultura organizacional reactiva. Estas condiciones impactan directamente en la eficiencia del proceso, la seguridad, la calidad del servicio y la sostenibilidad de las mejoras en el tiempo. Metodologías como 5S, gestión visual, Kanban, TPM y el ciclo PHVA se han consolidado como herramientas clave para estructurar los procesos de mantenimiento, fortalecer la disciplina operativa y promover una cultura de mejora continua.

En este contexto, el área de servicios mecánicos de Turbomecánica Ltda. presenta desafíos asociados a la organización del taller, la gestión de la información operativa, la planificación de las actividades y la estandarización de los procesos. A pesar de contar con personal técnico especializado y experiencia en servicios mecánicos e inspecciones, se identifican brechas que limitan el desempeño del área, tales como la asignación verbal de tareas, la falta de registros formales, el desorden en los espacios de trabajo y una cultura orientada principalmente a la reacción frente a contingencias operativas.

Frente a esta realidad, el presente trabajo de titulación desarrolla un estudio de prefactibilidad para la implementación de herramientas Lean Manufacturing en el área de

servicios mecánicos de Turbomecánica Ltda., con el propósito de evaluar su viabilidad técnica, organizacional y económica. A través de un marco teórico que aborda los fundamentos del mantenimiento industrial, la gestión de activos y la filosofía Lean, se realiza un diagnóstico de la situación actual del área utilizando herramientas de ingeniería como diagramas de flujo, encuestas, análisis de causa raíz y análisis de las 3M.

Los resultados del diagnóstico permiten sustentar una propuesta de mejora estructurada, basada en la implementación de la metodología 5S, el fortalecimiento de la trazabilidad operativa mediante herramientas digitales y el desarrollo de una cultura organizacional orientada a la mejora continua. De este modo, el estudio busca establecer lineamientos claros que contribuyan a mejorar la eficiencia, el orden, la trazabilidad y la sostenibilidad de los procesos del área, entregando una base sólida para una futura implementación de Lean Manufacturing dentro de la empresa.

OBJETIVOS

OBJETIVOS GENERAL

- Realizar estudio de prefactibilidad para la implementación de herramientas de Lean Manufacturing en el departamento de servicios mecánicos de Turbomecanica, evaluando su viabilidad técnica y organizacional.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Establecer los fundamentos conceptuales del mantenimiento industrial y la filosofía Lean Manufacturing, incluyendo sus principios, herramientas y normativas asociadas,
- Diagnosticar la situación actual del departamento de servicios mecánicos identificando brechas de estandarización, orden y trazabilidad mediante las herramientas de lean manufacturing
- Proponer lineamientos y recomendaciones para la implementación de las herramientas de Lean Manufacturing en el área de servicios mecánicos.
- Evaluación preliminar sobre viabilidad técnica y económica para la implementación metodología Lean dentro de la empresa.

ALCANCES

En el presente estudio se dedica exclusivamente en el área de servicios mecánicos de la empresa Turbomecánica, en donde se enfoca en las actividades asociado a inspección, trabajos mecánicos y orden del taller.

El alcance incluye un levantamiento técnico del diagnóstico, identificando las problemáticas operativas del departamento y el diseño de tres planes de acción orientados a mejorar el orden, la trazabilidad y la cultura organizacional del área. El proyecto considera exclusivamente el análisis y las propuestas de mejora, sin la implementación física de estas acciones.

LIMITACIONES

El estudio no contempla la ejecución práctica de los planes de acción, por lo que los resultados proyectados no son verificados en terreno. La información analizada depende de la disponibilidad y percepción del personal encuestado y entrevistado. Asimismo, el proyecto se limita exclusivamente al área evaluada, sin considerar otros procesos o departamentos de la empresa que puedan influir indirectamente en su desempeño.

1 CAPITULO: MARCO TEORICO

1.1 INTRODUCCION AL MARCO TEORICO

El presente capítulo reúne los fundamentos conceptuales necesarios para comprender, contextualizar y sustentar las herramientas y metodologías utilizadas en el desarrollo de este estudio. El análisis del área de Servicios Mecánicos requiere un marco teórico amplio que permita interpretar las causas de los problemas operativos identificados y orientar la selección de soluciones basadas en principios de mejora continua. Para ello, se abordan los conceptos centrales del Lean Manufacturing, sus pilares y herramientas asociadas, destacando la metodología 5S, la identificación de desperdicios y la importancia del orden y la estandarización en entornos productivos y de servicios.

Asimismo, se incorporan herramientas de análisis como el diagrama de Ishikawa, la matriz de priorización y el árbol de soluciones, que permiten estructurar de manera racional la identificación y jerarquización de problemas. Finalmente, se abordan elementos teóricos relacionados con la comunicación organizacional, la cultura interna y la trazabilidad operativa, debido a que estos factores influyen directamente en el desempeño del área y constituyen dimensiones clave para la formulación de los planes de acción propuestos en capítulos posteriores.

En conjunto, este marco teórico establece las bases conceptuales que respaldan el diagnóstico realizado y proporcionan un sustento académico a las propuestas de mejora desarrolladas en este proyecto.

1.2 MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

1.2.1 DEFINICIÓN

Mantenimiento se define según la norma UNE-EN13306-2018 como una combinación de estrategias técnicas, administrativas, y operativas de gestión, ejecutadas a lo largo del ciclo de vida del activo, cuya finalidad conservarlo o restablecerlo al estado en que pueda cumplir su función de manera satisfactoria.

1.2.2 OBJETIVO DEL MANTENIMIENTO

El objetivo del mantenimiento en base a las normativas utilizadas, es preservar la funcionabilidad, disponibilidad y confiabilidad de un activo a lo largo de su ciclo de vida. Buscando obtener valor de cada activo mediante una gestión de costos, riesgos y desempeño, contribuyendo directamente con la producción eficiencia de algún proceso productivo o servicio.

1.2.3 TIPOS DE MANTENIMIENTO

- A. Mantenimiento preventivo: Mantenimiento realizado para reducir la probabilidad de fallas de uno o más elementos de un activo físico.



Figura 1. 1: Cambio de grasa en descansos de conjunto ventilador.

- B. Mantenimiento predictivo: Mantenimiento basado en la condición, logrando predecir el comportamiento del equipo y sus posibles fallas funcionales, junto con la evaluación de parámetros establecidos de cada activo.



Figura 1. 2: Análisis de vibraciones en equipo ventilador.

- C. Mantenimiento correctivo: Mantenimiento que acude tras la falla funcional del activo, reconociendo la avería y posterior reparación o cambio de elementos. Su fin es dejar al equipo operativo.



Figura 1. 3: Reparación de grieta en equipo acumulador de vapor.

Fuente: Elaboración propia.

- D. Mantenimiento oportunista: Mantenimiento preventivo o correctivo el cual no está dentro de la programación de mantención, se realiza en tareas paralelas con el objetivo de reducir costos mejorar disponibilidad y confiabilidad.

1.2.4 GESTIÓN DE ACTIVOS

Según la norma ISO 55000 (2014), se define como la coordinación de actividades de una organización para obtener valor de sus activos, mediante un equilibrio entre costo, riesgo y desempeño.

En el contexto del mantenimiento industrial, la gestión de activos permite integrar las estrategias técnicas con los objetivos organizacionales, promoviendo decisiones basadas en la eficiencia, la confiabilidad y la sostenibilidad a lo largo del ciclo de vida de los equipos.

- A. Confiabilidad: Capacidad de un activo de realizar su función determinada bajo condiciones específicas en un determinado tiempo.
- B. Disponibilidad: Capacidad de un activo de realizar su función cada vez que sea requerido en las condiciones determinadas del tiempo.
- C. Mantenibilidad: capacidad de un activo bajo condiciones determinadas, de ser preservado o ser devuelto al estado en el que cumpla con su función requerida cuando se ejecuta el mantenimiento.
- D. Función: capacidad de cumplimiento de un requisito establecido.
- E. Ciclo de vida: Estado en el que pasa un activo desde su primer uso hasta su eliminación.
- F. Vida útil: Rango de tiempo en el que el activo da su inicio hasta que se alcanza el estado limite.
- G. Activo físico: elemento que tiene un valor real para la organización.

H. Criticidad: Grado de importancia que tiene un equipo o componente dentro de un proceso productivo o de servicios.

1.2.5 INDICADORES

Los indicadores de gestión, comúnmente conocidos como KPI (Key Performance Indicators), permiten medir el nivel de desempeño de un proceso y evaluar el cumplimiento de los objetivos estratégicos y operativos. Según Parmenter (2015), “los KPI son medidas fundamentales que monitorean los factores críticos de éxito de una organización y permiten tomar decisiones basadas en evidencia”. Su correcta aplicación facilita la identificación de desviaciones, oportunidades de mejora y el seguimiento de la efectividad de las acciones implementadas.

Los KPI utilizados en este estudio se agrupan en tres dimensiones principales: orden y estandarización, trazabilidad documental y cultura organizacional. Entre los más relevantes se consideran:

Indicadores de orden y 5S: puntaje de auditoría, porcentaje de cumplimiento del estándar, frecuencia de limpieza y nivel de herramientas correctamente almacenadas.

Indicadores de trazabilidad: tiempo promedio de búsqueda de documentos, porcentaje de órdenes de trabajo registradas en el sistema, integridad documental y completitud de checklists digitales.

Indicadores de cultura organizacional: participación en reuniones y capacitaciones, cumplimiento de comunicación formal, aplicación de retroalimentaciones y reconocimiento interno.

Estos indicadores constituyen la base para evaluar las mejoras propuestas en los planes de acción desarrollados en los capítulos posteriores, permitiendo medir su impacto y asegurar la sostenibilidad de los cambios dentro del área de Servicios Mecánicos.

Estos indicadores, tratados desde la gestión de activos, se complementan con los KPI utilizados en Lean Manufacturing, revisados en la sección 1.5.5”

1.3 FILOSOFÍA LEAN

1.3.1 DEFINICIÓN Y PROPÓSITO

Se asocia a una filosofía de trabajo, centrada en las personas, en la cual define la forma de mejorar y optimizar los sistemas de producción con el objetivo de eliminar todo proceso que no contenga valor alguno (desperdicio o muda) dentro del mismo. Como por ejemplo

puede ser la sobreproducción, el exceso de inventario, inspecciones, movilizaciones, entre otros. En si esta filosofía entrega la mirada de todo lo que no debemos realizar para entregar algún producto o servicio cualidades que no agregan valor para el consumidor y se tiende a eliminar.

Su objetivo principal es generar la cultura de la mejora centrada en la comunicación y el trabajo en equipo. Al tener adquirida la visión de la mejora continua, siempre existen mejores maneras de realizar las tareas, en esto se apoya la filosofía, siempre mejorar.

1.3.2 ORIGEN

El Lean Manufacturing tiene su origen en el Sistema de Producción Toyota (TPS), desarrollado en Japón entre los años 1950 y 1970 por Taiichi Ohno y Shigeo Shingo. Este sistema surgió como respuesta a la necesidad de mejorar la productividad con recursos limitados tras la Segunda Guerra Mundial, enfocándose en la eliminación sistemática de desperdicios (muda), la estandarización del trabajo y la mejora continua (kaizen) *Según Ohno, 1988; Shingo, 1989.*

Décadas más tarde, el TPS fue estudiado por investigadores del MIT, quienes acuñaron el término “Lean Manufacturing” para describir este enfoque de producción eficiente. El concepto fue difundido mundialmente tras la publicación del libro *The Machine That Changed the World*, donde Womack, Jones y Roos (1990) comparan sistemas de manufactura y destacan la superioridad del modelo Toyota.

Desde entonces, Lean se consolidó como una filosofía de gestión orientada a optimizar procesos, mejorar la calidad y eliminar actividades que no generan valor para el cliente.

1.3.3 MUDAS

Es una palabra japonesa que traducida al español significa “desperdicio”, Considerada una actividad que no genera valor al producto o servicio final y ocupa recursos disponibles. Además de los desperdicios, el sistema de Toyota adiciona 2 conceptos fundamentales para entender la causa raíz de la ineficiencia, las cuales serían muri y mura.

Mura: corresponde a la irregularidad o variabilidad de los procesos, lo que generalmente ocurre por déficit de estandarización, falta de planificación y las diferentes maneras de trabajar de cada persona.

Muri se asocia a la sobrecarga de personas, maquinaria, equipos o procesos, ocurre cuando no están los recursos necesarios para cumplir las tareas

Los conjuntos de estos conceptos se identifican como las 3M, están estrechamente relacionadas y ellas en conjunto explican una gran mayoría de las problemáticas observadas en mantenimiento con procesos no estandarizados.

1.3.4 TIPOS DE MUDA

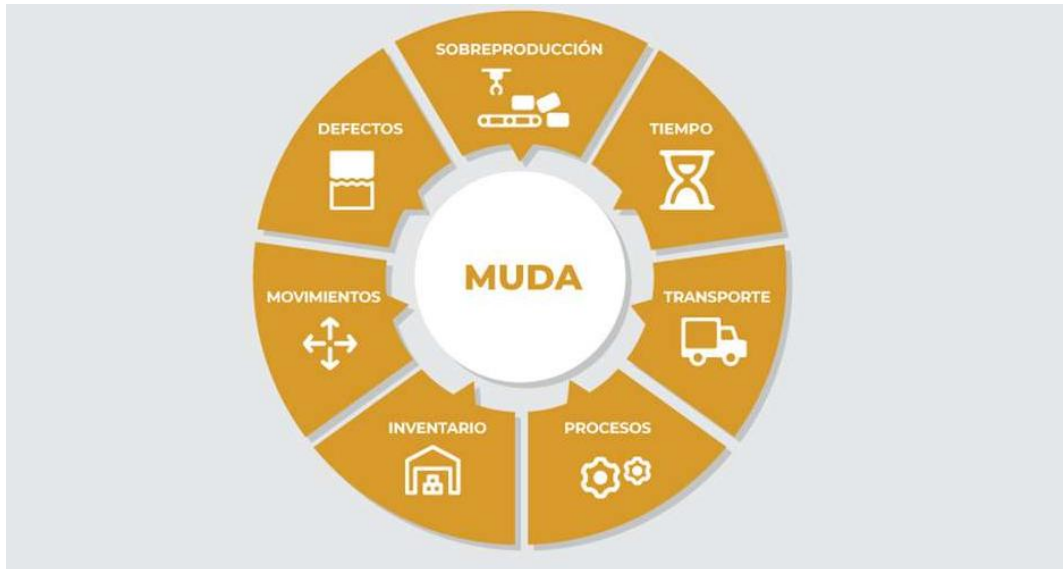


Figura 1. 4: Esquema de tipos de muda.

Fuente: SPC consulting group.

1. Sobreproducción: Realización de tareas antes de ser requeridos.
 2. Esperas/tiempo: tiempos muertos causados por falta de coordinación, información o recursos.
 3. Transporte: Movimiento innecesario de material, equipos o herramientas.
 4. Sobreprocesamiento: Actividades que excedan los requerimientos del cliente.
 5. Inventario: acumulación de materiales, repuestos o trabajos no finalizados.
 6. Movimientos: desplazamientos innecesarios del personal por desorden o mala distribución.
 7. Defectos: Errores en trabajos, retrabajos o fallas por procedimientos deficientes.
- Herramientas de Lean Manufacturing.

1.4 ESTRUCTURA DE LEAN MANUFACTURING

La estructura conocida como la “Casa del Lean Manufacturing” representa de manera conceptual los pilares, fundamentos y herramientas que sustentan la filosofía Lean. En su base se encuentran la estandarización de procesos, la producción nivelada, la mejora continua (Kaizen) y el factor humano, elementos indispensables para garantizar estabilidad operativa y un entorno propicio para la eliminación de desperdicios.

1.4.1 LOS PILARES PRINCIPALES

Los pilares principales de la casa son Justo a Tiempo (JIT) y Jidoka. El primero busca asegurar que cada proceso reciba lo necesario en el momento exacto, evitando inventarios y tiempos de espera; mientras que Jidoka se enfoca en la calidad en la fuente, permitiendo detener el proceso cuando ocurre un problema y asegurando que los defectos no avancen río abajo.

Sobre estos pilares se sostiene el principio de excelencia en las operaciones, el cual integra calidad, costo, entrega, seguridad y motivación del personal.

Finalmente, en la parte inferior se agrupan las herramientas Lean más utilizadas, entre ellas 5S, SMED, TPM, Kanban, gestión visual, VSM y KPI, las cuales apoyan diferentes funciones del sistema: diagnóstico, operación y seguimiento. Esta representación permite comprender cómo Lean se articula como un sistema integral de producción y mejora continua.

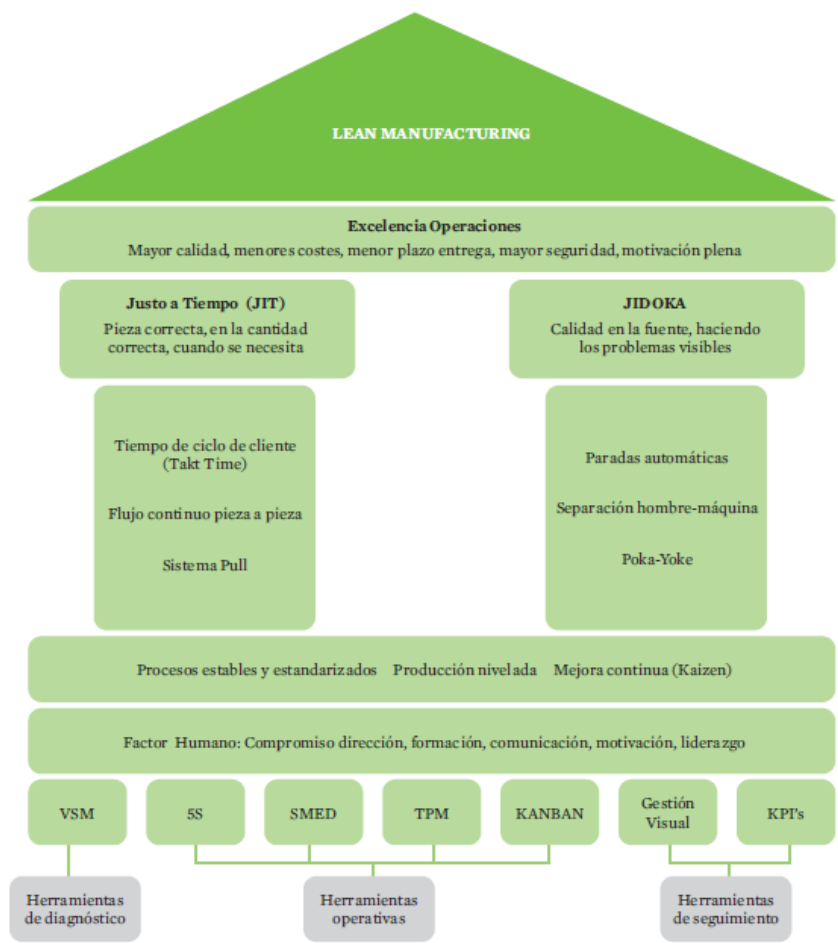


Figura 1. 5: Casa del Lean Manufacturing y sus pilares fundamentales.

Fuente: EOI Lean manufacturing 2013

1.5 TIPOS DE HERRAMIENTAS LEAN

Existen diversos tipos de herramientas en función a la filosofía de Lean, por lo cual solo se mencionaras las que se utilizaran dentro del proyecto.

1.5.1 HERRAMIENTA 5S

Mantener y mejorar las condiciones de organización, orden y limpieza y las mejoras en las condiciones de trabajo, detectando material artículos innecesarios, excesos de inventarios, productos con defectos y reducir costos de operación.

- 1. Seiri: Selección, identificar y separar los materiales necesarios de los necesarios y darle las disposiciones adecuadas.

2. Seiton: Orden, en esta fase se establece el modo en el que deben ubicarse e identificarse los materiales necesarios de manera que sea fácil encontrarlos, utilizarlos y reponerlos. Cada artículo debe tener su lugar asignado y al terminar de usarlo debe devolverse a ese sitio.
3. Seiso: Limpieza, Identificar y eliminar las fuentes de suciedad, asegurando que todos los medios se encuentran en perfecto estado.
4. Seiketsu, control visual, distinguir fácilmente los trabajos de manera sencilla.
5. Shitsuke: Disciplina y hábito, consiste en trabajar adecuadamente con las normas establecidas.

1.5.2 TPM - MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

Metodología asociada con la manufactura esbelta, consiste en principios aplicados para que nuestros activos o máquinas que realizan el trabajo soporten y sean compatibles con el flujo de trabajo necesario.

1.5.3 MEJORA CONTINUA

La mejora continua es un principio fundamental de la gestión moderna y constituye uno de los pilares centrales del enfoque Lean Manufacturing. Se basa en la premisa de que todo proceso puede ser perfeccionado de manera permanente mediante la identificación sistemática de problemas, el análisis de sus causas y la implementación de acciones correctivas o preventivas (Imai, 1986).

En el contexto japonés, la mejora continua se conoce como Kaizen, concepto que implica “cambiar para mejorar” y que promueve la participación activa de todos los miembros de la organización en la búsqueda de pequeñas mejoras incrementales realizadas de forma constante. Según Womack y Jones (1996), este enfoque permite reducir desperdicios, estabilizar procesos y avanzar progresivamente hacia operaciones más eficientes y confiables.

La mejora continua se opera mediante herramientas como el ciclo PHVA (Planificar–Hacer–Verificar–Actuar), originalmente desarrollado por Deming, el cual proporciona una estructura repetitiva para planificar cambios, ejecutarlos, evaluar sus resultados y estandarizar aquellos que generan beneficios.

La mejora continua, al integrarse con metodologías como Lean Manufacturing y TPM, contribuye a fortalecer la disciplina operativa, la estandarización de procedimientos, la resolución de problemas basada en datos y el compromiso del personal con los objetivos estratégicos de la organización.

1.5.4 KANBAN

El método Kanban es una herramienta de control visual que permite gestionar el flujo de trabajo mediante señales visuales. Su objetivo es evitar la sobreproducción, mejorar la trazabilidad de las tareas y asegurar que cada actividad avance únicamente cuando existe capacidad real para ejecutarla. En áreas de mantenimiento, Kanban facilita el orden, la planificación y el seguimiento de actividades, reduciendo dependencias de la comunicación verbal.



Figura 1. 6:Método Kanban

Fuente: Impulso _06 formación y futuro.

1.5.5 KPI

Los indicadores clave de desempeño (KPI) corresponden a métricas utilizadas para evaluar el rendimiento de procesos, equipos o actividades. En mantenimiento, los KPI más comunes incluyen MTTR, MTBF, disponibilidad, cumplimiento del plan y tiempos de respuesta. Su función es entregar información objetiva para la toma de decisiones y respaldar la mejora continua.

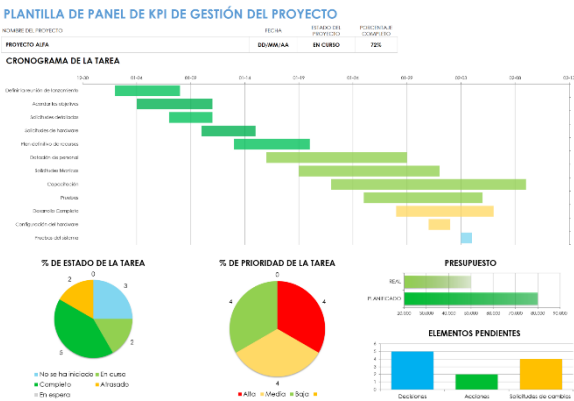


Figura 1. 7: Dashboard kpis de gestión.

Fuente: Smartsheet

Significa “cambiar para mejorar” y consiste en la aplicación continua de mejoras de bajo costo por parte de los trabajadores, enfocadas en eliminar desperdicios y optimizar la operación diaria.

1.5.6 GESTION VISUAL

La gestión visual corresponde al uso de señales, símbolos, colores y tableros que facilitan la comunicación inmediata del estado de los procesos. Su objetivo es reducir errores, estandarizar la información y permitir que cualquier miembro del equipo pueda comprender rápidamente qué se debe hacer, quién es responsable y en qué etapa se encuentra el trabajo. Esta herramienta es fundamental en Lean y TPM.



Figura 1. 8: Gestión Visual Arauco.

Fuente: Baroing safe & intelligent mro.

1.5.7 ANÁLISIS CAUSA RAÍZ

El análisis de causa raíz corresponde a un conjunto de metodologías sistemáticas utilizadas para identificar los factores fundamentales que originan un problema, con el objetivo de eliminarlo de manera permanente y evitar su recurrencia. A diferencia de los enfoques reactivos, que se centran únicamente en corregir los efectos visibles de una falla, el análisis de causa raíz busca comprender las relaciones causa–efecto que subyacen en los procesos, permitiendo intervenir sobre los verdaderos orígenes de las desviaciones operacionales.

En el ámbito del mantenimiento industrial y la gestión de operaciones, el análisis de causa raíz constituye una herramienta clave para la mejora continua, ya que permite transformar eventos no deseados como: fallas repetitivas, re trabajos, pérdidas de tiempo o desviaciones de calidad en oportunidades de aprendizaje organizacional. Su correcta aplicación contribuye a la estandarización de procesos, a la reducción de desperdicios y al fortalecimiento de la confiabilidad operacional de los activos.

Una de las herramientas más utilizadas para este fin es el diagrama de Ishikawa, también conocido como diagrama de causa–efecto o “espina de pescado”, desarrollado por Kaoru Ishikawa. Este método permite representar de manera gráfica y estructurada las posibles causas que influyen en un problema central, agrupándolas en categorías predefinidas tales como métodos, mano de obra, maquinaria, materiales, medición, medio ambiente y

gestión. Esta clasificación facilita el análisis integral de problemas complejos, evitando enfoques parciales o sesgados.

Complementariamente, la metodología de los “5 Porqués”, desarrollada por Sakichi Toyoda, permite profundizar en cada causa identificada mediante preguntas sucesivas orientadas a descubrir el origen real del problema. Esta técnica promueve el pensamiento crítico y evita soluciones superficiales, asegurando que las acciones correctivas se enfoquen en causas estructurales y no en síntomas temporales.

Desde la perspectiva de la filosofía Lean Manufacturing, el análisis de causa raíz se encuentra estrechamente vinculado a la eliminación de desperdicios (muda), la reducción de la variabilidad (mura) y la disminución de la sobrecarga (muri). La identificación de causas raíz permite comprender cómo la falta de estandarización, la comunicación informal, el desorden y la ausencia de control visual generan ineficiencias recurrentes dentro de los procesos de mantenimiento y servicios.

En consecuencia, el análisis de causa raíz no solo constituye una herramienta de diagnóstico, sino también un pilar fundamental para el diseño de soluciones sostenibles. Su aplicación sistemática facilita la toma de decisiones basada en datos, el diseño de acciones correctivas efectivas y la consolidación de una cultura organizacional orientada a la mejora continua, siendo un elemento clave en la implementación exitosa de metodologías Lean y TPM en entornos industriales.

1.6 CULTURA ORGANIZACIONAL APLICADA AL MANTENIMIENTO

La cultura organizacional corresponde al conjunto de valores, creencias, normas y comportamientos compartidos por los miembros de una organización. Según Schein (2010), “La cultura organizacional es un patrón de supuestos básicos que un grupo inventa o desarrolla al aprender a enfrentar sus problemas de adaptación externa e integración interna”. Estos patrones orientan la conducta diaria, influyen en la toma de decisiones y determinan la forma en que las personas perciben, interpretan y responden a su entorno laboral.

En el ámbito operacional, Robbins y Judge (2017) señalan que “la cultura actúa como un mecanismo de control social que guía el comportamiento y la interacción entre los trabajadores”. De esta forma, una cultura sólida y alineada con la estrategia organizacional se convierte en un factor clave para la eficiencia, la seguridad, la productividad y la sostenibilidad de cualquier proceso técnico o industrial.

Las culturas organizacionales se componen de elementos como valores y creencias compartidas en la organización, normas y buenas practicas, patrones de comunicación, liderazgo y hábitos colectivos. Estos elementos son vitales para comprender los

comportamientos presentes en el área de servicios mecánicos, de tal manera se puede explicar la falta de estandarización o comunicación no efectiva.

1.6.1 COMUNICACION ORGANIZACIONAL INTERNA

La comunicación organizacional interna es clave para la construcción y mantenimiento de una óptima cultura, cuando esta es deficiente, informal o inconsistente, tiende a generar errores administrativos, confusiones, retrasos y pérdida de la trazabilidad.

Para ello podemos clasificar la comunicación en dos puntos

- Formal: Con procedimientos escritos y estandarizados, reportes, reuniones.
- Informal: Conversaciones, instrucciones verbales, acuerdos no documentadas.

En entornos de mantenimiento e inspección, una comunicación formal débil implica riesgos operativos y dificultad para asegurar la receptibilidad del trabajo técnico. La falta de registros e instrucciones claras afecta la trazabilidad, la seguridad y la calidad del servicio. Por ello, mejorar la comunicación formal es fundamental para sostener cualquier iniciativa Lean o de estandarización.

1.6.2 RESISTENCIA AL CAMBIO

La introducción de nuevos sistemas, metodologías o hábitos suele generar resistencia al cambio entre los trabajadores. Kotter (1995) establece que “la resistencia aparece cuando los empleados no comprenden la necesidad del cambio, temen perder estabilidad o no confían en el proceso de transformación”. Este fenómeno es especialmente relevante en organizaciones con culturas tradicionales o con poca experiencia en prácticas Lean.

Las principales causas de resistencia incluyen:

- Falta de comunicación clara sobre el propósito del cambio
- Miedo a lo desconocido o a la pérdida de control
- Experiencias previas negativas
- Falta de capacitación
- Creencias arraigadas sobre “la forma correcta” de trabajar

En el contexto del taller, la adopción de 5S, Notion para trazabilidad y nuevas rutinas de comunicación requiere gestionar cuidadosamente esta resistencia mediante liderazgo, capacitación y refuerzo de hábitos.

1.6.3 RELACION ENTRE CULTURA ORGANIZACIONAL Y LEAN MANUFACTURING

La implementación de lean no se limita a solo herramientas operativas, sino que requiere un cambio cultura dentro de la organización profundo, ambos puntos son similares a un sistema de producción.

Una organización con cultura organizacional Lean se caracteriza por tener; comunicaciones claras, disciplina, respeto, trabajo estandarizado y mejora continua.

Sin estos valores, lean carece de efectividad en cuanto a su sostenibilidad, por ende, para lograr el fortalecimiento de esta nueva cultura organizacional, es indispensable que las propuestas se apliquen y perduren en el tiempo.

1.6.4 DIGITALIZACION EN LA OPERACIÓN Y GESTION DE INFORMACIÓN

La digitalización se ha convertido en un pilar esencial de las operaciones modernas. Según Kagermann, Helbig y Hellinger (2013), “la digitalización permite transformar procesos manuales en sistemas más eficientes, trazables y menos propensos a error”. En áreas técnicas, la digitalización documental y la gestión de datos operativos permiten mejorar el acceso a la información, reducir tiempos de búsqueda, facilitar auditorías y asegurar continuidad operacional.

Los sistemas digitales simples, como bases de datos estructuradas o plataformas de gestión (Notion, CMMS, ERP), contribuyen a:

- Mejorar la trazabilidad
- Estandarizar registros
- Apoyar la toma de decisiones
- Reducir la variabilidad en el proceso documental
- Fortalecer la transparencia operacional

Para organizaciones que aún dependen de registros manuales o servidores desestructurados, la digitalización representa un avance crítico hacia una operación más confiable y eficiente.

1.7 METODOLOGIA DE DIAGNOSTICO OPERACIONAL

El diagnóstico operacional consiste en identificar, analizar y priorizar problemas que afectan el desempeño de un área. Slack et al. (2010) sostienen que “el diagnóstico operacional permite comprender el estado actual de un proceso, identificar brechas y definir estrategias para su mejora”. En la práctica, se apoya en herramientas como:

- Matrices de priorización
- Análisis de causa raíz - Diagrama de Ishikawa
- Encuestas internas
- Árbol de soluciones

Estas metodologías permiten estructurar el análisis y justificar la selección de planes de acción desde una base lógica y sistemática.

Cabe mencionar que se utilizaron metodología cuantitativa mediante las encuestas con la escala de Likert y a su vez metodologías cualitativas para el desarrollo de los análisis y matrices.

1.8 TRAZABILIDAD OPERACIONAL

La trazabilidad operacional corresponde a la capacidad de identificar, registrar y seguir cada una de las actividades, documentos y decisiones asociadas a un proceso productivo o de servicio. En términos prácticos, implica asegurar que toda intervención realizada en un equipo, orden de trabajo o inspección pueda ser rastreada desde su inicio hasta su finalización. La trazabilidad permite mejorar la organización, facilitar auditorías, reducir errores humanos y garantizar que la información técnica se encuentre disponible y accesible para quienes la requieran dentro de la operación.

Este concepto adquiere especial relevancia en áreas donde se manejan informes, diagnósticos y antecedentes técnicos que deben permanecer correctamente almacenados y disponibles. Una adecuada trazabilidad evita la pérdida de documentos, la duplicidad de registros y la dependencia de la memoria del personal, fortaleciendo la continuidad operativa.

Desde la perspectiva normativa, la ISO 9001:2015 establece la importancia del control documental y exige que las organizaciones mantengan registros claros sobre sus procesos y productos, resaltando la necesidad de asegurar la identificación, almacenamiento, protección y recuperación de la información relevante (ISO, 2015). Este principio entrega sustento teórico para implementar sistemas digitales o estructurados que garanticen la trazabilidad en las actividades del área de servicios.

1.9 ARBOLES DE PROBLEMAS – SOLUCIÓN.

El árbol de problemas es una herramienta visual utilizada para identificar causas y efectos asociados a un problema central. Su finalidad es descomponer el problema en sus componentes principales, diferenciando entre causas raíz, causas intermedias y

consecuencias. Esta estructura permite comprender cómo se originan las dificultades dentro de un proceso y facilita la priorización de intervenciones.

Una vez construido el árbol de problemas, se elabora el árbol de soluciones, el cual transforma cada causa identificada en una posible intervención o línea de acción. Este enfoque permite evaluar diferentes alternativas de mejora y seleccionar aquellas que se consideran más viables o de mayor impacto.

En el contexto de mejoras operacionales, esta herramienta apoya la toma de decisiones al ordenar la información y permitir visualizar la relación directa entre la solución propuesta y su contribución al problema central. Es especialmente útil en diagnósticos organizacionales y metodologías de mejora continua.

1.10 MATRICES DE PONDERACION

La matriz de ponderación es una herramienta empleada para priorizar problemas o alternativas en función de criterios previamente definidos. Consiste en asignar un peso a cada criterio según su importancia y evaluar cada problema o solución según dichos criterios. Posteriormente se calculan puntajes que permiten jerarquizar de manera objetiva cuál problema debe abordarse primero o qué alternativa de solución resulta más adecuada.

Esta técnica es especialmente útil cuando existen múltiples problemas y recursos limitados, ya que permite justificar la elección final y evita decisiones basadas únicamente en percepción o intuición. En ámbitos operacionales, los criterios más comunes suelen ser impacto, frecuencia, urgencia, riesgo y factibilidad.

Al utilizar esta matriz, se logra una visión cuantitativa que complementa el análisis cualitativo, generando una priorización más robusta y defendible dentro del proceso de diagnóstico.

1.11 LAYOUT DE TRABAJO

El layout de un área de trabajo corresponde a la disposición física de los equipos, herramientas, puestos de trabajo y zonas de tránsito, y cumple un rol fundamental en la eficiencia operativa, la seguridad y el flujo de los procesos. Un layout adecuado permite reducir desplazamientos innecesarios, minimizar tiempos de búsqueda, facilitar el acceso a los recursos y mejorar la comunicación visual dentro del área. Desde la perspectiva de la filosofía Lean, el diseño del layout debe orientarse a eliminar desperdicios asociados a movimientos, esperas y sobreprocesos, promoviendo un flujo de trabajo ordenado, seguro y alineado con la estandarización de las actividades.

1.12 NORMATIVAS RELEVANTES

En el marco del mantenimiento industrial existen diversas normativas internacionales se sientan las bases conceptuales, estratégicas y operativas de su gestión. Entre las que tienen mayor peso dentro de la industria se encuentran la UNE-EN 13306:2018 y la ISO 55000:2014, de las cuales proporcionan el marco teórico, técnico y metodológico para la planificación, estrategia, control y gestión de los procesos industriales.

1.12.1 UNE-EN 13306:2018

Según la norma UNE-EN 13306 (2018), Normativa la cual constituye la principal referencia en materia del mantenimiento industrial. Define conceptos, clasificaciones y terminologías asociados al mantenimiento, incluyendo sus tipos. Adicionalmente, se establecen las relaciones entre confiabilidad, mantenimiento, disponibilidad y durabilidad, siendo la base de las terminologías utilizadas en las normas y metodologías posteriores.

1.12.2 ISO 55000:2014

Esta normativa abarca la gestión integral de activos, orientada al valor y el ciclo de vida de los equipos. La gestión de activos, según la norma ISO 55000 (2014), Se define como Gestión a toda coordinación de actividades de una organización a para darle u obtener el valor de cada activo, en relación a sus costos, riesgos y desempeño. Este enfoque resulta relevante para generar estrategias que fortalezcan la productividad y sostenibilidad de una unidad operativa.

1.12.3 ISO 9001:2015

La norma ISO 9001:2015 establece los requisitos para implementar un Sistema de Gestión de la Calidad orientado a asegurar la consistencia en los procesos y la satisfacción del cliente. Entre sus directrices, destaca la importancia del control documental y la trazabilidad de la información, indicando que la organización debe mantener registros identificables, actualizados y accesibles para garantizar la correcta ejecución de los procesos y la toma de decisiones basada en evidencia (ISO, 2015). Esto resulta especialmente relevante en áreas operativas, donde el registro adecuado de actividades, informes y datos técnicos es fundamental para la continuidad y la mejora del servicio.

1.12.4 DIAGRAMAS DE FLUJO – ISO 5807

Un diagrama de flujo es una representación gráfica de un proceso que muestra la secuencia de actividades, decisiones, entradas y salidas mediante símbolos estandarizados. Según la norma ANSI/ISO 5807, estos diagramas permiten visualizar de forma clara el funcionamiento de un proceso, identificar redundancias, detectar cuellos de botella y facilitar su comprensión y mejora. Entre los símbolos más utilizados destacan:

Simbología ISO diagrama de flujo	Significado	Se usa...
 Óvalo	Inicio/Fin. Es el que marca el inicio de un proceso, así como su cierre.	Al principio y al final
 Rectángulo	Proceso. Es el símbolo más utilizado, ya que representa una tarea específica o un paso dentro del diagrama.	Durante el proceso
 Rombo	Decisión. Indica un punto en el que se debe tomar una decisión dentro del flujo, por ejemplo: "sí" o "no".	Cuando hay que evaluar una condición o tomar una decisión.
 Flecha	Línea de flujo. Enlazan los puntos del diagrama y determinan el orden de ejecución.	En todas las conexiones del diagrama.
 Paralelogramo	Entrada/Salida. Permite mostrar desde la entrada de información hasta la salida de los mismos.	Al capturar o mostrar información.

Figura 1. 9: Simbología de diagramas de flujo
Fuente: Norma ANSI/ISO 5807

Los diagramas de flujo son herramientas fundamentales en ingeniería industrial, mantenimiento y gestión de operaciones, ya que permiten estandarizar procesos, apoyar capacitaciones, facilitar auditorías y servir como base para el análisis de mejora continua.

2 CAPITULO: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 INTRODUCCION AL PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El presente capítulo desarrolla el diagnóstico de la situación actual del área de servicios mecánicos de Turbomecánica Ltda., con el fin de identificar brechas operativas, organizacionales y técnicas que afectan la eficiencia del proceso. Para ello, se emplearon diversas fuentes de información, tales como observación directa, levantamiento fotográfico, análisis documental, entrevistas informales con el personal y una encuesta aplicada a los inspectores del área.

Se analiza la estructura organizacional, las condiciones del taller, el estado de los equipos de trabajo, los flujos operativos y las prácticas actuales de comunicación y planificación. Posteriormente, se complementa el diagnóstico mediante herramientas de ingeniería como el diagrama de flujo del proceso, el diagrama de Ishikawa y el análisis de las 3M (Muda, Mura y Muri), permitiendo establecer las causas principales de las problemáticas detectadas.

Los resultados obtenidos constituyen la base para formular la propuesta de mejora presentada en el Capítulo 3.

2.2 ANTECEDENTES GENERALES

Turbomecanica es una empresa chilena dedicada a brindar soluciones integrales en mantenimiento, reparación y optimización de maquinaria rotativa e industrial. Con más de 25 años de trayectoria en el sector, se ha posicionado como un actor relevante en servicios especializados de ingeniería de mantenimiento, abordando tanto equipos eléctricos como mecánicos de alta complejidad. Su compromiso con la calidad, la innovación y la mejora continua le ha permitido consolidarse como un socio estratégico para diversas industrias del país, incluyendo minería, celulosa, energía y manufactura.

La empresa destaca por su enfoque técnico, su equipo multidisciplinario de profesionales y técnicos especializados, y su infraestructura equipada para atender desafíos mecánicos complejos, desde balanceo dinámico hasta fabricación de componentes. Turbomecanica opera bajo altos estándares de seguridad y eficiencia, priorizando la confiabilidad operacional de los equipos de sus clientes.” *Según Turbomecanica. (2024). ¿Quiénes somos?*



Figura 2. 1: Fotografía general de la empresa.

Fuente: Turbomecanica ingenieros

MISIÓN

“Proveer soluciones integrales de mantenimiento, reparación, monitoreo y mejoramiento de equipos industriales, garantizando calidad, cumplimiento, seguridad y precios competitivos. Turbomecanica busca ofrecer un servicio técnico confiable, basado en la experiencia de su equipo humano y en la mejora continua de sus procesos, contribuyendo al éxito de sus clientes.” Según Turbomecanica. (2024). ¿Quiénes somos?

VISIÓN

“Ser reconocidos a nivel nacional como líderes en mantenimiento y reparación de maquinaria rotativa, destacando por la excelencia técnica, la innovación en soluciones industriales y la fidelización de clientes a largo plazo.” Según Turbomecanica. (2024). ¿Quiénes somos?

Turbomecanica se organiza en áreas funcionales orientadas a brindar un servicio integral en el ámbito del mantenimiento industrial. En este caso solo de considerar área de servicios mecánicos.

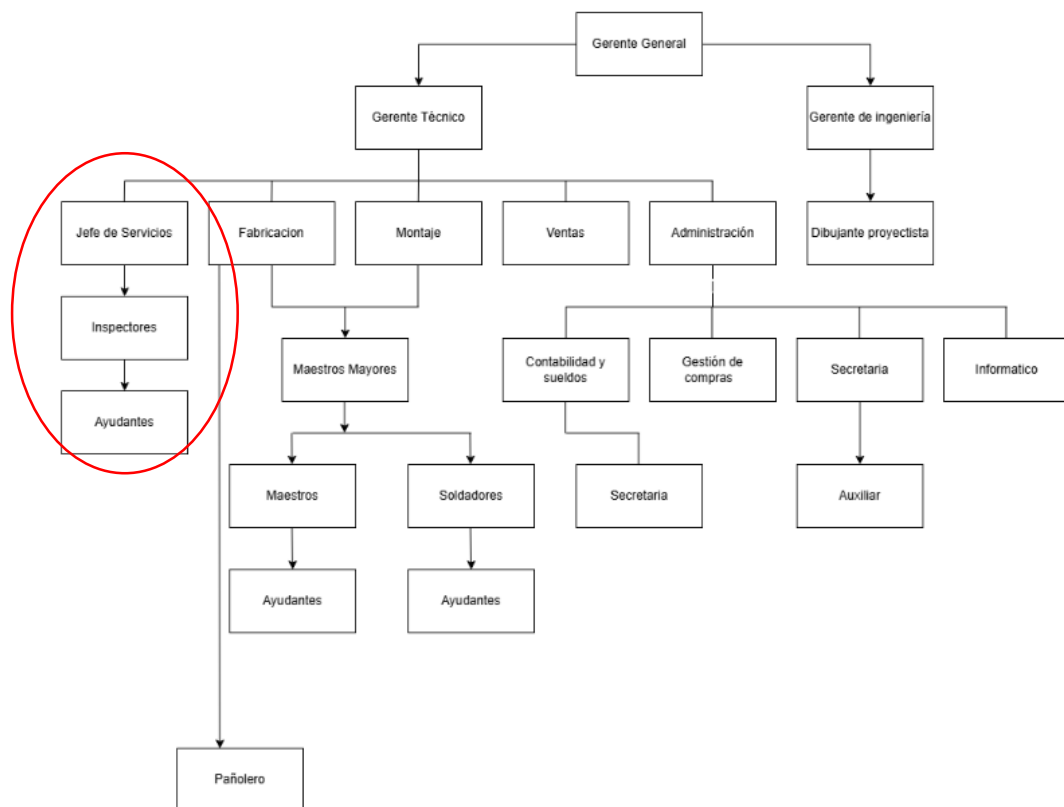


Figura 2. 2: Organigrama de Turbomecanica.

Fuente: Elaboración propia.

Área de servicio: Encargada de diagnósticos – soluciones, desmontajes, reparaciones y montajes de equipos rotativos y estáticos. Se abordan fallas comunes como desbalanceo, vibraciones, desgaste de componentes y alineación incorrecta.

Servicio, es conformado por regularmente por 10 personas, de los cuales hay un jefe de servicio y los demás son inspectores. Dentro de este cargo de inspector la relación directa de comunicación es con la jefatura del área y funciona de la siguiente manera

2.3 LAYOUT DE LAS INSTALACIONES

La figura presentada corresponde a la distribución actual de las instalaciones de la empresa. Para efectos del presente estudio, el análisis y las propuestas de mejora se enfocan exclusivamente en las áreas destacadas en color rojo, las cuales corresponden a los espacios directamente vinculados al área de servicios mecánicos. Las demás zonas de la empresa quedan fuera del alcance de este trabajo, ya que no intervienen de manera directa en los procesos analizados ni en la implementación de las herramientas Lean propuestas.

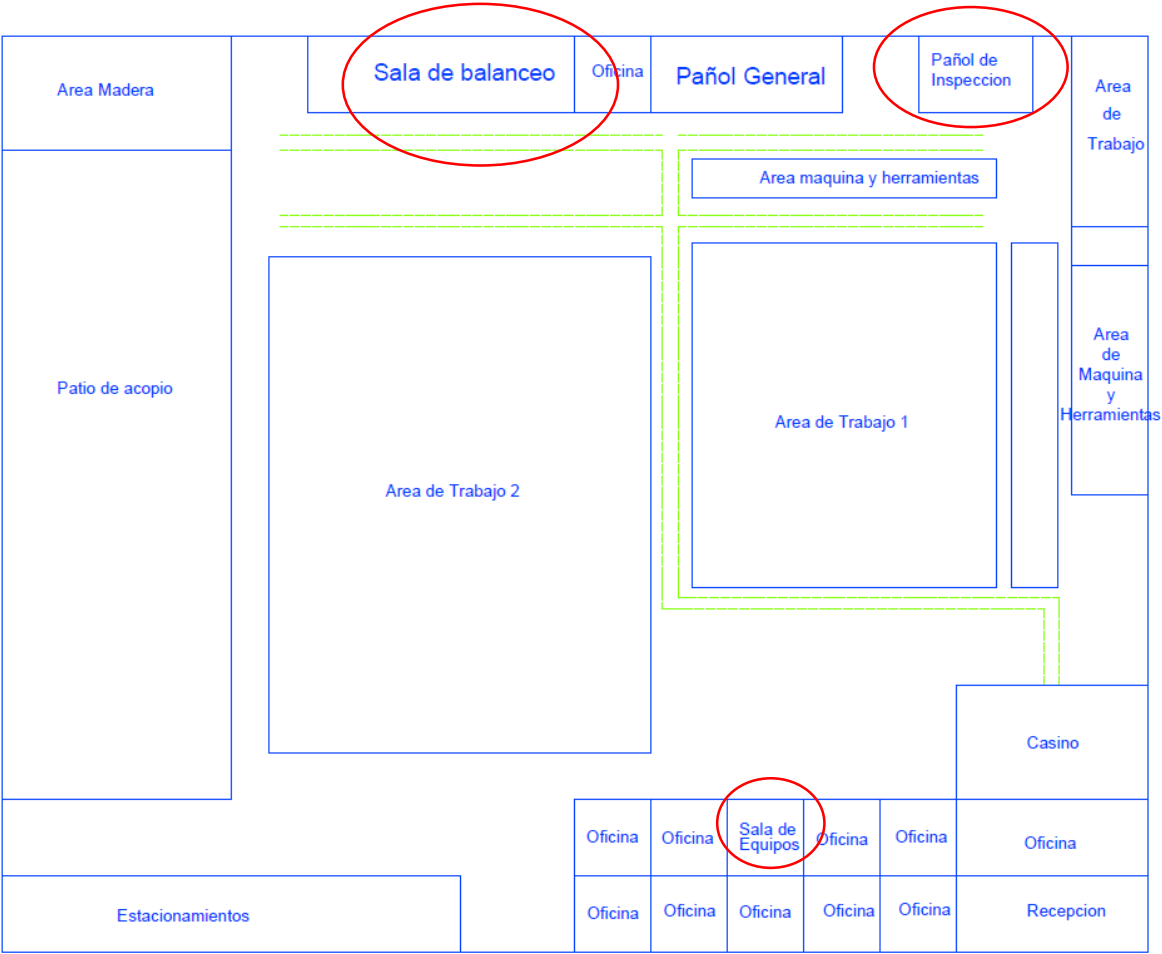


Figura 2. 3 Layout de las instalaciones de Turbomecanica.

Fuente: Elaboración propia.

2.4 DESCRIPCION DEL PROCESO ACTUAL

Con el fin de representar de manera clara el funcionamiento actual del área de servicios mecánicos, se elaboró un diagrama de flujo del proceso, desde la recepción de un requerimiento hasta la entrega del servicio finalizado. El diagrama permite visualizar la secuencia de actividades, los puntos de decisión y las interacciones entre las distintas funciones involucradas.

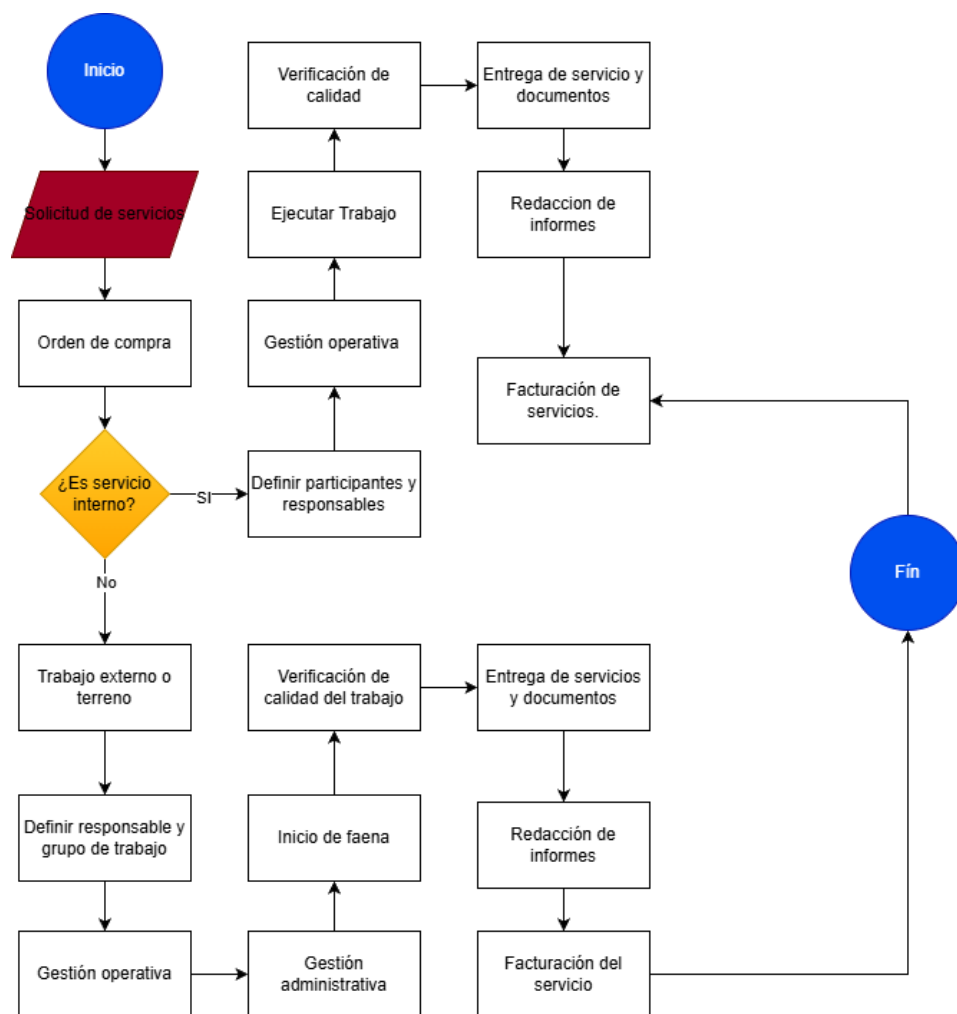


Figura 2. 4: Diagrama de flujo de Trabajos

Fuente: Elaboración Propia.

De forma general, el proceso comienza con la recepción de la solicitud de servicio por parte del cliente interno o externo, continúa con la revisión y validación del requerimiento, la definición de prioridades y la asignación de responsables. Posteriormente, se lleva a cabo la ejecución del trabajo, ya sea en terreno o en las instalaciones de la empresa, seguida por la verificación de calidad, la emisión de informes técnicos y, finalmente, la entrega del servicio y cierre administrativo.

El diagrama de flujo actual evidencia que varias de estas etapas dependen de la comunicación verbal y de la experiencia del personal, lo que limita la trazabilidad y la estandarización del proceso. Asimismo, se identifican oportunidades de mejora relacionadas con la planificación de recursos, el uso de herramientas de gestión visual y la formalización de las órdenes de trabajo.

En el funcionamiento general del departamento de servicio observa que las tareas operativas son asignadas para los inspectores generalmente de manera verbal, sin respaldos documentados o correos electrónicos. Este método de comunicación limita la trazabilidad de la información y puede generar confusiones dentro de la misma operación de las tareas.

Por otro lado, existe una brecha entre las experiencias de los inspectores, debido a que no todos los integrantes del equipo dominan los servicios que brinda la empresa en su totalidad, lo cual en ocasiones genera dependencia de personal y generan limitaciones de operación.

2.5 EVIDENCIA DE SITUACION ACTUAL

En cuanto a los equipos utilizados para los servicios mecánicos en terreno, se observa que gran parte no se encuentra en óptimas condiciones de operación, ya sea por motivos internos o externos del equipo. A su vez, los equipos son almacenados en una oficina en la que el orden y aseo es poco frecuente. Adicionalmente, el servicio de mantenimiento o calibración de equipos es nulo, de modo que no es posible garantizar confiabilidad ni disponibilidad de los equipos por su nula mantención.



Figura 2. 5: Equipo de vibraciones fuera de servicio.

Fuente: Elaboración Propia.



Figura 2. 6:Equipo de alineamiento fuera de servicio.

Fuente: Elaboración Propia.

Por otra parte, respecto a los espacios físicos de trabajo, el taller mecánico o más conocido como “Sala de Balanceo” es una parte fundamental en los procesos del área de servicio, es el espacio en el cual se reciben la mayoría de trabajos mecánicos, tanto trabajos de balanceos, como montaje y desmontaje de equipos, análisis de vibraciones, entre otros. Este taller en la mayoría de ocasiones suele estar con déficit de orden y limpieza, herramientas “hechizas”, chatarra, falta de señaléticas y con un sistema de extracción y ventilación no óptimos. Las condiciones del área son deficientes y reflejan una cultura organizacional de carácter tradicional, con bajo nivel de estandarización y limitada orientación hacia la mejora continua.



Figura 2. 7: Taller mecánico año 2024.

Fuente: Elaboración Propia.



Figura 2. 8: Desorganización de equipamiento y herramientas.

Fuente: Elaboración Propia.



Figura 2. 9: Trabajos sin identificación – Trazabilidad visual..

Fuente: Elaboración Propia.

Finalmente, durante los periodos de baja demanda que generalmente son en los periodos de verano, se planifican actividades internas, como lo son orden y mantenimiento del taller, inventario generalizado de insumos, entre otros. El problema identificado es que, finalizando ese periodo, las actividades carecen de continuidad y adicionalmente los cambios realizados suelen no perdurar en el tiempo.



Figura 2. 10: Estado del taller en enero 2025.

Fuente: Elaboración Propia.

2.6 ENCUESTA AL PERSONAL

En base a la situación actual de la empresa, se determinó realizar una encuesta a modo de identificar a grandes rasgos las problemáticas que existen dentro de la organización, con el enfoque necesario en el área de servicios mecánicos, su objetivo es recopilar datos estadísticos, tendencias y métricas sobre las actividades comúnmente desarrolladas en el departamento, para ello se tomó en consideración a la totalidad del personal del área, que en este caso son 10 personas. Se realizó con una metodología cuantitativa descriptiva,

adicionalmente se utilizó una escala de calificación llamada “escala de Likert” midiendo opiniones y comportamientos, generando datos numéricos que posteriormente fueron tabulados.

Se realizaron 16 preguntas, de las cuales algunas son de desarrollo y otras son medidas por escala de Likert.

A continuación, se dará a conocer las conclusiones de las preguntas más significativas para el estudio, se realizará una tabla resumen de las problemáticas de mayor consideración.

Pregunta 1: Años de experiencia en la empresa

Los resultados indican que la mayoría del personal encuestado posee más de dos años de experiencia en la empresa, lo que evidencia un alto conocimiento práctico de los procesos, del funcionamiento del taller y de las dinámicas internas del área. Este factor otorga validez al diagnóstico obtenido, ya que las respuestas provienen de personal con experiencia directa en las actividades evaluadas.

Pregunta 2: Forma de asignación de tareas

El análisis de esta pregunta muestra que las tareas son asignadas mayoritariamente de forma verbal, sin registros escritos ni sistemas formales de seguimiento. Esta práctica limita la trazabilidad de las actividades, genera dependencia de la memoria individual y dificulta el control del avance de los trabajos, constituyendo una brecha relevante en la gestión operativa del área.

Pregunta 3: Claridad en roles y responsabilidades

Los resultados reflejan que una parte significativa del personal percibe falta de claridad en la definición de roles y responsabilidades. Esta situación genera confusión operativa, sobrecarga de funciones y dependencia de ciertos trabajadores, afectando la eficiencia del equipo y la planificación de las actividades.

Pregunta 4: Estado del orden y limpieza del taller

La mayoría de los encuestados califica el orden y la limpieza del taller como regular o deficiente, lo que confirma las observaciones realizadas durante el levantamiento en terreno. Esta condición impacta directamente en los tiempos de búsqueda, la seguridad y la eficiencia del proceso, evidenciando la ausencia de una aplicación formal de la metodología 5S.

Pregunta 5: Disponibilidad y estado de equipos de trabajo

Los resultados indican que los equipos y herramientas presentan fallas frecuentes o falta de mantenimiento, lo cual afecta su disponibilidad operativa. Esta situación se asocia a la inexistencia de planes de mantenimiento preventivo y registros de control, generando interrupciones en los servicios y aumento del trabajo correctivo.

Pregunta 6: Registro y seguimiento de actividades

Una alta proporción de los encuestados señala que no existe un sistema formal para el registro y seguimiento de las actividades realizadas. Esta carencia limita la trazabilidad de las órdenes de trabajo, dificulta la evaluación del desempeño y restringe la capacidad de análisis histórico del área.

Pregunta 7: Cultura organizacional y mejora continua

El análisis de esta pregunta evidencia que el personal percibe un bajo nivel de compromiso colectivo con el orden, la estandarización y la mejora continua. Esta percepción refleja una cultura organizacional predominantemente reactiva, orientada a resolver contingencias inmediatas más que a prevenir fallas o estandarizar procesos.

Tabla 2. 1: Resultados principales de la encuesta aplicada al área de servicios

Categoría evaluada	Resultado final	Interpretación técnica
Comunicación interna.	El 80% de los encuestados indico que las tareas se asignan de manera verbal, sin registros o respaldo documental.	Se evidencia la falta de trazabilidad en la comunicación de tareas, genera confusión y ausencia de control sobre el flujo de trabajo.
Orden y limpieza de taller	El 70% califico el orden y limpieza como deficiente o regular.	Confirma una ausencia de estandarización y aplicación de 5S, afectando la eficiencia y seguridad del área.
Condiciones de los equipos de trabajo	El 60% señalo que los equipos presentan fallas frecuentes o falta de mantenimiento.	Este indicador refleja la falta de planificación y control en el mantenimiento de los equipos, lo que afecta su disponibilidad operativa.
Seguridad y trazabilidad de tareas	El 75% afirmo que no existe registro ni seguimiento formal de actividades	Esta situación limita el control de avance, la asignación de responsabilidades y la mejora continua.

Cultura organizacional	El 65% considera que existe poco compromiso grupal con el orden y la mejora continua	Se identifica una cultura organización de tipo reactiva.
------------------------	--	--

Nota: Los resultados de la encuesta se encuentran en Anexo del documento.

Fuente: Elaboración propia 2025.

2.7 HERRAMIENTAS DE DIAGNOSTICO

2.7.1 ANÁLISIS ISHIKAWA

Con el objetivo de profundizar en las problemáticas detectadas en el área de servicios mecánicos, se realizaron 5 análisis de causa raíz utilizando el diagrama de Ishikawa o “espina de pescado”. Abarcando las problemáticas de comunicación interna, orden y limpieza de taller mecánico, problemáticas con mantenimiento de equipos, baja trazabilidad y cultura organizacional.

Problema de comunicación interna: El análisis de causa raíz evidencia que los problemas de comunicación interna en el área de servicios mecánicos se originan principalmente por la ausencia de métodos formales para la asignación y seguimiento de tareas. La comunicación se realiza mayoritariamente de forma verbal, sin registros documentados ni canales estandarizados, lo que genera confusión, pérdida de información y falta de trazabilidad. A esto se suma la inexistencia de procedimientos claros, roles poco definidos y una gestión deficiente del flujo de información. Desde el punto de vista de recursos humanos y gestión, la falta de capacitaciones y reuniones estructuradas refuerza una comunicación reactiva, dependiente de la experiencia individual y no de sistemas formales

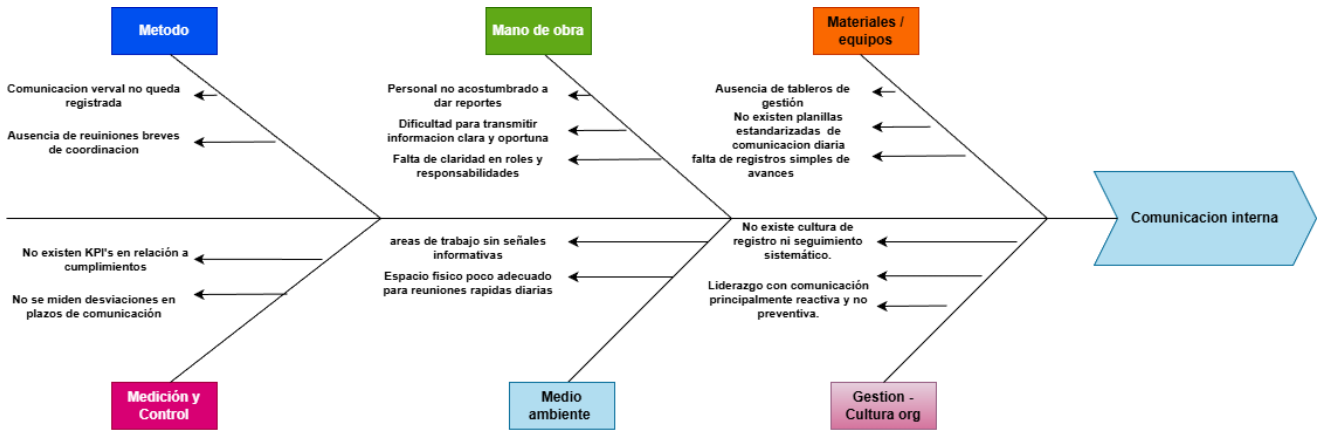


Figura 2. 11: Diagrama de Ishikawa: Problemas de comunicación interna.

Fuente: Elaboración propia 2025.

Problema de orden y limpieza en taller: El diagrama de Ishikawa muestra que las deficiencias en el orden y limpieza del taller mecánico están asociadas principalmente a la falta de estandarización y disciplina operativa. La ausencia de la metodología 5S se refleja en herramientas sin ubicación definida, acumulación de elementos innecesarios, carencia de señaléticas y controles visuales insuficientes. Asimismo, se identifican causas relacionadas con la gestión del área, como la falta de responsables claros, escasa supervisión y ausencia de rutinas de limpieza formales. Estas condiciones generan movimientos innecesarios, tiempos de búsqueda elevados y aumentan los riesgos de seguridad, impactando negativamente en la eficiencia del proceso.

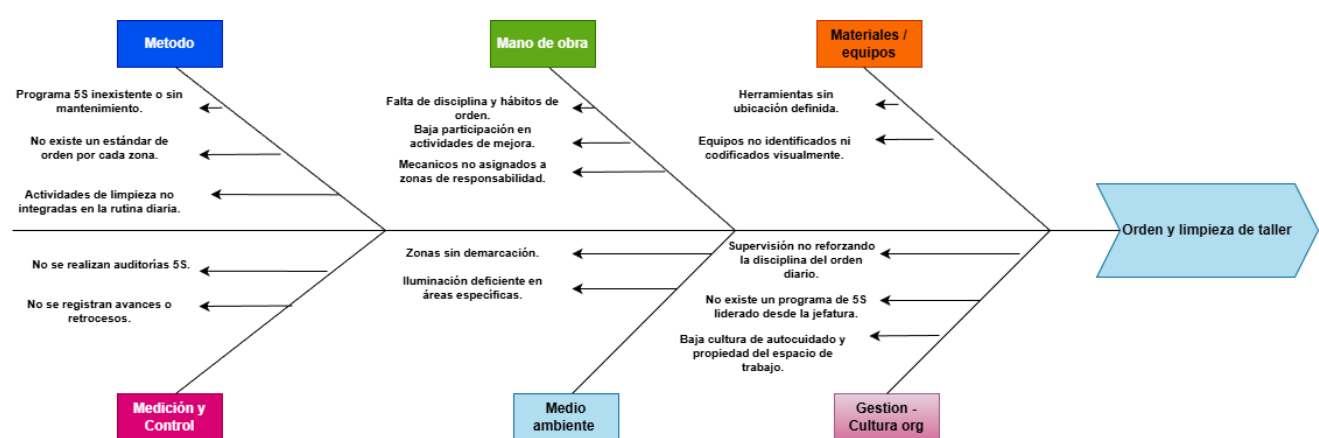


Figura 2. 12: Diagrama de Ishikawa: Problemas de orden y limpieza en taller mecánico.

Fuente: Elaboración propia 2025.

Problema en el mantenimiento de equipos y herramientas: El análisis evidencia que las fallas recurrentes en equipos y herramientas se deben principalmente a la ausencia de un plan de mantenimiento preventivo y de control sobre el estado de los activos. Se identifican causas asociadas a métodos deficientes, tales como la falta de registros de mantenimiento, inexistencia de programas de calibración y uso intensivo de los equipos sin planificación. Además, factores humanos como la sobrecarga de funciones, el uso incorrecto de herramientas y la falta de capacitación contribuyen al deterioro de los equipos. Desde la gestión, la falta de planificación y priorización refuerza una mantención de carácter correctivo, afectando la disponibilidad y confiabilidad operacional.

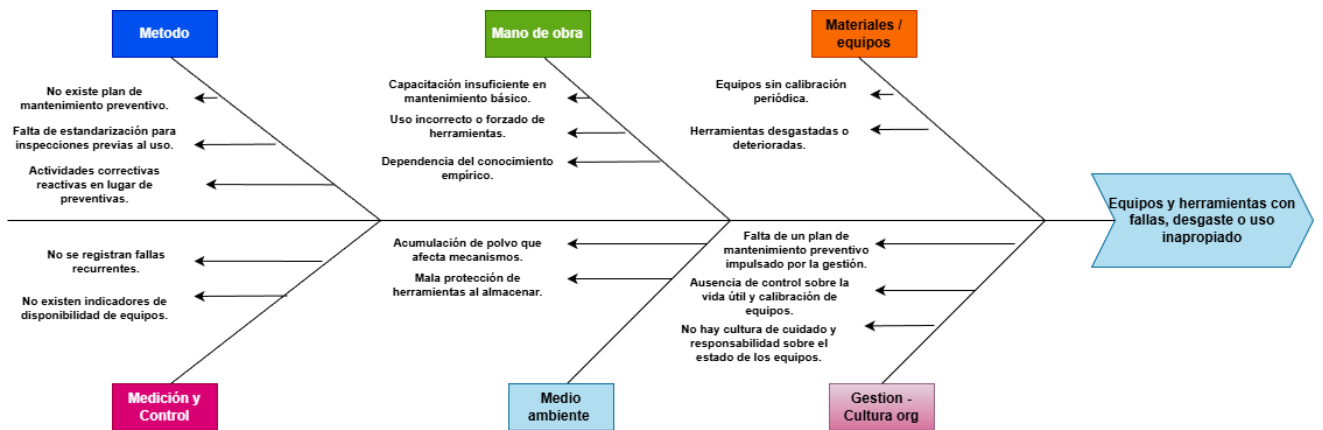


Figura 2. 13: Diagrama de Ishikawa: Problemas mantenimiento de equipos y herramientas

Fuente: Elaboración propia 2025.

Problemas de trazabilidad operativa: El diagrama de Ishikawa permite identificar que la baja trazabilidad de las actividades se origina en la falta de sistemas formales para el registro y seguimiento de las órdenes de trabajo, informes técnicos y evidencias operativas. Las causas principales se relacionan con métodos de trabajo no estandarizados, uso de registros manuales dispersos y dependencia del conocimiento individual. Asimismo, la ausencia de herramientas digitales adecuadas y de controles visuales limita la capacidad de monitorear el avance de las tareas, asignar responsabilidades claras y generar información histórica confiable, afectando la planificación y la mejora continua del área.

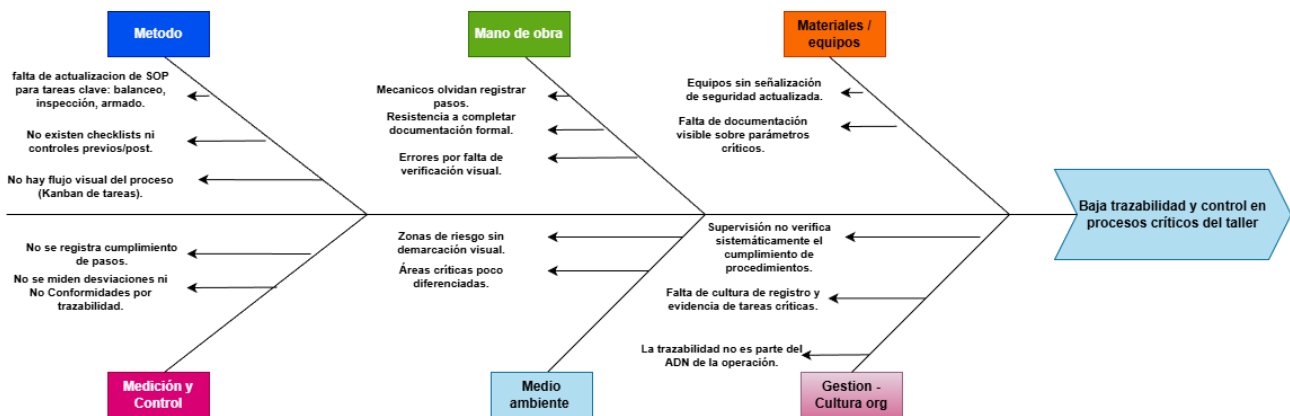


Figura 2. 14:Diagrama de Ishikawa: Problemas trazabilidad.

Fuente: Elaboración propia 2025.

Cultura organizacional reactiva: El análisis de causa raíz asociado a la cultura organizacional revela que el comportamiento reactivo del área se explica por la ausencia de prácticas formales de mejora continua y liderazgo operativo. Se identifican causas relacionadas con la falta de inducciones estructuradas, escasas instancias de retroalimentación, baja formalización de la comunicación interna y ausencia de reconocimiento al cumplimiento de estándares. Estas condiciones fomentan hábitos de

trabajo orientados a la resolución inmediata de problemas, en desmedro de la planificación, estandarización y prevención, dificultando la sostenibilidad de las mejoras y la consolidación de herramientas Lean en el tiempo.

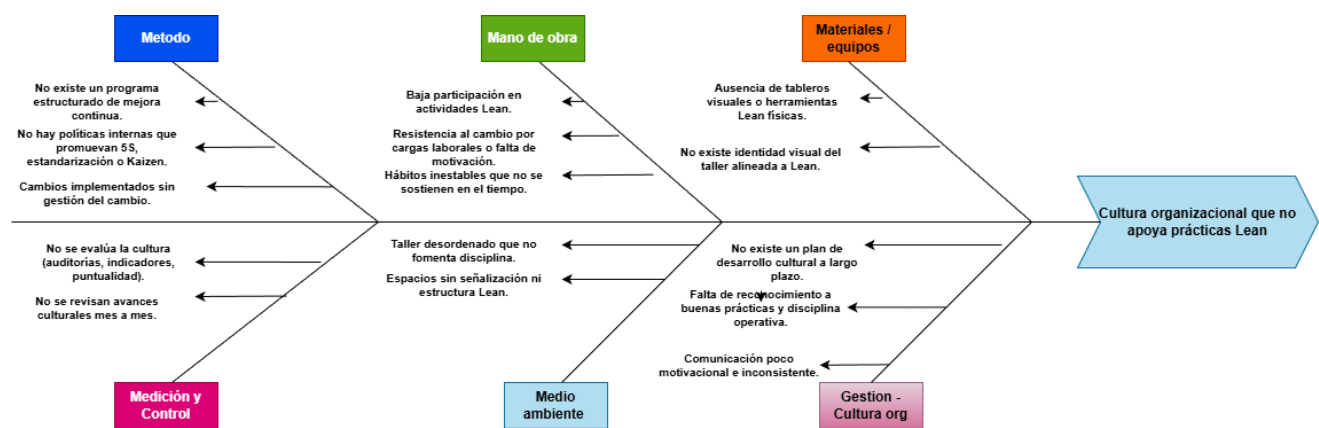


Figura 2. 15: Diagrama de Ishikawa: Problemas trazabilidad.

Fuente: Elaboración propia.

2.7.2 ANÁLISIS 3M

Con el fin de complementar la encuesta realizada de la situación actual, se desarrolló un análisis basado en el enfoque de las 3M del Sistema de Producción Toyota: Muda (desperdicio), Mura (variabilidad) y Muri (sobrecarga). Estas tres categorías permiten identificar las principales fuentes de ineficiencia presentes en los procesos del área de servicios mecánicos, más allá de los síntomas visibles.

Tabla 2. 2: Identificación de 3M.

Muda	Mura	Muri
Movimientos innecesarios por desorden de taller	Procedimiento con falta de mejora continua	Inspectores con diferentes roles
Esperas por falta de herramientas o equipos	No hay planificación	Equipos operando sin mantenimiento preventivo
Re trabajos por procesos no estandarizados o falta de comunicación	Cada inspector trabaja de manera diferente	Sobre carga de tareas por falta de coordinación
Pérdida de tiempo buscando instrumentos	Falta de capacitaciones	

Fuente: Elaboración propia 2025.

Muda (desperdicios)

- Se evidencian diversas actividades que no agregan valor al proceso. Entre los desperdicios más relevantes se encuentran:

- Movimientos innecesarios, asociados a la búsqueda de herramientas, materiales o equipos debido al desorden y falta de ubicación estandarizada.
- Tiempos de espera, generados por falta de disponibilidad de equipos de medición, demora en la entrega de herramientas o espera de instrucciones de parte de la jefatura.
- Retrabajos, provocados por la inexistencia de procedimientos formales o por la variabilidad en la manera en que cada inspector ejecuta una misma tarea.
- Inventarios innecesarios, evidenciados en la acumulación de insumos y elementos en el pañol sin control de stock ni rotación, ocupando espacio y dificultando el orden.

Mura (variabilidad)

- La variabilidad operacional se presenta como una de las causas más significativas de inestabilidad en el área. Se observa:
- Diferencias notorias en la forma de trabajar entre inspectores, ya que no existen procedimientos estandarizados ni instrucciones de trabajo escritas.
- Asignación verbal de las tareas, lo que deriva en interpretaciones distintas de las prioridades y del alcance de las actividades.
- Falta de un método único para la planificación, lo que genera variabilidad en la secuencia, duración y control de los trabajos.
- Esta variabilidad se traduce en inconsistencias operativas, dificultades para mantener un flujo estable y dependencia de la experiencia individual.

Muri (sobrecarga)

- También se identifican situaciones de sobrecarga que afectan tanto a las personas como a los equipos:
- Inspectores que deben asumir múltiples funciones (diagnóstico, ejecución, informes, coordinación), generando acumulación de tareas y altos niveles de presión operativa.
- Equipos de medición utilizados sin el mantenimiento preventivo ni la calibración adecuada, lo que aumenta su desgaste y facilita fallas futuras.
- Sobrecarga en el uso de herramientas y maquinaria del taller, debido a la falta de planificación y control visual, lo cual eleva el riesgo de deterioro o uso inadecuado.

El análisis revela que las 3M están estrechamente conectadas. La variabilidad (Mura) y la sobrecarga (Muri) actúan como causas profundas que originan gran parte de los desperdicios visibles (Muda).

La ausencia de estandarización, la comunicación verbal y el desorden estructural son factores que alimentan continuamente los tres tipos de pérdidas.

Este análisis confirma la necesidad de implementar herramientas Lean orientadas a eliminar estas fuentes de ineficiencia, tales como las 5S, el Kanban, la gestión visual, la estandarización de procesos y elementos del TPM, las cuales serán abordadas en el capítulo siguiente.

2.8 SINTESIS DE DIAGNOSTICO

A partir del análisis de la situación actual del área de servicios mecánicos de Turbomecánica Ltda., desarrollado mediante observación directa, evidencia fotográfica, encuesta al personal, diagramas de flujo, análisis de causa raíz (Ishikawa) y análisis de las 3M (Muda, Mura y Muri), fue posible identificar un conjunto de brechas operativas y organizacionales que afectan el desempeño del área.

Los resultados del diagnóstico evidencian que el problema central del área corresponde a la ausencia de estandarización y trazabilidad en los procesos operativos, lo cual se manifiesta en desorden del entorno de trabajo, comunicación informal de las tareas, falta de control sobre las actividades ejecutadas y una cultura organizacional predominantemente reactiva.

Del análisis integral realizado, se identifican tres problemas críticos, los cuales presentan mayor impacto en la operación diaria y constituyen la base para el diseño de la propuesta de mejora desarrollada en el Capítulo 3:

1. Deficiencias en el orden, limpieza y estandarización del taller (5S).

El diagnóstico del taller mecánico y de las áreas asociadas evidencia una falta de aplicación sistemática de la metodología 5S, reflejada en desorden generalizado, acumulación de elementos innecesarios, herramientas sin ubicación definida, ausencia de señaléticas y condiciones deficientes de limpieza. Esta situación genera movimientos innecesarios, tiempos de búsqueda elevados, riesgos de seguridad y una disminución de la eficiencia operativa. Desde la perspectiva Lean, estas condiciones representan desperdicios del tipo Muda, asociados principalmente a movimientos, esperas y reprocesos.

2. Baja trazabilidad de las actividades y gestión documental.

Se identificó que la asignación y seguimiento de las tareas se realiza mayoritariamente de forma verbal, sin registros formales ni sistemas estandarizados de control. Asimismo, la información técnica, órdenes de trabajo e informes se encuentran dispersos en carpetas no estructuradas dentro de un servidor local, dificultando su acceso, control y análisis histórico. Esta falta de trazabilidad limita la capacidad de planificación, control y mejora continua del área, generando variabilidad en los procesos (Mura) y dependencia de la experiencia individual del personal.

3. Cultura organizacional reactiva y débil orientación a la mejora continua.

El diagnóstico cultural revela una predominancia de prácticas reactivas, enfocadas en la resolución inmediata de problemas más que en la planificación, estandarización y prevención. Se observa escasa formalización de la comunicación interna, ausencia de rutinas de seguimiento, baja disciplina operativa y limitado compromiso colectivo con el orden y la mejora continua. Esta situación se traduce en sobrecarga del personal (Muri), falta de sostenibilidad de las mejoras implementadas y dificultad para consolidar cambios a largo plazo.

En síntesis, los tres problemas identificados —deficiencias en 5S, baja trazabilidad operativa y una cultura organizacional reactiva— se encuentran estrechamente relacionados y se refuerzan mutuamente, afectando el desempeño global del área de servicios mecánicos. La resolución de estas brechas requiere la implementación de herramientas Lean orientadas a la estandarización, el control visual, la gestión de la información y el fortalecimiento de la cultura organizacional, las cuales son abordadas de manera estructurada en el Capítulo 3 mediante los planes de acción propuestos.

3 **CAPITULO: DISEÑO SOLUCIÓN**

3.1 INTRODUCCIÓN AL CAPITULO

El presente capítulo tiene como objetivo desarrollar el diseño de la solución para las problemáticas identificadas en el diagnóstico del área de servicios mecánicos de Turbomecánica Ltda. A partir de los resultados obtenidos en el Capítulo 2, se evidenció la existencia de brechas significativas relacionadas con el orden y la estandarización del taller, la trazabilidad de las actividades operativas y una cultura organizacional predominantemente reactiva, las cuales impactan de manera directa en la eficiencia, seguridad y sostenibilidad del proceso.

Para abordar estas brechas, se plantea un diseño de solución basado en los principios de la filosofía Lean Manufacturing, orientado a la eliminación de desperdicios, la estandarización de los procesos y el fortalecimiento del factor humano. El enfoque adoptado considera la aplicación progresiva de herramientas Lean, seleccionadas en función de su viabilidad técnica, organizacional y de su pertinencia con las problemáticas detectadas, evitando propuestas de alta complejidad o difícil implementación para la organización.

El diseño de la solución se estructura a partir de una matriz de jerarquización de problemas, la cual permite priorizar aquellas brechas con mayor impacto en la operación diaria, mayor frecuencia de ocurrencia y mayor factibilidad de intervención. En base a este análisis, se definen tres ejes principales de mejora: la implementación de la metodología 5S en el taller mecánico, el fortalecimiento de la trazabilidad operativa mediante un sistema digital y el desarrollo de una cultura organizacional orientada a la mejora continua.

Cada una de las propuestas desarrolladas en este capítulo se presenta mediante planes de acción estructurados, que consideran objetivos, alcance, responsables, etapas de implementación, recursos necesarios, riesgos asociados e indicadores de control. De esta manera, el diseño de la solución no solo busca corregir las deficiencias actuales, sino también establecer una base sólida y sostenible para una futura implementación de Lean Manufacturing en el área de servicios mecánicos.

3.2 METODOLOGIA DE SELECCIÓN DE PROBLEMAS

La selección de la solución propuesta se fundamenta en los resultados del diagnóstico desarrollado en el Capítulo 2, el cual consideró la aplicación de encuestas al personal del área de servicios mecánicos y el análisis de causa raíz mediante diagramas de Ishikawa. Estas herramientas permitieron identificar, desde una perspectiva tanto operativa como organizacional, las principales brechas que afectan el desempeño del área.

Dado que el abordaje simultáneo de todas las problemáticas identificadas no resulta viable dentro del alcance del presente estudio, se definió una metodología de priorización basada en una matriz de ponderación y jerarquización de problemas. Esta herramienta de decisión multicriterio permite evaluar de manera objetiva los cinco tópicos identificados, considerando criterios operacionales relevantes para el área de servicios mecánicos.

Los criterios utilizados para la evaluación corresponden al impacto en la operación, la frecuencia de ocurrencia, la urgencia de intervención y la viabilidad técnica de solución. Cada problemática fue evaluada utilizando una escala de valoración definida, aplicando posteriormente los pesos porcentuales asignados a cada criterio. Los resultados obtenidos a partir de esta matriz permiten jerarquizar las problemáticas y seleccionar aquellas de mayor relevancia, las cuales constituyen la base para el diseño de la solución desarrollada en el presente capítulo.

3.3 DESARROLLO DE DISEÑO SOLUCIÓN

Se realizará el desarrollo de las propuestas de mejora para el área de servicios mecánicos. Para ello se realizará una matriz de jerarquización de problemas para determinar cuáles de ellos son más críticos y en base a los resultados, se determinarán las posibles soluciones.

3.3.1 MATRIZ DE PONDERACIÓN

Con el objetivo de seleccionar de manera objetiva y estructurada las problemáticas más críticas del área de servicios mecánicos, se utilizó una matriz de ponderación de problemas como herramienta de apoyo a la toma de decisiones. Esta metodología permite comparar distintas brechas identificadas durante el diagnóstico, considerando criterios relevantes para la operación y asignándoles una valoración cuantitativa, lo que reduce la subjetividad en el proceso de priorización.

La selección de esta herramienta responde a la necesidad de enfocar el diseño de la solución en aquellos problemas que presentan mayor impacto en el desempeño del área y cuya intervención resulta técnica y organizacionalmente viable. De esta forma, la matriz

de ponderación permite establecer un orden de prioridad coherente con los objetivos del estudio y con los principios de mejora continua promovidos por la filosofía Lean Manufacturing.

La ponderación asignada a cada criterio responde a la necesidad de priorizar aquellos factores que influyen de manera más directa en el desempeño del área. El criterio de impacto en la operación recibe el mayor peso porcentual, debido a su relación directa con la eficiencia y continuidad del servicio. Le siguen la frecuencia y la urgencia, que permiten identificar problemas recurrentes y críticos en el corto plazo. Finalmente, la viabilidad técnica se considera con una ponderación menor, ya que el estudio busca proponer soluciones factibles, pero sin descartar problemas relevantes por su nivel de complejidad.

Este enfoque asegura que los resultados de la matriz reflejen una priorización equilibrada entre impacto, recurrencia, urgencia y factibilidad, permitiendo seleccionar los problemas que deben ser abordados en el diseño de la solución.

Tabla N°3. 1: Tabla de ponderación de problemas.

Criterio	Peso (%)	Comunicación interna	Problemas de 5S en taller	Equipos y herramientas con fallas	Trazabilidad	Cultura organizacional
Impacto en la operación	35%	4	5	3	4	5
Urgencia	25%	4	4	5	5	4
Frecuencia	30%	2	4	2	4	5
Viabilidad técnica	10%	5	4	2	5	3
Total	100%	3,5	4,35	3,1	4,35	4,55

Fuente: Elaboración propia.

3.3.2 CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Los criterios definidos para la evaluación de las problemáticas fueron seleccionados en función de su relevancia para la gestión del área de servicios mecánicos y su alineación con los principios Lean. Cada criterio permite analizar los problemas desde una perspectiva distinta, asegurando una evaluación integral:

Impacto en la operación: evalúa el grado en que la problemática afecta la continuidad del servicio, la eficiencia operativa, la seguridad y la calidad del trabajo ejecutado. Este criterio posee mayor ponderación, dado que los problemas con alto impacto comprometen directamente el desempeño del área.

Urgencia: considera la necesidad de intervención inmediata frente a la problemática, evaluando el riesgo de mantener la situación actual sin acciones correctivas. Se priorizan aquellos problemas que requieren atención oportuna para evitar consecuencias mayores.

Frecuencia del problema: mide cuán recurrente es la problemática dentro de la operación diaria. Los problemas que se presentan de manera constante generan pérdidas acumulativas en el tiempo y requieren soluciones estructurales.

Viabilidad técnica de solución: evalúa la factibilidad de implementar una solución considerando recursos disponibles, tiempo requerido y nivel de complejidad técnica. Este criterio permite priorizar acciones realistas y acordes al contexto de la empresa.

Tabla N°3. 2: Criterios de jerarquización.

Impacto de la operación	
1	El problema no afecta la operación
3	Problema afecta generalmente al rendimiento del area
5	El problema impacta directamente en la operación diaria
Urgencia	
1	Puede postergarse sin consecuencias relevantes.
3	Produce molestias recurrentes; conviene resolverlo pronto.
5	Debe ser atendido de inmediato
Frecuencia del problema	
1	Ocurre raramente; un incidente aislado.
3	Aparece de forma recurrente, pero no diaria.
5	Ocurre a diario y es parte del funcionamiento normal del taller.
Viabilidad de solucion	
1	Requiere alta inversión, mucho tiempo o cambios estructurales complejos.
3	Posible de ejecutar con planificación y apoyo moderado.
5	Se puede implementar de inmediato con esfuerzos mínimos y sin recursos adicionales.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°3. 3: Escala de Likert.

Escala de evaluacion	
Puntaje	Descripcion
1	Muy bajo
2	Bajo
3	Medio
4	Alto
5	Muy alto

Fuente: Elaboración propia.

3.4 SELECCIÓN DE PROBLEMAS CRITICOS

Dado los resultados de la matriz aplicada, podemos decir que hay en existencia tres problemas en un rango alto según la escala de evaluación aplicada, por ende, las temáticas de “Problemas de 5S en taller”, “Trazabilidad” y “Cultura organizacional” serán abarcadas en el diseño – solución del capítulo 3.

3.5 ARBOLES DE SOLUCIONES

Árbol de solución 1: Problemas de orden, limpieza y estandarización del taller

El problema asociado al orden y limpieza del taller se origina principalmente en la ausencia de estándares operativos, falta de control visual y escasa disciplina organizacional. Las causas raíz identificadas mediante el análisis de Ishikawa incluyen la inexistencia de la metodología 5S, ausencia de responsables definidos y falta de rutinas de limpieza formales.

En respuesta a estas causas, el árbol de solución propone la implementación progresiva de la metodología 5S, iniciando con las etapas de clasificación y orden, para posteriormente establecer estándares visuales, señaléticas y rutinas de limpieza periódicas. Asimismo, se contempla la asignación de responsables por área y la definición de procedimientos básicos que permitan mantener las condiciones alcanzadas. Estas acciones buscan reducir desperdicios asociados a movimientos innecesarios, mejorar la seguridad y optimizar la eficiencia operativa del taller.

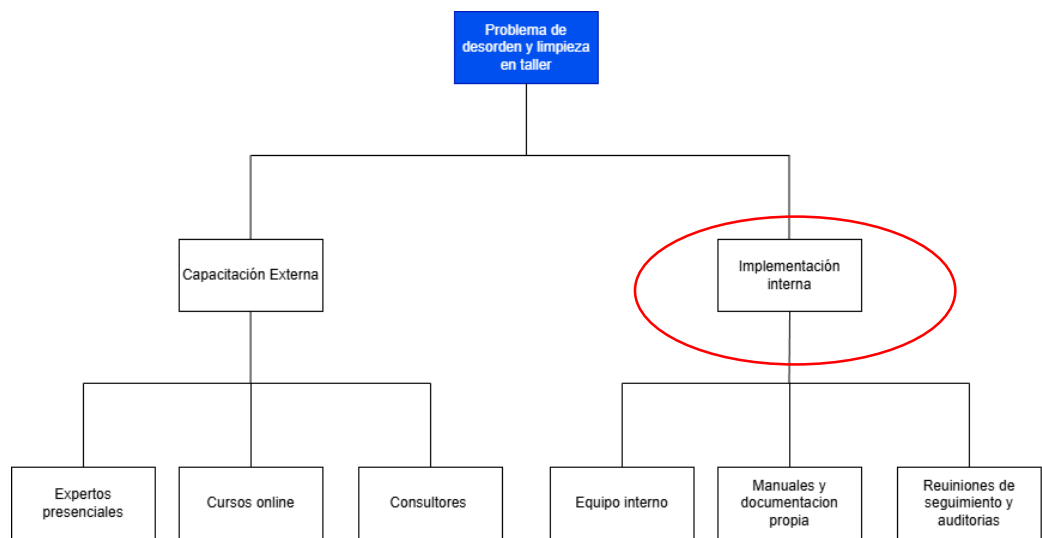


Figura 3. 1: Árbol de soluciones para problema de desorden y limpieza en taller.

Fuente Elaboración propia.

Árbol de solución 2: Baja trazabilidad de las actividades operativas

La baja trazabilidad de las actividades se explica por la ausencia de registros formales, asignación verbal de tareas y uso de sistemas no estandarizados para el almacenamiento de información. Las causas raíz identificadas incluyen métodos de trabajo informales, dependencia del conocimiento individual y falta de herramientas digitales de apoyo.

El árbol de solución plantea el diseño e implementación de un sistema de trazabilidad operativa que permita registrar, asignar y hacer seguimiento a las órdenes de trabajo. Se propone la estandarización de formatos, la digitalización de los registros y la

centralización de la información en una plataforma accesible para el personal del área. Estas acciones permiten mejorar el control de las actividades, facilitar la planificación y generar información histórica para la toma de decisiones y la mejora continua.

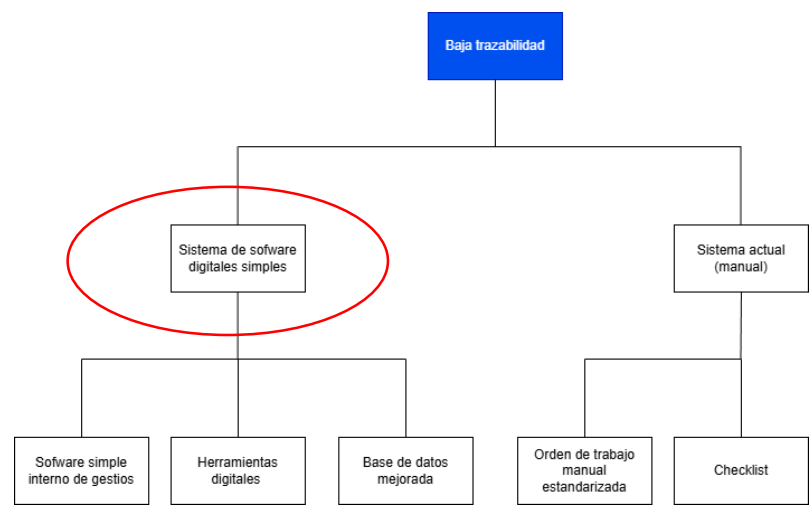


Figura 3. 2: Árbol de soluciones para problema de Trazabilidad.

Fuente: Elaboración propia

Árbol de solución 3: Cultura organizacional reactiva

La cultura organizacional reactiva identificada en el diagnóstico se encuentra asociada a la falta de liderazgo operativo, ausencia de rutinas de seguimiento y escasa formalización de la comunicación interna. Las causas raíz incluyen la inexistencia de instancias regulares de retroalimentación, baja participación del personal en las mejoras y ausencia de estándares conductuales.

El árbol de solución considera el desarrollo de acciones orientadas al fortalecimiento de la cultura organizacional, tales como la implementación de reuniones operativas breves, la definición de roles y responsabilidades claras, y la promoción de prácticas de mejora continua. Asimismo, se propone la incorporación gradual de indicadores de desempeño y mecanismos de seguimiento que permitan reforzar la disciplina operativa y el compromiso del equipo con las mejoras implementadas.

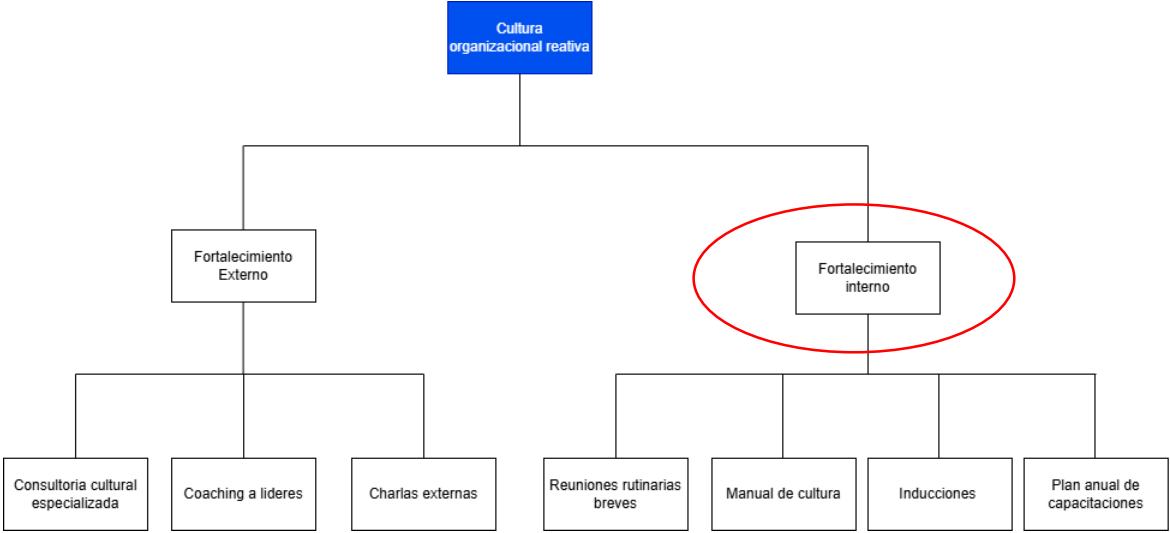


Figura 3. 3: Árbol de soluciones para problema cultura organizacional reactiva.

Fuente: Elaboración propia.

3.6 **PROPUESTAS DE MEJORA**

3.6.1 **PLAN DE ACCIÓN N°1: IMPLANTACIÓN DE METODOLOGÍA 5S EN TALLER.**

OBJETIVO

Su objetivo será estandarizar el orden, limpieza y organización del taller mediante la implementación formal de la metodología 5S, mejorando la seguridad y aumentando la eficiencia operacional.

ALCANCE

El plan se aplicará a los siguientes espacios:

- Sala de Balanceo
- Sala de equipos
- Pañol de inspección

Incluyendo a todo personal directamente relacionado con estas ubicaciones. (inspectores/mecánicos, ayudantes, jefatura directa)

RESUMEN DE IMPLEMENTACIÓN

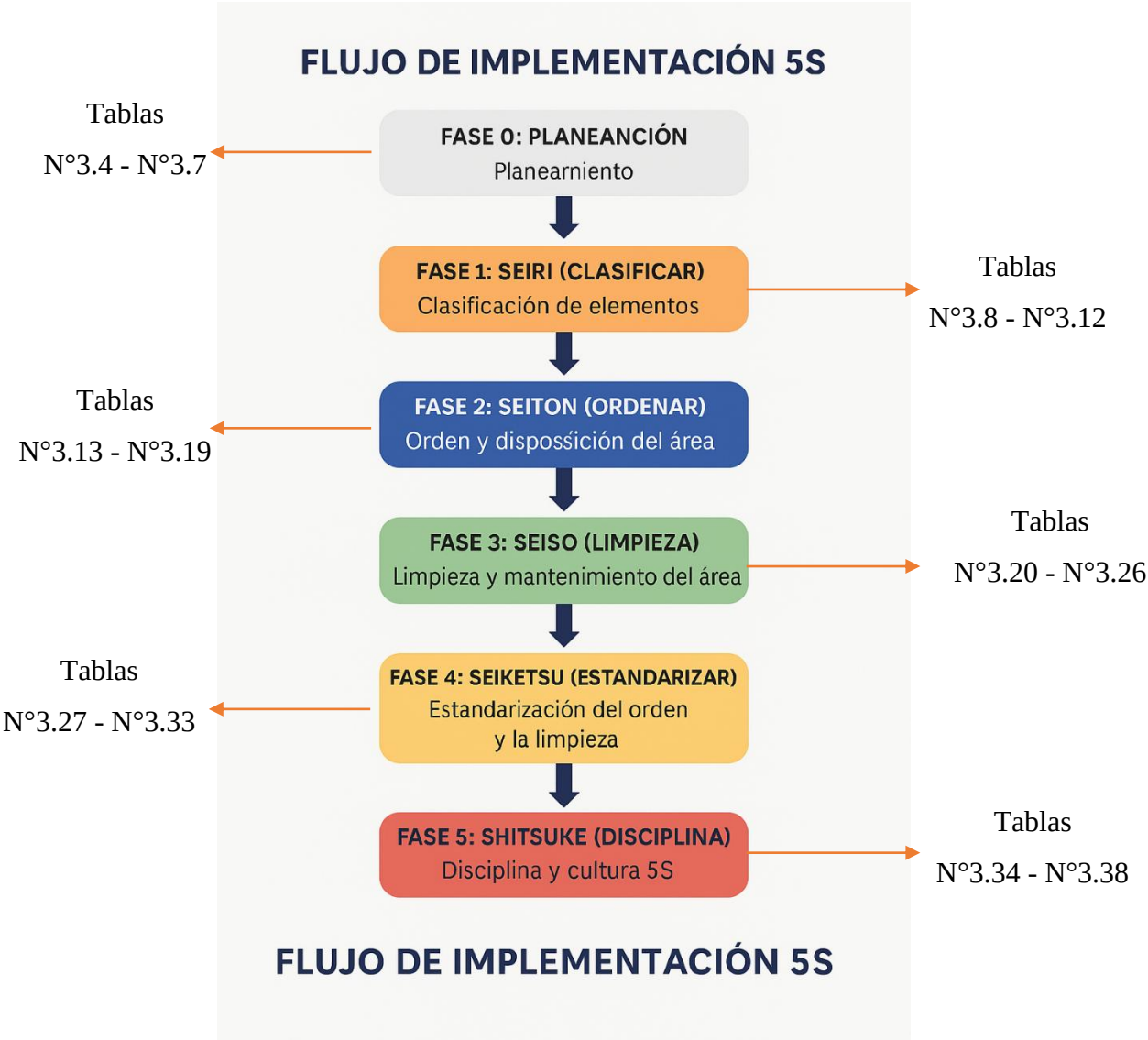


Figura 3. 4: Resumen de implementación.

Fuente: Elaboración propia 2025.

PREPARACIÓN PARA EL PROYECTO (FASE 0):

PASO 0.1: DESIGNACIÓN DE EQUIPO 5S

- Definir un líder 5S (idealmente un perfil de confianza)
- Definir 2 monitores de 5S
- Formalizar el equipo en actas simples.

Tabla N°3. 4: Designación de equipo 5S.

Rol	Nombre	Cargo	Función específica
Líder 5S			Coordina el proyecto, supervisa avances, dirige las reuniones 5S.
Monitor 5S (Área 1)			Control visual diario, apoyo en auditorías internas.
Monitor 5S (Área 2)			Apoyo en implementación, registro fotográfico y documentación.
Jefatura de apoyo			Facilita recursos, valida estándares y aprueba cambios.

Fuente: Elaboración propia 2025.

PASO 0.2: DEFINIR ZONAS Y PLAZOS

- Seleccionar Áreas (Sala de balanceo, Sala de equipos o pañol de inspección).
- Definir plazos iniciales de implementación.
 - 2 semanas para la implementación de Seiri, Seiton y Seiso)
 - 2 semanas para la implementación de señaléticas y gestión visual.
 - Mantención y disciplina.

Tabla N°3. 5: Definición de zonas y alcances

Definicion de zonas y alcances

Objetivo: Determinar el área inicial donde se implementará el sistema 5S y establecer los límites operativos del proyecto.

Zona Seleccionada

Sala de balanceo

Sala de equipos

Pañol de inspección

otro: _____

Justificacion de selección: _____

Limites de intervención

Desde: _____

Hasta: _____

Equipos incluidos: _____

Equipos excluidos: _____

Fotografia del area:

Fuente: Elaboración propia 2025.

PASO 0.3: LEVANTAMIENTO ESTADO ACTUAL.

- Fotografías del estado actual (antes)
- Estudio de puntos críticos de desorden, exceso de materiales, herramientas sin ubicación.
- Realizar registro en una lista de hallazgos simples. (checklist de diagnóstico)

Tabla N°3. 6: Levantamiento de estado actual.

Levantamiento de Línea Base

Objetivo:

Registrar el estado inicial del área antes de aplicar 5S, para compararlo contra los avances futuros.

Evidencia fotográfica inicial

Adjuntar mínimo 6 fotografías del estado actual del área:

☐ Visión general del área

☐ Mesones de trabajo

☐ Herramientas

☐ Equipos principales

☐ Espacios de almacenamiento

☐ Condiciones de limpieza

Inserte fotos aquí:

Fuente: Elaboración propia 2025.

Tabla N°3. 7: Checklist

Ítem evaluado	Estado actual	Comentarios
Herramientas en lugar asignado	Bueno / Regular / Malo	
Señalización visual	Bueno / Regular / Malo	
Limpieza general	Bueno / Regular / Malo	
Acumulación de objetos innecesarios	Alto / Medio / Bajo	
Accesibilidad a herramientas	Buena / Regular / Deficiente	
Orden del área	Bueno / Regular / Malo	
Problemas Críticos Detectados		
1.-		
2.-		
3.-		
4.-		
5.-		
Conclusion Estado inicial		

Fuente: Elaboración propia 2025.

DESARROLLO DEL PLAN – PASO A PASO DE CADA “S”

FASE 1: SEIRI – CLASIFICAR

Eliminar del área de trabajo todos los elementos innecesarios, duplicados, en mal estado o que no aporten al proceso productivo, aumentando el orden, la seguridad y la eficiencia operativa.

ALCANCE

Esta fase se aplica a:

- Mesones de trabajo
- Equipos y máquinas de la zona piloto
- Herramientas manuales
- Materiales, consumibles y repuestos
- Estanterías y gavetas
- Zonas de almacenamiento temporal

PROCEDIMIENTO PASO A PASO

1. IDENTIFICACIÓN DE ELEMENTOS INNECESARIOS:

Recorrer el área y etiquetar todos los elementos que generen duda respecto a su utilidad o frecuencia de uso, mediante el uso de tarjetas rojas.

Tabla N°3. 8: Identificación de elementos incensarios.

Elemento	Ubicación actual	Motivo de etiquetado	Estado	Responsabl e	Acción recomendada
		No se utiliza frecuentemente	Bueno / Regular / Malo		Mantener / Trasladar / Retirar / Desechar
		Elemento duplicado	Bueno / Regular / Malo		Mantener / Trasladar / Retirar / Desechar
		No pertenece al área	Bueno / Regular / Malo		Mantener / Trasladar / Retirar / Desechar
		En mal estado	Bueno / Regular / Malo		Mantener / Trasladar / Retirar / Desechar

Fuente: Elaboración propia 2025.

2. REVISIÓN Y DECISIÓN SOBRE CADA ELEMENTO.

Tabla N°3. 9: Matriz de clasificación.

Categoría	Descripción	Destino	Responsable	Fecha límite
Mantener	Elementos de uso frecuente o crítico	Área de trabajo		
Trasladar	Elementos útiles pero de uso poco frecuente	Bodega / otra área		
Reubicar	Elementos necesarios pero mal ubicados	Nueva ubicación definida		
Desechar	Elementos dañados, obsoletos o sin utilidad	Chatarra / residuos		

Fuente: Elaboración propia 2025.

3. RETIRO FÍSICO Y ORDENAMIENTO DE LA ZONA

Tabla N°3. 10: Registro de retiro.

Elemento	Acción realizada	Fecha	Responsable	Evidencia fotográfica
	Trasladado a bodega			
	Desechado			
	Reubicado			

Fuente: Elaboración propia 2025.

Tabla N°3. 11: Evidencia fotográfica Antes/Después

Fotos del estado inicial
Fotos tras la clasificación

Fuente: Elaboración propia 2025.

Tabla N°3. 12: Conclusiones

Conclusiones de la Fase 1
Elementos retirados: _____ unidades
Elementos clasificados como basura: _____ unidades
Elementos trasladados a bodega: _____
Espacio liberado: _____ m²
Principales hallazgos:
Conclusión general:

Fuente: Elaboración propia 2025.

FASE 2: SEITON – ORDEN Y DISPOSICIÓN DEL ÁREA

Diseñar y establecer un sistema de orden visual donde cada herramienta, equipo y material tenga un lugar definido, visible y accesible, reduciendo tiempos de búsqueda y eliminando el desorden operativo.

ALCANCE

La fase se aplica a:

- Herramientas manuales
- Instrumentos de medición
- Equipos menores
- Estanterías, paneles y gavetas
- Mesones de trabajo
- Áreas de tránsito
- Zonas de almacenamiento temporal

PASO 1: DISEÑO DEL LAYOUT DEL ÁREA

Dibujar o actualizar un plano del área donde se definan las ubicaciones ideales de herramientas, máquinas, zonas de tránsito y almacenamiento.

Tabla N°3. 13: Inventario general

Elemento del área	Ubicación actual	Nueva ubicación propuesta	Motivo del cambio	Responsable
			Mejor flujo / Mayor acceso / Seguridad	
			Reducir tiempos de búsqueda	
			Optimizar espacio disponible	

Adjuntar Croquis o plano:

Fuente: Elaboración propia 2025.

PASO 2: DEFINIR LUGARES FIJOS PARA HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

Establecer una ubicación permanente y visible para cada herramienta o elemento, utilizando paneles, gavetas o estanterías.

Tabla N°3. 14: Inventario de herramientas por familia

Familia	Herramienta	Ubicación asignada	Etiqueta/Identificación	Frecuencia de uso	Observaciones
Llaves			Código: _____	Alta / Media / Baja	
Inspección			Código: _____	Alta / Media / Baja	
Equipos electricos			Código: _____	Alta / Media / Baja	
Eslingas			Código: _____	Alta / Media / Baja	

Fuente: Elaboración propia 2025.

PASO 3: INSTALACIÓN DE INSTRUMENTOS VISUALES DE GESTIÓN

Para este caso se utilizarán paneles de metal o corcho perforados

Tabla N°3. 15: Registro de instalación de orden visual

Elemento	Tipo de soporte	Ubicación final	Etiqueta aplicada	Foto antes	Foto después
	Panel perforado / Gaveta		Sí / No		
	Panel perforado / Gaveta		Sí / No		
	Panel perforado / Gaveta		Sí / No		

Fuente: Elaboración propia 2025.

PASO 4: DEMARCACIÓN DEL ÁREA Y SEÑALÉTICA

Demarcar en piso, muros o estructuras: Zonas de tránsito, zonas de riesgo, zonas de almacenamiento temporal, áreas seguras alrededor de máquinas y líneas de seguridad

Tabla N°3. 16:Registro de demarcaciones y señaléticas

Zona	Tipo de demarcación	Material utilizado	Color	Estado previo	Estado posterior	Responsable
	Línea / Rectángulo / Flecha	Pintura / Cinta				
	Línea / Rectángulo / Flecha	Pintura / Cinta				
	Línea / Rectángulo / Flecha	Pintura / Cinta				

Fuente: Elaboración propia 2025.

PASO 5: VALIDACIÓN DEL ORDEN

Evaluar si las nuevas ubicaciones son realmente prácticas y eficientes para los ejecutores de los trabajos del área.

Tabla N°3. 17: Encuesta rápida de validación

Pregunta	Sí	No	Comentarios
¿La ubicación de las herramientas facilita el trabajo?	☐	☐	
¿El panel visual es claro y fácil de interpretar?	☐	☐	
¿Las rutas de tránsito quedaron despejadas?	☐	☐	
¿Es fácil devolver las herramientas a su lugar?	☐	☐	

Fuente: Elaboración propia 2025.

Tabla N°3. 18: Evidencia fotográfica Antes/Después del orden

Fotos del estado inicial

Fotos tras la clasificación

Fuente: Elaboración propia 2025.

Tabla N°3. 19: Conclusiones generales de la fase 2

Conclusiones de la Fase 2

Número total de herramientas reubicadas: _____

Instalaciones realizadas (paneles, gavetas): _____

Señalizaciones aplicadas: _____

Problemas detectados durante la fase:

Retroalimentación del personal:

Conclusión general:

Fuente: Elaboración propia 2025.

FASE 3: SEISO – LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO DEL AREA:

OBJETIVO

Asegurar que el área de trabajo se mantenga limpia, libre de obstrucciones y en condiciones óptimas, permitiendo identificar anomalías (fugas, desgaste, daños) de manera temprana y reduciendo riesgos de seguridad.

ALCANCE

La limpieza aplica a:

- Mesones de trabajo
- Máquinas (balanceadora, herramientas de inspección, etc.)
- Estanterías y paneles
- Pisos y zonas de tránsito
- Equipos auxiliares
- Elementos de almacenamiento

PASO 1: LIMPIEZA PROFUNDA INICIAL:

Realizar limpieza completa en la zona seleccionada, eliminando toda fuente de contaminación, como polvo, grasa, restos metálicos, entre otros.

Tabla N°3. 20: Limpieza profunda

Elemento	Condición inicial	Tareas de limpieza aplicadas	Responsable	Evidencia (foto)
Máquinas	Sucias / Con grasa / Buenas	Limpieza con desengrasante + paño		
Mesones	Desorden / Sucios	Retiro de residuos + limpieza		
Estanterías	Polvo / Oxido	Limpieza + orden		
Pisos	Sucios / Derrames	Barrido + lavado		

Fuente: Elaboración propia 2025.

PASO 2: ASIGNACIÓN DE RESPONSABLES DE LIMPIEZA

Determinar quién limpia qué y con qué frecuencia, asegurando que las rutinas sean sostenibles y no dependan de una sola persona.

Tabla N°3. 21: Asignación de responsables

Zona / Equipo	Responsable directo	Frecuencia	Actividades específicas	Observaciones
Sala de balanceo		Diario / Semanal	Limpiar máquina, retirar residuos	
Pañol de inspección		Semanal	Orden + limpieza de mesón	
Sala de equipos		Semanal	Limpieza general	

Fuente: Elaboración propia 2025.

PASO 3: CREACIÓN Y USO DE CHECKLIST DE LIMPIEZA

Diseñar e implementar un checklist simple para verificar el estado de orden y limpieza al inicio y final del turno.

Tabla N°3. 22: Checklist de verificación de orden y limpieza

Ítem	Estado (OK / No OK)	Comentarios
Herramientas en su ubicación asignada	☐ OK ☐ No OK	
Mesón de trabajo despejado	☐ OK ☐ No OK	
Pisos libres de restos y derrames	☐ OK ☐ No OK	
Equipos limpios y sin grasa excesiva	☐ OK ☐ No OK	
Contenedores de basura vacíos	☐ OK ☐ No OK	
Nombre y firma del responsable del turno:		
Fecha:		

Fuente: Elaboración propia 2025.

PASO 4: CONTROL VISUAL DEL ESTADO DE LA LIMPIEZA

Instalar elementos visuales que faciliten la rápida detección de problemas, como pueden ser etiquetas de colores verde y rojo, indicadores de limpieza del 1 al 5, entre otros.

Tabla N°3. 23: Control visual

Punto crítico	Tipo de anomalía	Frecuencia	Acción requerida	Responsable
Máquina balanceadora	Fuga de aceite	1 vez/semana	Limpiar + reportar a mantención	
Mesón de inspección	Acumulación de polvo	Diaria	Limpieza + control visual	

Fuente: Elaboración propia 2025.

PASO 5: VALIDACIÓN DE ORDEN Y LIMPIEZA

Evaluar si la rutina de limpieza es efectiva y sostenible.

Tabla N°3. 24: Evaluación de orden y limpieza

Pregunta	Sí	No	Observaciones
¿El área queda limpia al final del turno?	☐	☐	
¿La limpieza permite detectar fallas más rápido?	☐	☐	
¿Las herramientas se encuentran libres de grasa y suciedad?	☐	☐	
¿El checklist está siendo completado correctamente?	☐	☐	

Fuente: Elaboración propia 2025.

FASE 4: SEIKETSU – ESTANDARIZACIÓN DEL ORDEN Y LIMPIEZA

OBJETIVO

Asegurar que los estándares de orden, limpieza y organización definidos en las fases anteriores **se** mantengan en el tiempo, mediante la creación de procedimientos, controles visuales, instructivos y auditorías periódicas.

ALCANCE

- Herramientas y su ubicación fija
- Paneles, sombras y etiquetas
- Mesones de trabajo
- Rutinas de limpieza
- Rutas de tránsito
- Señalética y demarcaciones
- Checklists diarios y semanales

PASO 1: FORMALIZACIÓN DE ESTÁNDARES 5S

Crear documentos, instructivos y fotografías que definan cómo debe mantenerse cada área.

Instructivo visual: debe contener fotografías del antes y después de la aplicación de la filosofía lean, indicaciones claras de cómo debe quedar cada zona, normas de orden y limpieza, frecuencias de inspección.

Tabla N°3. 27: Instructivo visual 5S

Área / Elemento	Foto estándar	Descripción del estándar	Responsable
Panel de herramientas		Herramientas completas, limpias y colgadas en su sombra correspondiente.	
Mesón de inspección		Libre de piezas, sin grasa, solo elementos autorizados.	
Sala de balanceo		Pisos limpios, zona demarcada, sin elementos sueltos.	

Fuente: Elaboración propia 2025.

PASO 2: INTEGRACIÓN DE 5S A LA RUTINA DE TRABAJO.

Incluir actividades de orden y limpieza dentro de la jornada laboral, evitando que sean tareas aisladas.

Tabla N°3. 28: Agenda diaria de orden y limpieza

Actividad	Frecuencia	Minutos requeridos	Responsable	Evidencia
Orden del mesón	Diario (fin de turno)	5 min		Foto / checklist
Limpieza de máquinas	Semanal	10–15 min		Checklist
Revisión de panel visual	Diario	2 min		OK / No OK

Fuente: Elaboración propia 2025.

PASO 3: ESTANDARIZACIÓN DE DOCUMENTACIÓN

Integrar los controles de 5S en checklist de inspección, planes de mantención, reuniones de inicio de turno.

Tabla N°3. 29: Documentación de procedimientos.

Documento	Integrado 5S (Sí/No)	Observaciones
Procedimiento de inspección	☐ Sí ☐ No	
Procedimiento de balanceo	☐ Sí ☐ No	
Checklists de limpieza	☐ Sí ☐ No	
Cartelera informativa	☐ Sí ☐ No	

Fuente: Elaboración propia 2025.

PASO 4: AUDITORÍAS INTERNAS DE 5S

Realizar auditorías periódicas para asegurar que los estándares se están cumpliendo.

Tabla N°3. 30: Formato de auditoria interna de 5S

“S” evaluada	Criterio	Puntaje (1–5)	Evidencia	Observaciones
Seiri	No hay elementos innecesarios			
Seiton	Herramientas en su lugar			
Seiso	Área limpia			
Seiketsu	Estándares visibles			
Shitsuke	Rutinas sostenidas			

Resultado de auditoría:

Puntaje total: _____ / 25

Cumplimiento %: _____ %

Nivel: Excelente / Bueno / Regular / Crítico

Fecha de auditoría: // _____

Responsable: _____

Fuente: Elaboración propia 2025.

PASO 5: ACCIONES CORRECTIVAS Y MEJORA CONTINUA.

Registrar las desviaciones detectadas en las auditorías e implementar correcciones.

Tabla N°3. 31:Registro de acciones correctivas

Desviación detectada	Acción necesaria	Responsable	Plazo	Estado
				Pendiente / Cerrada
				Pendiente / Cerrada
				Pendiente / Cerrada

Fuente: Elaboración propia 2025.

Tabla N°3. 32:Evidencia fotográfica del estándar

Fotos de los estandares implementados

Fotos posterior auditoria

Fuente: Elaboración propia 2025.

Tabla N°3. 33: Conclusiones fase 4

Conclusiones de la Fase 4 Estándares creados: _____ documentos Auditorías realizadas: _____ Puntaje promedio 5S: _____ Desviaciones corregidas: _____ Riesgos reducidos / mejoras visibles: Conclusión general:

Fuente: Elaboración propia 2025.

FASE 5: SHITSUKE – DISCIPLINA Y CULTURA 5S

OBJETIVO

Fortalecer la disciplina, hábitos de orden y cumplimiento de estándares, asegurando que la metodología 5S se incorpore de forma permanente en la cultura del taller y se mantenga en el tiempo sin retrocesos.

ALCANCE

La disciplina aplica a todos los trabajadores del área, incluyendo:

- Inspectores
- Mecánicos
- Personal de apoyo
- Jefatura directa
- Supervisores de turno

Esta fase transforma las 5S de un proyecto a un sistema de trabajo permanente.

PASO 1: REFUERZO DE HÁBITOS 5S.

Realizar acciones periódicas para reforzar la importancia de mantener el estándar.

Tabla N°3. 34: Actividades de refuerzo

Actividad	Frecuencia	Responsable	Detalle
Reunión breve 5S (5 minutos)	Semanal	Supervisor	Repasar puntos críticos y avances
Reconocimiento al cumplimiento	Mensual	Jefatura	Destacar mejores prácticas del mes
Charlas cortas (micro capacitación)	Mensual	Líder 5S	10 minutos sobre orden/seguridad
Refuerzo visual	Mensual	Monitores	Actualización de carteles y señalética

Fuente: Elaboración propia 2025.

PASO 2: SEGUIMIENTO DE ESTÁNDARES

Verificar continuamente que los estándares creados en Seiketsu se sigan cumpliendo.

Tabla N°3. 35: Formato de seguimiento semanal

Estándar	Cumple	No cumple	Observaciones
Herramientas en su lugar correspondiente	☐	☐	
Mesón limpio al finalizar turno	☐	☐	
Piso sin obstrucciones	☐	☐	
Señalética visible y vigente	☐	☐	
Panel visual completo y actualizado	☐	☐	

Fuente: Elaboración propia 2025.

PASO 3: GESTIÓN DE NO CONFORMIDADES

Registrar y analizar y corregir las desviaciones detectadas durante auditorias o supervisiones.

Tabla N°3. 36: Registro de no conformidades

Fecha	Desviación detectada	Área	Responsable	Acción correctiva	Plazo	Estado
						Pendiente / Cerrado
						Pendiente / Cerrado

Fuente: Elaboración propia 2025.

PASO 4: CONSTRUCCIÓN DE CULTURA ORGANIZACIONAL 5S

Integrar 5S dentro de la cultura de trabajo del taller, con estrategias para fortalecer la cultura:

- Incluir 5S en la inducción de nuevos trabajadores
- Incorporar 5S en la evaluación de desempeño
- Mantener indicadores visibles en un tablero (dashboard simple)
- Comunicar avances y resultados en reuniones mensuales
- Generar sentido de pertenencia y cuidado del área

PASO 5: INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD 5S

Medir el progreso para verificar si 5S se está manteniendo.

Tabla N°3. 37:Indicadores de control

Indicador	Fórmula	Meta	Periodicidad	Responsable
Cumplimiento auditoría 5S	$(\text{Puntaje obtenido} / \text{Puntaje total}) \times 100$	$\geq 80\%$	Mensual	Líder 5S
Desviaciones corregidas	$(\text{Desviaciones cerradas} / \text{Desviaciones totales}) \times 100$	100% cierre	Mensual	Supervisor
Uso correcto del panel visual	Observación directa	95% cumplimiento	Semanal	Monitores
Limpieza diaria ejecutada	Checklists completos	100%	Diario	Personal área

Fuente: Elaboración propia 2025.

Tabla N°3. 38: Conclusiones de la fase 5

Conclusiones de la Fase 5

Reuniones realizadas: _____

Desviaciones corregidas: _____

Puntaje promedio en auditorías: _____ %

Avances visibles en cultura organizacional:

Conclusión general

Fuente: Elaboración propia 2025.

CONCLUSIONES DEL PLAN DE ACCION N°1

La implementación de la metodología 5S se presenta como una solución clave para abordar las deficiencias de orden, limpieza y estandarización identificadas en el área de servicios mecánicos. Este plan de acción permite atacar directamente las causas raíz asociadas a la pérdida de tiempo operativo, los desplazamientos innecesarios y las condiciones inseguras del entorno de trabajo, estableciendo una base sólida para la mejora del desempeño del área.

Desde una perspectiva operativa, la aplicación progresiva de las cinco etapas de la metodología 5S facilita la organización del taller, la definición de ubicaciones estándar para herramientas y equipos, y la incorporación de prácticas de limpieza y control visual. Estas acciones contribuyen a reducir desperdicios, mejorar la seguridad y optimizar el uso de los recursos disponibles, generando beneficios visibles en el corto plazo.

Asimismo, la metodología 5S actúa como un elemento habilitador para la implementación de otras herramientas Lean, al promover hábitos de disciplina operativa y estandarización entre el personal. En este sentido, se concluye que el Plan de Acción 1 no solo mejora las condiciones físicas del área, sino que también fortalece el compromiso del equipo con la mejora continua, convirtiéndose en un pilar fundamental para la sostenibilidad de las mejoras propuestas en el presente estudio.

3.6.2 PLAN DE ACCIÓN N°2: MEJORA DE LA TRAZABILIDAD OPERATIVA

La trazabilidad de la información técnica y operativa es un elemento fundamental para garantizar la continuidad del servicio, la calidad del trabajo ejecutado y la toma de decisiones oportunas dentro del área de mantenimiento e inspección. Actualmente, la empresa presenta importantes brechas en este ámbito, ya que el registro de actividades, informes técnicos, órdenes de trabajo y antecedentes relevantes se realiza de manera manual y fragmentada, utilizando un servidor local sin una estructura estandarizada. Esta situación genera dificultades recurrentes para acceder a la información histórica, incrementa los tiempos de búsqueda, provoca duplicidad de documentos y limita la capacidad de control sobre el avance de las tareas.

En respuesta a esta problemática, se propone un Plan de Acción orientado a mejorar la trazabilidad mediante la implementación de un sistema digital simple, accesible y adaptado a las necesidades reales del área. Este sistema permitirá centralizar la información, estandarizar el registro de actividades, automatizar procesos clave y asegurar que los datos operativos estén disponibles de forma rápida y confiable para todo el personal involucrado.

El presente plan detalla las etapas necesarias para el diseño, selección, desarrollo e implementación de este sistema, considerando recursos, responsables, riesgos y los indicadores que permitirán evaluar su efectividad. Con ello, se busca transitar desde un modelo reactivo y manual hacia una gestión más moderna, ordenada y eficiente, fortaleciendo no solo la trazabilidad, sino también la transparencia y el control operativo del área.

OBJETIVO

Implementar un sistema digital simple de trazabilidad que permita registrar, almacenar, organizar y consultar todas las órdenes de trabajo, informes técnicos, actividades realizadas y documentos operativos de manera rápida, eficiente y accesible para todo el personal del área.

DESCRIPCION TECNICA DEL PLAN

Actualmente, la empresa utiliza un servidor local donde se almacenan documentos en carpetas interiores, sin estructura estándar, lo que provoca, pérdida de tiempo en búsquedas, duplicación de documentos, falta de seguimiento, escasa trazabilidad de las OTS, información dispersa o incompleta.

ELECCION DE SISTEMA DE DIGITAL

La plataforma seleccionada para mejorar la trazabilidad es Notion, debido a que ofrece una interfaz amigable, flexible y fácil de aprender, permitiendo integrar en un solo espacio bases de datos, paneles Kanban, formularios, plantillas de informes y registros operativos. A diferencia del sistema actual basado en carpetas del servidor, Notion permite centralizar la información, realizar búsquedas instantáneas por cliente, fecha, equipo o número de informe, y mantener un historial ordenado y actualizado de cada intervención técnica. Además, su implementación no requiere licencias costosas ni infraestructura adicional, siendo una solución viable, adaptable y sostenible para las necesidades actuales del área de servicios.

PASO A PASO DE IMPLEMENTACION

PASO 1: CONFIGURACION INICIAL DEL ESPACIO DE TRABAJO EN NOTION.

Se debe crear un espacio de trabajo exclusiva para el área de servicios de Turbomecánica en Notion, de manera que se deben realizar las siguiente tareas dentro del software.

Crear una página maestra, “gestión operacional de servicios mecánicos – área de servicios” definir roles de acceso y permisos configurar subpáginas para registros de OTS, equipos, informes, servicios, clientes, checklist, formatos estandarizados y evidencias varias.

PASO 2: CREACION DE BASE DE DATOS CENTRAL DE ORDENES DE TRABAJO DE SERVICIOS (OTS).

Tabla N°3. 39: Diseño de base de datos principal

Campo	Tipo	Descripción
Nº OT	Número	Identificador único
Cliente	Relación	Enlazado a base de datos de clientes
Equipo	Relación	Enlazado a base de datos de equipos
Fecha	Fecha	Día de intervención
Inspector asignado	Persona / texto	Responsable
Estado	Kanban (Select)	Pendiente / En proceso / Finalizada / Entregada
Informe PDF	Archivo	Adjuntar documento
Evidencia fotográfica	Galería	Imágenes del trabajo

Fuente: Elaboración propia 2025.

PASO 3: BASE DE DATOS DE CLIENTES Y EQUIPOS

Se debe crear la base de datos separados por cada área. Para este caso debe crear un apartado de equipos y clientes.

- Base de datos de Clientes
- Datos básicos (Nombre, RUN, Ubicación)
- Servicios generalmente realizados
- Informes asociados
- Historial y nivel de criticidad

Cabe mencionar que, al ingresar estos datos, automáticamente el programa lo asocia a una nueva OTS.

Base de datos de Equipos

- Cliente asociado
- Tipo de equipo
- Código interno
- Historial de intervenciones (relación con la base de OTS)
- Adjuntos técnicos (manuales, planos)

PASO 4: CREACION DE PLANTILALS ESTANDARIZADAS EN NOTION

Se requiere la fabricación de nuevas plantillas estandarizadas dentro del programa, con el fin de minimizar los tiempos de búsqueda y que toda la información sea de fácil acceso, para ello se debe realizar a grandes rasgos las siguientes plantillas.

- Plantilla de OT nueva
- Plantilla de recibo conforme
- Plantilla de informe técnico, dependiendo el servicio (Vibraciones, balanceo, alineamiento, inspección, entre otros)
- Plantilla de checklist por tipo de servicio
- Formato de bitácora de intervención
- Plantilla de diagnóstico preliminar

PASO 5: IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE REGISTRO Y BUSQUEDA RAPIDA

Se deben generar filtros para las futuras búsquedas necesarias dentro del nuevo software, por lo tanto, los siguientes filtros son los que generalmente son los más requeridos.

- Cliente
- Fecha
- Inspector
- Tipo de equipo
- Servicio
- Búsqueda por número de informe

PASO 6: INTEGRACION DEL SISTEMA CON EL SERVIDOR LOCAL

Debe ser uno de los factores más complejos dentro de la nueva estructuración un nuevo programa, para no perder la data histórica, se debe realizar una conexión estructurada entre el servidor antiguo con el nuevo, por lo tanto, se deben exportar todos los documentos del servidor a la plataforma.

PASO 7: CAPACITACION INTERNA DE PERSONAL

Para el correcto uso del nuevo sistema, es necesario la capacitación del personal, por ende, se requiere aproximadamente unas 2 horas de uso continuo del programa, con ayuda del curso interno del programa Notion. Consiguiendo así utilizar el programa de manera básica. Con los siguientes conocimientos.

- Ingreso de OTS
- Registro de informes
- Uso del panel Kanban
- Carga de evidencia
- Búsqueda avanzada

PASO 8: PRUEBA PILOTO DEL SOFTWARE

Implementar 5 OTS en el sistema, de modo de periodo de marcha blanca, de esta manera se consigue identificar errores y/o mejoras posteriores

PASO 9: PUESTA EN MARCHA FINAL

El nuevo software pasa a ser el principal dentro de la organización de manera oficial, ingresando documentación, seguimiento de OTS, trazabilidad de servicios, registros de evidencia y entrega/envió de informes.

RESPONSABLES DEL NUEVO SISTEMA

Tabla N°3. 40: Definición de nuevos responsables

Líder del proyecto de trazabilidad: _____
Supervisor de área: _____
Inspectores responsables del registro: _____
Administrador del sistema Notion: _____

Fuente: Elaboración propia 2025.

RECURSOS NECESARIOS PARA LA IMPLEMENTACION DEL SOFTWARE NOTION

- Acceso a Notion (versión gratuita o personal)
- Pc con conexión a la red interna
- Tiempo de capacitación
- Plantillas digitales
- Checklists y formularios integrados

RIESGOS ASOCIADOS

- Resistencia al cambio por parte del personal
- Errores iniciales de registro
- Falta de disciplina en el uso del sistema
- Necesidad de respaldo periódico para evitar pérdida de datos

INDICADORES DE DESEMPEÑO

Tabla N°3. 41: Indicadores

Indicador	Meta	Descripción
% de OT registradas en Notion	100%	Todas deben ingresarse al sistema
Tiempo promedio de búsqueda	Reducir 50%	Comparación antes/después
Informes correctamente adjuntados	95%	Control de calidad documental
Checklists completados	90%	Verificación diaria

Fuente: Elaboración propia 2025.

CONCLUSIONES DE LA MEJORA AL SISTEMA DE TRAZABILIDAD DE LA EMPRESA

La implementación de un sistema digital de trazabilidad mediante Notion representa una solución efectiva, moderna y completamente alineada con las necesidades reales del área de servicios. Este plan permite sustituir un modelo de gestión documental fragmentado y manual por un sistema centralizado, estandarizado y de fácil acceso, reduciendo significativamente los tiempos de búsqueda, la duplicidad de documentos y los errores asociados al manejo de información crítica. La creación de bases de datos enlazadas, plantillas automáticas, paneles Kanban y formularios digitales proporciona un marco sólido para asegurar la trazabilidad completa de las órdenes de trabajo, los informes técnicos y el historial de equipos, mejorando la calidad del servicio y la toma de decisiones operativas.

Además, la elección de Notion como plataforma permite una implementación ágil, económica y escalable, que se adapta tanto a la infraestructura tecnológica actual como al nivel de conocimiento del personal. Su uso facilita la transparencia, organiza el flujo de información y fortalece el control documental, apoyando directamente los principios de mejora continua y gestión Lean. En conjunto, este plan constituye un avance significativo hacia una operación más ordenada, eficiente y confiable, aportando un beneficio tangible al desempeño global del área y sentando las bases para futuras mejoras tecnológicas.

3.6.3 PLAN DE ACCIÓN N°3: FORTALECIMIENTO DE LA CULTURA ORGANIZACIONAL

OBJETIVO

Promover una cultura organizacional sólida, participativa y orientada a la mejora continua, mediante la estandarización de prácticas internas, el fortalecimiento de la comunicación formal y la creación de hábitos colectivos que fomenten la disciplina operativa, el sentido de pertenencia y la colaboración.

DESCRIPCION TECNICA

El diagnóstico realizado evidencia que la organización presenta una cultura reactiva, donde predominan

- Comunicación verbal e informal
- Escasa retroalimentación estructurada
- Ausencia de reuniones de coordinación
- Falta de inducciones estandarizadas
- Poca claridad de roles
- Bajo nivel de reconocimiento interno
- Ausencia de mejora continua

Estas condiciones afectan la coordinación del equipo, la calidad del trabajo, el clima laboral y la sostenibilidad de los procesos Lean.

El plan propone mecanismos internos simples, aplicables y sostenibles, orientados a fortalecer hábitos, formalizar la comunicación y estandarizar el comportamiento organizacional.

PROCEDIMIENTO PASO A PASO DEL PLAN DE ACCION N°3

PASO 1: IMPLEMENTACION DE REUNIONES BREVES

Establecer reuniones breves de entre 5 a 10 minutos de duración, ya sean semanales o diarias, con la finalidad de ahondar en las temáticas de Estados de actividades, riesgos o problemas, revisión de tareas pendientes y asignación de responsabilidades.

Esto impactada directamente en la mejora de la comunicación interna, alineando al equipo de trabajo evitando o disminuyendo la improvisación de actividades.

PASO 2: CREACIÓN DE UN SISTEMA FORMAL DE COMUNICACIÓN INTERNA

Implementar un canal definido para dar a conocer la información interna del área, ya sea para lograr tener de manera visual los encargados de cada trabajo, pendientes y reprocesos entre otros.

Las opciones para este sistema formal serian.

- Tableros visuales en sala de trabajo estilo Kanban.
- Carpeta de comunicados internos en el servidor Notion
- Página en el servidor para el área de servicios mecánicos
- Protocolos de comunicación escritos.

Con este método se puede lograr realizar comunicados de cambios en los equipos de trabajo o derivación hacia otros colegas. A su vez se lograría tener avisos de seguridad, recordatorios importantes de fechas de entregas.

PASO 3: ELABORACIÓN DEL MANUAL DE CULTURA ORGANIZACIONAL

Se debe definir un responsable a cargo de la elaboración de un nuevo manual de cultura organizacional. Para ello, debe abarcar los tópicos de: Valores del área, Comportamiento esperados en el trabajo, normativa de convivencia, buenas practicas, roles y responsabilidades. Esto apoyado con el reglamento interno que tiene la empresa.

PASO 4: INDUCCIÓN FORMAL A NUEVOS TRABAJADORES

Se debe crear un proceso estandarizado de bienvenida o inducción básica a los nuevos colaboradores de la empresa, con los siguientes contenidos.

- Presentación de las áreas de trabajo
- Roles de cada integrante
- Recorrido de todas las áreas de trabajo
- Seguridad y 5S
- Protocolos de comunicación
- Uso de la plataforma Notion

De esta manera se lograría que los nuevos colaboradores que ingresen a la empresa tengan ya una base formal para lograr desarrollarse como estable la normativa de la empresa.

PASO 5: PLAN ANUAL DE CAPACITACIÓN INTERNA

Con los temas de mayor relevancia para lograr convertir la antigua cultura.

- Lean y mejora continua
- Técnicas de comunicación
- Gestión del tiempo
- 5s
- Seguridad en el trabajo
- Documentación y trazabilidad
- Especialidades de la organización (vibraciones, END, Alineamiento, entre otros)

PASO 6: SISTEMA DE RETROALIMENTACIÓN MENSUAL.

En este paso se solicita una retroalimentación entre la línea directa de supervisión y los ejecutores de los trabajos, para ello deben participar los mecánicos de planta junto con el jefe de servicios. Abarcando las siguientes temáticas.

- Desempeño durante el mes
- Dudas
- Necesidades
- Reconocimiento
- Oportunidades de mejora

PASO 7: IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RECONOCIMIENTO INTERNO

Para ello, se requiere tener actividades durante el mes hacer efectiva la mejora continua y desarrollar las buenas practicas dentro de la organización. El reconocimiento puede ser efectivo de las maneras que la empresa pueda, ya sea en bonos, días libres, ayudas, entre otros.

Para ello se pueden realizar las actividades más comunes como:

- Trabajador destacado del mes
- Mejor cumplimiento de 5S
- Mejor registro Notion
- Mejor apoyo en equipo

PASO 8: TABLERO VISUAL

Instalación de tableros físicos y ayudas visuales dentro de la organización, ya sean digitales o físicos, pero que contengan la información necesaria para ejecutar las tareas de manera eficiente y efectiva.

Algunos ejemplos de ayuda visual serian:

- Indicadores del área
- Avances 5S
- Cumplimiento con la documentación
- Reconocimiento
- Fotos del equipo de trabajo
- Información importante

RESPONSABLES

- Supervisor del área: coordinación general del área
- Líder de cultura organizacional: Responsable del plan de acción
- Inspectores: participación activa
- Jefatura: Aprobación y seguimiento

RECURSOS

- Sala o espacios de reuniones
- Computador con servidor local
- Acceso al servidor Notion
- Material gráfico para tableros (impresora, papel y tinta)
- Tiempo asignado por semana

RIESGOS

- Falta de constancia de reuniones
- Baja participación del personal
- No actualizar los indicadores de desempeño
- Resistencia al cambio

KPI'S O INDICADORES DE CONTROL

Tabla N°3. 42: Tipos de indicadores aplicables al Plan N°3

Indicador	Meta	Frecuencia
Cumplimiento de reuniones breves	90%	Semanal
Nivel de participación del equipo	≥ 80%	Mensual
Inducciones realizadas	100%	Según ingreso
Capacitación anual	≥ 6 sesiones	Anual
Retroalimentaciones realizadas	100%	Mensual

Fuente: Elaboración propia 2025.

CONCLUSIONES DEL PLAN N°3

La ejecución de este plan permitirá fortalecer la identidad del área, mejorar la comunicación formal, profesionalizar las relaciones internas y generar un ambiente orientado a la disciplina, la mejora continua y el trabajo colaborativo. Con ello, se establece una base cultural sólida que respalda e impulsa los otros planes de acción (5S y Trazabilidad), consolidando la operación del área desde un enfoque Lean y sostenible.

CONCLUSIONES GENERALES

La evaluación de los planes de implementación desarrollados en el presente capítulo permite concluir que las soluciones propuestas abordan de manera directa y coherente las principales problemáticas identificadas durante el diagnóstico del área de servicios mecánicos. Los tres planes —implementación de la metodología 5S, mejora de la trazabilidad operativa y fortalecimiento interno de la cultura organizacional— se encuentran alineados tanto con las causas raíz detectadas como con los objetivos del estudio.

En primer lugar, el plan de implementación de la metodología 5S se presenta como una herramienta fundamental para establecer las bases del orden, la estandarización y la disciplina operativa dentro del taller mecánico. Su aplicación permite reducir desperdicios asociados a tiempos de búsqueda, desplazamientos innecesarios y condiciones inseguras de trabajo, generando mejoras visibles en el corto plazo y facilitando la posterior adopción de otras herramientas de mejora continua.

Por su parte, el plan de mejora de la trazabilidad operativa contribuye a formalizar la gestión de las actividades del área, permitiendo registrar, asignar y hacer seguimiento a las órdenes de trabajo de manera estructurada. Esta mejora reduce la dependencia del conocimiento individual, fortalece la planificación operativa y genera información

histórica útil para la toma de decisiones, impactando positivamente en la eficiencia y control del proceso.

El plan orientado al fortalecimiento interno de la cultura organizacional actúa como un eje transversal que sustenta la sostenibilidad de las mejoras propuestas. A través de la definición de rutinas operativas, roles claros y espacios de comunicación estructurada, se promueve una cultura orientada a la estandarización, la prevención

4 CAPITULO: EVALUACION ECONOMICA

4.1 INTRODUCCIÓN AL CAPITULO

El presente capítulo tiene como objetivo evaluar la factibilidad de la propuesta de mejora desarrollada para el área de servicios mecánicos de Turbomecánica Ltda., considerando sus implicancias económicas, operacionales y organizacionales. A diferencia de evaluaciones financieras tradicionales basadas en indicadores como el Valor Actual Neto (VAN) o la Tasa Interna de Retorno (TIR), el enfoque adoptado en este estudio se centra en el uso de indicadores propios, alineados con la naturaleza operativa de la propuesta y con los objetivos del proyecto.

La evaluación económica se estructura a partir de la identificación de los costos asociados a la implementación y operación de las mejoras propuestas, así como de los beneficios esperados derivados de la optimización de los procesos, la reducción de desperdicios y el fortalecimiento de la gestión interna. Estos elementos permiten analizar la factibilidad de la propuesta desde una perspectiva práctica y realista, considerando el contexto y las capacidades de la organización.

Asimismo, el análisis considera indicadores de desempeño orientados a medir mejoras en aspectos tales como la eficiencia operativa, el orden y limpieza del taller, la trazabilidad de las actividades y el fortalecimiento de la cultura organizacional. De esta manera, la evaluación no se limita exclusivamente a un análisis monetario, sino que incorpora variables cualitativas y cuantitativas que permiten sustentar técnicamente la viabilidad de la propuesta.

Finalmente, el presente capítulo busca entregar una base objetiva para la toma de decisiones, permitiendo determinar si la implementación de las herramientas Lean Manufacturing propuestas resulta factible y conveniente para el área de servicios mecánicos, estableciendo criterios claros que apoyen una futura implementación real de las mejoras planteadas.

4.2 IDENTIFICACION Y CLASIFICACIÓN DE COSTOS

Con el fin de evaluar la factibilidad de la propuesta de mejora desarrollada en el Capítulo 3, se identifican y clasifican los costos asociados a su implementación y operación en el área de servicios mecánicos de Turbomecánica Ltda. Este análisis permite estimar los recursos necesarios para llevar a cabo las mejoras propuestas y constituye la base para la evaluación económica del proyecto.

Dado el carácter de prefactibilidad del estudio y el enfoque práctico de la propuesta, los costos se clasifican en función de su naturaleza y del momento en que se generan,

diferenciando entre costos de implementación y costos de operación y mantención. Esta clasificación permite analizar de manera ordenada el esfuerzo económico requerido y facilita la posterior comparación con los beneficios esperados.

4.2.1 COSTOS DIRECTOS

Los costos directos corresponden a todos aquellos recursos materiales, insumos, herramientas, servicios externos y horas-hombre (H.H) necesarios para ejecutar cada uno de los planes de acción. Estos costos están directamente asociados a las actividades específicas de los planes, por lo que representan el gasto esencial para su desarrollo.

Incluyen, entre otros:

- Compra de herramientas, mobiliario y equipamiento menor.
- Materiales de orden, señalética, paneles y elementos de gestión visual.
- Servicios externos como calibración de instrumentos, mantenimiento de equipos y soporte técnico.
- Mano de obra directa, calculada a partir del valor de la Hora-Hombre determinada previamente (\$4.397), multiplicada por el tiempo estimado de ejecución de cada actividad.

Los montos fueron definidos utilizando valores de mercado vigentes (ferreterías, proveedores industriales, servicios técnicos especializados y plataformas digitales), asegurando que las estimaciones sean representativas de la realidad actual.

COSTOS DIRECTOS PLAN 1

Tabla N°4 1: Costos directos plan 1.

Categoria	Descripcion	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Materiales	Señaleticas		30,00	\$ 2.990	\$ 89.700
	Paneles kanban o sombras		4,00	\$ 12.990	\$ 51.960
	pizzarras acrilicas		3,00	\$ 15.000	\$ 45.000
	articulos de oficina		1,00	\$ 50.000	\$ 50.000
	Focos led		7,00	\$ 19.990	\$ 139.930
	Rollo de goma x 20 mts		1,00	\$ 140.000	\$ 140.000
	Etiquetas		500,00	\$ 50	\$ 25.000
Insumos	Articulos de limpieza		1,00	\$ 50.000	\$ 50.000
	Basureros		3,00	\$ 15.000	\$ 45.000
Herramientas	Gabinete 5S		1,00	\$ 602.990	\$ 602.990
	Panel de herramientas muro 5 S o sombra		1,00	\$ 158.120	\$ 158.120
	Cajas de herraminetas		3,00	\$ 47.000	\$ 141.000
	Caja de dados		2,00	\$ 64.990	\$ 129.980
	Pie de metro		1,00	\$ 72.500	\$ 72.500
	Set de llaves punta y corona		2,00	\$ 64.990	\$ 129.980
	Llaves allen		2,00	\$ 12.990	\$ 25.980
	Set Alicates Segger		1,00	\$ 10.990	\$ 10.990
	Set de alicates		1,00	\$ 42.000	\$ 42.000
	Combo de 4 lb		1,00	\$ 13.000	\$ 13.000
	Set de puntas allen		2,00	\$ 21.990	\$ 43.980
Servicios Externos	Servicio a equipo de vibraciones		1,00	\$ 1.800.000	\$ 1.800.000
	Servicio a maquina de balanceo		1,00	\$ 1.380.000	\$ 1.380.000
	servicio a equipo de alinemineto		1,00	\$ 450.000	\$ 450.000
	Servicio de nivelacion de suelo		1,00	\$ 270.000	\$ 270.000
	Servicio de mantencion de extraccion y ventilacion		1,00	\$ 250.000	\$ 250.000
Mano de obra Directa	Personal mecanico	150	10,00	\$ 4.397	\$ 6.595.500
Total				\$ 5.571.977	\$ 12.752.610

Fuente: Elaboración propia 2025.

COSTOS DIRECTOS PLAN 2

Tabla N°4 2: Costos directos plan 2.

Categoria	Descripcion	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Materiales	Señaleticas digitales		30	\$ 2.990	\$ 89.700
	Carteles de flujo oficina		30	\$ 500	\$ 15.000
	Etiquetas qr		500	\$ 50	\$ 25.000
	adhesivos		500	\$ 50	\$ 25.000
Insumos	Impresoras		1	\$ 150.000	\$ 150.000
	articulos de oficina		1	\$ 50.000	\$ 50.000
	Tinta		4	\$ 15.000	\$ 60.000
Herramientas / software	Suscripcion a servidor NOTION	1	12	\$ 200	\$ 2.400
	Lectores QR		3	\$ 15.000	\$ 45.000
	Computadores nuevos		4	\$ 350.000	\$ 1.400.000
Servicios Externos	Capacitaciones		10	\$ 15.000	\$ 150.000
	Mantenimiento de hardware y software		2	\$ 80.000	\$ 160.000
Mano de obra Directa	Adaptacion al cambio	4	10	\$ 4.397	\$ 43.970
Total				\$ 683.187	\$ 2.216.070

Fuente: Elaboración propia 2025.

COSTOS DIRECTOS PLAN 3

Tabla N°4 3: Costos directos Plan 3

Categoria	Descripcion	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Materiales	Carteles motivacionales		30	\$ 2.990	\$ 89.700
	Señaleticas internas		30	\$ 500	\$ 15.000
Insumos	articulos de oficina		1	\$ 150.000	\$ 150.000
Mano de obra Directa	Adaptacion al cambio	3	10	\$ 4.397	\$ 43.970
Total				\$ 157.887	\$ 298.670

Fuente: Elaboración propia 2025.

4.2.2 COSTOS INDIRECTOS

Los costos indirectos corresponden a gastos que no están directamente asociados a una actividad puntual, pero que son necesarios para habilitar, coordinar o supervisar la ejecución del proyecto. Estos costos permiten cubrir el soporte administrativo y técnico que interviene de manera transversal en los tres planes.

Incluyen:

- Supervisión y coordinación interna.
- Gastos administrativos (impresiones, documentación, comunicaciones internas).
- Capacitación del personal en reuniones breves, uso de Notion, 5S u otras metodologías.
- Uso de infraestructura interna (salas, equipos computacionales, recursos eléctricos).
- Imprevistos, estimados mediante un porcentaje del costo directo (5%), para cubrir variaciones menores o gastos no previstos durante la ejecución.

Estos costos fueron calculados mediante una combinación de horas-hombre de supervisión y porcentajes estándar de gestión administrativa, tal como se recomienda en estudios de prefactibilidad operacional.

COSTOS INDIRECTOS PLAN 1

Tabla N°4 4: Costos indirectos Plan 1.

Categoría	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Supervision y coordinacion	Horas de supervision		10	\$ 10.000	\$ 100.000
Gastos administrativos	Impresiones, papeleria, comunicaci3n,etc.		1	\$ 30.000	\$ 30.000
Capacitacion interna	charlas 5S, reuniones		1	\$ 50.000	\$ 50.000
Infraestructura	uso de salas, electricidad, recursos		1	\$ 25.000	\$ 25.000
Imprevistos (5%)	5% adicional de los costos directos		1	\$ 637.631	\$ 637.631
Total de costos indirectos					\$ 842.631

Fuente: Elaboraci3n propia 2025.

COSTOS INDIRECTOS PLAN 2

Tabla N°4 5: Costos indirectos Plan 2.

Categoría	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Supervision y coordinacion	Horas de supervision		6	\$ 10.000	\$ 60.000
Gastos administrativos	Documentacion Notion, impresiones		1	\$ 20.000	\$ 20.000
Capacitacion interna	Uso basico de notion		1	\$ 40.000	\$ 40.000
Infraestructura	Uso de pc, sala de reuniones, electricidad		1	\$ 20.000	\$ 20.000
Imprevistos (5%)	5% adicional de los costos directos		1	\$ 110.804	\$ 110.804
Total de costos indirectos					\$ 250.804

Fuente: Elaboraci3n propia 2025.

COSTOS INDIRECTOS PLAN 3

Tabla N°4 6: Costos indirectos plan 3.

Categoría	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Supervision y coordinacion	Horas de supervision		8	\$ 10.000	\$ 80.000
Gastos administrativos	material grafico, impresiones		1	\$ 30.000	\$ 30.000
Capacitacion interna	Reuniones, liderazgo, comunicación		1	\$ 40.000	\$ 40.000
Infraestructura	sala de reuniones, electricidad		1	\$ 25.000	\$ 25.000
Imprevistos (5%)	5% adicional de los costos directos		1	\$ 14.934	\$ 14.934
Total de costos indirectos					\$ 189.934

Fuente: Elaboración propia 2025.

4.2.3 COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN

Estos costos corresponden a todas las inversiones necesarias para poner en marcha los cambios propuestos en cada plan. No son recurrentes, sino que ocurren una sola vez durante la ejecución del proyecto. Están asociados a la preparación de la infraestructura, la adquisición de software, la adecuación de espacios y el mantenimiento inicial de equipos críticos.

Incluyen:

- Nivelación, pintura y adecuaciones en la sala de balanceo.
- Reparación de luminaria, extracción y ventilación del área.
- Reemplazo o reparación de vidrios, cielo falso y superficies deterioradas.
- Mantenimiento técnico especializado de equipos de vibraciones, alineamiento y balanceo.
- Suscripción anual y configuración del software Notion.
- Creación e instalación de tableros visuales, señalética y material gráfico asociado a la cultura organizacional.

Los valores se estimaron mediante referencias reales del mercado, considerando rangos obtenidos de proveedores de servicios técnicos, plataformas digitales y comercio especializado.

COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN PLAN N°1

Tabla N°4 7: Costos de implementación plan N°1

Categoría	Ítem	Costo Estimado
Infraestructura	Nivelación de suelo	\$250.000 – \$300.000
Infraestructura	Pintura epóxica	\$120.000 – \$200.000
Infraestructura	Gomas de suelo	\$80.000 – \$150.000
Infraestructura	Luminaria	\$150.000 – \$250.000
Infraestructura	Reparación extracción	\$200.000 – \$350.000
Infraestructura	Reparación cielo	\$80.000 – \$150.000
Infraestructura	Vidrios resina	\$100.000 – \$200.000
Mantenimiento equipos	Vibraciones	\$200.000 – \$280.000
Mantenimiento equipos	Alineamiento	\$270.000 – \$380.000
Mantenimiento equipos	Balanceadora	\$300.000 – \$450.000
TOTAL		\$1.750.000 – \$2.700.000

Fuente: Elaboración propia 2025.

- Se estima un promedio de \$2.225.000

COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN PLAN N°2

Tabla N°4 8: Costos de implementación plan N°2

Categoría	Ítem	Costo Estimado
Software	Suscripción Notion 1 año	\$90.000
Servicios	Configuración sistema	\$80.000 – \$150.000
Servicios	Integración servidor	\$30.000 – \$60.000
Digitalización	Migración documentos	\$50.000 – \$120.000
Equipos (opcional)	Tablet/notebook	\$0 – \$350.000
TOTAL		\$250.000 – \$650.000

Fuente: Elaboración propia 2025.

- Se estima un promedio de \$450.000

COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN PLAN N°3

Tabla N°4 9: Costos de implementación plan N°3

Categoría	Ítem	Costo Estimado
Infraestructura	Tablero visual	\$25.000 – \$45.000
Comunicación visual	Ploteo / vinilo	\$20.000 – \$40.000
Material gráfico	Carteles cultura	\$15.000 – \$30.000
Documentos	Manual cultura (impresior	\$10.000 – \$20.000
Infraestructura	Acondicionamiento sala	\$50.000 – \$100.000
Reuniones	Kit reuniones	\$15.000 – \$25.000
TOTAL		\$135.000 – \$260.000

Fuente: Elaboración propia 2025.

- Se estima un promedio de \$197.500

4.2.4 COSTOS DE OPERACIÓN/MANTENCIÓN

Los costos de operación y mantención corresponden a los gastos recurrentes necesarios para asegurar la continuidad del proyecto en el tiempo y sostener los estándares implementados. Representan el costo anual de mantener el sistema funcionando adecuadamente, evitando retrocesos y asegurando la eficacia de las mejoras.

Incluyen:

- Calibración anual de equipos predictivos (vibraciones, alineamiento y balanceadora).
- Reposición de señalética, materiales 5S, adhesivos y elementos gráficos.
- Suscripción anual al software Notion y mantenimiento del sistema de trazabilidad
- Reuniones breves, evaluaciones culturales y supervisión de cumplimiento.
- Capacitación de refuerzo en temas de cultura, comunicación y 5S.
- Gastos asociados al mantenimiento de tableros visuales e infraestructura menor.

Estos costos fueron definidos con base en frecuencias anuales de calibración, reposiciones típicas de 5S, y valores estándar para capacitaciones y supervisión interna.

COSTOS DE OPERACIÓN/MANTENCIÓN PLAN N°1

Tabla N°4 10: Costos de operación/mantención plan N°1

Categoría	Ítem	Frecuencia	Costo Referencial
Mantención equipos predictivos	Calibración vibraciones	Anual	\$200.000 – \$280.000
Mantención equipos predictivos	Calibración alineamiento	Anual	\$270.000 – \$380.000
Mantención equipos predictivos	Certificación balanceadora	Anual	\$300.000 – \$450.000
Reposición 5S	Señaléticas, pinturas, adhesivos	Anual	\$40.000 – \$80.000
Insumos limpieza	Productos + EPP	Semestral	\$20.000 – \$40.000
Supervisión (HH)	Auditorías 5S	Mensual	\$120.000 / año
TOTAL ANUAL			\$950.000 – \$1.350.000

Fuente: Elaboración propia 2025.

- Se estima un promedio de \$1.150.000

COSTOS DE OPERACIÓN/MANTENCIÓN PLAN N°2

Tabla N°4 11: Costos de operación/mantencción plan N°2

Categoría	Ítem	Frecuencia	Costo
Software	Suscripción Notion	Anual	\$90.000
Reposición gráfica	Etiquetas QR / Carteles	Anual	\$20.000 – \$40.000
Digitalización	Actualización sistema	Anual	\$30.000 – \$50.000
Supervisión (HH)	Revisión semanal del sistema	Mensual	\$120.000 / año
Capacitación interna	Refuerzo anual de uso	Anual	\$40.000 – \$60.000
TOTAL ANUAL			\$300.000 – \$360.000

Fuente: Elaboración propia 2025.

- Se estima un promedio de \$330.000

COSTOS DE OPERACIÓN/MANTENCIÓN PLAN N°3

TABLA N°4 12: Costos de operación/mantencción plan N°3

Categoría	Ítem	Frecuencia	Costo
Material gráfico	Reposición señalética / carteles	Anual	\$30.000 – \$50.000
Reuniones breves	HH supervisor (12/año)	Anual	\$120.000
Capacitaciones internas	Comunicación, liderazgo, cultura	Anual	\$40.000 – \$80.000
Mantencción tableros visuales	Marcadores + limpieza + actualización	Semestral	\$10.000 – \$20.000
Evaluación cultural	HH jefatura (4 HH/año)	Anual	\$40.000
TOTAL ANUAL			\$240.000 – \$310.000

Fuente: Elaboración propia 2025.

- Se estima un promedio de \$275.000

4.2.5 SUMATORIA TOTAL DE COSTOS

Tabla N°4 13: Sumatoria total de costos

Plan N°1	Costos directos	\$ 12.752.610
	Costos indirectos	\$ 842.631
	Costos de implementacion	\$ 2.225.000
	Costos de mantención	\$ 1.150.000
	Total	\$ 16.970.241
Plan N°2	Costos directos	\$ 2.216.070
	Costos indirectos	\$ 250.804
	Costos de implementacion	\$ 450.000
	Costos de mantención	\$ 330.000
	Total	\$ 3.246.874
Plan N°3	Costos directos	\$ 298.670
	Costos indirectos	\$ 189.934
	Costos de implementacion	\$ 197.500
	Costos de mantención	\$ 275.000
	Total	\$ 961.104
Costo Total de implementacion para los 3 planes		\$ 21.178.218

Fuente: Elaboración propia 2025.

4.2.6 METODOLOGIA DE ESTIMACION DE COSTOS

Para garantizar rigurosidad en la evaluación económica, la estimación de los costos se basó en los siguientes criterios:

- Precios actuales de mercado (2024–2025).
- Tarifas promedio de proveedores locales y plataformas digitales.
- Costos reales de calibración y mantenimiento de equipos industriales.
- Estimaciones basadas en horas-hombre definidas en el capítulo previo.
- Porcentajes estándar para imprevistos y administración (5%).

4.3 COSTOS ACTUALES DE NO IMPLEMENTAR (PERDIDAS)

Además de los costos asociados a la implementación y operación de la propuesta de mejora, resulta necesario considerar los costos actuales derivados de la no implementación de las herramientas Lean Manufacturing. Estos costos corresponden a pérdidas operacionales y organizacionales que se generan debido a ineficiencias presentes en el área de servicios mecánicos y que, si bien no siempre son visibles contablemente, impactan directamente en el desempeño del área.

Las principales pérdidas identificadas se relacionan con tiempos improductivos, reprocesos, desorden del entorno de trabajo, baja trazabilidad de las actividades y prácticas de gestión reactivas. Estas condiciones generan un uso ineficiente del tiempo del personal, aumentan la variabilidad de los procesos y dificultan la planificación de las actividades.

Entre los principales costos asociados a la no implementación se identifican:

- Pérdidas por tiempos de búsqueda y desplazamientos innecesarios, producto del desorden del taller y la falta de estandarización en la ubicación de herramientas y equipos.
- Pérdidas por reprocesos y correcciones, originadas por errores en la ejecución de tareas, falta de información disponible o asignación verbal de trabajos.
- Pérdidas por tiempos de espera, asociadas a la falta de planificación, disponibilidad de equipos o información incompleta.
- Pérdidas por baja trazabilidad, que limitan la capacidad de análisis histórico, dificultan la evaluación del desempeño y generan dependencia del conocimiento individual.
- Pérdidas organizacionales, asociadas a la sobrecarga del personal, aumento del estrés laboral y debilitamiento de la cultura de mejora continua.

Desde la perspectiva de la filosofía Lean, estas pérdidas corresponden principalmente a desperdicios del tipo muda, así como a variabilidad (mura) y sobrecarga (muri), los cuales afectan de manera acumulativa la eficiencia y sostenibilidad del proceso. Si bien estos costos no siempre se reflejan de forma directa en los estados financieros, su impacto operativo es significativo y justifica la necesidad de implementar acciones de mejora estructuradas.

La identificación de los costos de la no implementación permite establecer un escenario base de referencia, el cual será utilizado posteriormente para comparar los beneficios esperados de la propuesta de mejora y evaluar su factibilidad desde un enfoque técnico y económico.

4.3.1 CALCULO VALOR DE HORA HOMBRE (H.H)

- Sueldo liquido \$747.000
- Cantidad de horas semanal 42.5
- Cantidad de horas mensual 170
- Valor H.H \$4.397

4.3.2 ESTIMACION DE PERDIDAS EN TIEMPO

Tabla N°4 14: Estimación de pérdidas en tiempo.

Tipo de pérdida	HH perdidas por técnico / día	HH perdidas totales / mes
Búsqueda de herramientas	0,25	42,5
Desplazamientos innecesarios	0,2	34
Reprocesos	0,2	34
Esperas / falta info	0,3	51
TOTAL	0,95	161,5

Fuente: Elaboración propia 2025.

4.3.3 ESTIMACION DE PERDIDAS EN DINERO

Tabla N°4 15: Estimación de pérdidas en dinero.

Total de HH perdidas totales / mes	Costo de H.H	Costo total Mensual	Costo total Anual	Costo total en 5 años
161,5 \$	4.397	\$ 710.116	\$ 8.521.386	\$ 42.606.930

Fuente: Elaboración propia 2025.

Los resultados obtenidos indican que el área presenta pérdidas aproximadas de 161.5 HH mensuales, lo que equivale a un costo estimado de \$710.116 CLP mensuales, o \$8.521.386 CLP anuales y proyectado en 5 años equivale a un costo de \$42.606.930 aproximadamente, asociados exclusivamente a ineficiencias operativas derivadas de la situación actual. Estos valores representan un escenario base que justifica económicamente la implementación de la propuesta de mejora desarrollada en el presente estudio.

4.5 COMPARACION COSTO/ BENEFICIO

Con el fin de evaluar la conveniencia económica de la propuesta de mejora, se realiza una comparación entre los costos asociados a la implementación y operación de los planes de acción y los beneficios esperados derivados de la reducción de pérdidas operativas identificadas en el escenario actual.

Como se expuso en el apartado 4.3 Costos actuales de no implementar, el área de servicios mecánicos presenta pérdidas aproximadas de 161,5 horas hombre (HH) mensuales, equivalentes a un costo estimado de \$710.116 CLP mensuales, considerando un valor de hora hombre de \$4.397 CLP. Estas pérdidas corresponden principalmente a tiempos improductivos asociados a búsqueda de herramientas, reprocesos, esperas, desorden del taller y baja trazabilidad de las actividades.

Por otra parte, los costos asociados a la implementación de los tres planes de acción propuestos implantación de 5S, mejora de la trazabilidad operativa y fortalecimiento de la cultura organizacional corresponden a inversiones de carácter acotado, principalmente orientadas a adecuaciones menores, capacitación, digitalización de procesos y mantención básica de equipos. Asimismo, los costos de operación y mantención anual se mantienen controlados y son considerablemente inferiores a las pérdidas económicas actuales.

Bajo un escenario conservador, en el cual la implementación de las herramientas Lean Manufacturing permita recuperar solo un 30 % de las pérdidas actuales, se obtendría un ahorro económico aproximado de \$2.556.000 CLP anuales. Este valor resulta superior a los costos anuales de operación y mantención del sistema propuesto, lo que permite concluir que la propuesta presenta una relación costo–beneficio favorable, incluso sin considerar escenarios de mayor nivel de recuperación.

En consecuencia, el análisis evidencia que el costo de no implementar las mejoras propuestas es significativamente mayor que el esfuerzo económico requerido para su ejecución, justificando la factibilidad económica del proyecto desde un enfoque operacional y de prefactibilidad.

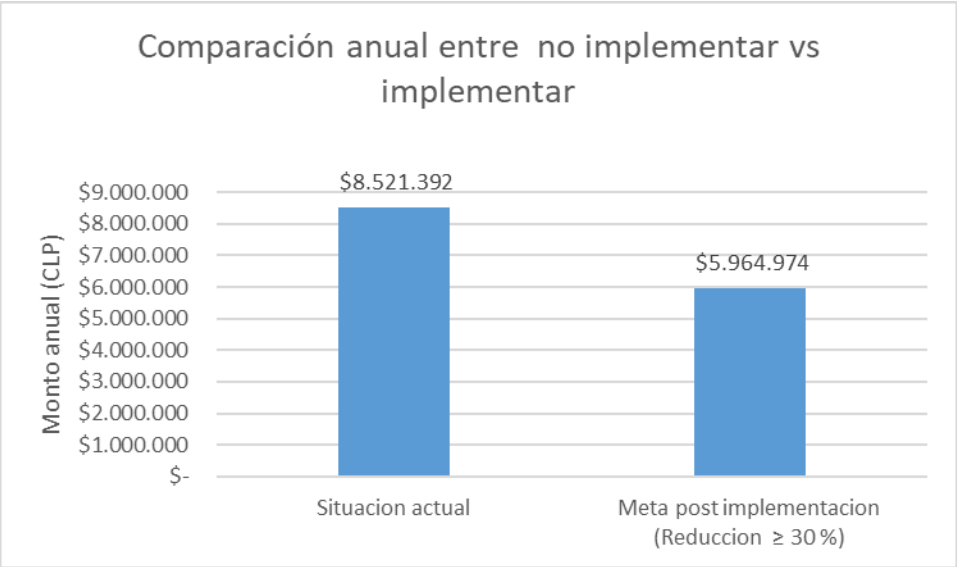


Figura N°4. 1: Comparación anual de costos entre no implementar e implementar las mejoras propuestas.
Fuente: Elaboración propia.

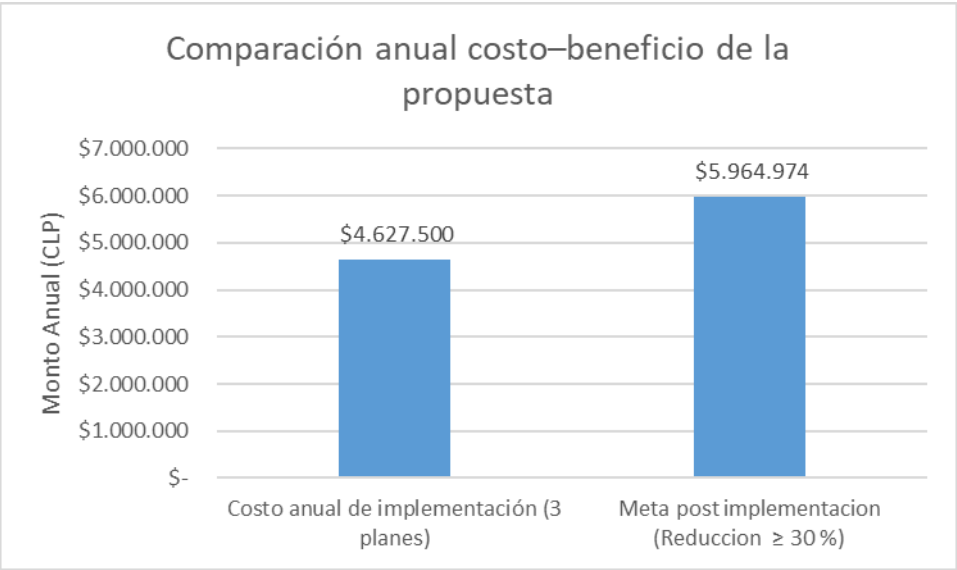


Figura N°4. 2: Comparación anual costo–beneficio de la propuesta de mejora.
Fuente: Elaboración propia.

4.6 TIEMPO DE IMPLEMENTACION

La implementación de las medidas propuestas no se plantea como un proceso inmediato ni simultáneo, sino como una implementación progresiva por etapas, considerando la continuidad operativa del área de servicios mecánicos y la disponibilidad de recursos internos.

En este contexto, la metodología 5S se considera como la primera etapa de implementación, debido a su bajo nivel de complejidad y alto impacto inmediato en el orden y la eficiencia del taller. Posteriormente, se contempla la implementación del sistema de trazabilidad operativa, la cual requiere un mayor grado de estandarización y adaptación por parte del personal. Finalmente, las acciones orientadas al fortalecimiento interno de la cultura organizacional se desarrollan de manera transversal y sostenida en el tiempo, acompañando a las etapas anteriores.

Bajo este enfoque, se estima que la implementación completa de la propuesta se puede desarrollar en un horizonte aproximado de 5 a 8 meses, dependiendo del ritmo de adopción de las herramientas, la carga operativa del área y el nivel de compromiso del personal. Este plazo resulta coherente con el carácter de prefactibilidad del estudio y no afecta la factibilidad económica de la propuesta, dado que los beneficios comienzan a evidenciarse de manera progresiva desde las primeras etapas de implementación.

Tabla N°4 16: Tiempo de etapas de implementación.

Etapa	Contenido	Plazo estimado
Etapa 1	5S inicial (orden, limpieza, señalética básica)	1 – 2 meses
Etapa 2	Trazabilidad operativa (formatos, digitalización)	2 – 3 meses
Etapa 3	Cultura y seguimiento (rutinas, indicadores)	2 – 3 meses
Total estimado	Implementación progresiva	5 – 8 meses

Fuente: Elaboración propia 2025.

4.7 EVALUACION DE FACTIBILIDAD ECONOMICA BASADA EN KPI’S

La evaluación de la factibilidad económica del proyecto no se basa en indicadores financieros tradicionales como VAN, TIR o ROI, debido a que la propuesta se orienta principalmente a la optimización de procesos internos, reducción de pérdidas operativas y fortalecimiento organizacional. En este contexto, se definió un conjunto de indicadores

propios (KPIs), alineados con los objetivos del proyecto y con la filosofía Lean Manufacturing.

Estos indicadores permiten cuantificar el impacto económico real de la propuesta, evaluando la reducción de pérdidas asociadas a ineficiencias operativas y el aumento de la eficiencia del área de servicios mecánicos.

4.7.1 INDICADORES ECONÓMICOS PRINCIPALES

Horas hombre perdidas por ineficiencias (HH/mes)

Mide la cantidad de tiempo improductivo asociado a búsqueda de herramientas, reprocesos, esperas y desorden operativo.

Tabla N°4 17: Horas hombre perdidas por ineficiencias (HH/mes).

Item	HH/mes
Situacion actual	161,5
Meta post implementacion (Reduccion ≥ 30 %)	113

Fuente: Elaboración propia 2025.

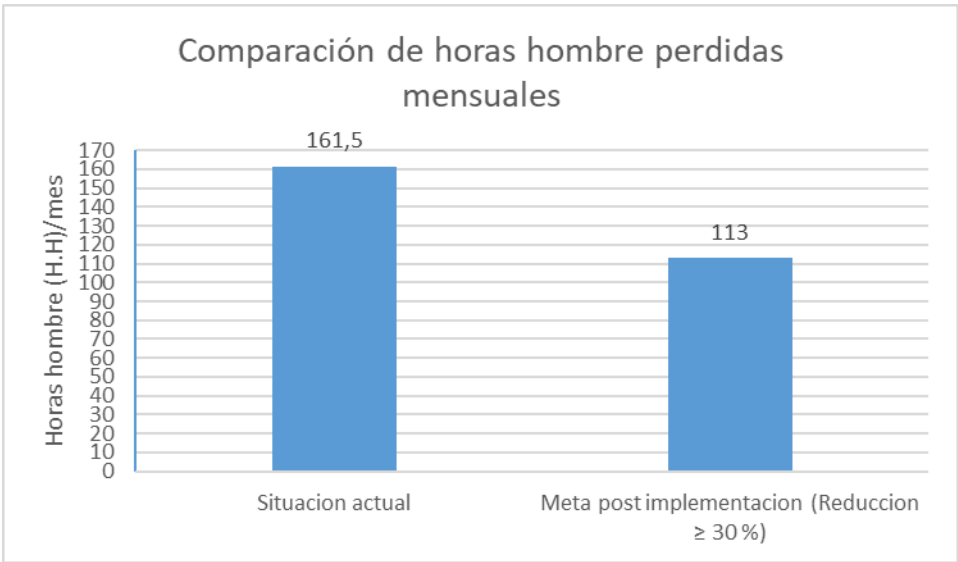


Figura N°4. 3: Comparación de horas hombre pérdidas mensuales antes y después de la implementación.

Fuente: Elaboración propia.

Costo mensual de ineficiencias (\$/mes)

Cuantifica el impacto económico de las HH perdidas.

Tabla N°4 18: Costo mensual de ineficiencias (\$/mes).

Item	CLP/Mes	
Situacion actual	\$	710.116
Meta post implementacion (Reduccion ≥ 30 %)	\$	497.081

Fuente: Elaboración propia 2025.

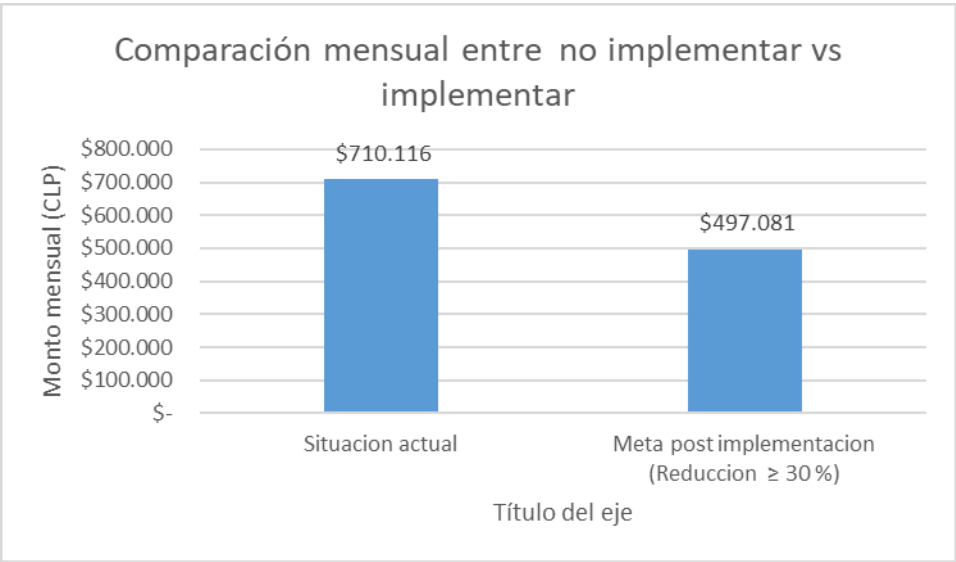


Figura N°4. 4:Comparación mensual de costos entre la situación actual y el escenario post implementación.

Fuente: Elaboración propia.

Ahorro económico anual estimado (\$/año)

Representa la diferencia entre el escenario actual y el escenario post implementación.

- Ahorro mínimo esperado (30 %): \$2.556.000 CLP/año

Indicadores operacionales de apoyo

- Tiempo promedio de búsqueda de herramientas (min)
- Porcentaje de cumplimiento auditoría 5S (%)
- Porcentaje de órdenes de trabajo registradas en sistema digital (%)
- Cantidad de reprocesos mensuales (n°)

Estos indicadores permiten verificar que la reducción de costos se origina efectivamente en mejoras operativas reales y sostenibles.

Indicador global de factibilidad económica

Como indicador sintético de evaluación, se define un Índice Global de Factibilidad Económica (IGFE), el cual compara el ahorro económico anual generado por la reducción de pérdidas frente a los costos anuales de operación y mantención de los planes de acción.

Cuando el IGFE presenta un valor positivo, se considera que la propuesta es económicamente factible desde un enfoque operacional. Los resultados obtenidos indican que los tres planes de acción presentan valores positivos de este indicador, confirmando la viabilidad económica del proyecto.

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES OPERATIVAS

El desarrollo del diagnóstico del área de servicios mecánicos de Turbomecánica Ltda. permitió identificar de manera clara una serie de ineficiencias operativas que afectan el desempeño diario del área. A través de la observación directa, la encuesta aplicada al personal y el uso de herramientas de análisis como el diagrama de Ishikawa y el análisis de las 3M, se evidenció que gran parte de los problemas operacionales se originan en la falta de estandarización, orden y control de los procesos internos.

Desde una perspectiva operativa, se concluye que las principales pérdidas del área están asociadas a tiempos improductivos derivados de la búsqueda de herramientas, reprocesos, esperas y desorden del entorno de trabajo, así como a la asignación verbal de tareas y la ausencia de registros formales. Estas condiciones generan una alta dependencia del conocimiento individual, dificultan la planificación de las actividades y limitan la capacidad de control y seguimiento del trabajo realizado.

La propuesta de implementación de herramientas Lean Manufacturing, en particular la metodología 5S, la mejora de la trazabilidad operativa y el fortalecimiento de la cultura organizacional, permite abordar directamente estas brechas operativas. Se concluye que la aplicación de estas herramientas contribuye a mejorar el orden, reducir desperdicios, optimizar el uso del tiempo del personal y aumentar la eficiencia global del área, sin requerir cambios estructurales mayores ni inversiones de alto costo.

CONCLUSIONES TECNICAS

Desde el punto de vista técnico, el estudio demuestra que la filosofía Lean Manufacturing es plenamente aplicable a un entorno de servicios mecánicos y mantenimiento industrial, aun cuando originalmente fue desarrollada para contextos de manufactura. Las herramientas seleccionadas resultan coherentes con la naturaleza de los procesos analizados y con las problemáticas detectadas durante el diagnóstico.

El uso de metodologías como el análisis de causa raíz, las matrices de ponderación y los árboles de solución permitió estructurar el proceso de toma de decisiones de manera objetiva, reduciendo la subjetividad y asegurando que las soluciones propuestas respondan a causas reales y no solo a síntomas visibles. En este sentido, la selección de los tres ejes de mejora —5S, trazabilidad operativa y cultura organizacional— se encuentra técnicamente justificada por su impacto, frecuencia y viabilidad de implementación.

Asimismo, la evaluación económica basada en indicadores propios demuestra que la propuesta es técnicamente factible y económicamente conveniente. La estimación de pérdidas operativas actuales y la comparación costo–beneficio evidencian que incluso bajo escenarios conservadores de recuperación, los beneficios esperados superan los costos de implementación y operación, con un plazo de recuperación de la inversión acotado. Esto refuerza la validez técnica del estudio como un análisis de prefactibilidad sólido y coherente.

PROYECCION FUTURA

Como proyección futura, la implementación efectiva de los planes de acción propuestos permitiría consolidar una base sólida para la adopción progresiva de otras herramientas Lean Manufacturing dentro del área de servicios mecánicos y, eventualmente, en otras áreas de la empresa. Una vez estabilizados el orden, la trazabilidad y la cultura organizacional, sería factible incorporar herramientas adicionales como TPM, Kanban avanzado, estandarización de trabajos críticos y sistemas de indicadores más robustos.

Asimismo, la digitalización de la gestión operativa abre la posibilidad de integrar la información del área con otros sistemas corporativos, facilitando el análisis de desempeño, la toma de decisiones estratégicas y el desarrollo de una gestión de activos más madura. En el mediano plazo, esto podría contribuir a mejorar la competitividad de la empresa, fortalecer la calidad del servicio entregado y aumentar la satisfacción de los clientes.

Finalmente, este estudio puede servir como referencia metodológica para futuros proyectos de mejora continua en empresas de servicios industriales, demostrando que la aplicación estructurada de Lean Manufacturing permite generar beneficios tangibles incluso en contextos de recursos limitados.

FACTIBILIDAD DEL PROYECTO

En base al análisis técnico, operativo y económico desarrollado en los capítulos anteriores, se puede concluir que la implementación de las mejoras propuestas para el área de servicios mecánicos de Turbomecánica Ltda. es factible desde los siguientes puntos de vista:

Factibilidad operativa: La implementación de las herramientas Lean Manufacturing (5S, trazabilidad operativa y fortalecimiento cultural) es completamente viable dentro del contexto de la empresa, ya que no requiere inversiones de alto costo ni modificaciones estructurales. Las medidas propuestas son de fácil aplicación y están alineadas con las capacidades operativas del área.

Factibilidad económica: El análisis de costos y beneficios demuestra que los costos asociados a la implementación y operación del sistema son considerablemente inferiores a los costos actuales de ineficiencia operativa. Bajo un escenario conservador, la propuesta tiene un plazo de recuperación de la inversión de 7 meses, lo que refleja la alta rentabilidad de la intervención. La estimación de ahorros anuales de \$2.556.000 CLP respalda la viabilidad económica del proyecto.

Factibilidad técnica: Las herramientas seleccionadas están perfectamente alineadas con los objetivos de mejora del área y son factibles desde un punto de vista técnico. La implementación de las metodologías 5S y la digitalización de la trazabilidad operativa requieren esfuerzos moderados y no presentan barreras técnicas significativas.

Factibilidad organizacional: Desde el punto de vista de la cultura organizacional, la propuesta está alineada con la necesidad de fortalecer el compromiso del personal y fomentar una mentalidad de mejora continua. Aunque la implementación requiere una inversión en tiempo y recursos humanos, el impacto en la eficiencia operativa y en la cultura organizacional es claro y justificable.

En resumen, la propuesta es altamente factible, tanto desde el punto de vista operativo como económico, técnico y organizacional, lo que la convierte en una opción viable para mejorar la eficiencia del área de servicios mecánicos en Turbomecánica Ltda.

BIBLIOGRAFÍA

- Ohno, T. (1988). Sistema de producción Toyota: Más allá de la producción a gran escala. Productivity Press.
- Shingo, S. (1989). Un estudio del sistema de producción de Toyota: desde el punto de vista de la ingeniería industrial. Productivity Press.
- https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Adaptacion-de-la-Casa-Toyota_fig1_321351203
- Schein, E. H. (2010). *Organizational culture and leadership* (4th ed.). Jossey-Bass.
- Ishikawa, K. (1985). ¿Qué es el control total de la calidad? El método japonés. Prentice-Hall.
- ISO. (1985). *ISO 5807: Information processing — Documentation symbols and conventions for data, program and system flowcharts*. International Organization for Standardization.
- Imai, M. (1986). Kaizen: La clave del éxito competitivo de Japón. McGraw-Hill.
- Womack, J. P., y Jones, D. T. (1996). Pensamiento Lean : Elimine el desperdicio y cree riqueza en su corporación. Simon & Schuster.
- Liker, J. K. (2004). El método Toyota: 14 principios de gestión del mayor fabricante del mundo. McGraw-Hill.
- Parmenter, D. (2015). Indicadores clave de rendimiento: Desarrollo, implementación y uso de KPI exitosos (3.^a ed.). Wiley.
- Kagermann, H., Helbig, J., & Hellinger, A. (2013). *Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0*. National Academy of Science and Engineering.
- Slack, N., Chambers, S., & Johnston, R. (2010). *Operations management* (6th ed.). Pearson.
- Kotter, J. P. (1995). *Leading change: Why transformation efforts fail*. Harvard Business Review, 73(2), 59–67.
- ISO. (2015). *ISO 9001:2015 — Sistemas de gestión de calidad: Requisitos*. International Organization for Standardization.
- Muñoz, J. (2018). *Herramientas de análisis y mejora de procesos*. Editorial Académica.

ANEXOS

Anexo A: Encuesta aplicada al personal del área de servicios mecánicos

Objetivo de la encuesta

La presente encuesta tiene como objetivo identificar las principales problemáticas operativas y organizacionales del área de servicios mecánicos, relacionadas con la comunicación interna, estandarización de procesos, estado de equipos, orden del taller, trazabilidad de actividades y necesidades de capacitación, con el fin de apoyar el diagnóstico desarrollado en el presente estudio.

Instrucciones

Las respuestas son de carácter confidencial y serán utilizadas únicamente con fines académicos. Para las preguntas con escala, marque la alternativa que mejor represente su percepción.

La pregunta 0 tiene relación con nombres y cargos, por temas de confidencialidad no fue incluida en el anexo.

Sección 1: Información general

1. Años de experiencia en la empresa

- ☐ Menos de 2 años
- ☐ Entre 2 y 5 años
- ☐ Más de 5 años

Sección 2: Comunicación y estandarización

2. La comunicación con la jefatura se realiza principalmente de manera verbal.

(1 = Totalmente en desacuerdo / 5 = Totalmente de acuerdo)

3. Los procedimientos de trabajo no se encuentran actualizados.

(1 = Totalmente en desacuerdo / 5 = Totalmente de acuerdo)

Sección 3: Competencias técnicas

4. ¿Domina todos los servicios que realiza el área (incluyendo transiente)?

(1 = No domina / 5 = Domina completamente)

5. En caso negativo o parcial, ¿cuáles servicios no domina completamente?

Respuesta abierta: _____

Sección 4: Equipos y herramientas

6. Los equipos de inspección (IRD, TK 83, Semapi, ultrasonido, medición de espesores, entre otros) presentan fallas frecuentes y no cuentan con mantenimiento planificado.

(1 = Totalmente en desacuerdo / 5 = Totalmente de acuerdo)

7. El taller mecánico presenta desorden, suciedad y falta de señalización.

(1 = Totalmente en desacuerdo / 5 = Totalmente de acuerdo)

8. Las herramientas se pierden con frecuencia o no están disponibles cuando se necesitan.

(1 = Totalmente en desacuerdo / 5 = Totalmente de acuerdo)

9. El pañol de inspección carece de control de inventario, generando atrasos en la reposición de materiales.

(1 = Totalmente en desacuerdo / 5 = Totalmente de acuerdo)

10. La sala de equipos acumula equipos obsoletos o en mal estado que no han sido dados de baja.

(1 = Totalmente en desacuerdo / 5 = Totalmente de acuerdo)

Sección 5: Infraestructura

11. Las condiciones de infraestructura (iluminación, filtraciones, limpieza, pintura) afectan el trabajo diario en el taller, pañol y sala de equipos.

(1 = Totalmente en desacuerdo / 5 = Totalmente de acuerdo)

Sección 6: Mejora continua

12. ¿Qué otro problema considera relevantes en el taller mecánico o áreas de inspección que no hayan sido mencionados?

Respuesta abierta: _____

13. ¿Qué mejoras simples cree que podrían implementarse a corto plazo?

Respuesta abierta: _____

Sección 7: Capacitación

14. ¿Existen carencias de capacitación en el área?

☐ Sí

☐ No

15. En caso afirmativo, ¿qué capacitaciones considera necesarias?

Respuesta abierta: _____