



Universidad Católica de Santa María

Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales

Escuela Profesional de Ingeniería Industrial

**Optimización de procesos logísticos de una empresa de construcción civil
basada en la metodología lean logistics en Moquegua 2024 y 2025**

Tesis presentada por:

Quispe Chambilla, Jossy Kimberlly Eulalia

ORCID: 0009-0001-8651-4998

para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

Asesor:

Dr. Llaza Loayza, Marco Antonio

ORCID: 0000-0003-4584-8622

Arequipa - Perú

2026

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

INGENIERIA INDUSTRIAL

TITULACIÓN CON TESIS

DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 18 de Abril del 2026

Dictamen: 013927-C-EPII-2026

Visto el borrador del expediente 013927, presentado por:

2019246272 - QUISPE CHAMBILLA JOSSY KIMBERLLY EULALIA

Titulado:

**OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS LOGÍSTICOS DE UNA EMPRESA DE CONSTRUCCIÓN CIVIL
BASADA EN LA METODOLOGÍA LEAN LOGISTICS EN MOQUEGUA 2024 Y 2025**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

Título Profesional/Título de Segunda Especialidad/Grado Académico a optar:

INGENIERO INDUSTRIAL

**29643059 - TUPAYACHY QUISPE DANNY PAMELA
DICTAMINADOR**



**40926859 - VALDIVIA LLERENA CESAR ALONSO RENATO
DICTAMINADOR**



**29653773 - CARRASCO BOCANGEL JULIO CESAR
DICTAMINADOR**



OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS LOGÍSTICOS DE UNA EMPRESA
DE CONSTRUCCIÓN CIVIL BASADA EN LA METODOLOGÍA
LEAN LOGISTICS EN MOQUEGUA 2024 Y 2025

INFORME DE ORIGINALIDAD

5%	5%	3%	2%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net	2%
	Fuente de Internet	
2	Submitted to Universidad Cesar Vallejo	1%
	Trabajo del estudiante	
3	renati.sunedu.gob.pe	1%
	Fuente de Internet	
4	Submitted to Universidad Andrés Bello	1%
	Trabajo del estudiante	
5	Submitted to Universidad Católica de Santa María	1%
	Trabajo del estudiante	

Excluir citas Apagado Excluir coincidencias < 1%
Excluir bibliografía Apagado

Dedicatoria

A mis amados padres, Marco y Eulalia, por su amor y apoyo constante.

A mis abuelos y tíos, quienes me guían desde el cielo y permanecen siempre en mi corazón.

A mis hermanos, cuñados y sobrinos, con mucho amor y cariño.

A ustedes dedico el esfuerzo y trabajo puesto para la realización de esta investigación.



Agradecimientos

El principal agradecimiento a Dios, quien me ha guiado y me ha dado la fortaleza para seguir adelante.

A mi familia y amigos por su comprensión y estímulo constante. Además, de su apoyo incondicional a lo largo de mi carrera.

A mi asesor, Marco Antonio LLaza Loyza, por su guía en el desarrollo de mi investigación.



RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar la influencia de la aplicación de la metodología Lean Logistics en la mejora de los procesos logísticos de la empresa de construcción civil de la región Moquegua, para ello se desarrolló un estudio pre experimental, con corte longitudinal, de un solo grupo con mediciones antes y después de la implementación de mejoras, evidenciándose en el diagnóstico inicial deficiencias como elevados tiempos de ciclo, reprocesos administrativos, falta de estandarización de formatos, deficiente validación de stock y limitada trazabilidad de la información, lo que impactaba negativamente en el desarrollo de la continuidad del proceso y el cumplimiento oportuno de la obra; la propuesta de mejora se evidenció con un plan de implementación estructurado en 6 fases que integró herramientas Lean poco utilizadas en el sector construcción, tales como SIPOC, Value Stream Mapping, BPMN, Diagrama Pareto, KPI's, Metodología 9S, DAP detallado, JIDOKA, método 5W1H, just in time; el impacto fue evaluado mediante indicadores de desempeño (eficiencia, eficacia, productividad logística, índice de puntualidad y costo por tiempo improductivo) que tuvo como resultado; para los 4 primeros indicadores una mejora estadísticamente significativa ($p < 0.05$) y el último indicador una reducción del 50% de costo, lo que indicaría como mejora del tiempo total de atención de requerimientos, disminución de reprocesos, mejora en la confiabilidad del stock, fortalecimiento del control y la trazabilidad del proceso y un aumento del nivel de implementación Lean, resultados que fueron validados mediante pruebas estadísticas (prueba t y prueba de Wilcoxon) para muestras relacionadas, permitiendo concluir que la aplicación estructurada de Lean Logistics mejora de manera significativa los procesos logísticos de la empresa y constituye una propuesta innovadora, sostenible y replicable para empresas de construcción.

Palabras claves: Lean logistics, indicadores logísticos, construcción.

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the impact of applying the Lean Logistics methodology on the improvement of logistics processes at a civil engineering firm in the Moquegua region. To this end, a pre-experimental, longitudinal, single-group study was conducted, with measurements taken before and after the implementation of improvements. The initial assessment such as long cycle times, administrative rework, lack of standardized formats, poor stock validation, and limited information traceability, which negatively impacted process continuity and timely project completion; work; the improvement proposal was outlined in a 6-phase implementation plan that integrated Lean tools rarely used in the construction sector, such as SIPOC, Value Stream Mapping, BPMN, Pareto Chart, KPIs, 9S Methodology, Detailed DAP, JIDOKA, 5W1H method, and just-in-time; the impact was evaluated using performance indicators (efficiency, effectiveness, logistics productivity, on-time rate, and cost per downtime) which resulted in a statistically significant improvement ($p < 0.05$) for the first four indicators and the final indicator was a 50% reduction in costs, which would suggest an improvement in the total response time for requests, a decrease in rework, improved inventory reliability, strengthened process control and traceability, and an increase in the level of Lean implementation, results that were validated through statistical tests (t-test and Wilcoxon test) for paired samples, allowing us to conclude that the structured application of Lean Logistics significantly improves the company's logistics processes and constitutes an innovative, sustainable, and replicable approach for construction companies.

Keywords: Lean logistics, logistics indicators, construction.

ÍNDICE

Dedicatoria

Agradecimientos

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN 1

CAPÍTULO I..... 4

1. PLANTEAMIENTO TEÓRICO 5

1.1. Descripción del problema..... 5

1.2. Formulación del problema..... 6

1.3. Objetivos de la investigación..... 6

1.3.1. Objetivo general..... 6

1.3.2. Objetivos específicos 6

1.4. Justificación del estudio 6

1.4.1. Justificación Teórica 6

1.4.2. Justificación Metodológica 7

1.4.3. Justificación Práctica..... 7

1.5. Delimitaciones..... 7

1.6. Hipótesis 7

1.6.1. Hipótesis principal 7

1.7. Variables e indicadores..... 8

1.7.1. Variables 8

1.7.2. Operacionalización de variables 9

1.8. Diseño de investigación..... 11

1.9. Tipo de investigación 11

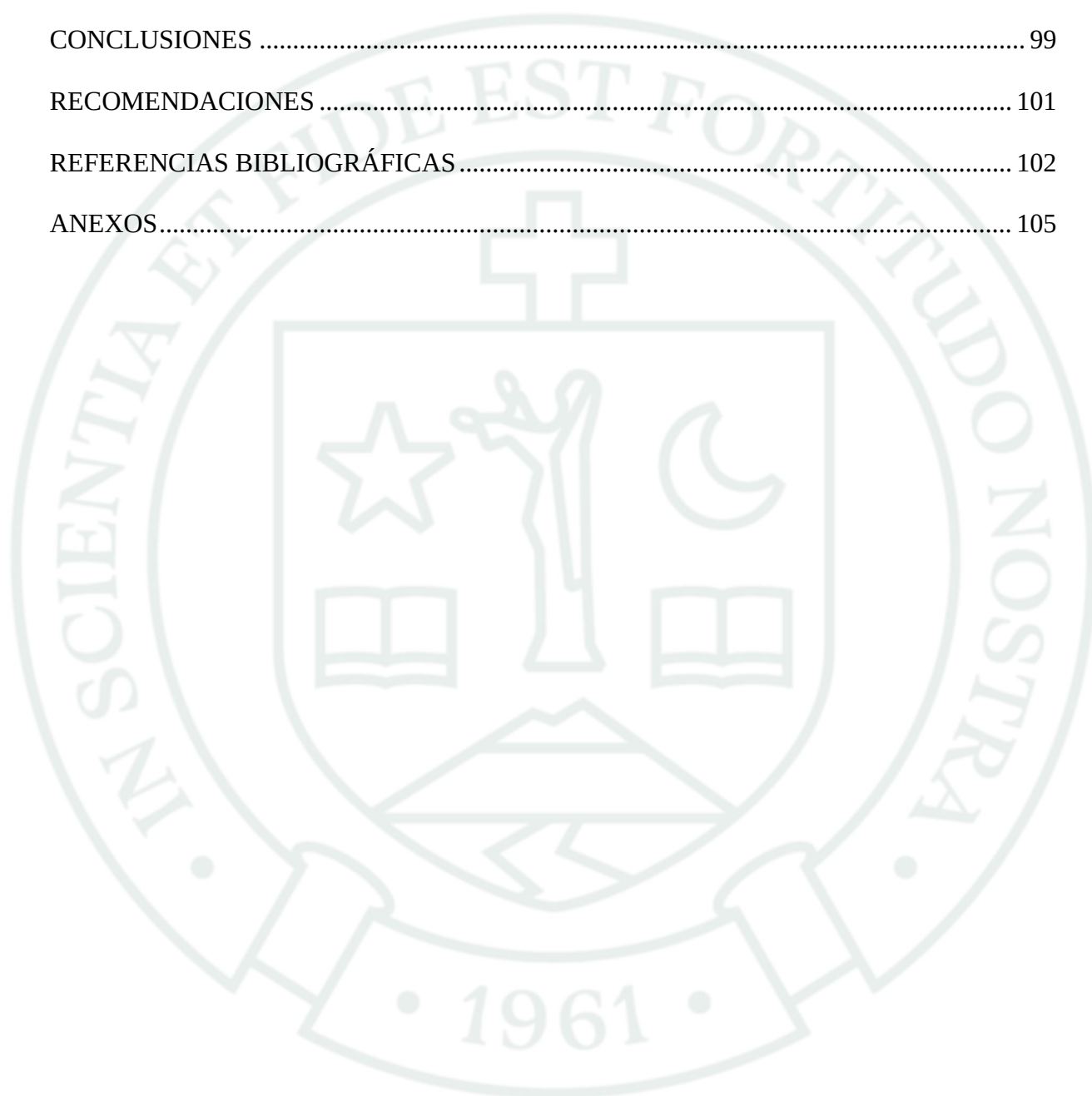
1.10. Nivel de investigación 11

1.11. Método de la investigación.....	12
1.12. Levantamiento de información.....	12
1.12.1. Técnicas	12
1.12.2. Instrumentos.....	12
1.13. Métodos de ingeniería a aplicarse	14
1.14. Cobertura de estudio.....	17
1.14.1. Población.....	17
1.14.2. Muestra	17
1.14.3. Unidad de análisis.....	18
CAPÍTULO II	19
2. MARCO TEÓRICO.....	20
2.1. Antecedentes de la investigación.....	20
2.1.1. Antecedentes a nivel internacional	20
2.1.2. Antecedentes a nivel nacional.....	22
2.2. Marco conceptual	24
2.2.1. Metodología Lean	24
2.2.2. Lean Logistics.....	25
2.2.3. Principios del Lean Logistics.....	25
2.2.4. Herramientas Lean	25
2.2.4.1. SIPOC (Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customers).....	26
2.2.4.2. BPMN (Business Process Model and Notation)	26
2.2.4.3. VSM – Value Stream Mapping.....	26
2.2.4.4. Diagrama de Pareto	27
2.2.4.5. Detalle De Proceso (Detailed Process Map / DAP)	27
2.2.4.6. Metodología 9S	27
2.2.4.7. Jidoka.....	27

2.2.4.8. Técnica 5W1H.....	28
2.2.4.9. Just In Time (JIT)	28
2.2.5. Integración de herramientas Lean.....	28
2.2.6. Indicadores logísticos.....	29
2.2.6.1. Eficiencia Logística.....	30
2.2.6.2. Eficacia Logística.....	30
2.2.6.3. Productividad Logística.....	30
2.2.6.4. Índice De Puntualidad	31
2.2.6.5. Costo Por Tiempo Improductivo.....	31
2.2.7. Modelos contemporáneos de desempeño logístico.....	31
2.2.8. Enfoques basados en resiliencia.....	31
2.2.9. Enfoques de sostenibilidad e innovación.....	32
CAPÍTULO III.....	33
3. ANÁLISIS SITUACIONAL.....	34
3.1. Datos generales de la empresa.....	34
3.1.1. Descripción	34
3.1.2. Rubro.....	34
3.1.3. Organigrama	35
CAPÍTULO IV.....	36
4. PLAN DE IMPLEMENTACIÓN.....	37
4.1. Fase 1: Diagnóstico y formación.....	37
4.1.1. Formación en conceptos Lean.....	37
4.1.2. Recolección y análisis de datos.....	39
4.1.3. Medición de los procesos logísticos (Antes de Lean Logistics)	42
4.1.4. Mapeo de procesos actuales (As-Is).....	44
4.2. Fase 2: Diseño del plan de mejora.....	46

4.2.1. Planificación del proyecto a implementar.....	46
4.2.2. Definición del sistema de indicadores	46
4.2.3. Ficha técnica de los indicadores.....	49
4.2.3.1. Eficiencia Logística	49
4.2.3.2. Eficacia Logística	49
4.2.3.3. Productividad Logística.....	50
4.2.3.4. Índice de Puntualidad	50
4.2.3.5. Costo por Tiempo Improductivo	51
4.3. Fase 3: Lanzamiento.....	54
4.3.1. Identificar y eliminar o reducir los desperdicios.....	54
4.3.2. Mejorar orden, limpieza, condiciones y lugar de trabajo.....	58
4.4. Fase 4: Estabilización de mejoras.....	67
4.4.1. Mantenimiento de la Mejora	67
4.4.2. Mejora Total de Calidad	68
4.5. Fase 5: Estandarización	69
4.5.1. Estandarización de métodos de trabajo.....	69
4.5.2. Adaptación de la demanda	71
4.6. Fase 6: Fabricación en flujo	73
4.6.1. Propuesta de implementación de Just in Time y sistema Pull	73
4.6.1.1. Protocolo operacional del sistema JIT.....	73
4.6.1.2. Reglas de priorización de requerimientos	73
4.6.1.3. Frecuencia de revisión.....	74
4.6.1.4. Indicadores de cumplimiento	74
CAPÍTULO V	76
5. RESULTADOS	77
5.1. Contrastación de hipótesis con los resultados	77

5.1.1. Análisis descriptivo.....	77
5.1.2. Análisis inferencial	84
5.1.3. Interpretación general	94
5.1.4. Discusión de resultados.....	95
CONCLUSIONES	99
RECOMENDACIONES	101
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	102
ANEXOS.....	105



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Matriz de operacionalización de variable 1.....	9
Tabla 2 Matriz de operacionalización de variable 2.....	10
Tabla 3 Cronograma de capacitaciones.....	37
Tabla 4 Tiempo estimado de procesos	42
Tabla 5 Estado de requerimientos 2024 – 2025 pre implementación	43
Tabla 6 Costo por tiempo improductivo pre implementación.....	44
Tabla 7 Project Charter.....	46
Tabla 8 Ficha técnica indicador 1.....	49
Tabla 9 Ficha técnica indicador 2.....	49
Tabla 10 Ficha técnica indicador 3.....	50
Tabla 11 Ficha técnica indicador 4.....	50
Tabla 12 Ficha técnica indicador 5.....	51
Tabla 13 Indicadores 2024 – 2025 pre implementación	53
Tabla 14 Rediseño del proceso de validación del requerimiento	56
Tabla 15 Comparación pre y post.....	56
Tabla 16 Cronograma implementación 9S.....	58
Tabla 17 Implementación de 9S.....	59
Tabla 18 Auditoría de cumplimiento de la metodología 9S.....	61
Tabla 19 Evidencias de implementación de la metodología 9S	62
Tabla 20 Comparación antes y después de la implementación de las 9S.....	62
Tabla 21 Plan de sostenimiento.....	63
Tabla 22 Resumen de los cambios realizados	63
Tabla 23 Plan de acción 5W1H para la estandarización de procesos logísticos	70
Tabla 24 Estado de requerimientos periodo post implementación	71
Tabla 25 Indicadores de periodo post implementación.....	72

Tabla 26 Costo por tiempo improductivo post implementación	72
Tabla 27 Reglas de priorización de requerimientos	74
Tabla 28 Indicadores propuestos	74
Tabla 29 Indicador 1: Eficiencia de los procesos logísticos pre y post.....	77
Tabla 30 Indicador 2: Eficacia de los procesos logísticos pre y post.....	80
Tabla 31 Productividad logística de los procesos logísticos pre y post	81
Tabla 32 Indicador 4: Índice de puntualidad de los procesos logísticos	83
Tabla 33 Prueba Shapiro–Wilk de indicadores pre y post implementación.....	85
Tabla 34 Prueba t para medias de dos muestras emparejadas del indicador 1	87
Tabla 35 Magnitud del cambio relativo indicador 1	88
Tabla 36 Prueba t para medias de dos muestras emparejadas del indicador 2	88
Tabla 37 Magnitud del cambio relativo indicador 2	89
Tabla 38 Prueba t para medias de dos muestras emparejadas del indicador 3	90
Tabla 39 Magnitud del cambio relativo indicador 3	91
Tabla 40 Prueba t para medias de dos muestras emparejadas del indicador 4.....	91
Tabla 41 Magnitud del cambio relativo indicador 4	92
Tabla 42 Prueba Wilcoxon para muestras emparejadas del indicador económico	92
Tabla 43 Magnitud del cambio relativo del indicador 5	93
Tabla 44 Tamaño del efecto (d de Chen) de los indicadores logísticos	93
Tabla 45 Tamaño del efecto del indicador económico.....	94
Tabla 46 Situación Pre Implementación	113
Tabla 47 Situación Post Implementación.....	113
Tabla 48 Horas de trabajo estimadas por fase del plan de implementación.....	114
Tabla 49 Herramientas utilizadas y hallazgos	115
Tabla 50 Mejoras implementadas.....	115
Tabla 51 Comparación pre y post implementación.....	116

Tabla 52 Resumen de indicadores.....	117
Tabla 53 Pruebas de normalidad	117
Tabla 54 Pruebas de hipótesis aplicadas	117
Tabla 55 Resultados de las pruebas estadísticas	118
Tabla 56 Tamaño del efecto	118



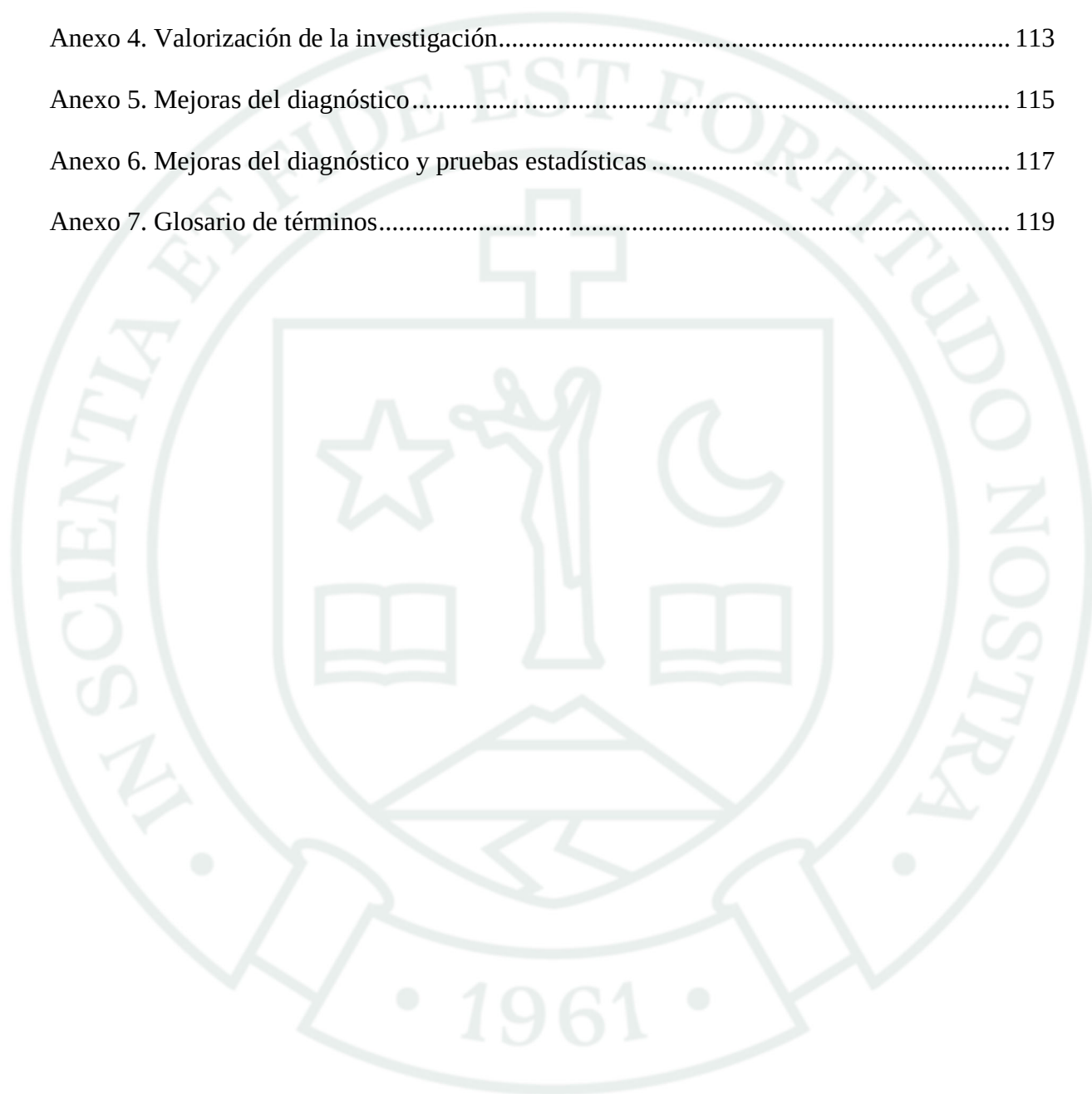
ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 SIPOC	14
Figura 2 BPMN	14
Figura 3 VSM.....	14
Figura 4 Diagrama de Pareto.....	14
Figura 5 KPI's	15
Figura 6 DAP detallado.....	15
Figura 7 Metodología 9S.....	15
Figura 8 JIDOKA	15
Figura 9 Técnicas de 5W1H.....	16
Figura 10 Just in time	16
Figura 11 Integración de herramientas Lean Logistics en el proceso logístico	29
Figura 12 Organigrama de la empresa	35
Figura 13 Sesión 1 (Modalidad virtual)	38
Figura 14 Formato de asistencias a capacitaciones.....	39
Figura 15 Diagrama SIPOC	40
Figura 16 Mapa de procesos.....	41
Figura 17 Business Process Model and Notation.....	42
Figura 18 VSM actual	45
Figura 19 Diagrama de Pareto de incidencias registradas pre implementación.....	47
Figura 20 Cantidad de pedidos según estado en el periodo pre implementación.....	48
Figura 21 DAP actual.....	54
Figura 22 DAP mejorado	55
Figura 23 VSM mejorado.....	57
Figura 24 Registro de órdenes pendientes actual	64
Figura 25 Registro de órdenes pendientes con implementación de 9S parte 1	65

Figura 26 Registro de órdenes pendientes con implementación de 9S parte 2	66
Figura 27 Formato de auditoría de control de requerimientos	67
Figura 28 Registro de observaciones y retroalimentación	68
Figura 29 Técnica de 5W1H	69
Figura 30 Histograma Eficiencia pre.....	79
Figura 31 Histograma Eficiencia post.....	79
Figura 32 Histograma eficacia pre	80
Figura 33 Histograma eficacia post.....	81
Figura 34 Histograma Productividad logística pre.....	82
Figura 35 Histograma Productividad logística post	82
Figura 36 Histograma Índice de puntualidad pre	83
Figura 37 Histograma Índice de puntualidad post	84

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia	105
Anexo 2. Manual de procedimientos.....	106
Anexo 3. Base de datos de requerimientos analizados.....	112
Anexo 4. Valorización de la investigación.....	113
Anexo 5. Mejoras del diagnóstico.....	115
Anexo 6. Mejoras del diagnóstico y pruebas estadísticas	117
Anexo 7. Glosario de términos.....	119



INTRODUCCIÓN

Grondona et al. (2023) la logística en una empresa de construcción civil es fundamental para coordinar y administrar eficazmente el flujo de materiales, equipos y personal, asegurando el abastecimiento oportuno y el almacenamiento adecuado en el sitio de obra, lo que permite evitar retrasos y maximizar la eficiencia del proyecto. La gestión logística abarca desde la planificación de la adquisición y transporte de insumos, hasta el control riguroso de inventarios y la disposición espacial en obra, enfrentando desafíos como el incremento en los precios de materiales, riesgos de pérdidas, averías y robos, y la necesidad de mantener la continuidad en la cadena de suministro ante factores externos como pandemias o conflictos internacionales. Para optimizar estos procesos, las empresas deben implementar estrategias integrales que incluyan sistemas de entrega justo a tiempo, uso de tecnologías para monitoreo y control, coordinación constante entre equipos y proveedores, y cumplimiento de normativas ambientales y de seguridad, garantizando así la culminación exitosa de las obras dentro del presupuesto y plazo establecidos. Esta gestión logística eficiente es clave para mejorar la competitividad y sostenibilidad de las constructoras en un mercado cada vez más exigente.

A nivel nacional, la problemática logística se manifiesta principalmente en la inadecuada infraestructura de transporte, con carreteras de mala calidad, cierres frecuentes por derrumbes, baches, reparaciones o desastres naturales, e inseguridad en las vías, lo que incrementa los costos de transporte y logística y genera retrasos en las entregas; además, la falta de personal capacitado agrava la situación, ya que muchas empresas no invierten suficiente en la formación de sus empleados para resolver incidencias imprevistas en las rutas de reparto, lo que afecta la calidad del servicio. En un caso específico, en el contexto de una empresa con sede en Lima, su gestión logística se ha visto afectada por la falta de stock de materiales y maquinaria debido a retrasos en las importaciones desde países como

China e Italia, causados por factores climáticos, escasez de contenedores y limitaciones de espacio en los buques, lo que obliga a comprar a la competencia a precios más altos y reduce los márgenes de ganancia. Para enfrentar estos desafíos, se planteó trabajar en conjunto con sus sucursales en Colombia, Brasil e Italia, optimizar rutas de importación, considerar el uso de transporte aéreo y fortalecer la interrelación entre sedes para convertirse en una empresa transnacional, lo que permitiría ampliar la presencia en otros mercados, diversificar la cartera de clientes y realizar análisis de mercado más completos, sin dejar de lado la gestión de riesgos y la adaptación de estrategias de marketing internacional a las particularidades culturales y regulatorias de cada país (Aponte, 2024).

Llaque et al. (2021) el sector construcción en Perú es un motor clave de la economía, aportando alrededor del 6.2% al Producto Bruto Interno (PBI) nacional y creciendo a un ritmo anual cercano al 5%, aunque en 2023 experimentó una caída del 7.9% debido a la reducción en el consumo interno de cemento y menor actividad en obras privadas y autoconstrucción; sin embargo, en 2024 cerró con un crecimiento estimado de 2.2% impulsado principalmente por la inversión pública, y para 2025 un crecimiento de aproximadamente 3.5%, con un cambio en el liderazgo hacia la inversión privada que se espera crezca 3.2%, mientras que la inversión pública aumentaría 4.5%, a pesar de los problemas de paralización de más de 2,000 obras que afectan la obra pública; además, las Asociaciones Público-Privadas (APP) siguen siendo un motor importante, con adjudicaciones por 9,000 millones de dólares en 2024 y una previsión de 7,000 millones para 2025, lo que junto con el incremento del crédito para compra de viviendas y la mejora en la ejecución de obra pública a nivel regional y nacional, apuntan a un desempeño positivo del sector, aunque se enfatiza la necesidad de mejorar aspectos como el cumplimiento normativo y la seguridad ciudadana para sostener este crecimiento.

A nivel local, la problemática principal radica en la ineficiencia en la gestión de

solicitudes de materiales, donde las prioridades asignadas (baja, media y alta) y los estados de las órdenes (enviado, cancelado) no se cumplen consistentemente, lo que genera retrasos significativos en las obras; esta situación se agrava por la deficiente infraestructura vial y la falta de zonas adecuadas para carga y descarga, sumado a la burocracia y la falta de coordinación interinstitucional que dificultan la fluidez de las entregas, especialmente en zonas rurales y mineras como Moquegua, donde además la escasez de personal capacitado en logística limita la capacidad de respuesta ante imprevistos; todo ello encarece los costos operativos y afecta la competitividad, mientras que la ausencia de digitalización y automatización en los procesos impide optimizar la gestión de inventarios y el seguimiento efectivo de las solicitudes, por lo que implementar la metodología Lean Logistics podría ser fundamental para reducir desperdicios, mejorar la planificación, priorizar correctamente las solicitudes y asegurar el cumplimiento de los estados de envío, contribuyendo a minimizar los retrasos y mejorar la productividad en un contexto regional que también demanda mejoras en infraestructura y conectividad para potenciar la exportación y el desarrollo económico local.



CAPÍTULO I

1. PLANTEAMIENTO TEÓRICO

1.1. Descripción del problema

La gestión logística representa un factor crítico para la eficiencia de las empresas de construcción civil, especialmente en contextos exigentes como el sector minero. Sin embargo, esta área sigue presentando deficiencias que impactan directamente en los plazos, costos y calidad de los proyectos. A nivel regional, la CEPAL (2025) señala que el 65% de las empresas latinoamericanas enfrentan sobrecostos logísticos que pueden elevarse hasta un 30%, principalmente por demoras, falta de planificación y escasa infraestructura. En el contexto global, el Banco Mundial (2023) reporta que el tránsito internacional de contenedores toma en promedio 44 días, afectando seriamente la continuidad del abastecimiento.

En el Perú, pese a que el sector construcción representa el 6.2% del PBI, en 2023 se registró una caída del 7.9% por falta de inversión y problemas logísticos; no obstante, se estima una recuperación del 2.2% en 2024 y 3.5% en 2025 (Llaque et al., 2021). Esta recuperación está condicionada por factores como la reactivación de más de 2,000 obras paralizadas y mejoras en la eficiencia operativa.

En el caso específico de una empresa constructora que opera en Moquegua, se identificaron deficiencias en los procesos logísticos, como en la gestión, coordinación y planeamiento. Además, en un 60% de las solicitudes de materiales clasificadas como “alta prioridad” no fueron atendidas en el plazo estipulado (según registros internos de 2024). Este contexto evidencia una necesidad urgente de implementar estrategias logísticas más eficientes. La metodología Lean Logistics surge como alternativa para reducir tiempos de respuesta, eliminar actividades que no agregan valor y estandarizar procesos clave como la atención de requerimientos, el seguimiento de envíos y la coordinación entre almacén y obra. La presente investigación busca cuantificar dichas ineficiencias y proponer mejoras

medibles que contribuyan a elevar el rendimiento operativo de la empresa constructora en Moquegua.

1.2. Formulación del problema

¿De qué manera influye la aplicación de la metodología Lean Logistics en la optimización de los procesos logísticos en una empresa de construcción civil en Moquegua durante el año 2024 y 2025?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Determinar la influencia de la aplicación de la metodología Lean Logistics en la mejora de los procesos logísticos de la empresa de construcción civil ubicada en Moquegua durante el año 2024 y 2025.

1.3.2. Objetivos específicos

Diagnosticar el estado actual de los procesos logísticos de la empresa de construcción civil ubicada en Moquegua.

Diseñar e implementar propuestas de mejora fundamentadas en Lean Logistics, usando sus herramientas.

Evaluar el impacto de las mejoras aplicadas mediante indicadores clave de desempeño.

1.4. Justificación del estudio

1.4.1. Justificación Teórica

La propuesta se justifica teóricamente porque se basa en enfoques modernos de gestión que buscan mejorar la eficiencia de los procesos logísticos. Estos enfoques promueven el análisis crítico de las actividades internas de una organización para identificar oportunidades de mejora, eliminar ineficiencias y asegurar un flujo adecuado de

recursos. Al aplicar este marco conceptual, se contribuye al conocimiento relacionado con la mejora continua y la optimización de procesos operativos.

1.4.2. Justificación Metodológica

Desde el punto de vista metodológico, el trabajo plantea una forma estructurada de abordar un problema real dentro de la organización. A través del análisis de procesos y del uso de criterios de evaluación, es posible obtener información precisa sobre el funcionamiento actual y proponer soluciones concretas. La metodología facilita la toma de decisiones basada en evidencia y permite evaluar los resultados de manera objetiva.

1.4.3. Justificación Práctica

La propuesta tiene una justificación práctica porque responde a una necesidad concreta dentro de la empresa. Mejorar un proceso logístico clave puede generar beneficios importantes como la reducción de tiempos, la disminución de errores y el uso más eficiente de los recursos. Estos resultados impactan directamente en el desempeño operativo y en la calidad del servicio interno.

1.5. Delimitaciones

Si bien se propone una mejora en la gestión logística mediante la metodología Lean Logistics, la implementación real dependerá de factores externos como la disposición de la alta dirección, la cultura organizacional y los recursos disponibles, los cuales podrían influir en la velocidad y efectividad del cambio, aunque no afectan el enfoque ni el análisis.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis principal

Lean Logistics mejora significativamente los indicadores logísticos en una empresa de construcción civil en Moquegua.

1.7. Variables e indicadores

1.7.1. Variables

Variable independiente: Metodología Lean Logistics

Variable dependiente: Indicadores logísticos



1.7.2. Operacionalización de variables

Tabla 1

Matriz de operacionalización de variable 1

Variable	Dimensión	Indicador	Fórmula	Unidad	Fuente	Frecuencia	Línea base	Meta	Criterio de aceptación	Responsable
Metodología Lean Logistics	Implementación de herramientas Lean	Cumplimiento de herramientas Lean	$(\text{Herramientas implementadas} / \text{Herramientas planificadas}) \times 100$	%	Registros de implementación	Mensual	0 %	≥ 80 %	Implementación de al menos el 80 % de las herramientas definidas	Área logística
	Estandarización de procesos	Procedimientos estandarizados	$(\text{Procedimientos documentados} / \text{Procedimientos identificados}) \times 100$	%	Manual de procedimientos	Trimestral	0 %	≥ 80 %	Al menos 80 % de procesos documentados	
	Eliminación de desperdicios	Reducción de actividades NVA	$((\text{NVA inicial} - \text{NVA final}) / \text{NVA inicial}) \times 100$	%	VSM	Mensual	Según diagnóstico	≥ 20 %	Disminución de actividades sin valor agregado	
	Flujo del proceso	Lead Time total del proceso	Σ tiempos del proceso	Horas	VSM	Mensual	14 h	≤ 10 h	Reducción mínima del 20 %	
	Sincronización de la demanda	Takt Time	Tiempo disponible / Demanda ajustada	Horas/requerimiento	Registros operativos	Mensual	3.08 h/req.	≤ 2.50 h/req.	Reducción respecto a la línea base	

Nota. Elaboración propia

Tabla 2

Matriz de operacionalización de variable 2

Variable	Dimensión	Indicador	Fórmula	Unidad	Fuente	Frecuencia	Línea base	Meta	Criterio de aceptación	Responsable
Indicadores logísticos	Eficiencia	Eficiencia logística	$\frac{(\text{Tiempo estándar} / \text{Tiempo real}) \times 100}{}$	%	Kardex de requerimientos	Mensual	66.63 %	$\geq 75 \%$	Incremento mínimo del 5 %	Área logística
	Eficacia	Eficacia logística	$\frac{(\text{Requerimientos conformes} / \text{Total requerimientos}) \times 100}{}$	%	Kardex de requerimientos	Mensual	91.48 %	$\geq 95 \%$		
	Productividad	Productividad logística	$\frac{(\text{Salidas} / \text{Entradas}) \times 100}{}$	%	Kardex de requerimientos	Mensual	83.31 %	$\geq 88 \%$		
	Puntualidad	Índice de puntualidad	$\frac{(\text{Entregas a tiempo} / \text{Total entregas}) \times 100}{}$	%	Kardex de requerimientos	Mensual	50.52 %	$\geq 70 \%$		
	Costos	Costo por tiempo improductivo	$\text{HM pérdidas} \times \text{costo HM}$	S/	Reportes operativos	Mensual	S/ 266.40	$\leq \text{S/ } 150.00$		

Nota. Elaboración propia

1.8. Diseño de investigación

Esta pesquisa tiene un diseño preexperimental con un corte longitudinal, de un solo grupo con medición antes y después, debido a que se analizaron indicadores de los procesos logísticos en dos momentos temporales diferenciados: pre y post de la implementación de la metodología Lean Logistics, sin manipulación directa de las variables de estudio.

Hernández Sampieri (2014) indica que el diseño preexperimental observa la aplicación del tratamiento o intervención a un grupo de estudio, midiendo sus efectos mediante la observación.

1.9. Tipo de investigación

Esta pesquisa es de tipo aplicada, ya que el principal objetivo es la ampliación del conocimiento en temas específicos como implementación de Lean Logistics, en lugar de crear conocimiento teórico.

Según Hernández Sampieri (2014), señala que la investigación aplicada tiene como finalidad generar conocimiento con utilidad directa, enfocado en la mejora de procesos, productos o servicios, más que en el desarrollo de teorías abstractas. En ese sentido, los resultados de este estudio buscan contribuir a la optimización del desempeño logístico y a la toma de decisiones basadas en evidencia.

1.10. Nivel de investigación

Esta pesquisa va a tener un nivel descriptivo-explicativo. Es descriptiva, porque caracteriza el comportamiento de los requerimientos logísticos antes y después de la implementación de Lean Logistics, considerando indicadores como tiempos de atención, frecuencia, reprocesos y cumplimiento. Asimismo, es explicativa, debido a que analiza cómo la aplicación de la metodología Lean Logistics influye en la mejora del proceso logístico, permitiendo identificar las causas que generan ineficiencias y los efectos de las acciones de

mejora implementadas.

Según Hernández Sampieri (2014), este nivel de investigación se enfoca en detallar las características de un fenómeno o de una población. En este nivel, no se busca modificar o manipular las variables, sino que se pretende proporcionar una descripción precisa y detallada de la situación o de los procesos estudiados. Este tipo de estudio es útil para obtener una visión clara de los elementos involucrados, sus características y sus interacciones.

1.11. Método de la investigación

La investigación utiliza el método deductivo, ya que parte de fundamentos teóricos generales de la metodología Lean Logistics y la gestión de procesos, para posteriormente contrastarlos con la realidad operativa de la empresa mediante el análisis de datos históricos de los requerimientos logísticos.

Hernández Sampieri (2014) explica que una investigación con enfoque deductivo va a implicar que se desarrolle una hipótesis o teoría general, seguidamente de la observación y recolección de datos con el propósito de corroborar o refutar dicha hipótesis.

1.12. Levantamiento de información

1.12.1. Técnicas

Análisis documental: Consistió en la revisión sistemática de los registros históricos de requerimientos de materiales almacenados en el Kardex digital de la empresa, correspondientes al periodo mayo 2024 – diciembre 2025.

1.12.2. Instrumentos

Matriz de extracción de datos documentales: Para la recolección de información se empleó una matriz de extracción de datos elaborada en Microsoft Excel, la cual permitió sistematizar la información proveniente de los registros históricos del Kardex de la empresa.

La información utilizada provino de registros documentales previamente existentes en la organización, generados como parte de las actividades operativas habituales del área

logística.

Debido a que la investigación utilizó registros operativos históricos generados por la empresa como parte de sus procedimientos habituales de control logístico, no fue necesaria la validación de un instrumento de medición mediante juicio de expertos o pruebas de confiabilidad. La validez de la información estuvo respaldada por el carácter institucional de los registros utilizados, los cuales fueron emitidos y gestionados por el área de almacén y administración como parte de los procedimientos internos de control de requerimientos y abastecimiento.

La observación directa realizada por la investigadora tuvo únicamente fines de comprensión y diagnóstico del proceso logístico, mientras que los resultados cuantitativos fueron obtenidos exclusivamente a partir de registros documentales institucionales.

1.13. Métodos de ingeniería a aplicarse

Se aplicaron herramientas de Lean Logistics, las cuales son:

Figura 1

SIPOC

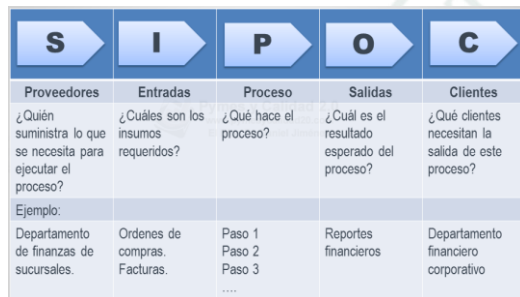


Figura 2

BPMN

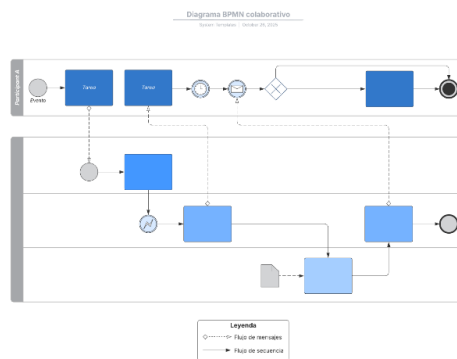


Figura 3

VSM

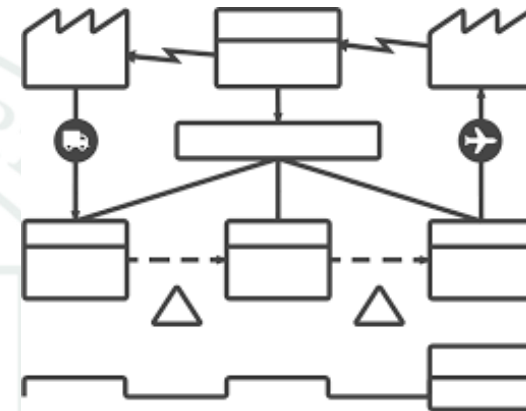
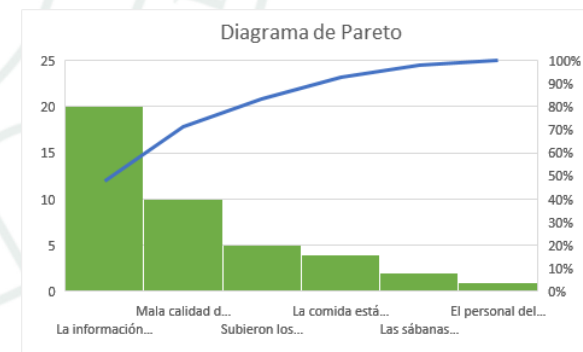


Figura 4

Diagrama de Pareto



KPI's



Figura 6

DAP detallado

[illegible]

Figura 7

Metodología 9S

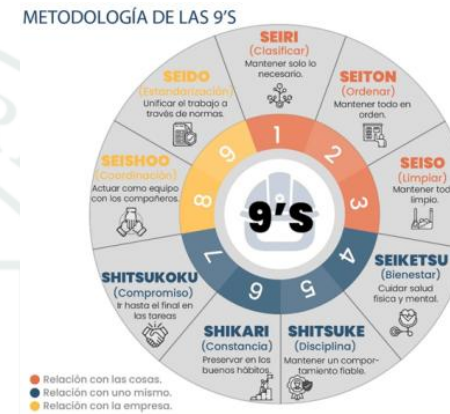


Figura 8

JIDOKA

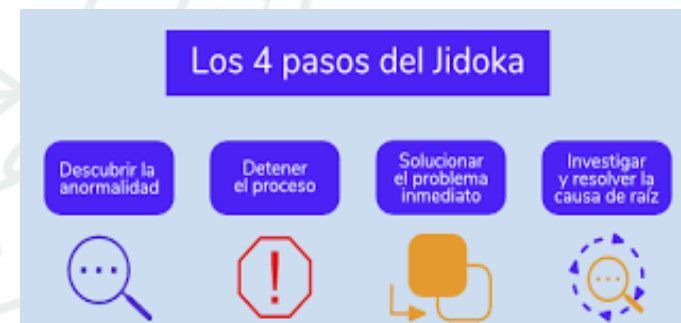


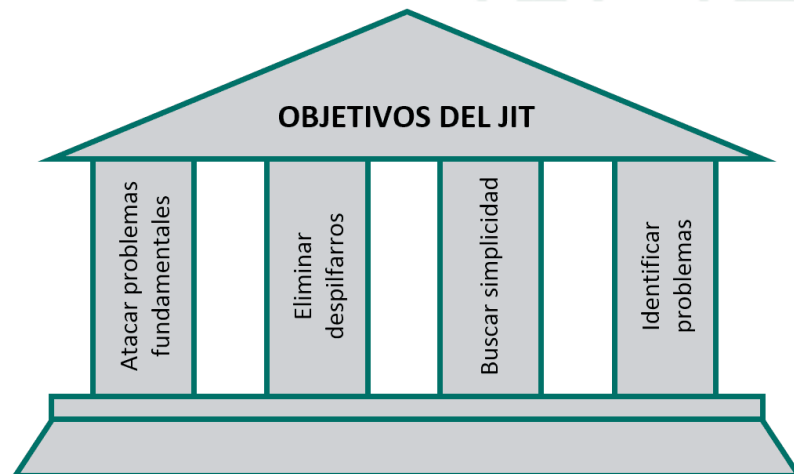
Figura 9

Método 5W1H



Figura 10

Just in time



1.14. Cobertura de estudio

1.14.1. Población

La población de estudio estuvo conformada por la totalidad de los requerimientos logísticos registrados por la empresa de construcción civil durante el periodo comprendido entre mayo de 2024 y diciembre de 2025. Dichos requerimientos corresponden a solicitudes de materiales necesarias para la ejecución de las actividades operativas y constructivas de la organización.

La información fue obtenida de los registros históricos de requerimientos almacenados en archivos Excel elaborados a partir de documentos físicos de control logístico. Estos registros son gestionados por el almacenero y el asistente administrativo de la empresa.

Durante el periodo previo a la implementación de Lean Logistics se registraron 616 requerimientos logísticos válidos, mientras que en el periodo posterior se registraron 852 requerimientos, totalizando 1468 requerimientos analizados.

Se consideraron todos los requerimientos registrados durante el periodo de estudio, sin exclusiones, debido a que la información se encontraba completa y disponible para el análisis.

1.14.2. Muestra

La muestra estuvo conformada por los registros mensuales consolidados de los requerimientos logísticos correspondientes al periodo de estudio.

Para la evaluación de los indicadores logísticos se utilizaron diez observaciones mensuales del periodo pre implementación (mayo de 2024 a febrero de 2025) y diez observaciones mensuales del periodo post implementación (marzo de 2025 a diciembre de 2025), obteniendo un total de veinte observaciones para el análisis comparativo.

La selección se realizó mediante un muestreo no probabilístico de tipo censal, debido a que se consideraron todos los registros de requerimientos disponibles en cada periodo.

Las observaciones analizadas fueron construidas a partir de la consolidación mensual

de los 616 requerimientos registrados antes de la implementación y de los 852 requerimientos registrados después de la implementación de Lean Logistics. Adicionalmente, se consideró la totalidad de los requerimientos registrados durante los periodos analizados, aplicando un criterio censal y evitando sesgos derivados de procesos de selección muestral.

1.14.3. Unidad de análisis

La unidad de análisis de la presente investigación corresponde a los indicadores logísticos calculados de manera mensual a partir de los requerimientos de materiales registrados por la empresa de construcción civil.

Para cada mes del periodo de estudio se determinaron los valores de eficiencia, eficacia, productividad logística, índice de puntualidad e indicador económico, utilizando como fuente los registros históricos de requerimientos y movimientos logísticos.

Con la finalidad de reducir posibles sesgos en la investigación, se utilizaron registros históricos previamente generados por la empresa antes del desarrollo del estudio, evitando la manipulación de los datos por parte de la investigadora.



CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Diversos estudios han evidenciado cómo la implementación de metodologías como Lean Logistics puede abordar problemas comunes en la gestión logística, similares a los identificados en la empresa en estudio.

2.1.1. Antecedentes a nivel internacional

En la evidencia académica, que se basó en diferentes análisis de casos de diferentes empresas, demuestra que Lean Logistics, fundamentada en los principios del Sistema de Producción Toyota, genera mejoras significativas en los procesos logísticos en comparación con la logística tradicional, la cual se caracteriza por mantener altos niveles de inventario para asegurar la disponibilidad de productos, generando mayores costos, desperdicios y largos tiempos de entrega. En contraste, la aplicación de Lean Logistics, mediante la eliminación de actividades que no agregan valor y el uso del enfoque Just in Time (JIT), permite reducir inventarios, disminuir el lead time, eliminar desperdicios operativos como sobreproducción, transporte innecesario, tiempos de espera y errores, optimizar el flujo de materiales e información, reducir costos logísticos y mejorar la eficiencia operativa, incrementando a su vez la flexibilidad de la cadena de suministro y la satisfacción del cliente (Baro, Piña, & Valdiviezo, 2025).

En la investigación aplicada en el almacén de una empresa de logística de terceros, mediante el método de estudio de caso, evaluó los procesos logísticos centrales considerando actividades de valor agregado y no agregado. Los resultados iniciales mostraron una eficiencia del ciclo del proceso (PCE) del 40 %, atribuida a elevados tiempos improductivos asociados a desperdicios como exceso de inventario, transporte innecesario, tiempos de espera, movimientos innecesarios, sobre procesamiento y errores en la preparación de pedidos. La implementación de herramientas Lean y Six Sigma permitió reducir el lead time,

mejorar el uso de los recursos y elevar la eficiencia del ciclo del proceso hasta aproximadamente 70 %, superando el desempeño inicial del sistema logístico. Asimismo, se estableció un marco de mejora aplicable a todos los procesos del almacén, orientado a la productividad y la minimización de desperdicios. El estudio concluye que Lean Logistics mejora los procesos logísticos de manera integral, al incrementar la eficiencia operativa, fortalecer la productividad y generar impactos positivos en la satisfacción del cliente. Además, destaca la importancia de adoptar la filosofía Lean como parte de la cultura organizacional y de promover la colaboración entre la academia y la industria para lograr mejoras sostenibles en el desempeño logístico (Adefemi, Rendani, Mukondeleli, & Ilesanmi, 2023).

El objetivo del estudio fue implementar estrategias de Lean Logistics para reducir los costos logísticos; para ello, se realizó una investigación aplicada con enfoque cuantitativo y alcance descriptivo mediante un diseño no experimental transversal. Los resultados mostraron un aumento del 9% en costos logísticos entre 2022 y 2023, pasando de \$12,100 a \$13,200, identificando deficiencias como la falta de procedimientos estandarizados, desorganización en el almacén, distribución ineficaz, retrasos, errores en pedidos, demoras productivas, pérdidas de ventas y manejo ineficiente del inventario. Se propusieron mejoras basadas en Lean Logistics, aplicando la herramienta VSM para optimizar tiempos y reducir horas extras, la clasificación ABC para disminuir gastos en productos costosos, la metodología 5S para organizar el almacén y reducir costos de inventario, y el sistema Kanban para minimizar errores de picking y costos relacionados. Un análisis de incertidumbre con matrices de ganancias estimó un beneficio económico probable de \$289, y un análisis de sensibilidad confirmó que los beneficios seguirían siendo positivos, alcanzando hasta \$911 bajo diversas condiciones. En conclusión, se determinó que la implementación de Lean Logistics impactaría positivamente en la reducción de costos logísticos (Asencios & Miñan, 2024).

Un estudio realizado en una empresa manufacturera de la industria química para la construcción analizó sus procesos logísticos y productivos con el objetivo de identificar oportunidades de mejora mediante la aplicación de herramientas de Lean Management. La investigación evaluó el flujo de los procesos, el mapeo de la línea de producción y las posibilidades de implementar herramientas de mejora orientadas a la optimización de los recursos, la reducción de inventarios y la disminución de tiempos improductivos. El enfoque aplicado incluyó el uso de Kanban para el abastecimiento según demanda, la metodología 5S para la organización y visualización de los puestos de trabajo, así como herramientas como SMED y TPM para reducir tiempos de cambio y paradas de maquinaria. Los resultados evidenciaron que la aplicación de estas herramientas Lean permitió incrementar significativamente la eficiencia de los procesos logísticos y de producción, reducir desperdicios y mejorar la continuidad operativa. El estudio concluye que la adopción de principios Lean, ampliamente difundidos en la literatura como prácticas de gestión eficientes, es viable y replicable en empresas manufactureras del sector construcción (Horzela & Semrau, 2021).

2.1.2. Antecedentes a nivel nacional

El estudio propone una mejora en los procesos logísticos del área de repuestos de una empresa del sector automotriz mediante la metodología Lean Logistics. Su objetivo principal fue optimizar la gestión logística de repuestos, identificando las deficiencias actuales a través de encuestas, entrevistas, fichas de observación y diagramas como Ishikawa, árbol de problemas, Pareto y diagramas de flujo. La investigación reveló fallas significativas en los procesos de recepción, almacenaje, distribución y retorno de repuestos, destacando una comunicación deficiente entre los colaboradores, lo que afecta la precisión de los pedidos y la satisfacción de los clientes internos y externos. La propuesta de mejora sugiere aplicar herramientas Lean Logistics para optimizar los recursos, reducir tiempos y errores, y mejorar

la entrega de repuestos a tiempo, especialmente en los productos con mayor rotación. Los principales hallazgos del estudio fueron la falta de comunicación efectiva y la necesidad de optimizar los procesos para lograr una gestión logística más eficiente y satisfactoria (Begazo & Quispe, 2023).

La investigación realizada identificó problemas clave en la gestión logística de la empresa Weir Minerals, incluyendo falta de visibilidad, insuficiencia de recursos y deficiencias en la atención a clientes internos y externos. El objetivo principal del estudio fue desarrollar una propuesta de mejora para el área logística utilizando la metodología Lean Logistics. Se trató de una investigación de tipo descriptivo con un diseño mixto, empleando entrevistas y un muestreo no probabilístico por juicio, en el que se seleccionaron expertos con conocimiento y experiencia en el área logística. Los principales hallazgos señalaron la necesidad de un enfoque sistemático y planificado para mejorar la eficiencia logística, implicando varias etapas desde la identificación de oportunidades hasta la implementación de soluciones. La propuesta de mejora incluyó la implementación progresiva de actividades en periodos mensuales, con un costo estimado de 32,700 soles, lo que permitirá optimizar los procesos y mejorar el control y seguimiento del área logística. Los resultados esperados incluyen una mejora general en la eficiencia y efectividad de la logística, con indicadores clave para evaluar el desempeño y monitorear el proceso a lo largo del tiempo (Hidalgo, 2023).

La investigación tuvo como objetivo determinar cómo la implementación de la metodología Lean Logistics mejora la productividad en el área logística de una empresa minera en Ancash durante el año 2023. Se utilizó un enfoque cuantitativo y aplicado con un diseño preexperimental. Los resultados obtenidos mostraron un aumento significativo en la productividad, pasando de una media del 73.9% en el pretest a un 90.5% en el posttest. También se registraron mejoras del 19% en la eficiencia del despacho, del 12.5% en el

rendimiento del personal, del 12.4% en el flujo de materiales y del 17.44% en la precisión de inventarios. En conclusión, la implementación de Lean Logistics contribuyó de manera notable a la mejora de la productividad y la eficiencia operativa en el área logística de la empresa minera en Ancash, especialmente en lo que respecta a despacho, rendimiento del personal, flujo de materiales y control de inventarios (Chamberg, 2024).

La investigación tuvo como objetivo principal aplicar la metodología Lean Logistics en una empresa para mejorar la productividad y reducir el tiempo de atención al cliente en el área logística. La empresa estudiada presentaba deficiencias debido al desperdicio de tiempo en diversas actividades, lo que afectaba la eficiencia operativa. Se adoptó un enfoque aplicado, pre-experimental, descriptivo y cuantitativo, en el cual se trabajaron datos aleatorios o por conveniencia y se explicaron las relaciones entre las variables. La población de estudio consistió en 15 mediciones de los indicadores, y la muestra fue la misma que la población, con un muestreo no probabilístico. Los resultados mostraron un incremento del 22% en la productividad, lo que evidenció que la implementación de Lean Logistics logró optimizar los procesos y reducir el tiempo de entrega. Además, el análisis costo-beneficio indicó un beneficio del 61.63%, lo que reafirma la efectividad de la metodología en mejorar la eficiencia operativa y la competitividad de la empresa (Condori, 2021).

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Metodología Lean

La metodología Lean se centra en la eliminación de desperdicios y la mejora continua de los procesos para aumentar la eficiencia y la calidad. Esta metodología se aplica en diversos sectores, incluyendo manufactura, logística y servicios, con el objetivo de optimizar el flujo de trabajo y reducir costos.

El Lean es un método innovador que busca optimizar los procesos de gestión y productivos de la empresa que lo ponga en práctica. De este modo se utilizan menos recursos,

por lo que cualquier proceso se convierte en más eficiente. Su máxima está en reducir la inversión, el tiempo y el esfuerzo.

2.2.2. *Lean Logistics*

Lean Logistics aplica los principios de la metodología Lean a la gestión logística, buscando mejorar la eficiencia en la cadena de suministro mediante la reducción de desperdicios y la optimización de procesos logísticos.

Las metodologías Lean pueden mejorar los procesos logísticos al reducir el tiempo de entrega promedio y la desviación hasta en un 69,6% y un 61,9%, respectivamente (CEPAL, 2021).

2.2.3. *Principios del Lean Logistics*

Los principios fundamentales del Lean Logistics incluyen:

- Eliminación de desperdicios: Identificación y eliminación de actividades que no agregan valor.
- Mejora continua: Implementación de mejoras incrementales y constantes en los procesos.
- Enfoque en el cliente: Asegurar que todas las actividades logísticas estén alineadas con las necesidades del cliente.

2.2.4. *Herramientas Lean*

La mejora de procesos logísticos en el ámbito de Lean Six Sigma se apoya en un conjunto de herramientas y métodos que permiten visualizar, analizar y optimizar los flujos de materiales e información, identificar desperdicios y priorizar acciones de mejora. Estas herramientas no solo soportan las fases del ciclo DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar), sino que también facilitan la transición de procesos tradicionales hacia sistemas más eficientes y flexibles (George, 2005).

2.2.4.1. SIPOC (Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customers)

El SIPOC es una herramienta estructurada que permite definir el alcance de un proceso e identificar los elementos clave de su cadena de valor: proveedores, entradas, actividades internas, salidas y clientes. Es especialmente útil en la fase Definir de Six Sigma como punto de partida para comprender procesos complejos y asegurar que el equipo tenga una visión común del flujo de trabajo antes de desarrollar diagramas de detalle o mapas de flujo de valor. Permite seleccionar familias de productos o servicios para posteriores análisis de valor agregado, y sirve de base para construir mapas más detallados como el VSM (George, 2005).

2.2.4.2. BPMN (Business Process Model and Notation)

La notación BPMN es un lenguaje estándar para modelar procesos de negocio mediante símbolos gráficos que representan actividades, eventos, decisiones y flujos entre roles o departamentos. Esta notación facilita la visualización del proceso completo, así como la comunicación clara entre los diferentes stakeholders (analistas, operadores y gerentes). El uso de BPMN ayuda a estructurar y comunicar mejoras en planificación, control de producción y coordinación interdepartamental, siendo especialmente útil cuando se combina con herramientas Lean como VSM para procesos complejos (George, 2005).

2.2.4.3. VSM – Value Stream Mapping

El Mapa del flujo de valor (VSM). Es una de las herramientas más representativas de Lean. Permite visualizar el flujo completo de materiales e información de extremo a extremo, identificando períodos de valor agregado vs. no valor agregado, inventarios, tiempos de espera y cuellos de botella dentro de un proceso (George, 2005).

Permite identificar siete tipos de desperdicio (muda) dentro de los procesos

logísticos. Constituye la base para diseñar un estado futuro con menos desperdicio y menor lead time.

Se integra frecuentemente con herramientas de Six Sigma para cuantificar mejoras. Resultados reportados en casos reales: Reducciones de inventario y tiempos de entrega significativos gracias a la visibilidad del flujo total.

2.2.4.4. Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto es un gráfico de barras ordenadas por frecuencia o impacto que permite priorizar problemas según su contribución al total de fallos o desperdicios. En Six Sigma, se emplea para identificar problemas críticos o productos prioritarios antes de acciones de mejora, como la realización de un VSM o el lanzamiento de proyectos de mejora (George, 2005).

2.2.4.5. Detalle De Proceso (Detailed Process Map / DAP)

Los mapas detallados de proceso amplían la información contenida en SIPOC, descomponiendo actividades individuales y rutas de operación. Estas visualizaciones son esenciales para sistemas MES (Manufacturing Execution Systems), trazabilidad y análisis profundo de operaciones logísticas y de calidad (George, 2005).

Sirven como base para determinar puntos de control, definir KPIs específicos y apoyar decisiones en fases posteriores del DMAIC.

2.2.4.6. Metodología 9S

Es una extensión de las 5S que incluye aspectos adicionales de seguridad y estandarización para ambientes de trabajo organizados y eficientes, reduciendo desperdicios y riesgos operativos (George, 2005).

2.2.4.7. Jidoka

El concepto de Jidoka implica detener un proceso ante la aparición de defectos o errores, permitiendo la corrección inmediata y evitando la propagación de fallos.

Aunque es más común en manufactura, su principio se adapta a logística para identificar errores en tiempo real y activar respuestas rápidas de mejora (George, 2005).

2.2.4.8. Técnica 5W1H

La técnica 5W1H (¿Qué? ¿Por qué? ¿Quién? ¿Cuándo? ¿Dónde? ¿Cómo?) es una herramienta estructurada de análisis utilizada principalmente en la fase Mejorar de DMAIC para definir y planificar acciones de mejora, en especial cuando se requiere una descripción clara y accionable de intervenciones propuestas (George, 2005).

2.2.4.9. Just In Time (JIT)

Just In Time (JIT) es una filosofía centrada en producir o mover materiales solamente cuando se necesitan, reduciendo inventarios y tiempos de espera.

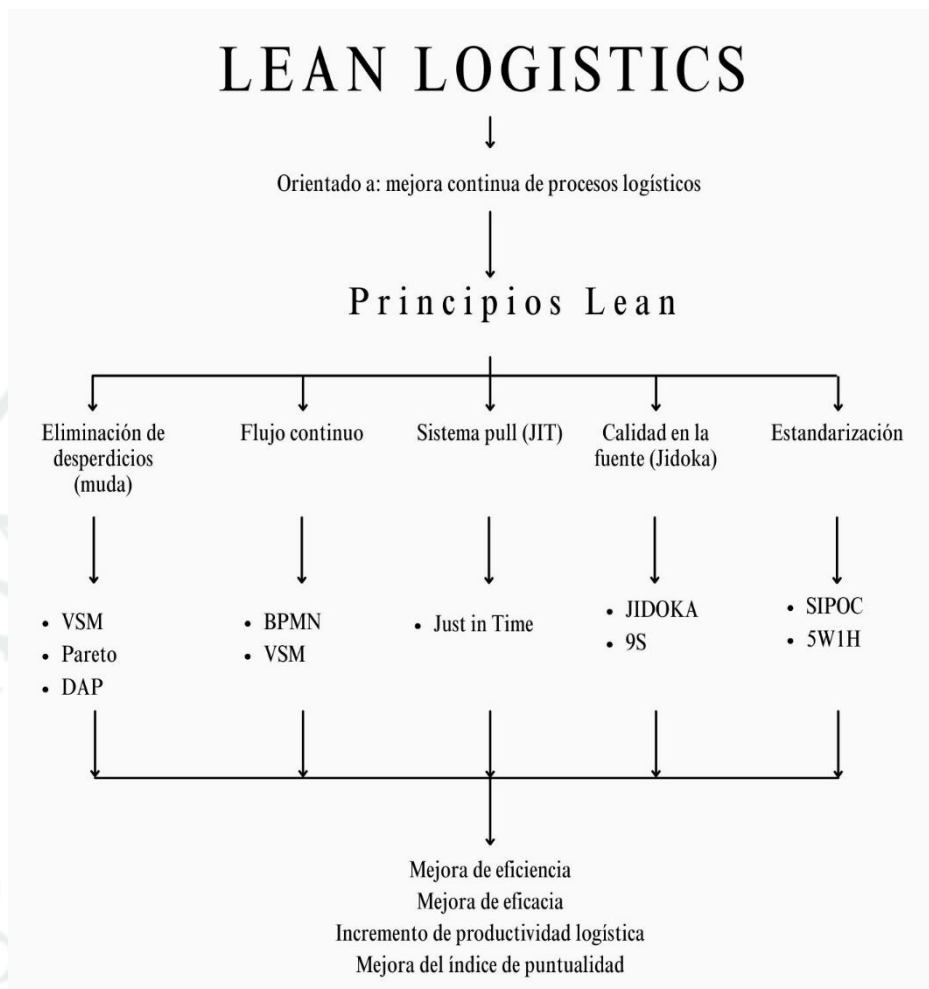
Reduce inventario en proceso y productos terminados. Mejora la sincronización entre niveles de la cadena. Aumenta la capacidad del flujo logístico al minimizar desperdicios asociados a almacenamiento innecesario (George, 2005).

2.2.5. Integración de herramientas Lean

Con la finalidad de integrar de manera sistémica las herramientas Lean empleadas en la investigación, se elaboró un mapa conceptual que representa la relación entre los principios de Lean Logistics, las herramientas aplicadas y los resultados esperados en el desempeño del proceso logístico.

Figura 11

Integración de herramientas Lean Logistics en el proceso logístico



Nota. Elaboración propia

2.2.6. Indicadores logísticos

En ingeniería industrial, un indicador de desempeño es una variable cuantitativa que permite evaluar el grado de cumplimiento de un objetivo operacional. Los indicadores logísticos permiten controlar eficiencia, calidad, puntualidad, productividad y conformidad técnica de los procesos.

La literatura reciente confirma la necesidad de seleccionar indicadores medibles, comparables y relevantes para evitar sobrecarga de datos y pérdida de enfoque.

2.2.6.1. Eficiencia Logística

La eficiencia se define como la relación entre recursos utilizados y resultados obtenidos. En logística, mide la capacidad para cumplir entregas dentro del tiempo esperado con la menor cantidad de recursos (Ballou, 2004).

En términos operativos, se relaciona con: tiempos de ciclo, programación de entregas, coordinación con proveedores, lead time total del proceso.

Es uno de los indicadores clave para evaluar el rendimiento inmediato del proceso logístico.

2.2.6.2. Eficacia Logística

La eficacia mide el grado en que los pedidos cumplen con las especificaciones técnicas y de calidad solicitadas. Un pedido eficaz es aquel que llega: completo, sin errores, con las características técnicas correctas, en el momento y lugar acordado (Christopher, 1992).

Diversos autores señalan que la eficacia no depende de la velocidad del proceso, sino de su precisión y conformidad técnica.

2.2.6.3. Productividad Logística

Representa la relación entre los pedidos realmente enviados y los pedidos generados. Permite evaluar la capacidad del sistema logístico para transformar solicitudes en entregas efectivas (Heizer & Render, 2009).

Es útil para detectar cuellos de botella en: procesos de picking, almacenamiento, transporte, gestión documental.

Autores como Zapateiro-Altamiranda (2020) señalan que la productividad logística es un indicador mixto que relaciona eficiencia operacional con capacidad instalada.

2.2.6.4. Índice De Puntualidad

La puntualidad mide el cumplimiento estricto de las fechas objetivo de entrega. Es un indicador crítico en logística porque: afecta directamente la percepción de servicio, influye en la eficiencia global de la cadena, condiciona la sincronización entre áreas internas (Chopra & Meindl, 2001).

Diversos estudios lo consideran un KPI clave para medir resiliencia y capacidad de respuesta (Karl et al., 2018).

2.2.6.5. Costo Por Tiempo Improductivo

El tiempo improductivo se asocia directamente con actividades que no agregan valor, como esperas, retrasos, reprocesos o fallas en la coordinación logística. Por ello, su medición resulta fundamental para identificar oportunidades de mejora y evaluar la efectividad de las acciones implementadas para la eliminación de desperdicios (Maynard, 1948).

2.2.7. Modelos contemporáneos de desempeño logístico

Modelo SCOR (Supply Chain Operations Reference)

Estandariza métricas en cinco ejes:

- Confiabilidad
- Capacidad de respuesta
- Agilidad
- Costos
- Gestión de activos

Este modelo respalda el uso de indicadores como puntualidad, entregas completas y lead time.

2.2.8. Enfoques basados en resiliencia

El entorno Global exige cadenas de suministro capaces de absorber perturbaciones.

Karl et al. (2018) demuestran que indicadores como puntualidad y conformidad del pedido están ligados a la resiliencia logística.

2.2.9. Enfoques de sostenibilidad e innovación

Estudios recientes muestran que innovación y sostenibilidad influyen directamente en la eficiencia logística, especialmente en industrias de gran escala.





CAPÍTULO III

3. ANÁLISIS SITUACIONAL

3.1. Datos generales de la empresa

3.1.1. Descripción

La empresa fue fundada como resultado de la experiencia acumulada por su equipo directivo y técnico. Inició operaciones en el sector de construcción civil y saneamiento, y posteriormente amplió su alcance hacia la ejecución y supervisión de proyectos en los campos de la ingeniería civil, minera y metalúrgica.

Se enfoca en el fortalecimiento del talento humano y se posiciona como una opción estratégica para organizaciones nacionales e internacionales en temas de Seguridad, Medio Ambiente y Calidad. Ofrece servicios de capacitación, consultoría, auditoría, supervisión, inspección y fiscalización.

Su objetivo es brindar un servicio eficiente y con tecnología moderna a clientes del ámbito público y privado, apoyándose en alianzas estratégicas que garantizan altos estándares de calidad y cumplimiento de plazos.

3.1.2. Rubro

La empresa pertenece al rubro de la construcción civil, con expansión hacia los sectores de ingeniería minera y metalúrgica. Fue fundada como resultado de la experiencia acumulada por su equipo directivo y técnico. Inició sus actividades en proyectos de construcción y saneamiento, y con el tiempo amplió su enfoque hacia la ejecución y supervisión de obras de ingeniería en distintos sectores.

Tiene como eje el fortalecimiento del talento humano y se presenta como una opción estratégica para empresas nacionales e internacionales en las áreas de Seguridad, Medio Ambiente y Calidad. Brinda servicios de capacitación, consultoría, auditoría, supervisión, inspección y fiscalización.

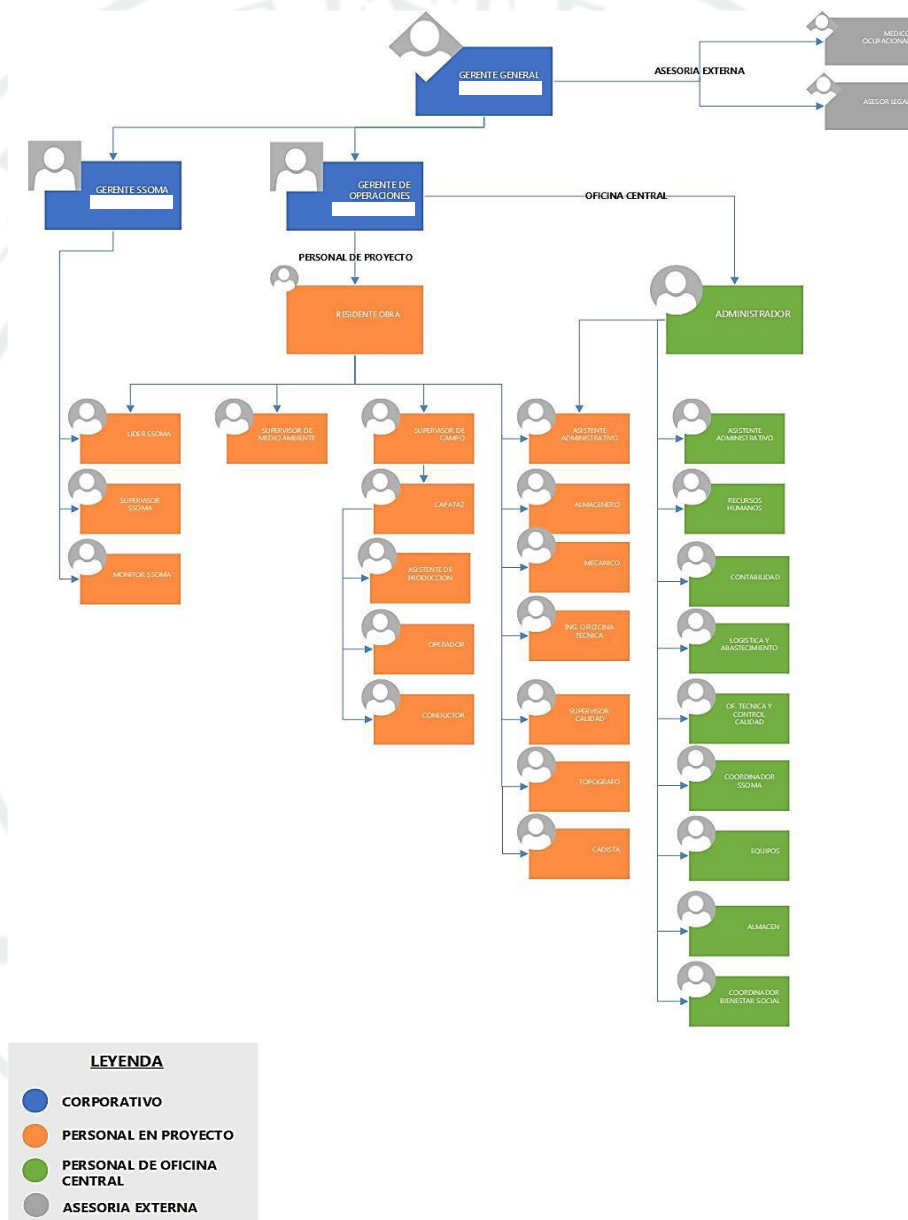
Su misión es ofrecer un servicio eficiente y tecnológicamente avanzado tanto a

clientes públicos como privados, respaldado por alianzas estratégicas que aseguran altos niveles de calidad y cumplimiento en los plazos.

3.1.3. Organigrama

Figura 12

Organigrama de la empresa



Nota. Extraído del MOF de la empresa de construcción civil



CAPÍTULO IV

4. PLAN DE IMPLEMENTACIÓN

En esta sección se detallarán las seis fases del plan de implementación de lean Logistics.

Cabe mencionar que la variable independiente "Metodología Lean Logistics" se operacionalizó mediante cinco dimensiones: implementación de mejoras Lean, estandarización de procesos, eliminación de desperdicios, mejora del flujo del proceso y sincronización de la demanda. Estas dimensiones fueron desarrolladas a través de herramientas como SIPOC, BPMN, DAP, Pareto, VSM, 9S, 5W1H, Takt Time y propuestas de JIT/Pull System, por lo que cada fase estará desarrollada con las herramientas mencionadas.

4.1. Fase 1: Diagnóstico y formación

4.1.1. Formación en conceptos Lean

Se brindaron capacitaciones, al personal del área involucrado directamente (carácter obligatorio) y de libre participación para personal interesado, con el fin de una correcta implementación.

Tabla 3

Cronograma de capacitaciones

Tema	Mes	Mes 1			
	Semana	1	2	3	4
Introducción a Lean Logistics y eliminación de desperdicios	1	1			
Nuevo flujo de atención de requerimientos logísticos	1				
Gestión y priorización de requerimientos			1		
Aplicación de las 9S en la gestión documental y logística			1		
Indicadores logísticos y control del desempeño				1	1

Nota. Elaboración propia

Cada sesión fue estructurada según el marco teórico de la investigación, separando los

temas relevantes, dando ejemplos de caso de éxito en diferentes empresas peruanas y se cerró con una retroalimentación, considerando las siguientes preguntas:

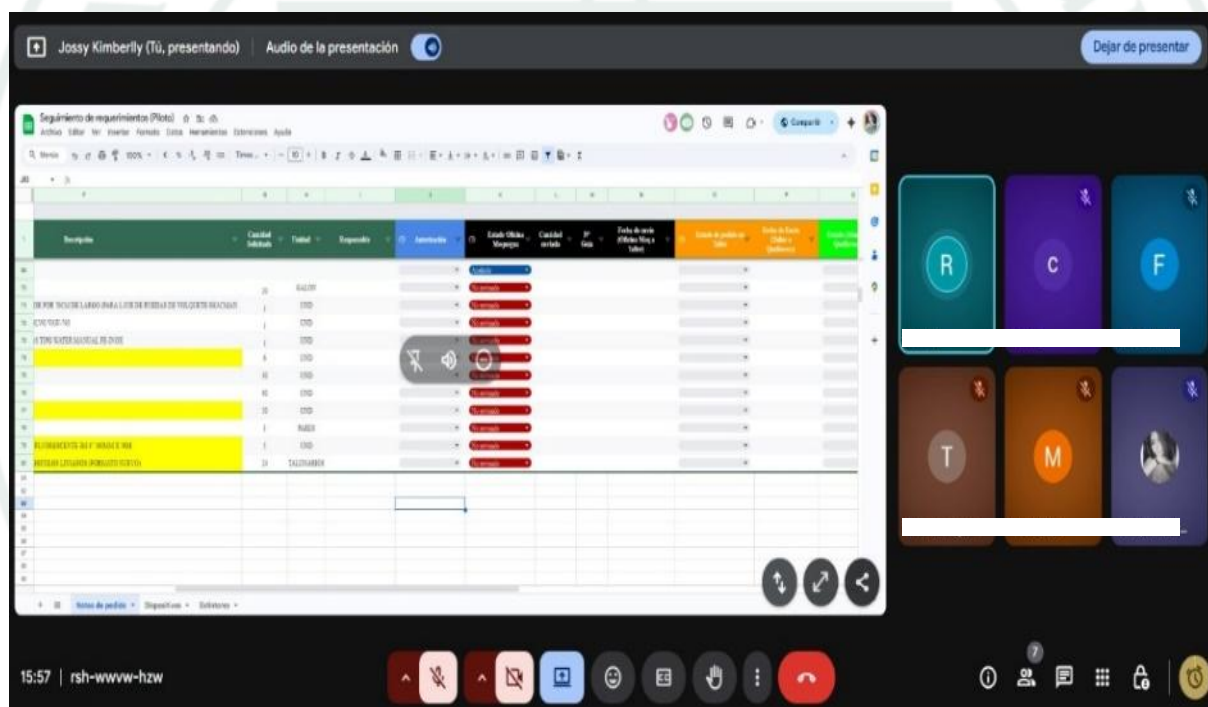
¿Cómo se aplicaría en la empresa?

¿Qué necesitaríamos como empresa para aplicar lo aprendido?

Estas capacitaciones se brindaron en dos modalidades, virtuales ya que contamos con personal que se encuentra en diferentes puntos de la ciudad y presencial, se adjuntan evidencia y registro de asistencia de las mencionadas sesiones.

Figura 13

Sesión 1 (Modalidad virtual)



Nota. Reunión virtual vía Google Meet.

Figura 14

Formato de asistencias a capacitaciones

UNIDAD MINERA						
REGISTRO DE INDUCCIÓN, CAPACITACIÓN, ENTRENAMIENTO Y SIMULACROS DE EMERGENCIA						
Datos del Empleador		Razón Social	RUC	Domicilio	Actividad Económica	N° Trabajadores
Marcar (X)		Inducción ()	Capacitación ()	Entrenamiento ()	Simulacro de Emergencia ()	Otros ()
Tema						
Institución						
Fecha:		Lugar:				
Hora de Inicio:		Hora Término:		N° de horas:		
Nombre del Líder / capacitador / entrenador:		Firma:		Departamento:		
N°	DNI / CE	Apellidos	Nombres	Empresa	Firma	Nota
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
Comentarios / Observaciones:						
Responsable del Registro		Nombres y Apellidos		Fecha		
		Cargo		Firma		

Nota. Extraído de documentación de la empresa

4.1.2. Recolección y análisis de datos

En esta fase se presentará las diferentes etapas del proceso utilizando diferentes herramientas de Lean Logistics y también la medición de la cantidad de requerimientos en el segundo semestre del año 2024 y primer semestre del 2025, identificando las incidencias presentadas como: fuera de tiempo, inconformes y cancelados.

La primera herramienta utilizada fue el diagrama SIPOC, siendo el fin obtener una visión general de los procesos logísticos en la empresa.

Figura 15

Diagrama SIPOC

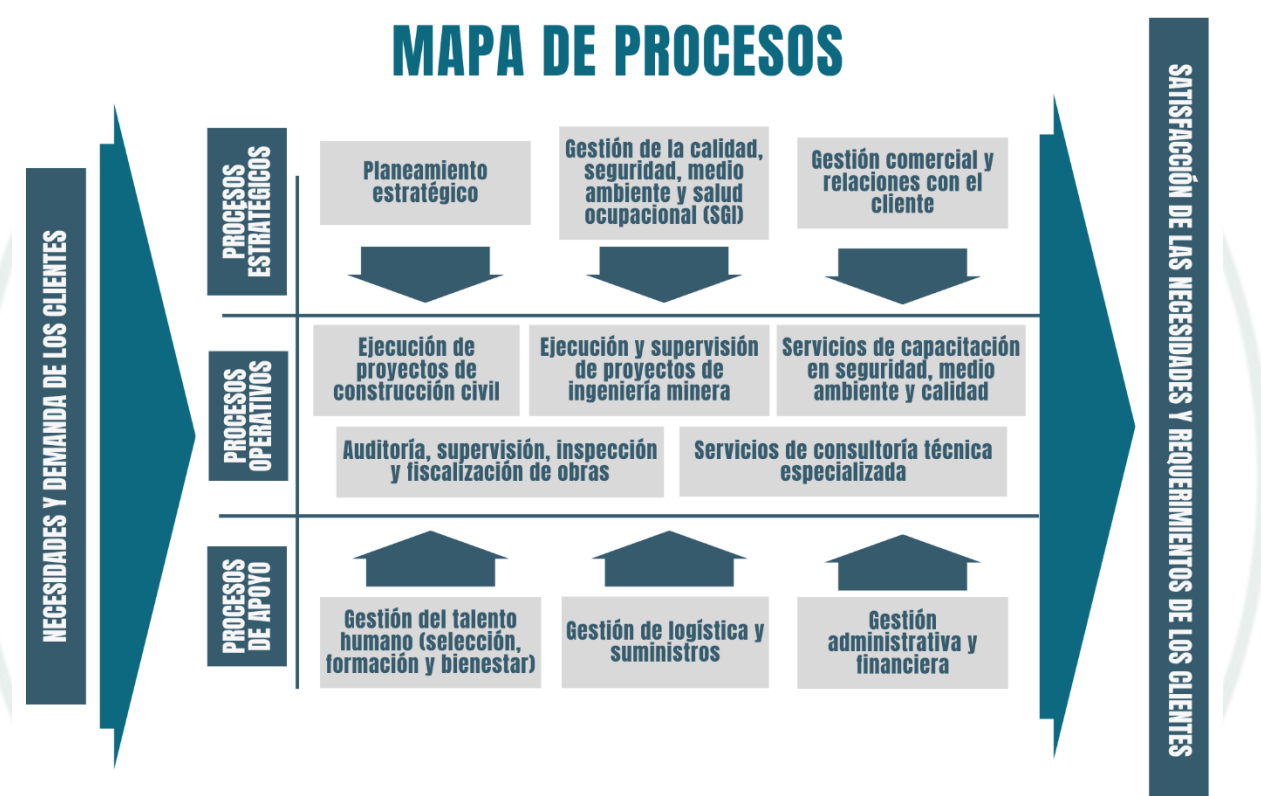
Suppliers (Proveedores)	Inputs (Entradas)	Process (Proceso)	Outputs (Salidas)	Customers (Clientes)
Residente de obra	Necesidad de materiales, especificaciones técnicas	Solicitud del requerimiento	Requerimiento emitido	Asistente Administrativo
Asistente Administrativo	Requerimiento emitido	Formalización del requerimiento	Requerimiento formalizado	Asistente Logística
Asistente logística	Requerimiento formalizado	Recepción y validación	Requerimiento validado	Asistente Logística
Asistente Logística	Requerimiento validado	Verificación de stock y abastecimiento	Confirmación de stock o necesidad de compra	Área Administrativa
Proveedores externos	Orden de compra y especificaciones técnicas	Adquisición y recepción de materiales	Material recibido	Asistente Logística
Asistente Logística	Material recibido	Control y preparación de envío	Material acondicionado para despacho	Asistente Logística
Asistente Logística	Material preparado y documentación logística	Coordinación y despacho logístico	Material despachado	Almacén Moquegua
Almacén Moquegua	Material despachado	Reexpedición a destino final	Material entregado en obra	Almacén tramo 5
Almacén tramo 5	Material recibido	Recepción y conformidad	Requerimiento atendido y cerrado	Proyecto

Nota. Elaboración propia

La segunda herramienta usada fue el mapa de procesos, que sirve como base para un análisis general de la empresa determinando la relación que tiene entre sus áreas. La tercera herramienta usada fue el BPMN para ya una mejor disgregación de los procesos logísticos en la empresa.

Figura 16

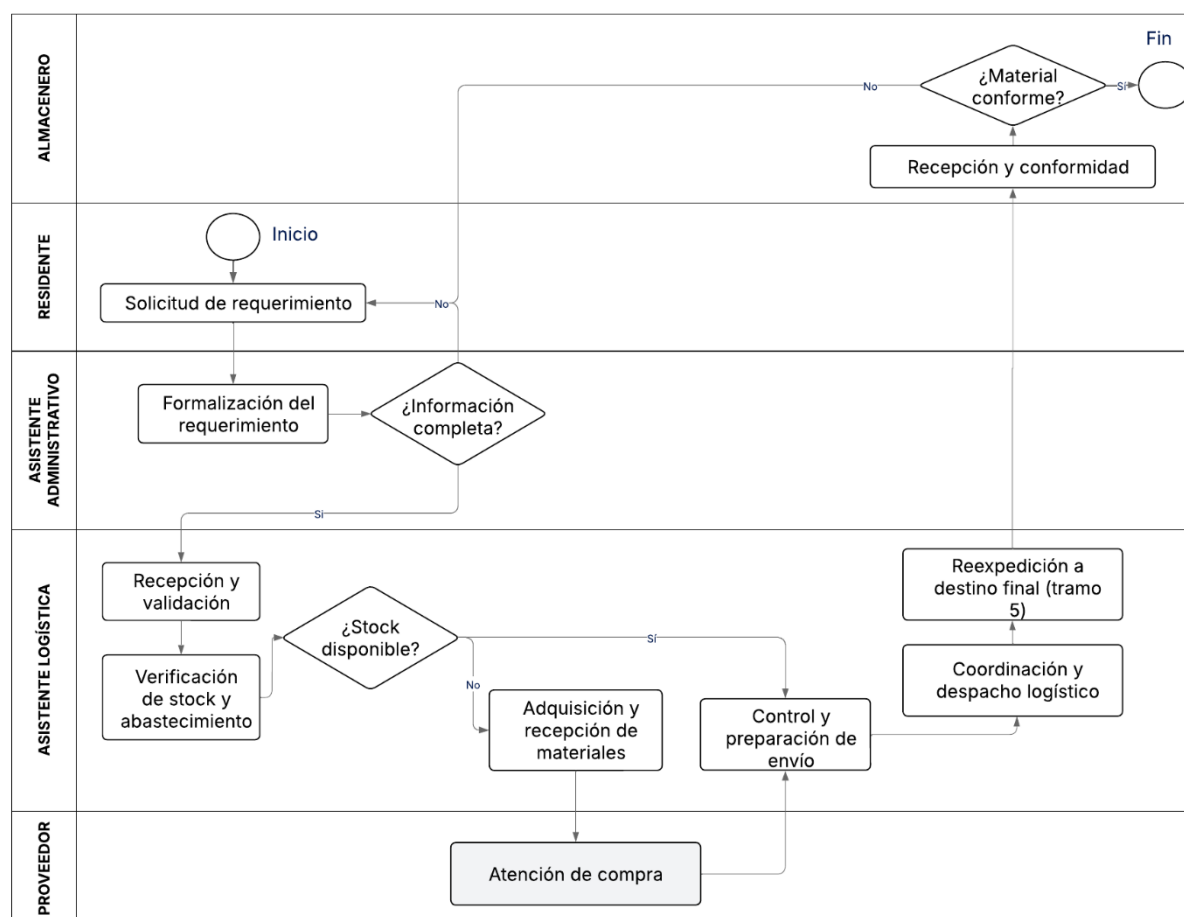
Mapa de procesos



Nota. Elaboración propia

Figura 17

Business Process Model and Notation



Nota. Elaboración propia

4.1.3. Medición de los procesos logísticos (Antes de Lean Logistics)

Se realizó la medición del tiempo estimado (en horas) para cada proceso, especificado a continuación:

Tabla 4

Tiempo estimado de procesos

Nº	Proceso	Tiempo estimado (h)
1	Solicitud del requerimiento	0.25
2	Formalización del requerimiento	3
3	Recepción y validación	2.5
4	Verificación de stock y abastecimiento	1.5
5	Adquisición y recepción de materiales	1.5

N°	Proceso	Tiempo estimado (h)
6	Control y preparación de envío	0.5
7	Coordinación y despacho logístico	3
8	Reexpedición a destino final	1.5
9	Recepción y conformidad	0.25

Nota. Elaboración propia

Es importante mencionar que se han estandarizado estos tiempos debido a la alta variabilidad en los tipos de materiales solicitados y a la ausencia de ciclos operativos homogéneos entre categorías. Al tratarse de requerimientos con comportamientos logísticos distintos (en cuanto a manipulación, acondicionamiento, inspección y disponibilidad en inventario) se determinó necesario trabajar con estimaciones globales que permitan establecer una línea base objetiva para el análisis.

Tabla 5

Estado de requerimientos 2024 – 2025 pre implementación

Mes	Solicitados	Fuera de tiempo	Inconformes	Cancelados
May-24	47	17	7	3
Jun-24	41	24	1	8
Jul-24	97	43	5	1
Ago-24	77	46	5	4
Set-24	62	38	4	9
Oct-24	70	28	7	1
Nov-24	61	34	5	6
Dic-24	60	38	4	8
Ene-25	35	18	5	1
Feb-25	66	16	7	5

Nota. Elaboración propia

Se observa que el problema central radica en la entrega de requerimientos que no cumplen con el tiempo límite establecido para su arribo.

Tabla 6*Costo por tiempo improductivo pre implementación*

Mes	HM motoniveladora por mes	HM perdidas por mes	HM perdidas por demoras logísticas	Costo HM perdidas por demoras logísticas
May-24	177	3	1	\$ 90.00
Jun-24	178	2	0	\$ -
Jul-24	177	3	1	\$ 90.00
Ago-24	178	2	1	\$ 90.00
Set-24	176	4	2	\$ 180.00
Oct-24	179	1	0	\$ -
Nov-24	177	3	2	\$ 180.00
Dic-24	177	3	1	\$ 90.00
Ene-25	179	1	0	\$ -
Feb-25	178	2	0	\$ -

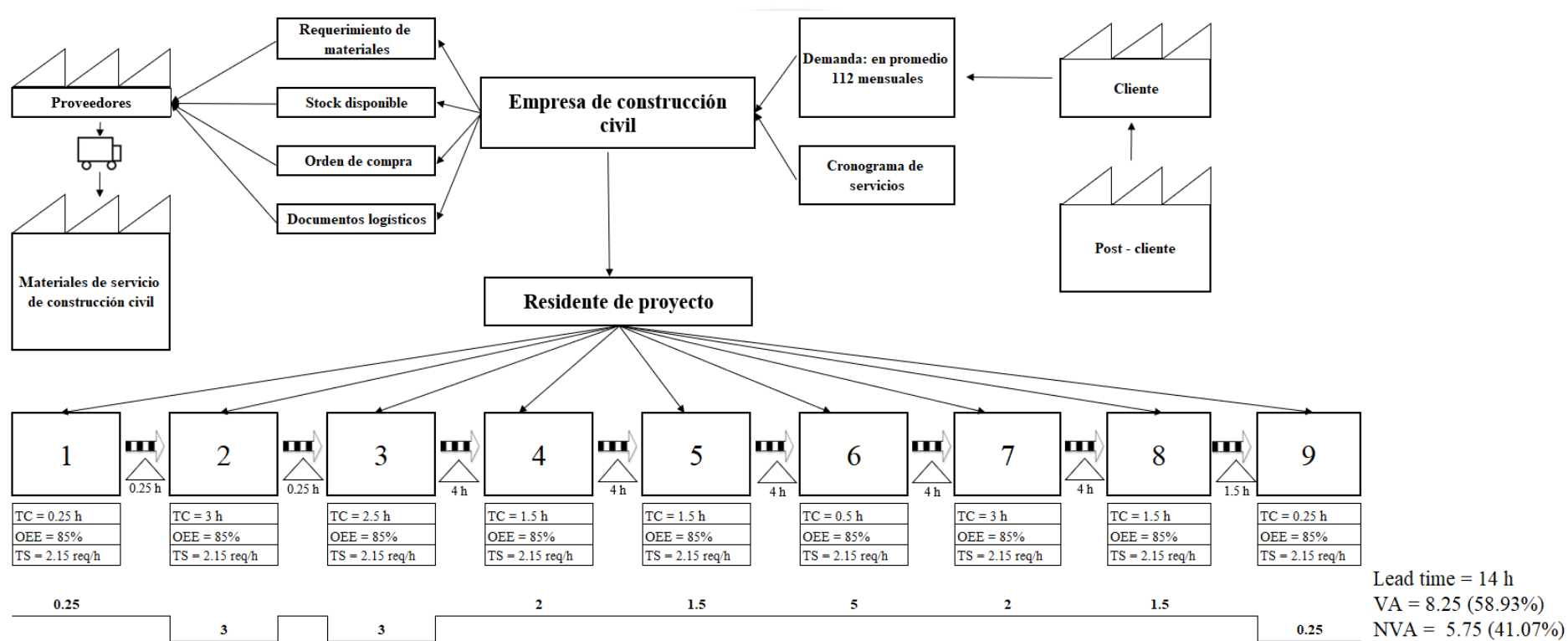
Nota. Elaboración propia**4.1.4. Mapeo de procesos actuales (As-Is)**

Se elaboró un Value Stream Mapping (VSM) con los siguientes hallazgos: Procesos altamente manuales, con poca integración de sistemas.

Se detectaron los siguientes procesos que deberán ser analizados: Formalización del requerimiento, recepción y validación, coordinación y despacho logístico.

Figura 18

VSM actual



Nota. Elaboración propia

4.2. Fase 2: Diseño del plan de mejora

4.2.1. Planificación del proyecto a implementar

Tabla 7

Project Charter

Ámbito	Descripción
Problema	En el periodo desde mayo del 2024 hasta febrero del 2025, se presentaron las siguientes inconsistencias por parte del área logística, según lo especificado a continuación: <i>Fuera de tiempo: 75.88 %</i> <i>Inconformes: 12.56 %</i> <i>Cancelados: 11.56 %</i>
Alcance	El presente proyecto fue desarrollado desde mayo del 2024 a diciembre de 2025, considerando los pedidos fuera de tiempo como el principal problema.
Objetivo	Optimizar los procesos logísticos de la empresa de construcción civil ubicada en Moquegua
Rol	Nombre y Apellido
Líder	Jossy Kimberlly Quispe Chambilla
Empleados	Asistente de logística Asistente administrativo Almacenero

Nota. Elaboración propia

4.2.2. Definición del sistema de indicadores

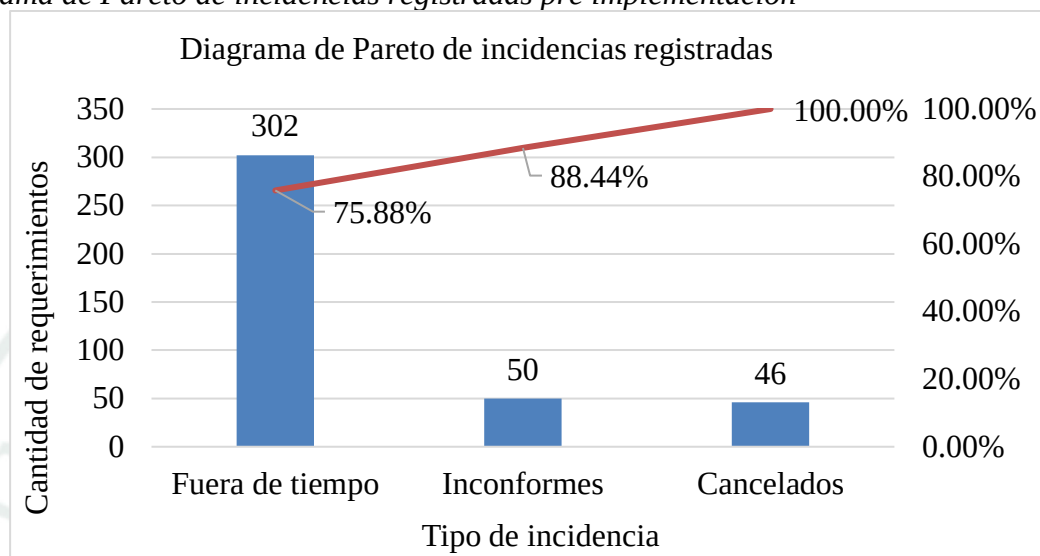
Según los porcentajes de cumplimiento de entrega de requerimientos se realizó en primer lugar un Diagrama de Pareto, usando como criterio de conteo la frecuencia de cada categoría de requerimientos registrados, se identificaron cuatro categorías principales: requerimientos atendidos a tiempo, fuera del tiempo establecido, requerimientos inconformes y requerimientos cancelados; además, se tomará en cuenta la clasificación como fuera de tiempo según la prioridad del requerimiento, si es prioridad alta y se excedió 4 días en su atención, si es prioridad media y se excedió 8 días su atención y si es prioridad baja y se excedió 10 días su atención.

La Figura 19 presenta el diagrama de Pareto elaborado según cada categoría durante el período mayo de 2024 a febrero de 2025, correspondiente a la etapa previa a la

implementación de Lean Logistics. La información fue obtenida de los registros históricos de requerimientos almacenados en el kardex logístico de la empresa.

Figura 19

Diagrama de Pareto de incidencias registradas pre implementación

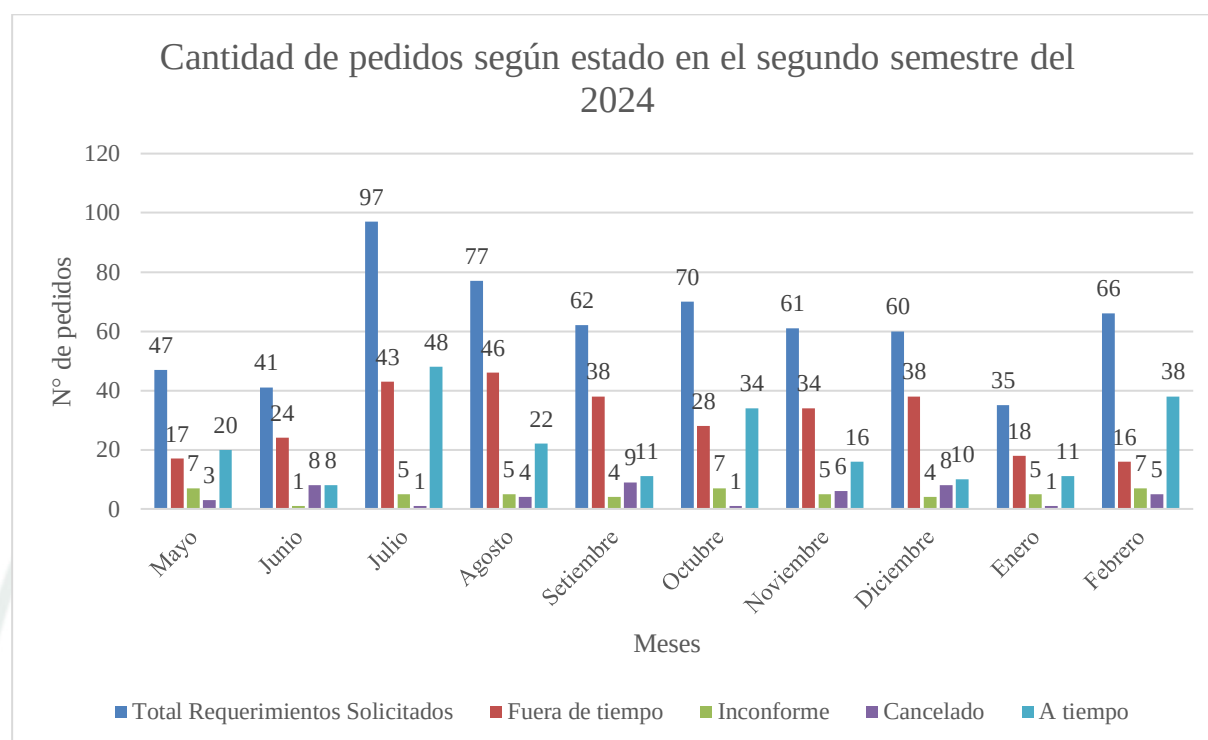


Nota. Elaboración propia

Los resultados evidencian que las incidencias fuera de tiempo representan el problema predominante, concentrando el 75.88 % del total de incidencias registradas. Al incorporar las incidencias inconformes, el porcentaje acumulado alcanza el 88.44 %, lo que indica que estos dos tipos de problemas explican la mayor parte de las deficiencias del proceso logístico.

Figura 20

Cantidad de pedidos según estado en el periodo pre implementación



Nota. Elaboración propia

El diagrama de Pareto y el diagrama de desglose por meses de las incidencias registradas, permitió identificar con precisión los factores de mayor impacto en el desempeño del proceso logístico, a partir de lo cual se definieron los indicadores clave para la presente evaluación.

Estos indicadores fueron seleccionados por su capacidad para medir la eficiencia operativa, el cumplimiento técnico y la consistencia en los tiempos de entrega:

Eficiencia.

Eficacia.

Productividad Logística.

Índice de Puntualidad.

Costo por tiempo improductivo.

4.2.3. Ficha técnica de los indicadores

4.2.3.1. Eficiencia Logística

Tabla 8

Ficha técnica indicador 1

Elemento	Descripción
Objetivo	Medir el cumplimiento de los tiempos de atención establecidos según la prioridad del requerimiento.
Definición	Relaciona el número de requerimientos atendidos dentro del plazo establecido con respecto al total de requerimientos gestionados.
Fórmula	$(\text{Requerimientos atendidos a tiempo} / \text{Total de requerimientos}) \times 100$
Unidad de medida	Porcentaje (%)
Fuente de información	Kardex de requerimientos y registro histórico de pedidos
Frecuencia de medición	Mensual
Responsable	Asistente administrativo y almacenero
Línea base	66.63 %
Meta	$\geq 75 \%$
Criterio de aceptación	Incremento mínimo del 5 % respecto a la línea base
Parámetros de evaluación	Prioridad Alta ≤ 4 días calendario; Prioridad Media ≤ 8 días calendario; Prioridad Baja ≤ 10 días calendario

Nota. Elaboración propia

4.2.3.2. Eficacia Logística

Tabla 9

Ficha técnica indicador 2

Elemento	Descripción
Objetivo	Medir el nivel de conformidad de los requerimientos atendidos.
Definición	Evalúa si los materiales entregados cumplen totalmente con las especificaciones técnicas solicitadas.
Fórmula	$(\text{Requerimientos conformes} / \text{Total de requerimientos}) \times 100$
Unidad de medida	Porcentaje (%)
Fuente de información	Kardex de requerimientos, registros de recepción y conformidad
Frecuencia de medición	Mensual
Responsable	Asistente administrativo y almacenero

Elemento	Descripción
Línea base	91.48 %
Meta	$\geq 95 \%$
Criterio de aceptación	Incremento mínimo del 5 % respecto a la línea base
Parámetros de evaluación	Se considera conforme cuando el material entregado coincide con cantidad, especificaciones técnicas y características solicitadas.

Nota. Elaboración propia

4.2.3.3. Productividad Logística

Tabla 10

Ficha técnica indicador 3

Elemento	Descripción
Nombre del indicador	Productividad logística
Objetivo	Medir la capacidad del proceso logístico para atender la demanda de requerimientos.
Definición	Evalúa la relación entre los requerimientos enviados y el total de requerimientos gestionados.
Fórmula	$(\text{Total de requerimientos enviados} / \text{Total de requerimientos solicitados}) \times 100$
Unidad de medida	Porcentaje (%)
Fuente de información	Kardex de requerimientos
Frecuencia de medición	Mensual
Responsable	Área logística
Línea base	83.31 %
Meta	$\geq 88 \%$
Criterio de aceptación	Incremento mínimo del 5 % respecto a la línea base
Parámetros de evaluación	Refleja la capacidad de respuesta del sistema logístico frente a la demanda interna.

Nota. Elaboración propia

4.2.3.4. Índice de Puntualidad

Tabla 11

Ficha técnica indicador 4

Elemento	Descripción
Objetivo	Medir la proporción de requerimientos atendidos dentro del plazo establecido.

Elemento	Descripción
Definición	Determina el porcentaje de entregas realizadas oportunamente según la prioridad asignada al requerimiento.
Fórmula	$1 - (\% \text{ de requerimientos fuera de tiempo})$
Unidad de medida	Porcentaje (%)
Fuente de información	Kardex de requerimientos
Frecuencia de medición	Mensual
Responsable	Área logística
Línea base	50.52 %
Meta	$\geq 70 \%$
Criterio de aceptación	Incremento mínimo del 5 % respecto a la línea base
Parámetros de evaluación	Alta ≤ 4 días; Media ≤ 8 días; Baja ≤ 10 días calendario.

Nota. Elaboración propia

4.2.3.5. Costo por Tiempo Improductivo

Tabla 12

Ficha técnica indicador 5

Elemento	Descripción
Objetivo	Cuantificar el impacto económico generado por retrasos logísticos que afectan la disponibilidad operativa de la motoniveladora.
Definición	Mide el costo asociado a las horas máquina perdidas por demoras en la atención de requerimientos logísticos.
Fórmula	$\text{Horas máquina perdidas por demoras logísticas} \times \text{Costo por hora máquina}$
Unidad de medida	Dólares (US\$)
Fuente de información	Registros operativos de mantenimiento y reportes logísticos
Frecuencia de medición	Mensual
Responsable	Residente de obra, almacenero y asistente administrativo
Línea base	S/ 72.00
Meta	$\leq \text{S/ } 36.00$
Criterio de aceptación	Reducción mínima del 50 % respecto a la línea base
Equipo evaluado	Motoniveladora
Costo unitario considerado	US\$ 90 por hora máquina

Elemento	Descripción
Parámetro de evaluación	Se consideran únicamente las horas perdidas atribuibles a demoras logísticas en el abastecimiento de materiales o repuestos.

Nota. Elaboración propia



Tabla 13*Indicadores 2024 – 2025 pre implementación*

Mes	Eficiencia	Eficacia	Productividad logística	Índice de puntualidad
May-24	57.45%	85.11%	78.72%	63.83%
Jun-24	56.10%	97.56%	78.05%	41.46%
Jul-24	87.63%	94.85%	93.81%	55.67%
Ago-24	76.62%	93.51%	88.31%	40.26%
Set-24	58.06%	93.55%	79.03%	38.71%
Oct-24	77.14%	90.00%	88.57%	60.00%
Nov-24	63.93%	91.80%	81.97%	44.26%
Dic-24	60.00%	93.33%	80.00%	36.67%
Ene-25	65.71%	85.71%	82.86%	48.57%
Feb-25	63.64%	89.39%	81.82%	75.76%

Nota. Elaboración propia

4.3. Fase 3: Lanzamiento

4.3.1. Identificar y eliminar o reducir los desperdicios

Se realizó un DAP, con el fin de identificar los procesos que agregan o no valor.

Figura 21

DAP actual

DIAGRAMA ANALÍTICO DE PROCESO								
Departamento			Logística					
Línea de producción								
Resumen								
Observador	Jossey Quispe			Actividad		Actual	Mejorado	Economía
Fecha	Nov-25			Operación		2		
Método	Actual	SI		Transporte		2		
	Mejorado			Inspección		5		
Tipo	Operario			Almacenaje		0		
	Material	SI		Espera		0		
	Máquina			Distancia		79		
					Tiempo		14	
Etapas del Proceso		Distancia (km)	Tiempo (h)	○	➡	□	▽	D
Solicitud del requerimiento			0.25	●				
Formalización del requerimiento			3	●				
Recepción y validación			2.5			●		
Verificación de stock y abastecimiento			1.5			●		
Adquisición y recepción de materiales			1.5			●		
Control y preparación de envío			0.5			●		
Coordinación y despacho logístico		4	3		●			
Reexpedición a destino final		75	1.5		●			
Recepción y conformidad			0.25			●		
Total		79	14	2	2	5	0	

Nota. Elaboración propia

El DAP evidencia procesos que añaden: Tiempo de cola, residuos administrativos, retrasos antes de la validación.

Se procede a la unificación de los procesos “Formalización del requerimiento” y “Recepción y validación”, que responde a un enfoque estructurado basado en Quick Response Manufacturing (QRM). El análisis mostró que el proceso eliminado generaba tiempo de espera estructural y duplicidad funcional, incrementando el MCT (Manufacturing Critical-

path Time) del flujo logístico. Al consolidar ambas actividades, se reduce la variabilidad inicial, estabiliza el ritmo de entrada y se elimina un punto de acumulación.

Con esta modificación, el proceso pasa de 9 a 8 etapas, logrando una reducción del MCT. La reorganización contribuye con los principios de QRM orientados a reducir tiempos de respuesta y eliminar transiciones que no agregan valor, esto se evidencia en el DAP mejorado que se observa a continuación:

Figura 22

DAP mejorado

DIAGRAMA ANALÍTICO DE PROCESO									
Departamento				Logística					
Línea de producción									
Resumen									
Observador	Jossy Quispe				Actividad		Actual	Mejorado	Economía
Fecha	Nov-25				Operación		1		
Método	Actual		SI		Transporte		2		
	Mejorado				Inspección		5		
Tipo	Operario				Almacenaje		0		
	Material		SI		Espera		0		
	Máquina				Distancia		79		
				Tiempo		9.5			
Etapa del Proceso			Distancia (km)	Tiempo (h)	○	➡	□	▽	D
Solicitud del requerimiento				0.25	●				
Validación del requerimiento				2			●		
Verificación de stock y abastecimiento				1.5			●		
Adquisición y recepción de materiales				1.5			●		
Control y preparación de envío				0.5			●		
Coordinación y despacho logístico			4	2		●			
Reexpedición a destino final			75	1.5		●			
Recepción y conformidad				0.25			●		
Total			79	9.5	1	2	5	0	

Nota. Elaboración propia

Tabla 14*Rediseño del proceso de validación del requerimiento*

Situación inicial	Situación mejorada	Beneficio obtenido
Formalización del requerimiento (3.0 h)	Validación integrada del requerimiento (2.0 h)	Eliminación de actividades duplicadas
Recepción y validación (2.5 h)	Integrado en una sola actividad	Menor transferencia de información
Dos responsables intervenían en la revisión	Un único flujo de validación	Reducción de tiempos de espera
Tiempo total de ambas actividades: 5.5 h	Tiempo total del nuevo proceso: 2.0 h	Reducción de 63.64 % del tiempo de ciclo

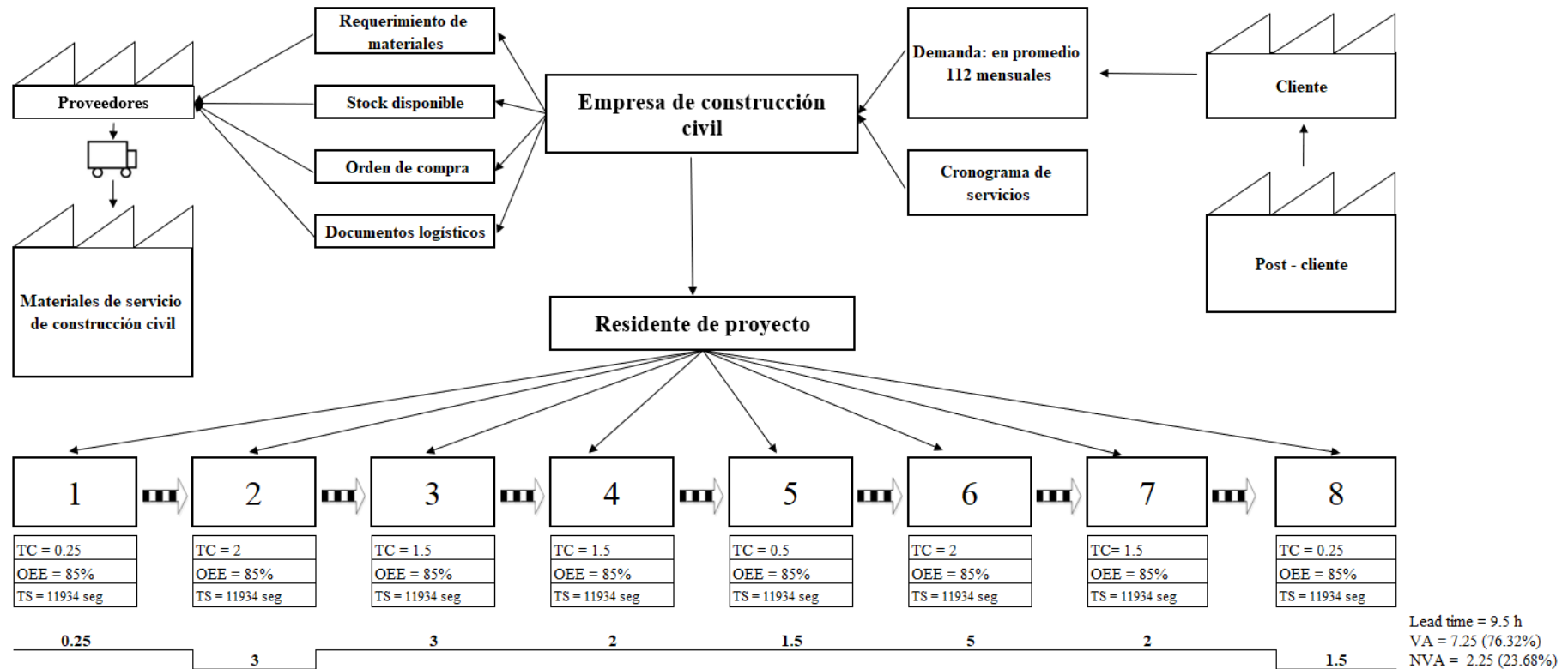
Nota. Elaboración propia**Tabla 15***Comparación pre y post*

Indicador	Antes	Después
Nº de procesos	9	8
Lead Time total	14.00 h	9.50 h
Tiempo eliminado	-	4.50 h
Reducción del Lead Time	-	32.14 %
Tiempo de validación	5.50 h	2.00 h
Reducción de validación	-	63.64 %
Takt Time	3.08 h/req.	2.21 h/req.
Demanda mensual ajustada	64.6 req. /mes	90.2 req. /mes

Nota. Elaboración propia

Figura 23

VSM mejorado



Nota. Elaboración propia

4.3.2. Mejorar orden, limpieza, condiciones y lugar de trabajo

A partir de la mejora del proceso y la capacitación del personal, se implementarán las 9S, en lugar de la 5S debido a que el proceso logístico analizado no solo requiere orden y estandarización, sino también rapidez en la atención de requerimientos, reducción de reprocesos y sostenibilidad de las mejoras en el tiempo. La incorporación de Speed, Savings y Sustainability permite responder a la alta variabilidad de los requerimientos logísticos y fortalecer la gestión de la información, asegurando una mejora integral y sostenida del proceso. En esta fase se explicará su implementación, según el siguiente cronograma:

Tabla 16

Cronograma implementación 9S

Temas	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
Presentación del plan piloto a logística y obra	X						
Revisión del estado actual del archivo y problemas detectados	X	X					
Implementación de Seiri y Seiton		X	X				
Implementación de Seiso			X	X			
Implementación de Seiketsu				X	X		
Implementación de Shitsuke					X		
Implementación de Speed					X	X	
Implementación de Savings y Sustainability						X	X
<i>Nota.</i> Elaboración propia							

En la Tabla 16, se presenta el cronograma de implementación de la metodología 9S, el cual se desarrollará en un periodo de siete días, iniciando con la presentación del plan piloto y el diagnóstico del estado actual del archivo logístico, seguido de la aplicación progresiva de cada fase de la metodología.

A continuación, se especifica las acciones realizadas para cada fase, todo con referencia al archivo de base de datos que manejará el asistente administrativo quien será el único responsable.

Tabla 17

Implementación de 9S

Fase	Descripción
Seiri – Clasificar	Objetivo: Eliminar lo innecesario y conservar solo lo que aporta valor al flujo logístico. Acciones: - Revisión de columnas realmente necesarias. - Identificación y separación de pedidos cancelados en una hoja exclusiva llamada “Histórico”. - Clasificación precisa del estado del pedido: Enviado / Pendiente / Cancelado.
Seiton – Ordenar	Objetivo: Asignar un lugar lógico, visible y accesible a cada dato. Acciones: - Aplicación de filtros en todas las columnas. - Codificación por colores: - o Verde → Enviado - o Rojo → Cancelado - o Amarillo → Pendiente / En proceso - Creación de tablas dinámicas para: - o Totales por estado. - o Tiempo promedio de envío.
Seiso – Limpiar	Objetivo: Mantener la base sin errores, duplicados ni inconsistencias. Acciones: - Sustitución de campos vacíos por valores estándar (“Pendiente”). - Unificación de formatos y criterios de escritura. - Homologación de fechas bajo un solo formato DD/MM/AAAA.
Seiketsu – Estandarizar	Objetivo: Asegurar que todas las reglas se mantengan uniformes en el tiempo. Acciones: - Plantilla estándar con campos fijos: N° de pedido, fecha, descripción, cantidad, estado. - Menús desplegables para Estado y UM. - Código de colores oficial y obligatorio para todos los usuarios.
Shitsuke – Disciplina	Objetivo: Mantener hábitos y asegurar continuidad en el tiempo. Acciones: - Revisión quincenal del archivo para identificar inconsistencias. - Asignación de responsable en cada almacén para su

Fase	Descripción
	actualización. - Capacitación periódica al personal logístico.
Safety – Seguridad	Objetivo: Asegurar que la información sea manejada de forma segura y trazable. Acciones: - Creación de respaldos automáticos del archivo (Google drive). - Permiso de solo usuarios responsables (acceso limitado). - Registro de cambios documentado (control de versiones).
Speed – Rapidez	Objetivo: Aumentar la velocidad del proceso de registro y análisis. Acciones: - Automatización con macros para: Ingreso rápido de pedidos. - Uso de fórmulas temporales (HOY (), DIAS (), NETWORKDAYS). - Reducción del tiempo de búsqueda mediante filtros inteligentes
Savings – Ahorro	Objetivo: Minimizar desperdicios administrativos y reducir tiempos muertos. Acciones: - Eliminación de pasos manuales que no generan valor. - Consolidación de hojas dispersas en un solo archivo maestro. - Uso de gráficos automáticos para evitar reportes manuales.
Sustainability – Sostenibilidad	Objetivo: Mantener prácticas sostenibles, tanto en lo operativo como en lo digital. Acciones: - Migración progresiva a archivos en la nube para reducir duplicidad y consumo de recursos. - Política de “archivo anual”: limpieza y archivamiento al cierre del año. - Indicadores de eficiencia logística integrados a los objetivos de mejora continua. - Promoción de una cultura de estandarización y orden a largo plazo.

Nota. Elaboración propia

Tabla 18

Auditoría de cumplimiento de la metodología 9S

S	Criterio evaluado	Situación inicial	Situación final	Puntaje inicial (1-5)	Puntaje final (1-5)
Seiri (Clasificar)	Identificación y eliminación de información innecesaria	Existían registros cancelados mezclados con registros activos	Registros cancelados separados en hoja histórica y clasificación por estado.	2	4
Seiton (Ordenar)	Organización y acceso a la información	Información dispersa y sin clasificación visual	Filtros, tablas dinámicas y codificación por colores implementados	2	4
Seiso (Limpiar)	Calidad y consistencia de registros	Existían formatos inconsistentes y campos vacíos	Formatos homologados y registros normalizados	3	4
Seiketsu (Estandarizar)	Existencia de procedimientos y formatos estándar	No existía un formato único de control	Se implementó plantilla única y menús desplegables	1	3
Shitsuke (Disciplina)	Cumplimiento de procedimientos	Actualización irregular de registros	Responsables definidos y revisiones periódicas	2	2
Safety (Seguridad)	Protección y respaldo de información	Sin respaldo ni control de acceso	Copias de seguridad y control de versiones implementados	1	5
Speed (Rapidez)	Tiempo requerido para consulta y análisis	Búsquedas manuales y generación lenta de reportes	Automatización mediante filtros y fórmulas	2	3
Savings (Ahorro)	Eliminación de actividades administrativas sin valor agregado	Existían duplicidades y registros dispersos	Consolidación en archivo maestro único	2	5
Sustainability (Sostenibilidad)	Continuidad de las mejoras implementadas	No existía plan de mantenimiento documental	Procedimiento de revisión y mejora continua establecido	1	2
Total				16/45	32/45
Porcentaje de cumplimiento				35.56 %	71 %

Nota. Elaboración propia

Tabla 19*Evidencias de implementación de la metodología 9S*

S	Evidencia de implementación
Seiri	Separación de registros cancelados en hoja “Histórico”
Seiton	Clasificación por colores y filtros automáticos
Seiso	Corrección de formatos de fecha y normalización de registros
Seiketsu	Plantilla única de control de requerimientos
Shitsuke	Cronograma de revisión quincenal
Safety	Respaldo digital y protección de celdas críticas
Speed	Fórmulas automáticas
Savings	Eliminación de archivos paralelos y consolidación documental
Sustainability	Procedimiento de mantenimiento y actualización permanente

Nota. Elaboración propia**Tabla 20***Comparación antes y después de la implementación de las 9S*

Aspecto	Situación inicial	Situación mejorada
Campos registrados	11 campos básicos	18 campos con trazabilidad completa
Seguimiento del requerimiento	Limitado al envío	Seguimiento desde la solicitud hasta la recepción en mina
Identificación de responsables	No disponible	Responsable identificado en cada etapa
Control de autorizaciones	No disponible	Registro de aprobación y observaciones
Control de despacho	Parcial	Seguimiento por cada etapa logística
Confirmación de recepción	No disponible	Fecha y estado de recepción en mina
Gestión documental	Manual y limitada	Integrada mediante número de guía y estados de control
Capacidad de análisis	Básica	Generación de indicadores logísticos y trazabilidad completa

Nota. Elaboración propia

Tabla 21*Plan de sostenimiento*

Actividad	Frecuencia	Responsable	Evidencia
Actualización de requerimientos	Diaria	Asistente Administrativo	Registro actualizado
Verificación de estados de pedidos	Semanal	Asistente Logística	Reporte de seguimiento
Auditoría de cumplimiento 9S	Mensual	Jefe de Logística	Lista de verificación
Respaldo del archivo maestro	Semanal	Área Administrativa	Copia de seguridad
Revisión de indicadores logísticos	Mensual	Jefe de Logística	Informe KPI
Capacitación de usuarios	Trimestral	Jefe de Logística	Registro de asistencia

Nota. Elaboración propia

Tabla 22*Resumen de los cambios realizados*

Aspecto	Antes	Después
Campos de trazabilidad	0	13
Estados de seguimiento	1	6
Responsables identificados	No	Sí
Control documental	Parcial	Completo
Seguimiento de despacho	No	Sí
Seguimiento de recepción	No	Sí
Medición de Lead Time	No	Sí
Generación de KPI	Limitada	Completa

Nota. Elaboración propia

Figura 24

Registro de órdenes pendientes actual

ÓRDENES PENDIENTES														
	N° DE PEDIDO	FECHA SOLICIT	SOLICITANT	CONTRAT	DESCRIPCION	CAJ	U.M	Prioridad	ESTADO	N / R	PENDIENT	FECHA DE ENVIO	N° DE GUIA	OBSERVACIONE
340	1811	25-03-24			Caja para dados 3/4 24 18 9	1	UNIDAD	MEDIA	ENVIADO					
341	1811	25-03-24			Seguro de tuercas (trabatuercas) camioneta VON-891	4	UNIDAD	ALTA	CANCELADO					
342	1812	27-03-24			Caja con Agua	20	UNIDAD	MEDIA	ENVIADO			27/03/2024	Guia -275	
343	1812	27-03-24			Sombrillas para vigia	2	UNIDAD	MEDIA	ENVIADO			5/04/2024	Guia 320	
344	1812	27-03-24			Sombrillas para vigia	3	UNIDAD	MEDIA	ENVIADO			5/04/2024	Guia 320	
345	1812	27-03-24			Papel bond A4	5	UNIDAD	MEDIA	ENVIADO			2/04/2024	Guia 292	
346	1812	27-03-24			Bloqueador solar para estacion de emergencia	2	UNIDAD	MEDIA	ENVIADO			4/04/2024	Guia 293	
347	1812	27-03-24			Bolsas rojas para residuos para cilindro	2	PAQUETE	MEDIA	ENVIADO			4/04/2024	Guia 293	
348	1812	27-03-24			Bolsas Negras para cilindro	2	PAQUETE	MEDIA	ENVIADO			4/04/2024	Guia 293	
349	915	30-03-24			Stickert codigo Wcaro	10	UNIDAD	MEDIA	CANCELADO					
350	915	30-03-24			Esparrago y tuerca para camioneta VON-891	1	UNIDAD	MEDIA	ENVIADO			4/04/2024	Guia 307	
351	915	30-03-24			Stickert pala	4	UNIDAD	BAJA	ENVIADO			21/05/2024	537	
352	915	30-03-24			Stickert pico	4	UNIDAD	BAJA	ENVIADO			21/05/2024	537	
353	915	30-03-24			Stickert punto de refugio	4	UNIDAD	BAJA	ENVIADO			21/05/2024	538	
354	915	30-03-24			Stickert bandeja	4	UNIDAD	BAJA	ENVIADO			21/05/2024	537	
355	915	30-03-24			Stickert tacos	4	UNIDAD	BAJA	ENVIADO			21/05/2024	537	
356	915	30-03-24			Stickert use puntos de apoyo	4	UNIDAD	BAJA	ENVIADO			21/05/2024	538	
357	915	30-03-24			Stickert botiquin	4	UNIDAD	BAJA	ENVIADO			21/05/2024	537	
358	915	30-03-24			Stickert conos	4	UNIDAD	BAJA	ENVIADO			21/05/2024	537	
359	915	30-03-24			Stickert extintor	4	UNIDAD	BAJA	ENVIADO			21/05/2024	537	
360	915	30-03-24			Stickert caja de herramientas	4	UNIDAD	BAJA	ENVIADO			21/05/2024	537	
361	915	30-03-24			Stickert peligro de atrancamiento	4	UNIDAD	MEDIA	ENVIADO			21/05/2024	537	
362	915	30-03-24			Franela para equipos	4	METRO	MEDIA	ENVIADO			4/04/2024	Guia 296	
363	1813	30-03-24			Guantes antiestaticos talla 7	24	PAR	MEDIA	ENVIADO			5/04/2024	Guia 314	
364	1813	30-03-24			Guantes antiestaticos talla 8	24	PAR	MEDIA	ENVIADO			4/04/2024	Guia 294	
365	1813	30-03-24			Tapones auditivos	24	UNIDAD	MEDIA	ENVIADO			4/04/2024	Guia 294	
366	1813	30-03-24			Sobre lentes oscuros	24	UNIDAD	MEDIA	ENVIADO			4/04/2024	Guia 294	
367	1813	30-03-24			Lentes claros	24	UNIDAD	MEDIA	ENVIADO			4/04/2024	Guia 294	
368	1813	30-03-24			Lentes oscuros	48	UNIDAD	MEDIA	ENVIADO			5/04/2024	Guia 305	
369	1813	30-03-24			Zapatos de seguridad talla 42	4	PAR	MEDIA	ENVIADO			4/04/2024	Guia 294	

Nota. Captura de pantalla correspondiente al registro utilizado en la empresa.

Figura 25

Registro de órdenes pendientes con implementación de 9S parte 1

Seguimiento de requerimientos (Piloto)

Archivo Editar Ver Insertar Formato Datos Herramientas Extensiones Ayuda

Menús

100% 123 Times ... 10 B I A

Compartir

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
	Nota de pedido	Fecha Solicitud	Solicitante	Contrato	Descripción	Cantidad Solicitada	Unidad	Responsable	Autorización	Estado Oficina Moquegua	Cantidad enviada	Nº Guía	Fecha de envío (Oficina Moq a Taller)
103	94	27/10/2025		CES	Escalera recta de 2 metros	1	UND		Observado	Observado - Mina			
104	94	27/10/2025		MDV	Clavo de 4"	5	kg		Aprobado	Pendiente			
105	CORREO	27/10/2025		MDV	Silla ergonómica	8	UND		Aprobado	Nota no recibida			
106	CORREO	28/10/2025		MDV	Cartel Matpel	3	UND		Aprobado	Listo			
107	CORREO	28/10/2025		MDV	Sticker brillante con medidas 30 cm x 13 cm. (WCARO)	25	UND		Aprobado	Listo			
108	95	29/10/2025		MDV	Interruptor de boton pulsador de encendido y apagado de 6 pines AC 125V-DC12V. -16A	2	UND		Aprobado	Pendiente			
109	95	29/10/2025		MDV	Urea automotriz	20	GALON		Aprobado	Pendiente			
110	95	29/10/2025		MDV	Pasador de Chaveta 38-5325 para ripers de moloniveladora	6	UND		Aprobado	Pendiente			
111	95	29/10/2025		MDV	Bomba manual para aceites	1	UND			Pendiente			
112	95	29/10/2025		MDV	Bomba de Vacio para sacar muestras	1	UND			Pendiente			
113	95	29/10/2025		MDV	Base metalica para ploteo	1	UND			Pendiente			
114	95	29/10/2025		MDV	Neumatico de volquete Placa: BYF-627 Marca: Ovation Radio: 12,00 R20	1	UND		Aprobado	Pendiente			
115	CORREO	30/10/2025		MDV	CINTA REFLECTIVA AMARILLO LIMON FLUORESCENTE 3M 4" 100MM X 50M	3	UND		Aprobado	Listo	3	1496	5/11/2025
116	96	31/10/2025		MDV	Neumatico con aro de volquete 208-W/C placa: BTN-794 marca: WESTLAKE radio: 12,00 r20	1	UND		Aprobado	Pendiente			
117	96	31/10/2025		MDV	Neumatico con aro de volquete 208-W/C placa: BTN-794 marca: TRIANGLE radio: 12,00 r20	1	UND		Aprobado	Pendiente			
118	96	31/10/2025		MDV	Alfojalodo Vistony	6	UND		Aprobado	Pendiente			
119	96	31/10/2025		MDV	Limpia contacto Vistony	6	UND		Aprobado	Pendiente			
120	97	31/10/2025		MDV	Sobrelentes oscuros	24	UND		Aprobado	Listo	24	1487	3/11/2025

Nota. Captura de pantalla correspondiente al registro utilizado en la empresa.

Figura 26

Registro de órdenes pendientes con implementación de 9S parte 2

Seguimiento de requerimientos (Piloto) ☆ 📁 🌐

Archivo Editar Ver Insertar Formato Datos Herramientas Extensiones Ayuda

Q Menús 100% 123 Times ... 10 B I A

A1 Nota de pedido

	A	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
	Nota de pedido	Autorización	Estado Oficina Moquegua	Cantidad enviada	Nº Guía	Fecha de envío (Oficina Moq a Taller)	Estado de pedido en Taller	Fecha de Envío (Taller a Quellaveco)	Estado (Almacén Quellaveco)	Fecha de Recepción (Almacén Quellaveco)	
103	94	Observado	Observado - Mina				Conforme		Recibido		2m y 2,40m
104	94	Aprobado	Pendiente						Pendiente		
105	CORREO	Aprobado	Nota no recibida				Conforme	17-11-25	Recibido		DUEÑAS
106	CORREO	Aprobado	Listo				Conforme	31/10/25	Recibido		
107	CORREO	Aprobado	Listo				Conforme	31/10/25	Recibido		
108	95	Aprobado	Pendiente						Pendiente		
109	95	Aprobado	Pendiente				Conforme		Recibido		
110	95	Aprobado	Pendiente						Pendiente		
111	95		Pendiente						Pendiente		
112	95		Pendiente						Pendiente		
113	95		Pendiente				Conforme		Recibido		2025
114	95	Aprobado	Pendiente				Conforme		Recibido		2025
115	CORREO	Aprobado	Listo	3	1496	5/11/2025	Conforme		Recibido		
116	96	Aprobado	Pendiente				Conforme		Recibido		2025
117	96	Aprobado	Pendiente				Conforme		Recibido		2025
118	96	Aprobado	Pendiente						Recibido		
119	96	Aprobado	Pendiente						Recibido		
120	97	Aprobado	Listo	24	1487	3/11/2025	Conforme	3-11-25	Recibido	3/11/25	

Nota. Captura de pantalla correspondiente al registro utilizado en la empresa

4.4. Fase 4: Estabilización de mejoras

4.4.1. Mantenimiento de la Mejora

Con el fin de asegurar la continuidad y sostenibilidad de las mejoras implementadas en el proceso de atención de requerimientos de materiales, se propuso un sistema de prevención alineado al principio **JIDOKA**, cuyo objetivo es detectar fallas de forma temprana, detener el proceso ante cualquier inconsistencia y corregirla de inmediato antes de que afecte el flujo logístico. Las acciones propuestas son:

Base de datos de requerimientos. Respaldo automático semanal en la nube para garantizar disponibilidad y evitar pérdida de información.

Revisión de integridad y consistencia de registros, activando una alerta cuando se detectan datos faltantes, duplicados o inconsistencias de estado.

Excel de control de requerimientos. Auditoría interna quincenal con los responsables logísticos para verificar:

Cumplimiento de campos obligatorios

Correcto uso de formatos estandarizados

Congruencia entre fechas y estado del requerimiento

Figura 27

Formato de auditoría de control de requerimientos

Formato de Registro de Observaciones y Retroalimentación							
Nº	Código Req.	Tipo de observación	Descripción	Área responsable	Acción definida	Responsable	Fecha cierre

Nota. Elaboración propia

Checklists digitales de entregas. Revisión quincenal, identificando observaciones

abiertas, entregas incompletas o evidencias faltantes (realizar un listado de las observaciones para una retroalimentación posterior).

Figura 28

Registro de observaciones y retroalimentación

Formato de Auditoría del Excel de Control de Requerimientos						
Nº	Ítem de verificación	Cumple (Sí/No)	Observación	Responsable	Acción correctiva	Fecha compromiso
1	Campos obligatorios completos					
2	Formato correcto del código de requerimiento					
3	Fecha de solicitud coherente					
4	Estado del requerimiento actualizado					
5	Coincidencia con base de datos					

Nota. Elaboración propia

El encargado valida la corrección antes de permitir la continuidad del proceso.

4.4.2. Mejora Total de Calidad

En base a los indicadores elegidos, se propone la creación del Sistema de Validación Automática mediante Reglas Inteligentes (en Excel), que permite asegurar la calidad del registro y gestión de los requerimientos logísticos mediante controles integrados en la base de datos. Este sistema propone reemplazar el uso de formatos manuales y garantiza que las inconsistencias sean detectadas en tiempo real, evitando su propagación a las etapas siguientes del proceso.

El enfoque se fundamenta en los principios de JIDOKA, habilitando una “autodetección del error” y la “paralización virtual” del flujo cuando se identifican datos incorrectos, incompletos o incoherentes.

El sistema opera sobre una base de datos en Excel configurada con validaciones dinámicas, reglas condicionales y funciones inteligentes que actúan automáticamente cuando se registra un requerimiento.

Reglas Automáticas Integradas:

Validación de cantidades y unidad de medida (UM). Si la cantidad ingresada no

corresponde al tipo de UM esperada: La celda se resalta en **rojo**, se emite una alerta visual que detiene el avance del registro.

Control de tiempo de entrega. El sistema compara la fecha prevista de entrega con el plazo estándar del proceso. Si se detecta un exceso: Se genera la marca “Retraso”.

Gestión de alertas JIDOKA. Si aparece una alerta o color rojo, se detiene el proceso. El usuario corrige la información hasta que la alerta desaparezca

Confirmación automática. Una vez que todas las reglas se cumplen, el registro pasa a estado “Validado”.

4.5. Fase 5: Estandarización

4.5.1. Estandarización de métodos de trabajo

Esta etapa fue fundamental en la implementación de Lean Logistics puesto que se documentó, a través de un manual de procedimientos (anexo 02), cada uno de los procesos desde que se realiza el pedido hasta que llega al cliente.

La creación del Manual de procedimientos estuvo a cargo del asistente de logística y de la investigadora, utilizando información obtenida mediante observación directa, revisión documental y análisis de los procesos existentes. Para la cual se utilizó la técnica de 5W1H, la cual permitió a los responsables detallar las funciones, pasos y responsables de cada actividad y proceso.

Figura 29

Técnica de 5W1H



Nota. Extraído de la red

Tabla 23

Plan de acción 5W1H para la estandarización de procesos logísticos

What (¿Qué?)	Why (¿Por qué?)	Where (¿Dónde?)	When (¿Cuándo?)	Who (¿Quién?)	How (¿Cómo?)	Recursos	Seguimiento
Elaborar manual de procedimientos logísticos	Estandarizar las actividades y reducir la variabilidad del proceso	Área logística y almacenes	Marzo 2025	Asistente Administrativo y jefe de Logística	Documentación de actividades y flujogramas	Computadora, registros históricos, formatos internos	Revisión mensual del cumplimiento
Definir responsables por actividad	Evitar duplicidad de funciones y retrasos	Área logística	Marzo 2025	Jefe de Logística	Asignación formal de responsabilidades	Organigrama y manual de funciones	Verificación trimestral
Estandarizar el registro de requerimientos	Mejorar la trazabilidad de los pedidos	Oficina administrativa y almacenes	Abril 2025	Asistente Administrativo	Implementación de formato único de control	Archivo Excel estandarizado	Auditoría mensual de registros
Implementar controles de seguimiento	Reducir requerimientos fuera de tiempo	Área logística	Abril 2025	Asistente Administrativo	Monitoreo mediante indicadores logísticos	Base de datos y reportes KPI	Evaluación mensual
Capacitar al personal involucrado	Garantizar el uso adecuado de los procedimientos	Oficina administrativa y almacenes	Mayo 2025	Jefe de Logística	Charlas y capacitaciones internas	Manual de procedimientos y material de apoyo	Registro de asistencia y evaluación
Realizar auditorías de cumplimiento	Mantener la sostenibilidad de las mejoras	Área logística y almacenes	Mensualmente	Jefe de Logística	Lista de verificación y revisión documental	Check list de auditoría	Informe mensual de resultados

Nota. Elaboración propia

4.5.2. Adaptación de la demanda

Tabla 24

Estado de requerimientos periodo post implementación

Mes	Solicitados	Fuera de tiempo	Inconforme	Cancelado
Mar-25	103	20	3	14
Abr-25	94	19	2	8
May-25	58	18	1	2
Jun-25	78	10	3	4
Jul-25	94	18	5	11
Ago-25	70	11	4	3
Set-25	61	9	3	4
Oct-25	89	28	3	7
Nov-25	95	23	3	7
Dic-25	110	13	5	8

Nota. Elaboración propia

Tabla 25*Indicadores de periodo post implementación*

Mes	Eficiencia	Eficacia	Productividad logística	Índice de puntualidad
Mar-25	66.99%	97.09%	83.50%	80.58%
Abr-25	78.72%	97.87%	89.36%	79.79%
May-25	89.66%	98.28%	94.83%	68.97%
Jun-25	82.05%	96.15%	91.03%	87.18%
Jul-25	65.96%	94.68%	82.98%	80.85%
Ago-25	80.00%	94.29%	90.00%	84.29%
Set-25	77.05%	95.08%	88.52%	85.25%
Oct-25	77.53%	96.63%	88.76%	68.54%
Nov-25	78.95%	96.84%	89.47%	75.79%
Dic-25	76.36%	95.45%	88.18%	88.18%

Nota. Elaboración propia**Tabla 26***Costo por tiempo improductivo post implementación*

Mes	HM motoniveladora	HM perdida	HM perdidas por demoras logísticas	Costo HM perdidas por demoras logísticas
Mar-25	178	2	1	\$ 90.00
Abr-25	179	1	0	\$ -
May-25	178	2	0	\$ -
Jun-25	178	2	1	\$ 90.00
Jul-25	179	1	0	\$ -
Ago-25	178	2	0	\$ -
Set-25	177	3	0	\$ -
Oct-25	178	2	1	\$ 90.00
Nov-25	177	3	0	\$ -
Dic-25	179	1	1	\$ 90.00

Nota. Elaboración propia

4.6. Fase 6: Fabricación en flujo

El análisis del flujo operativo muestra que el tiempo total para completar un ciclo de pedidos es de 2.21 h/req. Este indicador muestra que existe capacidad disponible para procesar más requerimientos; sin embargo, producir o preparar materiales antes de tiempo generaría: sobreproducción, congestión en áreas de almacenamiento, re-trabajos por ajustes posteriores, mayores tiempos de alistamiento.

Por ello, se propone que el sistema evolucione hacia un modelo JIT real.

4.6.1. Propuesta de implementación de Just in Time y sistema Pull

La propuesta de implementación de Just in Time tiene como finalidad sincronizar el abastecimiento de materiales con la demanda real de obra, evitando entregas anticipadas, acumulación de inventarios y retrasos en la atención de requerimientos. Para ello, se plantea la adopción de un sistema Pull, donde cada actividad es activada por la necesidad real de la etapa siguiente:

4.6.1.1. Protocolo operacional del sistema JIT

El proceso inicia con la emisión y validación del requerimiento por parte de obra. Una vez aprobado, el requerimiento ingresa al tablero de control logístico, donde es clasificado según criterios de prioridad y disponibilidad.

Posteriormente, el almacén verifica la existencia de stock y define si el material será despachado inmediatamente o gestionado mediante compra. El despacho se programa de acuerdo con las necesidades reales de consumo en obra, evitando envíos anticipados que generen almacenamiento innecesario o riesgos de deterioro.

4.6.1.2. Reglas de priorización de requerimientos

Como parte de la propuesta de implementación del sistema Just in Time (JIT) y Pull System, se establecieron criterios de priorización para la atención de

requerimientos logísticos, con el fin de asegurar que los materiales sean abastecidos de acuerdo con la criticidad de las operaciones en obra.

La clasificación propuesta permite definir tiempos máximos de atención y constituye la base para la medición del indicador de puntualidad logística.

Tabla 27

Reglas de priorización de requerimientos

Prioridad	Descripción	Tiempo máximo de atención
Alta	Materiales críticos cuya ausencia puede generar paralización de equipos, retrasos en actividades críticas o afectación directa de la operación.	4 días calendario
Media	Materiales requeridos para actividades programadas que no generan una paralización inmediata de la operación.	8 días calendario
Baja	Materiales de reposición, consumo rutinario o actividades no críticas.	10 días calendario

Nota. Elaboración propia

4.6.1.3. Frecuencia de revisión

Se propone realizar revisiones diarias de los requerimientos pendientes por parte del almacenero y del asistente administrativo, complementadas con una reunión semanal de seguimiento entre logística y obra para evaluar el cumplimiento de los plazos establecidos y resolver incidencias.

4.6.1.4. Indicadores de cumplimiento

Para monitorear la efectividad del sistema JIT se propone controlar los siguientes indicadores:

Tabla 28

Indicadores propuestos

Indicador	Fórmula
Índice de puntualidad	$\frac{\text{Requerimientos entregados a tiempo}}{\text{Total de requerimientos}}$

Tiempo promedio de atención	Tiempo total de atención / Número de requerimientos
Porcentaje de requerimientos fuera de plazo	Requerimientos fuera de tiempo / Total de requerimientos
Porcentaje de requerimientos conformes	Requerimientos conformes / Total de requerimientos

Nota. Elaboración propia

El seguimiento de estos indicadores permitirá verificar el grado de cumplimiento del sistema Pull y su contribución a la reducción de desperdicios logísticos.





CAPÍTULO V

5. RESULTADOS

5.1. Contrastación de hipótesis con los resultados

5.1.1. Análisis descriptivo

Con el propósito de determinar la efectividad de la implementación de Lean Logistics en la empresa de construcción civil ubicada en Moquegua, se realizaron mediciones de indicadores clave de desempeño (KPIs) antes y después de la intervención.

Cada indicador fue medido durante 10 meses consecutivos en ambos periodos, manteniendo la misma unidad logística de análisis. Las observaciones corresponden a registros mensuales consecutivos del mismo proceso logístico empresarial, por lo que existe dependencia entre las mediciones realizadas en ambos periodos.

Los indicadores evaluados fueron: eficiencia, eficacia, productividad logística, índice de puntualidad y costo tiempo improductivo.

Tabla 29

Indicador 1: Eficiencia de los procesos logísticos pre y post

	Eficiencia pre	Eficiencia post
Media	0.666289061	0.773265872
Error típico	0.033015052	0.021684175
Mediana	0.637853949	0.781257471
Moda	-	-
Desviación estándar	0.104402762	0.068571384
Varianza de la muestra	0.010899937	0.004702035
Curtosis	0.134430298	0.772774758
Coefficiente de asimetría	1.038966896	-0.245251323
Rango	0.31531305	0.236977256
Mínimo	0.56097561	0.659574468
Máximo	0.87628866	0.896551724
Suma	6.662890609	7.732658718
Cuenta	10	10

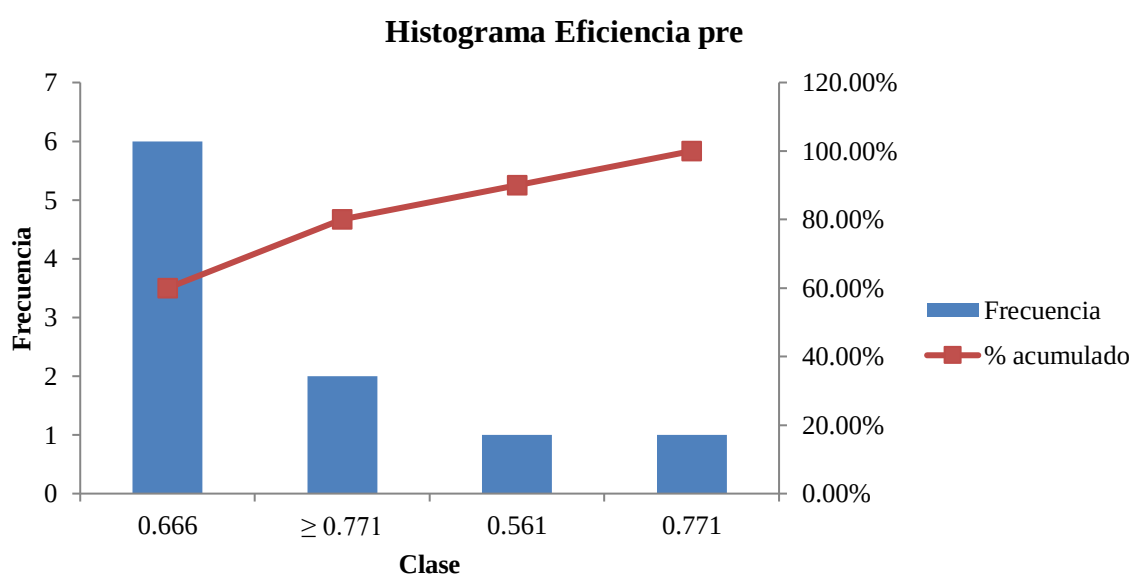
Nota. Elaboración propia

La eficiencia mejoró, lo que refleja una disminución de tiempos muertos y mayor fluidez en la logística. La dispersión también se redujo, indicando mayor control del proceso.



Figura 30

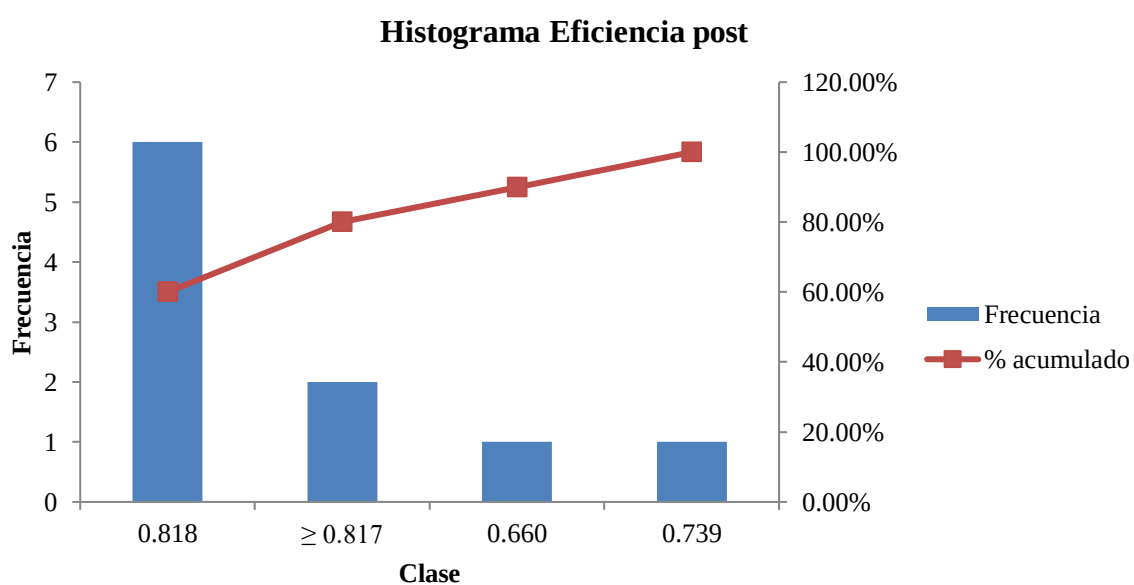
Histograma Eficiencia pre



Nota. Elaboración propia

Figura 31

Histograma Eficiencia post



Nota. Elaboración propia

Tabla 30*Indicador 2: Eficacia de los procesos logísticos pre y post*

	Eficacia pre	Eficacia post
Media	0.914812437	0.962363824
Error típico	0.012500518	0.00425007
Mediana	0.92568306	0.963915298
Moda	-	-
Desviación estándar	0.03953011	0.013439902
Varianza de la muestra	0.00156263	0.000180631
Curtosis	-0.475651961	-1.153165097
Coefficiente de asimetría	-0.397711262	0.031889864
Rango	0.124545926	0.039901478
Mínimo	0.85106383	0.942857143
Máximo	0.975609756	0.982758621
Suma	9.148124371	9.623638241
Cuenta	10	10

Nota. Elaboración propia

La eficacia mejoró, mostrando mayor cumplimiento de especificaciones técnicas y reducción de errores.

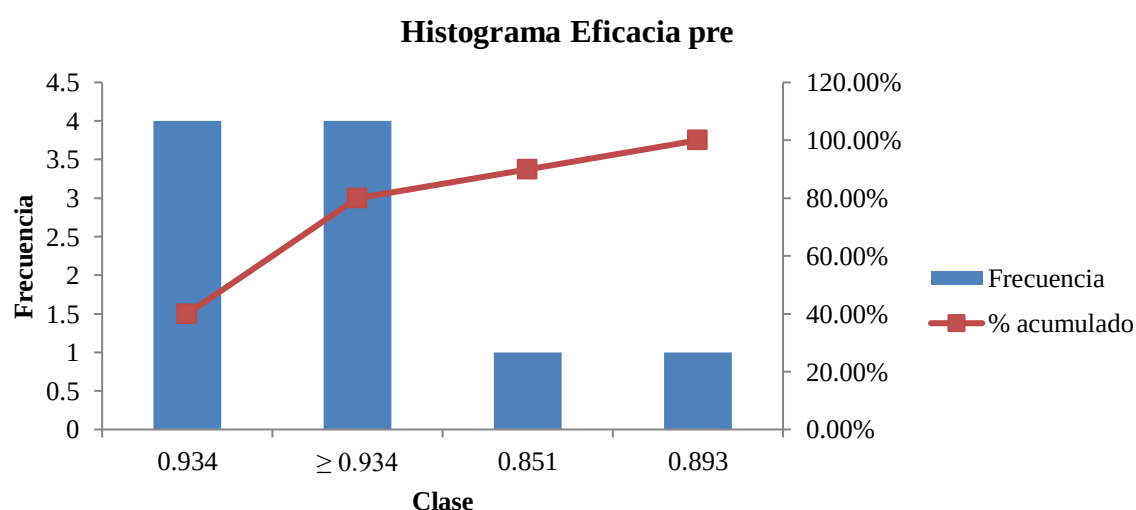
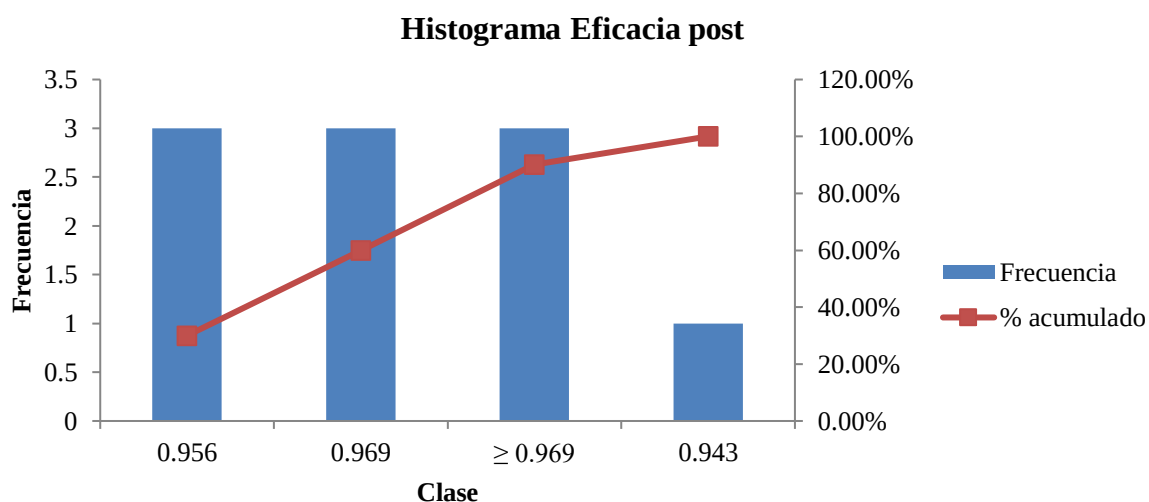
Figura 32*Histograma eficacia pre**Nota.* Elaboración propia

Figura 33

Histograma eficacia post



Nota. Elaboración propia

Tabla 31

Productividad logística de los procesos logísticos pre y post

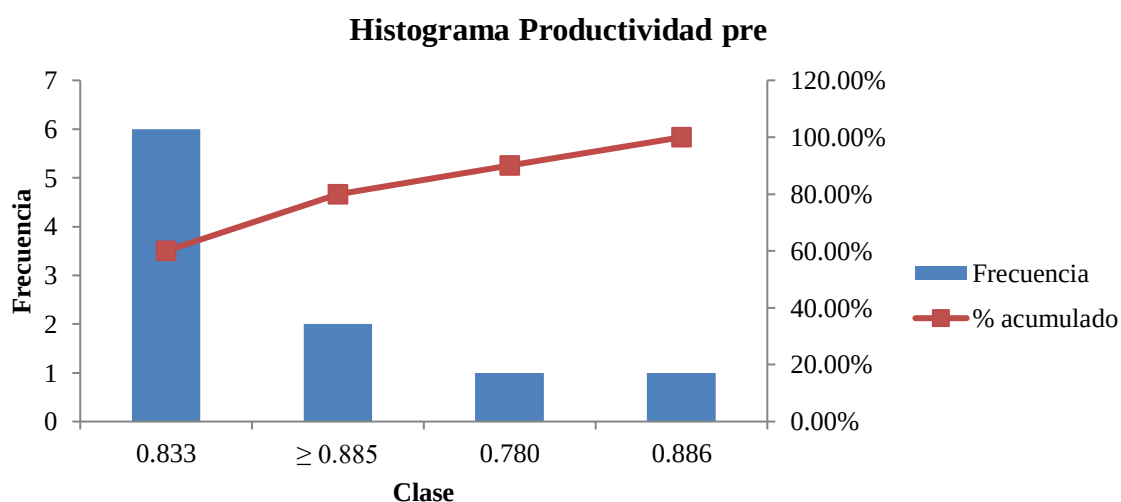
	Productividad logística pre	Productividad logística post
Media	0.83314453	0.886632936
Error típico	0.016507526	0.010842088
Mediana	0.818926975	0.890628735
Moda	-	-
Desviación estándar	0.052201381	0.034285692
Varianza de la muestra	0.002724984	0.001175509
Curtosis	0.134430298	0.772774758
Coefficiente de asimetría	1.038966896	-0.245251323
Rango	0.157656525	0.118488628
Mínimo	0.780487805	0.829787234
Máximo	0.93814433	0.948275862
Suma	8.331445305	8.866329359
Cuenta	10	10

Nota. Elaboración propia

La productividad aumentó, gracias a la estandarización del flujo y el uso de herramientas Lean para eliminar pasos innecesarios.

Figura 34

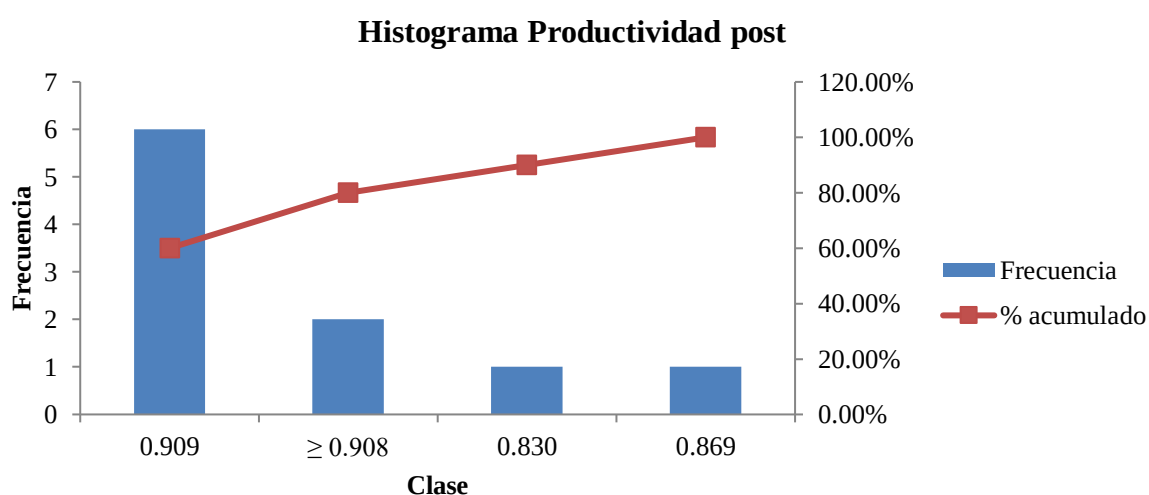
Histograma Productividad logística pre



Nota. Elaboración propia

Figura 35

Histograma Productividad logística post



Nota. Elaboración propia

Tabla 32

Indicador 4: Índice de puntualidad de los procesos logísticos

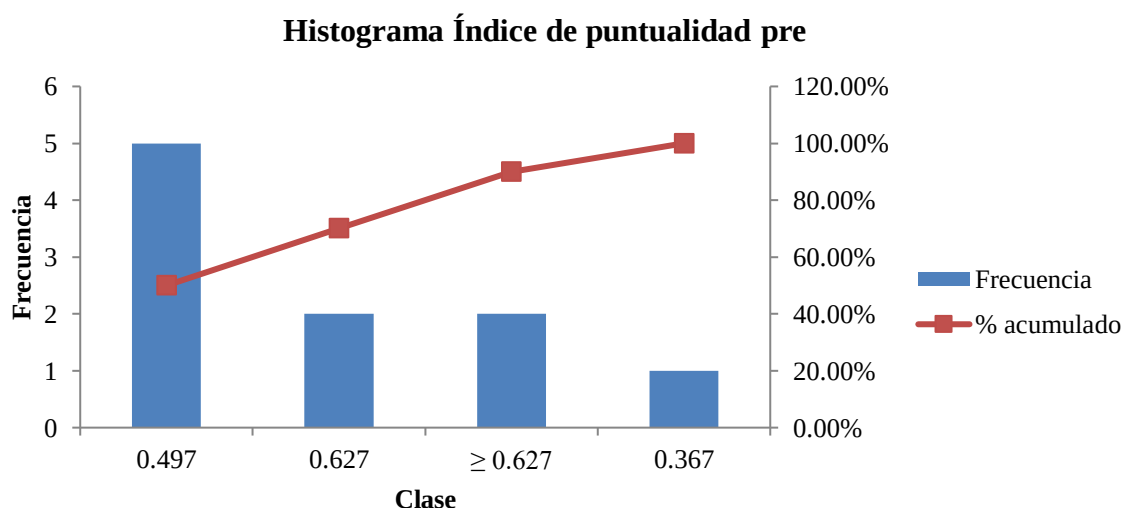
	Índice de puntualidad pre	Índice de puntualidad post
Media	0.505190689	0.79940806
Error típico	0.040717573	0.022017248
Mediana	0.464168618	0.807167941
Moda	-	-
Desviación estándar	0.12876027	0.069624651
Varianza de la muestra	0.016579207	0.004847592
Curtosis	-0.198104919	-0.604450273
Coefficiente de asimetría	0.848648685	-0.701369925
Rango	0.390909091	0.196424923
Mínimo	0.366666667	0.685393258
Máximo	0.757575758	0.881818182
Suma	5.051906887	7.994080602
Cuenta	10	10

Nota. Elaboración propia

Este es el indicador con mayor mejora. Se corrigieron los principales cuellos de botella: demora en validaciones, reprocesos, mala planificación y falta de trazabilidad.

Figura 36

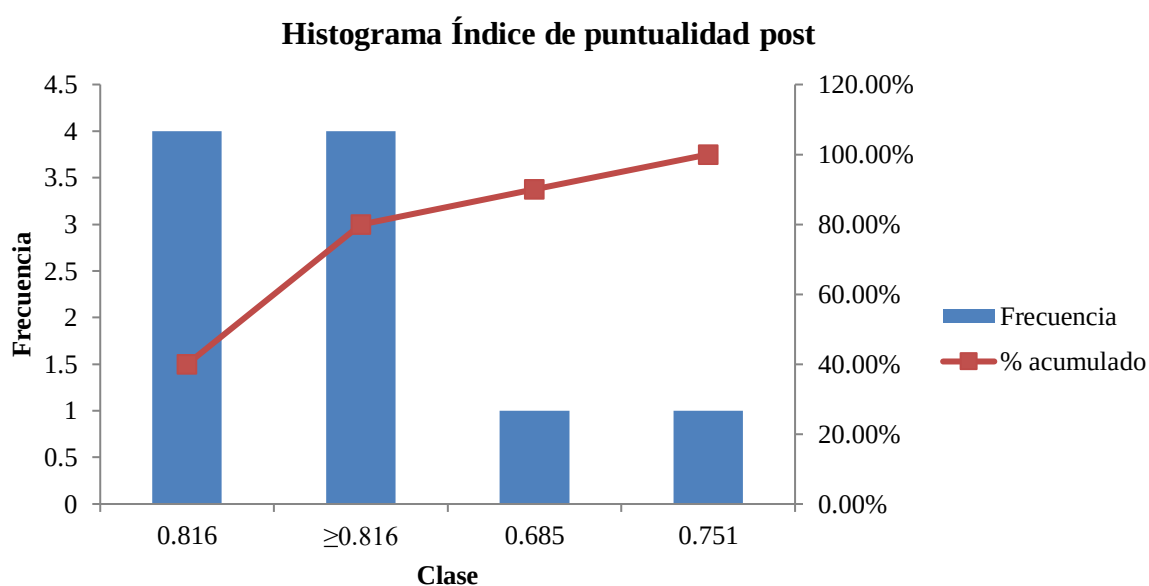
Histograma Índice de puntualidad pre



Nota. Elaboración propia

Figura 37

Histograma Índice de puntualidad post



Nota. Elaboración propia

5.1.2. Análisis inferencial

Prueba de normalidad Shapiro–Wilk

La prueba de normalidad Shapiro–Wilk se aplicó a los indicadores logísticos en los periodos pre y post implementación, debido a su alta potencia estadística para tamaños muestrales pequeños ($n = 10$).

Criterio de decisión:

$p > 0.05 \rightarrow$ distribución normal

$p \leq 0.05 \rightarrow$ no normalidad

Tabla 33*Prueba Shapiro–Wilk de indicadores pre y post implementación*

Indicador	Pre p-value	Post p-value	Interpretación	IC 95%
Eficiencia	0.107	0.273	Normal	6.06 a 15.34
Eficacia	0.616	0.827	Normal	1.95 a 7.56
Productividad logística	0.108	0.275	Normal	3.03 a 7.67
Índice de puntualidad	0.277	0.238	Normal	20.41 a 38.43
Costo por tiempo improductivo	0.025	0.00017	No normal	No paramétrico

Nota. Elaboración propia

Los resultados indican que 4 de los 5 indicadores, tanto en el periodo pre como post implementación, cumplen el supuesto de normalidad ($p > 0.05$).

En los cuatro primeros indicadores, los intervalos de confianza son completamente positivos y no incluyen el cero, lo que refuerza la significancia estadística.

Prueba de hipótesis

Hipótesis:

H_0 : Lean Logistics no mejora significativamente los indicadores logísticos.

H_1 : Lean Logistics mejora significativamente los indicadores logísticos.

Nivel de significancia:

$\alpha = 0.05$

Se procedió a establecer como criterio de aceptación de la hipótesis que los indicadores presenten diferencias estadísticamente significativas entre el periodo pre y post a la implementación de Lean Logistics.

Mejora mínima esperada

Se estableció como mejora mínima esperada una variación favorable igual o superior a 5% respecto a la línea base de cada indicador logístico.

Selección del estadístico de Prueba

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas para los cuatro primeros indicadores y la prueba de Wilcoxon para muestras emparejadas para el último indicador. La utilización de pruebas pareadas se justifica porque las observaciones no corresponden a grupos independientes, sino a mediciones repetidas del mismo proceso logístico de la empresa en dos momentos distintos: antes y después de la implementación de Lean Logistics.

Estacionalidad

El estudio comparó dos ventanas temporales equivalentes de diez meses cada una: mayo de 2024 a febrero de 2025 como periodo pre implementación y marzo de 2025 a diciembre de 2025 como periodo post implementación. Al tratarse de una operación continua de construcción civil, con requerimientos logísticos permanentes durante el año, no se identificó evidencia documental de una estacionalidad marcada que altere de forma sistemática el comportamiento mensual de los indicadores. Además, el análisis se realizó sobre periodos consecutivos de igual duración, lo que reduce el riesgo de sesgos asociados a fluctuaciones coyunturales de corto plazo. No obstante, esta condición debe entenderse como una limitación propia del diseño preexperimental, al no existir un grupo control ni una descomposición formal de serie temporal.

Softwares utilizados

El procesamiento y análisis de la información se realizó en Microsoft Excel, utilizando hojas de cálculo para la consolidación de los registros históricos, el cálculo de los indicadores mensuales y la ejecución de las pruebas de hipótesis correspondientes.

Para la verificación del supuesto de normalidad con Shapiro Wilk, la prueba no paramétrica de Wilcoxon y el coeficiente r se utilizó SPSS.

Cálculo del estadístico de prueba indicador 1

Tabla 34

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas del indicador 1

	<i>Eficiencia pre</i>	<i>Eficiencia post</i>
Media	0.666289061	0.773265872
Varianza	0.010899937	0.004702035
Observaciones	10	10
Coeficiente de correlación de Pearson	0.795587554	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	9	
Estadístico t	-5.213308389	
P(T<=t) una cola	0.000277061	
Valor crítico de t (una cola)	1.833112933	
P(T<=t) dos colas	0.000554122	
Valor crítico de t (dos colas)	2.262157163	

Nota. Elaboración propia

Regla de decisión:

Si $p\text{-value} \leq 0.05$, se rechaza H_0

Si $p\text{-value} > 0.05$, no se rechaza

Dado que:

$$p\text{-value} = 0.000554 < 0.05$$

Se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa (H_1).

Cálculo de la magnitud del cambio relativo indicador 1

Tabla 35

Magnitud del cambio relativo indicador 1

Descripción	Valor
Media pre intervención	0.6663
Media post intervención	0.7733
Diferencia absoluta de medias	0.1070
Incremento porcentual	16.06 %

Nota. Elaboración propia

El incremento del 16.06 % en la eficiencia logística evidencia una mejora operativa relevante, asociada a la reducción de tiempos improductivos y reprocesos.

Cálculo del estadístico de prueba indicador 2

Tabla 36

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas del indicador 2

	Eficacia pre	Eficacia post
Media	0.914812437	0.962363824
Varianza	0.00156263	0.000180631
Observaciones	10	10
Coefficiente de correlación de Pearson	0.196245959	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	9	
Estadístico t	-3.838364296	
P(T<=t) una cola	0.001988235	
Valor crítico de t (una cola)	1.833112933	
P(T<=t) dos colas	0.00397647	
Valor crítico de t (dos colas)	2.262157163	

Nota. Elaboración propia

Regla de decisión:

Si $p\text{-value} \leq 0.05$, se rechaza H_0

Si $p\text{-value} > 0.05$, no se rechaza

Dado que:

$$p\text{-value} = 0.003976 < 0.05$$

Se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa (H_1).

Cálculo de la magnitud del cambio relativo indicador 2

Tabla 37

Magnitud del cambio relativo indicador 2

Descripción	Valor
Media pre-intervención	0.9148
Media post intervención	0.9624
Diferencia absoluta de medias	0.0476
Incremento porcentual	5.21 %

Nota. Elaboración propia

El aumento del 5.21 % en la eficacia indica un mayor nivel de cumplimiento de los requerimientos conforme a lo planificado.

Cálculo del estadístico de prueba indicador 3

Tabla 38

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas del indicador 3

	Productividad logística pre	Productividad logística post
Media	0.83314453	0.886632936
Varianza	0.002724984	0.001175509
Observaciones	10	10
Coefficiente de correlación de Pearson	0.795587554	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	9	
Estadístico t	-5.213308389	
P(T<=t) una cola	0.000277061	
Valor crítico de t (una cola)	1.833112933	
P(T<=t) dos colas	0.000554122	
Valor crítico de t (dos colas)	2.262157163	

Nota. Elaboración propia

Regla de decisión:

Si $p\text{-value} \leq 0.05$, se rechaza H_0

Si $p\text{-value} > 0.05$, no se rechaza

Dado que:

$$p\text{-value} = 0.000554 < 0.05$$

Se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa (H_1).

Cálculo de la magnitud del cambio relativo indicador 3

Tabla 39

Magnitud del cambio relativo indicador 3

Descripción	Valor
Media pre intervención	0.8331
Media post intervención	0.8866
Diferencia absoluta de medias	0.0535
Incremento porcentual	6.42 %

Nota. Elaboración propia

El incremento del 6.42 % en la productividad logística refleja una relación más favorable entre los recursos empleados y los resultados obtenidos

Cálculo del estadístico de prueba indicador 4

Tabla 40

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas del indicador 4

	Índice de puntualidad pre	Índice de puntualidad post
Media	0.505190689	0.79940806
Varianza	0.016579207	0.004847592
Observaciones	10	10
Coeficiente de correlación de Pearson	0.310346244	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	9	
Estadístico t	-7.387277423	
P(T<=t) una cola	2.07957E-05	
Valor crítico de t (una cola)	1.833112933	
P(T<=t) dos colas	0.0000415915	
Valor crítico de t (dos colas)	2.262157163	

Nota. Elaboración propia

Regla de decisión:

Si $p\text{-value} \leq 0.05$, se rechaza H_0

Si $p\text{-value} > 0.05$, no se rechaza

Dado que:

$$p\text{-value} = 0.000041 < 0.05$$

Se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa (H_1).

Cálculo de la magnitud del cambio relativo indicador 4

Tabla 41

Magnitud del cambio relativo indicador 4

Descripción	Valor
Media pre-intervención	0.5052
Media post intervención	0.7994
Diferencia absoluta de medias	0.2942
Incremento porcentual	58.25 %

Nota. Elaboración propia

El incremento del 58.25 % evidencia una mejora sustancial en la entrega oportuna de materiales.

Cálculo del estadístico de prueba indicador 5

Tabla 42

Prueba Wilcoxon para muestras emparejadas del indicador económico

	Costo Pre (\$)	Costo Post (\$)
Media	72.00	36.00
Mediana	45.00	0.00
Observaciones	10	10
Suma de rangos positivos	0	
Suma de rangos negativos	1.5	
Estadístico Wilcoxon (W)	1.5	
p-value (bilateral)	0.375	

Nota. Elaboración propia

Regla de decisión:

Si $p\text{-value} \leq 0.05$, se rechaza H_0

Si $p\text{-value} > 0.05$, no se rechaza

Dado que:

$$p\text{-value} = 0.375 < 0.05$$

Se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa (H_1).

Cálculo de la magnitud del cambio relativo – Indicador 5

Tabla 43

Magnitud del cambio relativo del indicador 5

Descripción	Valor
Media pre intervención	72.00
Media post intervención	36.00
Diferencia absoluta de medias	36.00
Reducción porcentual	50.00 %

Nota. Elaboración propia

Aunque se evidencia una reducción del 50.00 % en el costo asociado a la inactividad de la motoniveladora, dicha diferencia no alcanzó significancia estadística ($p=0.375$), debió a la frecuencia de eventos de pérdida registrados duran el periodo analizado.

Tabla 44

Tamaño del efecto (d de Chen) de los indicadores logísticos

Indicador	d de Cohen	Interpretación
Eficiencia	1.65	Muy grande
Eficacia	1.21	Grande
Productividad logística	1.65	Muy grande
Índice de puntualidad	2.34	Muy grande

Nota. Elaboración propia

Los resultados muestran tamaños del efecto superiores a 0.80 en todos los indicadores

evaluados. De acuerdo con los criterios de Cohen (1988), estos valores corresponden a efectos grandes y muy grandes, evidenciando que la implementación de Lean Logistics generó mejoras no solo estadísticamente significativas, sino también de elevada relevancia práctica en el desempeño logístico de la empresa.

Tabla 45

Tamaño del efecto del indicador económico

Indicador	Estadístico	Valor	Interpretación
Costo de HM pérdidas por demoras logísticas	r de Rosenthal	0.639	Efecto grande

Nota. Elaboración propia

El resultado obtenido fue $r = 0.639$, lo que, de acuerdo con los criterios de Cohen (1988), corresponde a un tamaño del efecto grande.

Aunque la prueba de Wilcoxon no evidenció diferencias estadísticamente significativas al nivel de confianza del 95 % ($p = 0.375$), el valor del tamaño del efecto indica que la implementación de Lean Logistics generó una reducción de magnitud relevante en los costos asociados a horas-máquina pérdidas por demoras logísticas.

5.1.3. Interpretación general

El análisis estadístico demuestra que la implementación de Lean Logistics produjo mejoras significativas en los cuatro primeros indicadores clave, con aumentos especialmente relevantes en el índice de puntualidad.

Se confirma empíricamente que Lean Logistics permitió: reducir tiempos improductivos, eliminar actividades sin valor, incrementar la confiabilidad del proceso, mejorar la disponibilidad oportuna de materiales, incrementar la productividad global del área.

Además, los incrementos porcentuales obtenidos confirman que las diferencias identificadas mediante la prueba t no solo son estadísticamente significativas, sino que

representan mejoras operativas reales y medibles, fortaleciendo la validez aplicada de la metodología Lean Logistics en la empresa de construcción civil.

Los indicadores evaluados superan la mejora mínima esperada del 5%, obteniéndose incrementos de 16.06% en eficiencia, 5.21% en eficacia, 6.42% en productividad logística y 58.25% en puntualidad, así como una reducción del 50% en los costos asociados a la inactividad de equipos.

5.1.4. Discusión de resultados

Los resultados obtenidos en la presente investigación evidencian que la implementación de la metodología Lean Logistics genera una mejora significativa en los procesos logísticos de la empresa de construcción civil analizada, particularmente en la reducción de tiempos de atención de requerimientos, eliminación de actividades que no agregan valor, optimización del flujo de materiales e información y mejora de la eficiencia operativa. Estos hallazgos se ven sólidamente respaldados por la evidencia empírica revisada, la cual demuestra de manera consistente que la adopción de los principios Lean, fundamentados en el Sistema de Producción Toyota y el enfoque Just in Time, permite superar las limitaciones de la logística tradicional caracterizada por altos niveles de inventario, mayores costos operativos y largos lead time (Baro, Piña, & Valdiviezo, 2025). De manera concordante, diversos estudios basados en la aplicación de herramientas Lean como VSM, 5S, Kanban, SMED y TPM evidencian incrementos sustanciales en la eficiencia del ciclo del proceso, mejoras en la productividad y reducción de desperdicios tales como tiempos de espera, reprocesos, movimientos innecesarios y errores operativos, resultados que coinciden con las mejoras observadas en esta investigación tras la estandarización de procesos y la optimización de la gestión logística (Adefemi et al., 2023; Horzela & Semrau, 2021). Asimismo, la evidencia muestra que Lean Logistics impacta positivamente en la reducción de

costos logísticos y en el mejor aprovechamiento de los recursos, al optimizar la gestión de inventarios, reducir horas improductivas y mejorar la precisión en la atención de pedidos, aspectos que también se reflejan en los resultados del presente estudio, donde se logró fortalecer el desempeño logístico y el nivel de servicio a las áreas usuarias (Asencios & Miñan, 2024). De igual forma, los estudios que reportan incrementos significativos en la productividad, eficiencia de despacho, flujo de materiales y control de inventarios confirman que la aplicación sistemática de Lean Logistics produce mejoras medibles y sostenibles, reforzando los resultados obtenidos en esta investigación y evidenciando la pertinencia de su aplicación en contextos operativos complejos como la construcción y la minería (Chambergo, 2024; Condori, 2021).

Mientras algunos trabajos centran su análisis principalmente en la reducción de costos logísticos y la productividad global, priorizando herramientas como VSM, clasificación ABC y análisis costo-beneficio para cuantificar impactos económicos directos. (Asencios & Miñan, 2024; Condori, 2021)

La presente investigación amplía el enfoque al integrar la mejora del flujo de atención de requerimientos, la estandarización de procesos y la reducción de desperdicios operativos como ejes estratégicos para asegurar la continuidad operativa en obra, aspecto crítico en empresas de construcción civil. Asimismo, ciertos estudios enfatizan la mejora de indicadores específicos como la eficiencia del despacho, el control de inventarios o el rendimiento del personal (Chambergo, 2024), mientras que los resultados obtenidos en esta investigación evidencian una mejora integral del sistema logístico, abordando simultáneamente tiempos de respuesta, coordinación interáreas y confiabilidad del proceso, lo que refuerza un enfoque sistémico más alineado con los principios Lean.

De igual manera, algunos antecedentes se desarrollan en entornos manufactureros o de

operadores logísticos de terceros, donde los flujos son más estables y repetitivos, y la aplicación de Lean se orienta principalmente a la eficiencia del ciclo del proceso y la productividad del almacén (Adefemi et al., 2023; Horzela & Semrau, 2021). En contraste, la presente investigación demuestra que Lean Logistics es igualmente efectiva en un contexto de construcción civil, caracterizado por alta variabilidad en la demanda, restricciones operativas y dependencia directa de la logística para la ejecución de las actividades en obra. Esta diferencia de contexto resalta el valor del estudio al evidenciar que, más allá del sector, la metodología Lean puede adaptarse y generar mejoras significativas cuando se enfoca en la eliminación de desperdicios críticos y la estandarización de procesos clave. Asimismo, mientras algunos estudios destacan la necesidad de adoptar Lean como una filosofía organizacional de largo plazo (Baro, Piña, & Valdiviezo, 2025; Hidalgo, 2023), la presente investigación aporta evidencia concreta de mejoras operativas alcanzables incluso en etapas iniciales de implementación, reforzando su aplicabilidad práctica y su potencial como base para una mejora continua sostenible.

Si bien los resultados obtenidos muestran mejoras consistentes y alineadas con la literatura especializada, estos deben interpretarse dentro del alcance propio del estudio. La investigación se desarrolló en una empresa específica del sector construcción civil, por lo que los hallazgos reflejan principalmente la dinámica y condiciones operativas de dicho contexto. Asimismo, el proceso de implementación de Lean Logistics implicó una participación del personal, lo cual pudo favorecer una mayor sensibilización hacia las prácticas de mejora continua y un mejor cumplimiento de los procedimientos estandarizados durante el periodo de evaluación.

En ese marco, los resultados obtenidos constituyen una base sólida para futuras investigaciones orientadas a ampliar y profundizar el análisis del impacto de Lean Logistics

en contextos similares. Se sugiere, por tanto, replicar el estudio en otras empresas o proyectos de construcción civil, así como evaluar su integración progresiva con herramientas de soporte digital, tales como sistemas de información logística o tableros de control de indicadores, con la finalidad de fortalecer la sostenibilidad de las mejoras y potenciar la toma de decisiones basada en datos. Estas líneas de investigación permitirán consolidar y extender el conocimiento generado, contribuyendo al desarrollo de sistemas logísticos más eficientes y adaptativos.

Si bien se observaron mejoras significativas en los indicadores analizados, la investigación no controló experimentalmente variables externas como fluctuaciones en la demanda, cambios de personal, disponibilidad de materiales, desempeño de proveedores, condiciones de transporte o características particulares de las obras ejecutadas durante cada período. En consecuencia, los resultados deben interpretarse dentro del contexto operacional específico de la empresa.

CONCLUSIONES

1. La implementación de la metodología Lean Logistics generó mejoras estadísticamente significativas en el desempeño del sistema logístico, evidenciadas por la reducción de la variabilidad y el incremento sostenido en los indicadores clave, confirmando su efectividad como enfoque de optimización en entornos operativos reales.
2. Los resultados obtenidos evidenciaron incrementos relevantes en los indicadores logísticos analizados, destacando el índice de puntualidad con una mejora del 58.25 %, además de aumentos en la eficiencia, eficacia y productividad logística, lo que refleja un comportamiento favorable del proceso durante el período post implementación.
3. El análisis inferencial mostró diferencias estadísticamente significativas entre los períodos pre y post implementación ($p < 0.05$), indicando que las mejoras observadas presentan una baja probabilidad de atribuirse únicamente al azar dentro de las condiciones analizadas.
4. Desde la perspectiva económica, se observó una reducción del 50.00 % en el costo asociado a horas máquina perdidas por demoras logísticas, lo que evidencia una mejora en el aprovechamiento de los recursos operativos durante el período evaluado.
5. El diagnóstico inicial permitió identificar que una parte importante de las ineficiencias del proceso estaba relacionada con actividades que no agregaban valor, tales como esperas, reprocesos y demoras en la atención de requerimientos. La reducción de estas actividades estuvo asociada a mejoras tanto operativas como económicas.
6. La aplicación de herramientas Lean Logistics contribuyó a fortalecer la estandarización de procesos, mejorar la coordinación entre las áreas involucradas y aumentar la visibilidad del flujo logístico, favoreciendo una gestión más ordenada y predecible de los requerimientos.
7. Los resultados obtenidos respaldan la utilidad del diseño longitudinal con mediciones pre

y post intervención para evaluar cambios en indicadores logísticos. No obstante, debido a la ausencia de un grupo control y al posible efecto de factores externos como variaciones en la demanda, disponibilidad de materiales, desempeño de proveedores, condiciones operativas y características de los proyectos ejecutados, los resultados deben interpretarse como evidencia de una asociación favorable entre la aplicación de Lean Logistics y la mejora observada en los indicadores analizados.



RECOMENDACIONES

1. Institucionalizar la metodología Lean Logistics como parte del sistema de gestión de la empresa, integrándola a los lineamientos de mejora continua.
2. Realizar diagnósticos periódicos de los procesos logísticos para identificar nuevas oportunidades de mejora y prevenir la reaparición de desperdicios.
3. Fortalecer la capacitación continua del personal en herramientas Lean Logistics, promoviendo una cultura organizacional orientada a la eficiencia.
4. Estandarizar los procedimientos logísticos y definir tiempos máximos de atención para cada etapa del proceso.
5. Mantener el monitoreo constante de los indicadores de eficiencia, eficacia, productividad e índice de puntualidad para asegurar la sostenibilidad de las mejoras implementadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abhishek, P., & Maheshwar, P. (2020). Achieving Lean Warehousing Through Value Stream Mapping. *South Asian Journal of Business and Management Cases*, 387-401.
- Acero, R., Torralba, M., Pérez-Moya, R., & Pozo, J. (2020). Value Stream Analysis in Military Logistics: The Improvement in Order Processing Procedure. *Applied Sciences. MDPI*, 106.
- Adefemi, A., Rendani, M., Mukondeleli, G., & Ilesanmi, D. (2023). Development of an improvement framework for warehouse processes using lean six sigma (DMAIC) approach. A case of third party logistics (3PL) services. *Heliyon* 9, 1-19.
- APD. (2023). *Metodología Lean: Qué es y como puede impulsar tu modelo de negocio*. España: APD España.
- Asencios, P., & Miñan, G. (2024). Lean Logistics to reduce logistics costs in an SME, Lima - 2024. *Sustainable Engineering for a Diverse, Equitable, and Inclusive Future at the Service of Education, Research, and Industry for a Society 5.0*.
- Ballou, R. H. (2004). *Business Logistics/Supply Chain Management*. Pearson Educación.
- Baro, M., Piña, M., & Valdiviezo, J. (2025). A Comparison of Lean Logistics vs Traditional Logistics is Warranted. *Journal of Engineering Research and Reports*, 361-367.
- Begazo, J., & Quispe, R. (2023). *Propuesta de mejora basada en la Metodología Lean Logistics para optimizar los procesos del Área de Repuestos de una empresa del rubro automotriz, Arequipa -2022*. Perú: Universidad Continental.
- CEPAL. (2021). Logística y competitividad en PYMES de América Latina. *Informe regional sobre comercio y desarrollo*, 89-102.
- Chambergó, R. (2024). *Implementación de la metodología lean logistics para mejorar la productividad en el área logística de una empresa minera en Ancash, 2023*. Perú :

Universidad San Ignacio de Loyola.

Chopra, S., & Meindl, P. (2001). *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation*. Pearson Education.

Chopra, S., & Meindl, P. (2022). *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation*. Pearson.

Christopher, M. (1992). *Logística y gestión de la cadena de suministro*. Pearson Education.

Condori, A. (2021). *Mejora de la productividad en una empresa distribuidora de implementos de seguridad industrial; aplicando la metodología de Lean Logistics, Arequipa 2021*. Perú: Universidad Cesar Vallejo.

Desempeño integral de los procesos logísticos en una cadena de suministro. (2019). *Ingeniería Industrial*, 78–87.

George, M. (2005). *The Lean Six Sigma Pocket Toolbook : a quick reference guide to nearly 100 tools for improving process quality, speed, and complexity*. New York: McGraw-Hill.

Gunasekaran, A. P. (2004). A framework for supply chain performance measurement. *International Journal of Production Economics*, 333–347.

Heizer, J., & Render, B. (2009). *Administración de operaciones*. Mexico: Pearson Educación.

Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación (6ª ed.)*. McGraw-Hill.

Hernández-Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación*. Me G raw Hill.

Hidalgo, L. (2023). *Propuesta de mejora al área logística mediante la metodología Lean Logistic en la empresa Weir Minerals en la ciudad de Lima año 2023*. Perú: Newman escuela de posgrado.

Horzela, A., & Semrau, J. (2021). Uso de herramientas para mejorar los procesos logísticos y de producción en una empresa constructora seleccionada. *REVISTA EUROPEA DE*

ESTUDIOS DE INVESTIGACIÓN.

Karl, A., Leite, L., & Pereira, C. (2018). Supply chain resilience and key performance indicators: a systematic literature review. *Production*.

Maynard, H. B. (1948). *Maynard Industrial Engineering Handbook*. McGraw-Hill.

Movant LogComex. (2025). CEPAL advierte sobre la fragilidad logística de América Latina ante un escenario global incierto. *Infobae*.

Puchoc, D., & Trejo, J. (2020). *Propuesta de mejora basada en Lean Logistics mediante un enfoque Kaizen para incrementar el on time efectivo de las operaciones de distribución de un operador logístico en el Perú*. Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.

Zapateiro-Altamiranda, O. (2020). Medidas de Desempeño Logístico: Una Revisión. *Revista Científica Anfibios*, 76–82.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

Formulación del problema	Objetivo general	Objetivos específicos	Hipótesis	Metodología
¿De qué manera influye la aplicación de la metodología Lean Logisticis en la optimización de los procesos logísticos en una empresa de construcción civil en Moquegua durante el año 2024 y 2025?	Determinar la influencia de la aplicación de la metodología Lean Logistics en la mejora de los procesos logísticos de la empresa de construcción civil ubicada en Moquegua durante el año 2024 y 2025.	Diagnosticar el estado actual de los procesos logísticos de la empresa de construcción civil ubicada en Moquegua. Diseñar e implementar propuestas de mejora fundamentadas en Lean Logistics, usando sus herramientas. Evaluar el impacto de las mejoras aplicadas mediante indicadores clave de desempeño.	Lean Logistics mejora significativamente los indicadores logísticos en una empresa de construcción civil en Moquegua.	Esta pesquisa es no experimental, longitudinal y comparativo. Tipo de investigación. Es de tipo aplicada, ya que el principal objetivo es la ampliación del conocimiento en temas específicos como implementación de Lean Logistics, en lugar de crear conocimiento teórico. Nivel de investigación de Esta pesquisa va a tener un nivel descriptivo ya que se va a describir la situación actual y se explicarán las causas de los problemas logísticos. Levantamiento de información Técnicas -Observación documental -Observación directa Instrumentos -Fichas de observación

Nota. Elaboración propia

Anexo 2. Manual de procedimientos

		Código:
		Versión:
		Página:
		Fecha:
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA EL PEDIDO DE REQUERIMIENTOS		
PRESENTACIÓN Este manual establece los lineamientos, actividades, controles de calidad (JIDOKA) y responsabilidades para la correcta ejecución del flujo logístico desde la solicitud del requerimiento hasta la recepción final en obra. Se integra el principio JIDOKA con el fin de garantizar detección temprana de errores, asegurar calidad en cada proceso y evitar reprocesos en la cadena logística. OBJETIVO Estandarizar los procedimientos logísticos e incorporar un mecanismo simple y visual de control de calidad (JIDOKA), que permita detener el proceso cuando se detecte un error, corregirlo de inmediato y asegurar la fluidez del abastecimiento. ALCANCE Aplica a todo el personal que participa en la gestión de requerimientos, compras, abastecimiento, recepción, control de calidad y despacho en la empresa de construcción civil. BASE NORMATIVA • ISO 45001 – Seguridad en el trabajo (para manipulación y recepción). • Lineamientos internos del área logística. • Metodología Lean Logistics. DEFINICIONES Requerimiento: Solicitud formal de materiales realizada por obra. OC (Orden de Compra): Documento autorizado para la adquisición de materiales. NC: No conformidad detectada en cualquiera de los procesos.		
PROCESOS LOGÍSTICOS Y CONTROLES		

A continuación, se describe cada proceso con actividades y puntos de control

1) Solicitud del requerimiento

Actividades:

- El área solicitante completa el formato estándar.
- Debe incluir descripción, cantidad, UM, prioridad y evidencia si corresponde.

Medida de control: Formato incompleto = RECHAZADO automáticamente.

Acción correctiva: Devolver el formato para su corrección.

2) Validación del requerimiento

Actividades:

- Revisión de coherencia técnica.
- Confirmación de necesidad y prioridad.

Medida de control: Inconsistencia entre cantidades, UM y descripción.

Acción correctiva: Detención del proceso hasta aclarar con obra.

3) Verificación de stock y abastecimiento

Actividades:

- Consulta de inventario.
- Definir si se cubre con stock o se requiere compra.

Medida de control: Diferencias entre inventario real y Excel.

Acción correctiva: Ajuste del inventario antes de avanzar.

4) Adquisición y recepción de materiales

Actividades:

- Generación de OC.
- Compra y recepción.
- Verificación visual (cantidad, UM, estado, daño, foto).

Medida de control: Cualquier No Conformidad en la recepción.

Acción correctiva: Detener ingreso; registrar NC y coordinar cambio o devolución.

5) Control y preparación de envío

Actividades:

- Verificación previa de calidad.
- Empaque seguro.
- Preparación de documentación.

Medida de control: Evidencia incompleta o incorrecta.

Acción correctiva: Detener despacho hasta corregir.

6) Coordinación y despacho logístico

Actividades:

- Programación de salida.
- Confirmación de transporte.
- Registro de carga y salida.

Medida de control: Datos incompletos del transporte.

Acción correctiva: No autorizar salida.

7) Reexpedición a destino final

Actividades:

- Recepción intermedia (oficina mina o almacén).
- Confirmación de integridad del material.
- Reexpedición hacia zona final.

Medida de control: Inconsistencias entre envío inicial y recepción intermedia.

Acción correctiva: Detener reexpedición; verificar daños o faltantes.

8) Recepción y conformidad

Actividades:

- Recepción final en obra.
- Validación de cantidades y estado.
- Registro de conformidad y cierre del proceso.

Medida de control: Faltantes, daño o discrepancias con la carga enviada.

Acción correctiva: Registrar NC y activar retroalimentación.

PROCEDIMIENTO OPERATIVO (POE)**Responsables**

- Asistente administrativo: Control y actualización de la base de datos.
- Supervisor logístico: Validación y toma de decisiones.
- Personal de almacén: Control físico del material.
- Personal de obra: Conformidad del requerimiento.

Descripción del procedimiento**Paso 1: Activación del control automático**

- Excel identifica errores mediante colores.
- Se activa alerta si falta un dato crítico.

Paso 2: Detención del proceso

- No se permite avanzar al siguiente proceso.
- Se notifica al responsable mediante mensaje o comentario en la base.

Paso 3: Corrección inmediata

- Responsable revisa el error.
- Se corrige y se valida nuevamente.

Paso 4: Registro de la No Conformidad

- Se documenta en el historial NC.
- Se registra causa, acción correctiva y responsable.

Paso 5: Validación final y liberación del proceso - Supervisor confirma la solución. - Se habilita nuevamente el flujo.
--

- FORMATOS Y ANEXOS**
- Formato de solicitud de requerimiento.

- NOTA DE PEDIDO**

ALMACÉN

[illegible]

- Checklist de recepción

Formato de Control de Calidad en la Entrega de Requerimientos Logísticos

Empresa: _____
Proyecto / Obra: _____
Fecha: ____ / ____ / 20____
Nº de Pedido: _____

Ítem	Código / Descripción del Material	Cantidad Solicitada	Cantidad Entregada	Cumple Especificación (Si/No)	Fecha Programada de Entrega	Fecha Real de Entrega	Conformidad del Usuario (Si/No)	Observaciones
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

Sección de Validación

Encargado de despacho (firma y nombre): _____

Usuario receptor en obra (firma y nombre): _____

¿Se cumplió la entrega en tiempo? ☐ Sí ☐ No

- Registro de No Conformidades.

FORMATO: REGISTRO DE NO CONFORMIDADES	
Área: Logística	
Fecha de implementación: ____ / ____ / ____	
Ítem	Descripción
1. Nº de No Conformidad	NC- _____
2. Fecha de detección	____ / ____ / ____
3. Proceso afectado	☐ Solicitud ☐ Validación ☐ Abastecimiento ☐ Despacho ☐ Entrega
4. Origen de detección	☐ Auditoría interna ☐ Control operativo ☐ Reclamo interno ☐ Reclamo cliente
5. Responsable que detecta	Nombre / Cargo
6. Descripción de la No Conformidad	Describir claramente el incumplimiento detectado (qué ocurrió, dónde y cómo)
7. Requisito incumplido	☐ Procedimiento interno ☐ Formato ☐ ISO 9001 ☐ Requisito del cliente
8. Tipo de No Conformidad	☐ Mayor ☐ Menor
9. Causa raíz (5 Why / Ishikawa)	Detallar la causa raíz identificada
10. Acción correctiva propuesta	Acción para eliminar la causa raíz
11. Responsable de la acción	Nombre / Cargo
12. Fecha compromiso de cierre	____ / ____ / ____
13. Evidencia de implementación	Documento, registro, captura, checklist, etc.
14. Verificación de eficacia	☐ Eficaz ☐ No eficaz
15. Observaciones	Comentarios adicionales
16. Estado	☐ Abierta ☐ En seguimiento ☐ Cerrada
17. Fecha de cierre	____ / ____ / ____
18. Responsable de cierre	Nombre / Cargo

Nota. Elaboración propia

Anexo 3. Base de datos de requerimientos analizados

Nº DE PEDID	FECHA SOLIC	MES	DESCRIPCION	CA	U.M	Prioridad	ESTADO	FECHA DE ENVIO	FUERA DE TIEMPO	TIEMPO (DÍAS)
1880	01-07-24	Julio	Bronces inferiores de motoniveladora	2	UNIDAD	ALTA	ENVIADO	16/07/2024	Fuera de tiempo	15
1880	01-07-24	Julio	Tapas seguros de bronceinferiores de Motoniveladora	4	UNIDAD	ALTA	ENVIADO	16/07/2024	Fuera de tiempo	15
1880	01-07-24	Julio	Cuchillas para motoniveladora	2	UNIDAD	ALTA	ENVIADO	16/07/2024	Fuera de tiempo	15
1880	01-07-24	Julio	sobrecantoneiras motoniveladora 154WC	26	UNIDAD	ALTA	CANCELADO	Sin enviar		
1880	01-07-24	Julio	pernos para contoneiras	8	UNIDAD	ALTA	CANCELADO	Sin enviar		
1880	01-07-24	Julio	tuercas para cuchillas/contoneiras	34	UNIDAD	ALTA	CANCELADO	Sin enviar		
1880	01-07-24	Julio	balde de grasa	2	UNIDAD	ALTA	ENVIADO	16/07/2024	Fuera de tiempo	15
1880	01-07-24	Julio	limpiacontacto	3	UNIDAD	ALTA	ENVIADO	16/07/2024	Fuera de tiempo	15
1880	01-07-24	Julio	focos standard h724v 70w	6	UNIDAD	ALTA	ENVIADO	16/07/2024	Fuera de tiempo	15
1880	01-07-24	Julio	focos estándar h3 24v 70w	6	UNIDAD	ALTA	ENVIADO	16/07/2024	Fuera de tiempo	15
1880	01-07-24	Julio	foco estándar h1 24v 70w	6	UNIDAD	ALTA	ENVIADO	16/07/2024	Fuera de tiempo	15
1881	01-07-24	Julio	Cinta aislante de inspeccion trimestral color azul	20	UNIDAD	ALTA	ENVIADO	16/07/2024	Fuera de tiempo	15
1881	01-07-24	Julio	lentes oscuros de seguridad	36	UNIDAD	ALTA	ENVIADO	14/07/2024	Fuera de tiempo	13
1881	01-07-24	Julio	letrero atencion-vigias	2	UNIDAD	ALTA	ENVIADO	14/07/2024	Fuera de tiempo	13
1881	01-07-24	Julio	letrero- punto de espera	2	UNIDAD	ALTA	ENVIADO	14/07/2024	Fuera de tiempo	13
1881	01-07-24	Julio	letrero -maquinaria en movimiento 30km	2	UNIDAD	ALTA	ENVIADO	14/07/2024	Fuera de tiempo	13
1881	01-07-24	Julio	letrero-hombres trabajando	1	UNIDAD	ALTA	ENVIADO	14/07/2024	Fuera de tiempo	13
1881	01-07-24	Julio	Sombrillas para vigia	3	UNIDAD	ALTA	ENVIADO	14/07/2024	Fuera de tiempo	13
1882	02-07-24	Julio	Guantes antiestaticos T-8	50	PAR	ALTA	ENVIADO	14/07/2024	Fuera de tiempo	12
1882	02-07-24	Julio	Trapo industrial	50	KG	ALTA	ENVIADO	14/07/2024	Fuera de tiempo	12
1882	02-07-24	Julio	traje tivek talla XL	25	UNIDAD	ALTA	ENVIADO	14/07/2024	Fuera de tiempo	12
1882	02-07-24	Julio	Formato registro de inspeccion diaria de dispensador de agua de mesa	3	TALONARIO	MEDIA	ENVIADO	14/07/2024	Fuera de tiempo	12
1882	02-07-24	Julio	Formato analisis de trabajo seguro (ATS)	3	TALONARIO	MEDIA	ENVIADO	25/07/2024	Fuera de tiempo	23
1882	02-07-24	Julio	Formato vale de combustible	10	TALONARIO	ALTA	ENVIADO	16/10/2024	Fuera de tiempo	106
1882	02-07-24	Julio	Letrero entrada y salida de volquetes 1mrx60cm	10	UNIDAD	BAJA	ENVIADO	11/07/2024	A tiempo	9
1882	02-07-24	Julio	Candado travex 30	2	UNIDAD	ALTA	ENVIADO	14/07/2024	Fuera de tiempo	12
1884	12-07-24	Julio	Guantes Multiflex talla M	36	PAR	ALTA	ENVIADO	14/07/2024	A tiempo	2
1884	12-07-24	Julio	Mica para sobreponer A-4	20	UNIDAD	ALTA	ENVIADO	14/07/2024	A tiempo	2
1885	16-07-24	Julio	Guante antipacto talla -M	12	PAR	ALTA	ENVIADO	18/07/2024	A tiempo	2
1885	16-07-24	Julio	Guante antipacto talla -l	12	PAR	ALTA	ENVIADO	18/07/2024	A tiempo	2
1887	20-07-24	Julio	Conos de seguridad	15	UNIDAD	BAJA	ENVIADO	25/07/2024	A tiempo	5
1887	20-07-24	Julio	Conos de seguridad	20	UNIDAD	BAJA	ENVIADO	25/07/2024	A tiempo	5
1887	20-07-24	Julio	papeletas de vigia pare	8	UNIDAD	BAJA	ENVIADO	25/07/2024	A tiempo	5
1887	20-07-24	Julio	papeletas de vigia siga	8	UNIDAD	BAJA	ENVIADO	25/07/2024	A tiempo	5
1887	20-07-24	Julio	sombrilla para vigia	3	UNIDAD	ALTA	ENVIADO	15/08/2024	Fuera de tiempo	26
1887	20-07-24	Julio	urea automotriz	25	GALON	ALTA	ENVIADO	25/07/2024	Fuera de tiempo	5
1887	20-07-24	Julio	Bebederos	3	UNIDAD	BAJA	ENVIADO	25/07/2024	A tiempo	5
1887	20-07-24	Julio	caseta de vigia	1	UNIDAD	BAJA	ENVIADO	25/07/2024	A tiempo	5

< >

Base de datos_pre

Base de datos_post

Resultados_pre

Resultados_post

Estadística

+

:

◀

Anexo 4. Valorización de la investigación

Criterio de valoración

La valoración económica considera:

- Costos estimados de implementación.
- Beneficios económicos obtenidos por la reducción de horas máquina perdidas debido a demoras logísticas.

Beneficio económico obtenido

El indicador económico fue calculado utilizando:

Costo por tiempo improductivo = Horas máquina perdidas $\times$ \$90/hora

Tabla 46

Situación Pre Implementación

Concepto	Valor
Costo promedio mensual	\$72.00
Mediana	\$45.00

Nota. Elaboración propia

Tabla 47

Situación Post Implementación

Concepto	Valor
Costo promedio mensual	\$36.00
Mediana	\$0.00

Nota. Elaboración propia

Ahorro económico

$\$72.00 - \$36.00 = \$36.00$

Durante los 10 meses evaluados: \$360.00

Costos estimados de implementación

Debido a que la implementación se realizó mediante herramientas de gestión, análisis y estandarización, sin adquisición de software o equipos, se estimó únicamente el costo asociado a horas de trabajo por cada fase del plan de implementación.

Tabla 48

Horas de trabajo estimadas por fase del plan de implementación

Actividad	Horas
Fase 1	8
Fase 2	6
Fase 3	6
Fase 4	2
Fase 5	2
Fase 6	2
Total	27

Nota. Elaboración propia

Costo horario estimado: S/50/h

Costo estimado de implementación: S/ 1,300.00

La implementación de Lean Logistics permitió reducir en un 50 % el costo asociado a horas máquina perdidas por demoras logísticas.

Aunque el beneficio económico directo cuantificado alcanzó S/ 1,300.00 durante el periodo evaluado, esta estimación no incorpora beneficios indirectos relacionados con: Incremento de la puntualidad, reducción de reprocesos, mayor productividad, mejor coordinación logística y continuidad operativa en obra.

Por ello, el impacto económico real del proyecto puede considerarse superior al beneficio cuantificado.

Anexo 5. Mejoras del diagnóstico

Situación inicial

El diagnóstico permitió identificar problemas asociados principalmente a:

Retrasos en la atención de requerimientos.

Actividades duplicadas.

Falta de estandarización.

Escasa trazabilidad documental.

Tiempos de espera entre áreas.

Reprocesos administrativos.

Tabla 49

Herramientas utilizadas y hallazgos

Herramienta	Hallazgo
SIPOC	Falta de claridad en entradas, salidas y responsables
BPMN	Existencia de validaciones duplicadas
DAP	Actividades sin valor agregado
Pareto	Alta incidencia de requerimientos fuera de tiempo
VSM	Lead Time elevado
9S	Bajo nivel de organización documental
Matriz de requerimientos	Información insuficiente para seguimiento

Nota. Elaboración propia

Tabla 50

Mejoras implementadas

Problema detectado	Mejora aplicada
Doble validación	Unificación de procesos
Retrasos administrativos	Estandarización documental
Falta de trazabilidad	Nueva matriz de control
Escasa visualización	Aplicación de 9S
Ausencia de criterios de prioridad	Clasificación Alta, Media y Baja
Falta de estandarización	Manual de procedimientos

Nota. Elaboración propia

Tabla 51*Comparación pre y post implementación*

Variable	Antes	Después
Número de procesos	9	8
Lead Time total	14 h	9.5 h
Tiempo de validación	5.5 h	2 h
Reducción del tiempo de validación	—	63.64 %
Tiempo no agregado de valor	5.75 h	2.25 h
Reducción NVA	—	60.87 %
Takt Time	1.85 h/req	2.21 h/req
Puntaje 9S	16/45	43/45

Nota. Elaboración propia

Anexo 6. Mejoras del diagnóstico y pruebas estadísticas

Tabla 52

Resumen de indicadores

Indicador	Pre	Post	Diferencia absoluta	Cambio relativo
Eficiencia	66.63 %	77.33 %	10.70 pp	16.06 %
Eficacia	91.48 %	96.24 %	4.76 pp	5.21 %
Productividad logística	83.31 %	88.66 %	5.35 pp	6.42 %
Índice de puntualidad	50.52 %	79.94 %	29.42 pp	58.25 %
Costo tiempo improductivo	\$72.00	\$36.00	\$36.00	50.00 %

Nota. Elaboración propia

Tabla 53

Pruebas de normalidad

Indicador	Resultado
Eficiencia	Normal
Eficacia	Normal
Productividad	Normal
Puntualidad	Normal
Indicador económico	No normal

Nota. Elaboración propia

Tabla 54

Pruebas de hipótesis aplicadas

Indicador	Prueba
Eficiencia	t de Student pareada
Eficacia	t de Student pareada
Productividad logística	t de Student pareada
Índice de puntualidad	t de Student pareada
Indicador económico	Wilcoxon para muestras emparejadas

Nota. Elaboración propia

Tabla 55*Resultados de las pruebas estadísticas*

Indicador	Estadístico	p-value	Resultado
Eficiencia	t = -5.213	0.000554	Significativo
Eficacia	t = -3.838	0.003976	Significativo
Productividad	t = -5.213	0.000554	Significativo
Puntualidad	t = -7.387	0.000042	Significativo
Indicador económico	W = 1.5	0.375	No significativo

Nota. Elaboración propia**Tabla 56***Tamaño del efecto*

Indicador	Tamaño del efecto	Interpretación
Eficiencia	d = 1.65	Muy grande
Eficacia	d = 1.21	Grande
Productividad	d = 1.65	Muy grande
Puntualidad	d = 2.34	Muy grande
Indicador económico	r = 0.639	Grande

Nota. Elaboración propia

Los resultados evidencian que Lean Logistics generó mejoras estadísticamente significativas en los indicadores de eficiencia, eficacia, productividad logística e índice de puntualidad. Asimismo, se observó una reducción económica del 50 % en el costo asociado a horas máquina perdidas por demoras logísticas. Aunque esta última mejora no alcanzó significancia estadística, presentó un tamaño del efecto grande ($r = 0.639$), lo que indica una relevancia práctica importante dentro del proceso logístico analizado.

Anexo 7. Glosario de términos

Con la finalidad de facilitar la comprensión del presente estudio a lectores no especializados en metodologías Lean, se presenta el siguiente glosario de términos clave utilizados a lo largo de la investigación.

Lean Logistics

Enfoque de gestión basado en los principios de la filosofía Lean, orientado a optimizar los procesos logísticos mediante la eliminación de desperdicios, la mejora del flujo de materiales e información, y la maximización del valor para el cliente interno y externo.

Desperdicio (Muda)

Cualquier actividad que consume recursos y no genera valor para el cliente. En logística incluye, entre otros, tiempos de espera, reprocesos, transporte innecesario, inventarios excesivos y movimientos innecesarios.

Valor agregado

Conjunto de actividades que transforman un producto o servicio de manera que el cliente esté dispuesto a pagar por ello. En logística, se asocia a procesos que contribuyen directamente al cumplimiento oportuno y correcto de los requerimientos.

Flujo

Movimiento continuo y eficiente de materiales, información y actividades a lo largo del proceso logístico, sin interrupciones, cuellos de botella ni tiempos muertos.

Estandarización de procesos

Definición y documentación de la mejor forma conocida de ejecutar una actividad, con el objetivo de reducir la variabilidad, mejorar el control y asegurar resultados consistentes.

Gestión visual

Uso de señales visuales (tableros, indicadores, colores, formatos) para facilitar el

control del proceso, la toma de decisiones rápidas y la detección temprana de desviaciones.

Indicadores clave de desempeño (KPIs)

Medidas cuantitativas utilizadas para evaluar el desempeño de un proceso. En esta investigación incluyen eficiencia, eficacia, productividad logística e índice de puntualidad.

Eficiencia logística

Grado en que los recursos logísticos son utilizados de manera óptima para cumplir las actividades planificadas, minimizando tiempos improductivos y desperdicios.

Eficacia logística

Capacidad del proceso logístico para cumplir los requerimientos conforme a las especificaciones establecidas, en términos de cantidad, calidad y condiciones requeridas.

Productividad logística

Relación entre los resultados obtenidos y los recursos empleados en el proceso logístico, reflejando el rendimiento global del sistema.

Índice de puntualidad

Indicador que mide el cumplimiento oportuno de la atención de requerimientos o entregas logísticas dentro de los plazos establecidos.

Sistema logístico

Conjunto integrado de procesos, recursos, información y actividades orientadas a asegurar el abastecimiento oportuno y eficiente de materiales para las operaciones.