



**UNIVERSIDAD
DEL PACÍFICO**

Ingeniería Empresarial
Facultad de Ingeniería

**PROPUESTA DE MEJORA EN EL CUMPLIMIENTO DE ENTREGA
EN SERVICIOS DE REPARACIONES DE MOTORES ELÉCTRICOS
DE MEDIA TENSIÓN EN UNA EMPRESA ELECTROMECAÁNICA**

**Trabajo de Suficiencia Profesional
presentado para optar al Título Profesional de
Ingeniero Empresarial**

**Presentado por
Brenda Sthefani Palomino Jara**

Lima, 2025



REPORTE DE EVALUACIÓN DEL SISTEMA ANTIPLAGIO FACULTAD DE INGENIERÍA

Se deja constancia de que el Trabajo de Suficiencia Profesional titulado “Propuesta de mejora en el cumplimiento de entrega en servicios de reparaciones de motores eléctricos de media tensión en una empresa electromecánica” presentado por BRENDA STHEFANI PALOMINO JARA, con DNI N°72444261, para optar al Título Profesional de Ingeniero Empresarial, fue sometido al análisis de Turnitin, obteniendo el siguiente resultado:



[Visualizador de documentos](#)

Turnitin Informe de Originalidad

Procesado el: 12-oct-2025 14:26 -05
Identificador: 2778749105
Número de palabras: 62892
Entregado: 1

TSP_Brenda.Palomino.Jara.pdf Por BRENDA PALOMINO JARA

Similitud según fuente	
Índice de similitud	13%
Fuentes de Internet:	12%
Publicaciones:	5%
Trabajos del estudiante:	4%

De acuerdo con la política vigente, el porcentaje obtenido de similitud con otras fuentes está dentro de los márgenes permitidos.

Se emite el presente documento para los fines estipulados en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad.

Lima, 14 de octubre de 2025

Walter Aliaga
Vicedecano de Ingeniería Empresarial
Facultad de Ingeniería

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por ser mi guía y fortaleza a lo largo de esta etapa.
A mi familia, por su amor incondicional y su constante apoyo en cada momento del camino.
A la universidad y al cuerpo docente, por compartir sus conocimientos y orientarme con
dedicación durante este proceso formativo.
A mis amigos, por sus palabras de aliento y su valiosa colaboración en los momentos más
desafiantes.
Gracias a todos quienes, de una u otra manera, formaron parte de este recorrido.

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo desarrollar una propuesta de mejora para el cumplimiento de entregas en los servicios de reparación de motores eléctricos de media tensión en una empresa del sector electromecánico. El análisis de la problemática evidenció una brecha del 32% entre el valor inicial y el valor esperado. En adelante, se referirá a la organización como “empresa electromecánica” para resguardar su identidad. El problema general radica en el incumplimiento de las entregas a tiempo de motores eléctricos reparados de media tensión durante el periodo 2024, lo cual generó efectos como el aumento en costos operativos, reducción en ventas y potenciales pérdidas económicas. Las causas principales fueron: inexistencia de un método de trabajo definido, falta de formatos digitales, carencia de capacitación, ausencia de un software para la gestión de requerimientos, deficiente seguimiento y falta de notificaciones automatizadas. Sobre la base de ello, se plantearon acciones de mejora bajo tres ejes de solución: componente tecnológico (aplicativo móvil), componente de procesos (procedimiento escrito e instructivo) y componente de personal (programa de capacitaciones). Asimismo, se realizó una evaluación económica de la propuesta, la cual demostró su viabilidad con un Valor Actual Neto (VAN) de \$159,759 y una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 71.30% a cinco años. Finalmente, se presenta un plan de implementación que detalla el alcance, riesgos y consideraciones clave para asegurar la ejecución efectiva de la mejora.

Palabras clave: Lean Service, entregas a tiempo, empresa electromecánica, motores eléctricos, aplicativo digital.

ABSTRACT

The objective of this paper was to develop a proposal for improving delivery compliance in medium-voltage electric motor repair services at a company in the electromechanical sector. The analysis of the problem revealed a 32% gap between the initial and expected values. From now on, the organization will be referred to as the "electromechanical company" to protect its identity. The general problem lies in the failure to deliver orders for repaired medium-voltage electric motors on time during the 2024 period, which generated effects such as increased operating costs, reduced sales, and potential economic losses. The main causes were: the absence of a defined work method, a lack of digital formats, a lack of training, the absence of software for requirements management, poor follow-up, and a lack of automated notifications. Based on this, improvement actions were proposed under three axes of solution: technological component (mobile application), process component (written and instructional procedure), and personnel component (training program). An economic evaluation of the proposal was also conducted, demonstrating its viability with a Net Present Value (NPV) of \$159,759 and an Internal Rate of Return (IRR) of 71.30% over five years. Finally, an implementation plan is presented detailing the scope, risks, and key considerations to ensure the effective implementation of the improvement.

Keywords: Lean Service, on-time deliveries, electromechanical company, electric motors, digital application.

INTRODUCCIÓN

En un entorno empresarial cada vez más competitivo, el cumplimiento puntual de las entregas es determinante para la sostenibilidad organizacional, pues impacta en la rentabilidad, la fidelización y la percepción de calidad. La puntualidad incrementa la satisfacción y confianza del cliente (Maesazshandy & Tohir, 2024), siendo un indicador clave en la gestión de operaciones, mientras que su incumplimiento genera costos adicionales, afecta la credibilidad y reduce la competitividad (Slack et al., 2022; Dakic et al., 2024). Bajo esta premisa, el presente trabajo de suficiencia profesional plantea una solución integral a la problemática sobre el incumplimiento en las entregas de motores reparados de media tensión en una empresa electromecánica.

En el Capítulo I se desarrolló el análisis de una empresa dedicada a la reparación de motores eléctricos de media tensión, en el cual se presenta una descripción general de la organización, incluyendo productos, misión, visión, estructura y estrategia de negocio, junto con herramientas de diagnóstico estratégico como el análisis PESTEL, las matrices EFI y EFE, el mapa de procesos y el modelo de negocio, a fin de comprender integralmente su entorno y situación interna.

En el Capítulo II se abordó la problemática del incumplimiento en las entregas de motores eléctricos reparados, que en 2024 alcanzó un 42% frente al 10% exigido por la gerencia, generando una brecha de 32%. Esta situación afectaba la estabilidad financiera, incrementando en 3.5 % la demanda de horas extras, en 2.57% los gastos por penalidades y reduciendo en 15% la satisfacción del cliente, representando los principales efectos del incumplimiento de entregas.

En el Capítulo III se desarrolló el marco teórico centrado en Lean Service y el cumplimiento de entregas a tiempo (On Time Delivery, OTD), entendido como el porcentaje de pedidos cumplidos en el plazo comprometido (Medeiros et al., 2021). Por otro lado, Lean Service, plantea que las prácticas deben adaptarse a cada tipo de servicio para reducir la variabilidad y mejorar la calidad (Fenner & Netland, 2023). Por tanto, la estandarización y eliminación de actividades innecesarias contribuyen a generar valor, reducir tiempos de entrega y mantener el OTD mediante la mejora continua de los procesos (Liker, 2004; Shamsuzzaman et al., 2018; Womack & Jones, 2003).

En el Capítulo IV se describió la metodología Lean Service, reconocida por su adaptabilidad y flexibilidad, lo que permite su aplicación en diversos ámbitos (Sengazhani et al., 2021) y por los beneficios que aporta en el sector de servicios (Lisiecka & Burka, 2016). Esta metodología se

adapta a las particularidades de cada empresa, integrando las herramientas Lean más adecuadas según el contexto (Reis & Ernani, 2015). Asimismo, se presenta cinco fases secuenciales para la ejecución del trabajo, cada una respaldada por herramientas Lean.

En el Capítulo V se analizó el proceso de estudio llamado planificación y monitoreo del área de operaciones mediante la descripción del proceso, el mapa de procesos as is, los puntos de dolor y el árbol de causas. Este último identificó tres causas principales: 41% de errores en la planificación de órdenes de trabajo, 16% de requerimientos observados y 22% de ausencia de alertas para la entrega oportuna, hallazgos que permitieron construir el árbol de problemas.

En el Capítulo VI se desarrolló la propuesta de solución, organizada en tres componentes: tecnología, procesos y personal, cada uno contempla iniciativas orientadas a reducir el incumplimiento en la entrega de motores reparados de media tensión y a fortalecer la gestión operativa de la empresa, asegurando mayor satisfacción del cliente y una mejora en la rentabilidad.

En el Capítulo VII se presentó la evaluación económica, evidenciando que la inversión en estas mejoras generó resultados que fortalecieron la posición competitiva de la empresa. La reducción de costos por horas extras y penalidades incrementaron la rentabilidad, mientras que la mayor satisfacción del cliente consolidó el valor de la inversión. El flujo de caja proyectado a cinco años, con una tasa de descuento del 18.22%, arrojó un Valor Actual Neto (VAN) de USD 159,759 y una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 71.30%, confirmó que la propuesta no solo resolvió la problemática actual, sino que también aseguró una mejor capacidad de adaptación en el futuro.

En el Capítulo VIII se presentó el plan de implementación, diseñado como un proyecto que incluyó el acta de constitución con su descripción, justificación, objetivos, supuestos, riesgos y requerimientos. También se definió el alcance, la estructura de desglose de trabajo (EDT) como herramienta central de planificación, el cronograma para la gestión del tiempo y el presupuesto para determinar los recursos económicos. De igual manera, se desarrolló un análisis de riesgos orientado a prever contingencias y planes de respuesta, complementado con un plan estratégico de gestión del cambio organizacional. Por último, las Conclusiones, que resumen los fundamentos clave del trabajo, y las Recomendaciones para fortalecer el cumplimiento de las entregas del servicio analizado y fidelizar la relación con el cliente. Finalmente, se incluyen las referencias bibliográficas y anexos como soporte complementario a la investigación.

TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO	2
RESUMEN	3
ABSTRACT.....	4
INTRODUCCIÓN	5
TABLA DE CONTENIDO.....	7
ÍNDICE DE TABLAS	11
ÍNDICE DE FIGURAS.....	13
ÍNDICE DE ANEXOS	15
CAPITULO I: CASO DE ESTUDIO	16
1.1. Descripción de la empresa	16
<i>1.1.1. Productos / Servicios y clientes.....</i>	<i>17</i>
<i>1.1.2. Visión</i>	<i>19</i>
<i>1.1.3. Misión</i>	<i>19</i>
<i>1.1.4. Estructura Organizacional</i>	<i>19</i>
<i>1.1.5. Estrategia genérica de negocio.....</i>	<i>21</i>
1.2. Análisis externo	21
<i>1.2.1 Análisis PESTEL</i>	<i>22</i>
<i>1.2.2. Análisis del Modelo de las cinco fuerzas de Porter</i>	<i>28</i>
<i>1.2.3. Matriz de evaluación de factores externos (EFE)</i>	<i>31</i>
1.3. Análisis interno.....	31
<i>1.3.1. Mapa de procesos</i>	<i>32</i>
<i>1.3.2. Modelo de negocio</i>	<i>33</i>
<i>1.3.3. Matriz de Evaluación de Factores Internos (EFI)</i>	<i>35</i>
CAPITULO II: PROBLEMÁTICA.....	37
2.1. Alcance del proceso a intervenir.....	37
2.2. Requerimientos críticos del cliente.....	38
2.3. Definición del problema	39
2.4. Descripción de efectos generados - Árbol de efectos.....	41
2.5. Cuantificación de los efectos a través de indicadores.....	43

2.5.1. Efectos nivel 1	43
2.5.1.1. Efecto horas extras.....	43
2.5.2. Efecto gasto por penalidad	44
2.5.3. Efecto por baja satisfacción del cliente.....	46
CAPITULO III: MARCO TEÓRICO	48
3.1. Metodología Lean Service.....	48
3.1.1. Definición e importancia del Lean Service.....	48
3.1.2. Principios del Lean Service	49
3.1.3. Beneficios del Lean Service.....	50
3.1.4. Marco de referencia para aplicación del Lean Service	51
3.1.5. Herramientas del Lean Service	52
3.2. Entregas a tiempo (OTD).....	61
3.2.1. Definición e importancia	61
3.2.2. Métrica o Cálculo del OTD.....	61
3.2.3. Indicadores relacionados al OTD.....	62
3.3. In Full Delivery (IFD).....	63
3.3.1. Definición, importancia y métrica.....	63
3.4. On Time In Full (OTIF)	63
3.4.1. Definición y métrica.....	63
3.5. Planificación y Monitoreo de las Operaciones	63
3.6. Motores Eléctricos	64
3.7. Normativa	67
CAPITULO IV: METODOLOGÍA	68
4.1. Descripción de los pasos a desarrollar para ejecución del trabajo	69
CAPITULO V: ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	72
5.1. Descripción resumida del macroproceso	72
5.2. Descripción detallada del proceso	73
5.3. Mapa de proceso AS IS.....	76
5.4. Análisis de punto de dolor.....	78
5.5. Árbol de causas	81
5.6. Cuantificación de las causas.....	83
5.6.1. Causas de nivel 1:	83

5.6.2. <i>Causas de nivel 2:</i>	89
5.6.3. <i>Causas de nivel 3:</i>	94
5.7. Árbol de problemas	96
5.8. Línea base de indicadores de la problemática	98
5.9. Benchmarking del indicador OTD	98
CAPÍTULO VI: ANÁLISIS DE PROPUESTAS DE SOLUCIÓN	100
6.1. Árbol de Fines	100
6.1.1. <i>Fines del nivel 1</i>	101
6.1.2. <i>Fines del nivel 2</i>	102
6.1.3. <i>Fines del nivel 3</i>	103
6.2. Árbol de acciones (medios)	104
6.2.1. <i>Acciones de Nivel 1</i>	105
6.2.2. <i>Acciones de Nivel 2</i>	106
6.2.3. <i>Acciones de Nivel 3</i>	109
6.3. Árbol de Objetivos	111
6.4. Soluciones Propuestas	113
6.4.1. <i>Alternativa 1: Reestructuración interna del área de operaciones</i>	113
6.4.2. <i>Alternativa 2: Implementación de la mejora basada en el enfoque Lean Service, integrado con una herramienta tecnológica</i>	115
6.4.3. <i>Alternativa 3: Tercerización de equipo de monitoreo y seguimiento de las operaciones de la reparación</i>	117
6.5. Priorización y Selección de Propuesta de Solución	119
6.5.1. <i>Matriz AHP</i>	119
6.6. Descripción detallada de solución	122
6.6.1. <i>Componente tecnológico</i>	123
6.6.2. <i>Componente de proceso</i>	130
6.6.3. <i>Componente de personal</i>	147
6.6.4. <i>Plan de Seguimiento</i>	149
6.7. Análisis operativos de resultados	153
CAPÍTULO VII: EVALUACIÓN ECONÓMICA	155
7.1. Detalle de los ingresos	155
7.2. Inversiones de la mejora	157

7.4. Periodo y tasa de costo de oportunidad de la mejora	159
7.5. Flujo de caja económico	159
7.6. Interpretación de resultados	160
CAPITULO VIII: PLAN DE IMPLEMENTACIÓN.....	163
8.1. Acta de constitución	163
8.2. Alcance del proyecto	165
8.3. Estructura del desglose del trabajo	166
8.4. Cronograma.....	167
8.5. Presupuesto del proyecto.....	169
8.6. Análisis de riesgo.....	169
8.7. Plan estratégico de gestión de cambios organizacional	176
CONCLUSIONES.....	180
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	183
ANEXOS.....	212

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Porcentaje de ingresos de los servicios de la empresa en estudio, 2024.....	17
Tabla 2. Porcentaje de ingresos del servicio de reparación según tensión, 2024	17
Tabla 3 . Segmentación de los clientes de la empresa en estudio, 2024.....	18
Tabla4 . Análisis PESTEL	28
Tabla 5. Matriz EFE.....	31
Tabla 6. Matriz EFI.....	35
Tabla 7. Matriz Externa – Interna (EI).....	36
Tabla 8 . Matriz de requerimientos críticos de clientes	38
Tabla 9. Comportamiento de entregas dentro del plazo (OTD), periodo 2024	39
Tabla 10. Indicador OTD, periodo 2024.....	40
Tabla 11. Horas extras, expresado en soles, periodo 2024	43
Tabla 12. Variación de demanda del personal para horas extras, periodo 2024.....	44
Tabla 13 . Gasto por penalidad de OT fuera de plazo, expresado en dólares USD	45
Tabla 14 . Número de reclamos por incumplimiento en la entrega de motores, periodo 2024 ...	45
Tabla 15 . Comportamiento anual NPS, periodo 2024	46
Tabla 16 . Clientes Detractores y Pérdida Potencial en Ventas (expresado en dólares).....	47
Tabla 17. Indicadores de validación de HC	84
Tabla 18. Estado actual de formatos de gestión para digitalización	85
Tabla 19. Indicadores de digitalización de formatos	85
Tabla 20. Indicador de capacitación al personal	86
Tabla 21. Indicador de uso de software para solicitudes de RQ	87
Tabla 22. Indicador de seguimiento de las órdenes de trabajo	87
Tabla 23. Indicador de notificaciones automatizadas	88
Tabla 24. Porcentaje de incidencia de HC reprocesadas	89
Tabla 25. Porcentaje de incidencia de errores en las HSP	90
Tabla 26. Porcentaje de incidencia de RQ sin validación.....	91
Tabla 27. Porcentaje de incidencia de errores en los RQ, periodo 2024	92
Tabla 28. Porcentaje de incidencia de OT con información mal registrada	92
Tabla 29. Porcentaje de incidencia de OT con información desactualizada.....	93
Tabla 30. Porcentaje de incidencia de errores en la planificación	94
Tabla 31. Porcentaje de incidencia de RQ observadas	95
Tabla 32. Porcentaje de incidencia de OT no alertadas	96
Tabla 33. Línea base de indicadores de la problemática, periodo mensual	98
Tabla 34. Comparación de indicadores OTD reportados en la literatura y meta de la empresa..	99
Tabla 35. Indicador de demanda de personal.....	101
Tabla 36. Indicador de reclamos por incumplimiento	101
Tabla 37. Indicador de satisfacción del cliente	101
Tabla 38. Indicador de horas extras	102
Tabla 39. Indicador de gasto por penalidad	102

Tabla 40. Indicador tasa de detractores.....	102
Tabla 41. Indicador de costos operativos.....	103
Tabla 42. Indicador del margen de ventas	103
Tabla 43. Indicador de costo de detractores.....	104
Tabla 44 . Flujo de Caja económico (expresado en dólares)	114
Tabla 45 . Flujo de Caja económico (expresado en dólares)	116
Tabla 46. Flujo de Caja económico (expresado en dólares)	117
Tabla 47. Matriz comparativa por pares – criterio.....	120
Tabla 48. Análisis de criterio “Viabilidad económica”	120
Tabla 49. Análisis de criterio “Tiempo de aplicación”	121
Tabla 50. Análisis de criterio “Alcance”	121
Tabla 51. Matriz comparativa de Propuestas de Solución.....	121
Tabla 52. Matriz comparativa de tres principales de componentes tecnológicos.....	124
Tabla 53. Matriz comparativa de factibilidad	128
Tabla 54. Matriz de compatibilidad	129
Tabla 55. Resumen de la Matriz AVA DAP.....	134
Tabla 56. Diseño de indicadores para la medición de los objetivos de desempeño	150
Tabla 57. Relación de indicadores y objetivos de desempeño.....	150
Tabla 58. Matriz de Indicadores	151
Tabla 59. Formato de Medición y Cumplimiento para el Plan de Seguimiento.....	152
Tabla 60. Lista de Actividades del Plan de Seguimiento.....	153
Tabla 61. Resumen de análisis de indicadores.....	154
Tabla 62. Análisis comparativo de indicadores	154
Tabla 63. Ingresos diferenciales del proyecto del año 2025 al 2029	155
Tabla 64. Ingreso diferencial en reducción de penalidades (en dólares americanos)	155
Tabla 65. Ingreso diferencial en reducción de horas extras (en dólares americanos).....	156
Tabla 66. Ingreso diferencial incremento de OT (en dólares americanos)	156
Tabla 67 . Inversión inicial de la propuesta de mejora (en dólares americanos)	157
Tabla 68. Costos y gastos diferenciales del componente tecnológico (en dólares americanos)	158
Tabla 69. Costos y gastos diferenciales del componente de procesos (en dólares americanos).	158
Tabla 70. Costos y gastos diferenciales del componente personal (en dólares americanos).....	158
Tabla 71. Flujo de caja económico (expresado en dólares americanos)	160
Tabla 72 . Indicadores económicos de la mejora	160
Tabla 73. Presupuesto de la propuesta de mejora (expresado en dólares americanos).....	169
Tabla 74. Escala de probabilidad e impacto de los riesgos.....	170
Tabla 75. Matriz de la probabilidad de los impactos de los riesgos	171
Tabla 76. Análisis cuantitativo de riesgos	171
Tabla 77. Respuesta a los riesgos del proyecto.....	173
Tabla 78. Lecciones aprendidas	175
Tabla 79. Clasificación de grupo de interés.....	176
Tabla 80. Matriz de Asignación de responsabilidades (RACI)	177
Tabla 81. Miembros del equipo de proyecto.....	179

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama de la empresa.....	20
Figura 2. Análisis de las cinco fuerzas de Porter.....	30
Figura 3. Mapa de procesos de empresa electromecánica.....	32
Figura 4. Lienzo del modelo de negocio.....	33
Figura 5. Balanced Scorecard (BSC).....	40
Figura 6. Árbol de efectos.....	41
Figura 7 . Net Promoter Score (NPS %).	46
Figura 8. Diagrama de principios del Lean Service.....	50
Figura 9. Marco para la implementación de Lean en industrias de servicios.....	51
Figura 10. Pirámide Lean.....	53
Figura 11. Pasos para la implementación de la herramienta VSM.....	54
Figura 12. Pasos para la implementación de la herramienta del trabajo estandarizado.....	55
Figura 13. Esquema de la implementación de la herramienta Poka Yoke.....	56
Figura 14. Esquema de la implementación de la herramienta Capacitación Lean.....	57
Figura 15. Pasos para la implementación del Método Andon.....	59
Figura 16. Pasos para la implementación del Método Kanban.....	60
Figura 17. Motores eléctricos.....	64
Figura 18. Tipos de motores eléctricos de inducción.....	65
Figura 19. Principales partes de un motor eléctrico.....	66
Figura 20. Esquema de etapas para la implementación de Lean Service.....	70
Figura 21. Diagrama de bloques de servicio de reparación de motores.....	72
Figura 22. Etapas del proceso de Planificación y Monitoreo de Operaciones.....	73
Figura 23. Diagrama de proceso de planificación y monitoreo de las operaciones.....	77
Figura 24. Diagrama de la primera etapa del proceso de estudio.....	79
Figura 25. Diagrama de la segunda etapa del proceso de estudio.....	80
Figura 26. Árbol de causas.....	81
Figura 27. Árbol de Problemas.....	97
Figura 28. Árbol de Fines.....	100
Figura 29. Árbol de acciones.....	104
Figura 30. Árbol de Objetivos.....	112
Figura 31. Interfaz principal del aplicativo Mopex.....	126
Figura 32. Escenario AS IS y TO BE de la Etapa 1.....	131
Figura 33. Escenario AS IS y TO BE de la Etapa 2.....	133
Figura 34. Procedimiento escrito de trabajo del proceso de To Be.....	135
Figura 35. Diagrama TO BE del proceso de planificación y control de operaciones.....	136
Figura 36. Instructivo operativo para la aprobación de HC.....	137
Figura 37. Interfaz del módulo de HC – Mopex.....	138

Figura 38. Módulo de HSP – Mopex.....	140
Figura 39. Capacitación de la herramienta del Poka Yoke.....	140
Figura 40. Capacitación de la herramienta Andon	141
Figura 41. Módulo de Requerimientos (RQ) de Mopex.....	142
Figura 42. Módulo de Ticket de Requerimientos (TS).....	142
Figura 43. Módulo de Reporte y Seguimiento de Ots – KA&QR.....	145
Figura 44. Capacitación de la herramienta Kanban.....	145
Figura 45. Vista del módulo de seguimiento con notificaciones de vencimiento	147
Figura 46. Programa de capacitación.....	148
Figura 47. Capacitación de la implementación del proceso de estudio TO BE.....	148
Figura 48. Pasos para la implementación del plan de seguimiento	149
Figura 49. Simulación del VAN de la mejora	161
Figura 50. Simulación de la TIR de la mejora.....	162
Figura 51. Acta de Constitución	164
Figura 52. Alcance del proyecto	165
Figura 53. Contexto del Proyecto	166
Figura 54. Estructura del desglose de trabajo de la propuesta de mejora (EDT)	167
Figura 55. Diagrama de Gantt de la solución	168
Figura 56. Modelo de gestión de riesgos	170
Figura 57. Organigrama del Proyecto.....	178

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Certificaciones internacionales de la empresa de estudio	212
Anexo 2. Análisis de indicador IFD, periodo 2024	213
Anexo 3. Análisis de indicador OTIF, periodo 2024.....	214
Anexo 4. Gráfico de barras de OTD.....	215
Anexo 5. <i>Gráfico de barras de órdenes de trabajo</i>	216
Anexo 6. Costo total de horas extras mensual, periodo 2024.....	217
Anexo 7. Net Promoter Score (NPS %) desagregado, periodo 2024	218
Anexo 8. Método AHP	219
Anexo 9. Value Street Map (VSM) actual.....	220
Anexo 10. Formatos operativos del proceso de planificación y monitoreo de las operaciones .	221
Anexo 11. Diagrama de actividades del proceso.....	222
Anexo 12. Diagrama de Ishikawa.....	223
Anexo 13. Análisis de Pareto.....	224
Anexo 14. Gráfico de Pareto	225
Anexo 15. Manual del Usuario Mopex.....	226
Anexo 16. Value Street Map (VSM) futuro	227
Anexo 17. Matriz de Riesgos.....	228

CAPITULO I: CASO DE ESTUDIO

1.1.Descripción de la empresa

El presente trabajo se centra en el análisis de una empresa peruana del rubro electromecánico, especializada en brindar soluciones integrales de mantenimiento y reparación de motores eléctricos de baja y media tensión, cuyos servicios están dirigidos a compañías de diversos sectores clave de la economía peruana, tales como: la minería, industria, cementeras, hidrocarburos, entre otros. Con más 30 años de experiencia en la industria, la empresa garantiza el correcto funcionamiento de las máquinas eléctricas y ofrece soporte técnico tanto a nivel nacional como internacional. Inició sus operaciones en el año 1994 en la ciudad de Lima, enfocándose inicialmente en motores eléctricos de baja tensión; posteriormente, conforme consolidó su reputación en el mercado, amplió sus servicios para incluir motores de media tensión. Esta expansión incluyó la adquisición de una sucursal en Arequipa, lo que consolidó su presencia en el mercado sur del país.

Actualmente, la compañía ofrece servicios de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo de máquinas eléctricas, ejecutados tanto en las instalaciones del cliente como en su propio taller. Además, complementa estos servicios con un enfoque postventa orientado a la satisfacción total de sus clientes, que se refleja en la atención continua luego de la entrega del motor, incluyendo seguimiento técnico, disponibilidad para resolver consultas y recomendaciones para prolongar la vida útil de las máquinas, dichas prácticas permiten garantizar el cumplimiento de los motores reparados y fortalecen la relación de confianza con los clientes.

La empresa es miembro de la Electrical Apparatus Service Association (EASA) de los Estados Unidos, lo que garantiza que sus procesos de reparación se desarrollen bajo normas técnicas internacionales y con asesoría técnica especializada permanente (EASA, 2025). De igual manera, está reconocida como taller autorizado y mantiene alianzas estratégicas con fabricantes de prestigio mundial como Siemens, Weg, Tecowestinghouse, Mensel y Adda Electric, lo que le permite acceder a repuestos originales, protocolos homologados y capacitaciones especializadas, estos tres factores aseguran que cada reparación se realice con estándares de calidad global, reforzando la confiabilidad y prolongando la vida útil de los motores (SEFREL, 2025). Estas alianzas brindan a los clientes la tranquilidad de contar con un servicio respaldado por marcas y

asociaciones internacionales, lo que incrementa su confianza y diferencia a la empresa frente a competidores locales.

1.1.1. *Productos / Servicios y clientes*

El mantenimiento es un conjunto de actividades y técnicas destinadas a conservar el funcionamiento seguro y eficiente de las máquinas de una empresa, siendo clave para restablecer rápidamente su operatividad y minimizar pérdidas de producción (García , 2006). La empresa ofrece dos líneas de negocio: mantenimiento general y reparación. El mantenimiento general abarca acciones preventivas, como inspecciones, ajustes, cambio de repuestos y limpieza, para evitar fallas graves (Frieser, 2020), y predictivos, como el monitoreo de vibraciones y temperatura, que permiten anticipar problemas potenciales (Jiménez & Vanegas, 2003). En cambio, la reparación o mantenimiento correctivo se realiza cuando el motor falla y se detiene, corrigiendo averías de forma rápida para minimizar el impacto en la productividad. Estas intervenciones pueden ser programadas o de emergencia, según la gravedad del daño (Jiménez & Vanegas, 2003).

Cabe destacar que la reparación representa el mayor porcentaje de ingresos en comparación con el mantenimiento general, destacando que los motores de media tensión concentran la mayor proporción de las ventas, tal como se evidencia en las Tablas 1 y 2. Por tal razón, este estudio se enfocará en la línea de reparación de motores eléctricos de media tensión.

Tabla 1. Porcentaje de ingresos de los servicios de la empresa en estudio, 2024

Servicio	Ingreso	Porcentaje
Mantenimiento	\$1,046,036.00	25%
Reparación	\$3,189,305.00	75%
TOTAL	\$4,235,341.00	100%

Nota. Se muestra el ingreso y el porcentaje de participación por tipo de servicio, según los registros de la empresa del periodo 2024.

Tabla 2. Porcentaje de ingresos del servicio de reparación según tensión, 2024

Tensión	Ingreso	Porcentaje
Baja	\$767,025.00	24%
Media	\$2,422,280.00	76%
TOTAL	\$3,189,305.00	100%

Nota. Se muestra el ingreso y el porcentaje de participación según la tensión del servicio. Extraído de la información de registros de la empresa en el periodo 2024.

Respecto a los clientes, la empresa segmenta su cartera según el sector económico al que pertenecen. Como se aprecia en la Tabla 3, el sector minero concentra el 50 % de la facturación total, lo que lo convierte en el segmento más relevante. Por su parte, los sectores cementeros (20 %) e industrial (18 %), también representan una participación significativa. Finalmente, el rubro “Otros” agrupa a clientes de sectores como azucarera, energía e hidrocarburos, clasificados de esta manera debido a que, de forma individual, representan un volumen de facturación menor en comparación con los sectores predominantes.

Tabla 3 . Segmentación de los clientes de la empresa en estudio, 2024

Sector	Facturación (USD)	Porcentaje
Minería	2,117,671	50%
Cementera	847,068	20%
Industrial	762,361	18%
Otros	508,241	12%

Nota. Se clasifica a los clientes según su sector económico y nivel de facturación. Información proporcionada por el área comercial de la empresa correspondiente al año 2024.

Como se aprecia en la Tabla 3, el predominio del sector minero se explica por la magnitud de sus proyectos y la criticidad de los motores eléctricos en sus operaciones, donde una falla puede ocasionar interrupciones imprevistas con costos extremadamente elevados, donde el 35% de tiempos de inactividad no planificada proviene de este tipo de fallas, los cuales representan pérdidas que en promedio ascienden a 125 mil dólares por cada hora de planta detenida y (Energiminas, 2025). En este contexto, el sector minero demanda tiempos de entrega estrictos y un servicio altamente confiable, lo que obliga a la empresa a reforzar el proceso de planificación y monitoreo. En contraste, los sectores cementero e industrial, si bien representan también una participación relevante, no ejercen la misma presión en términos de facturación ni en el grado de exigencia sobre la puntualidad de las entregas, de manera que la mejora del OTD (On Time Delivery) resulte decisiva para asegurar la competitividad de la compañía en su relación con el sector minero.

1.1.2. Visión

La visión está definida como: “Ser una empresa líder en el rubro de mantenimiento electromecánico, reconocida por brindar soluciones oportunas, eficientes y de calidad a las necesidades de sus clientes”.

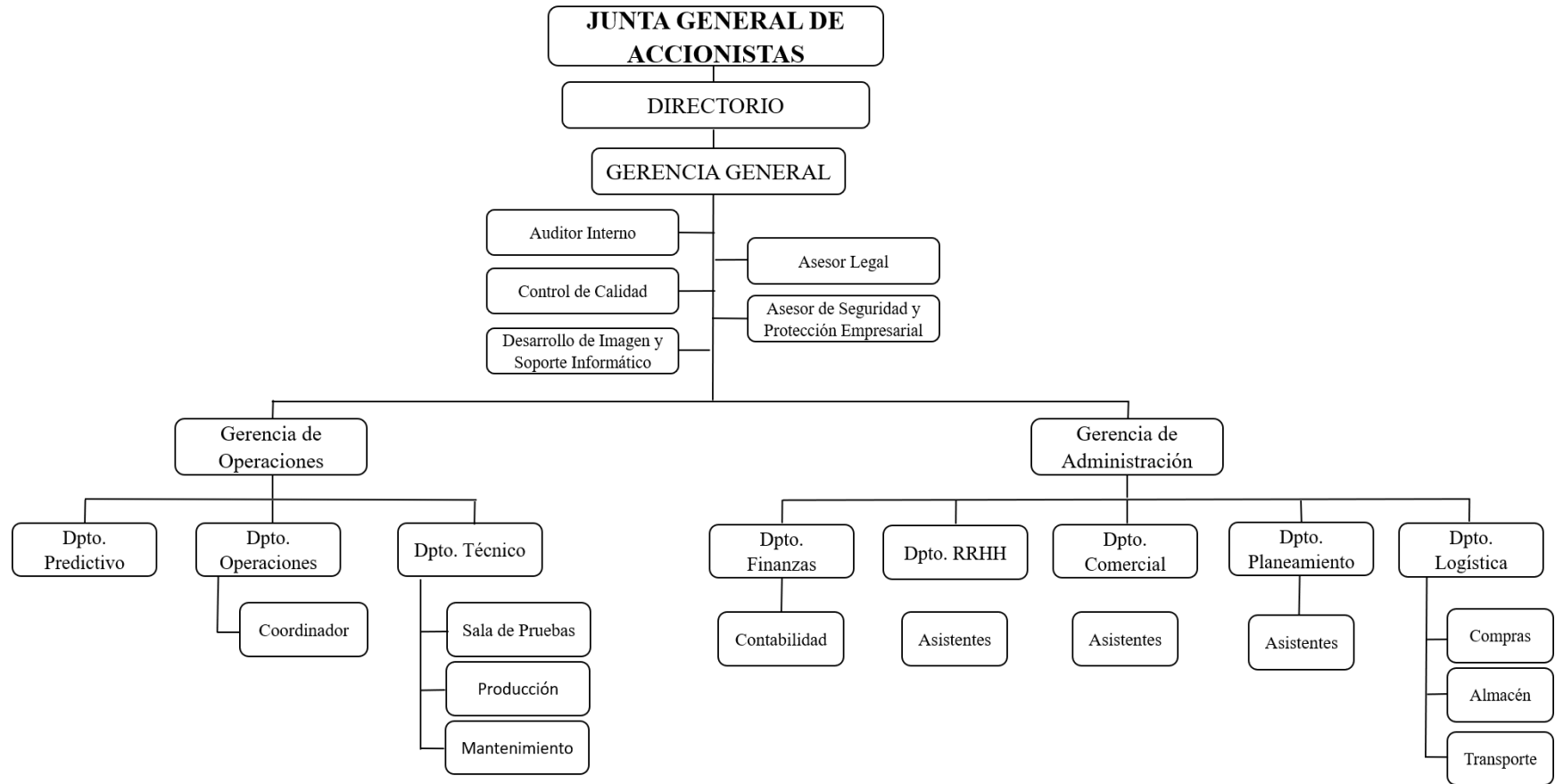
1.1.3. Misión

La misión está descrita como: “Somos una empresa peruana de ingeniería que desarrolla soluciones técnicas y de gestión en los sectores de minería, industria e infraestructura, con el fin de generar valor a nuestros clientes, colaboradores y accionistas”.

1.1.4. Estructura Organizacional

La estructura organizacional de la empresa está orientada a definir las responsabilidades y la coordinación entre sus áreas clave. En la cima se encuentra la Junta General de Accionistas, como máxima autoridad, seguida del Directorio, que supervisa la gestión del Gerente General y vela por la implementación de políticas corporativas. La Gerencia General dirige la empresa y ejecuta las decisiones del Directorio. Bajo su mando, la Gerencia de Administración, asegura el cumplimiento de objetivos tácticos. Por su parte, la Gerencia de Operaciones supervisa todo el entorno de operaciones relacionadas a la ejecución del mantenimiento, la reparación y el área técnica, garantizando eficiencia, calidad y puntualidad en las operaciones.

Figura 1. Organigrama de la empresa



Nota. Extraído de la empresa

1.1.5. Estrategia genérica de negocio

La estrategia de diferenciación se basa en crear una propuesta percibida en el mercado como única (Díaz, 2009). La compañía en estudio adopta esta estrategia genérica de negocio al ofrecer un servicio personalizado que se adapta a los requerimientos específicos de cada cliente. Para ello, integra tecnología moderna en sus operaciones, como equipos de pruebas eléctricas de alta precisión tales como hipot, megóhmetro digital, analizador de descargas parciales, banco de pruebas dinámicas, equipos de vibración y termografía infrarroja para diagnóstico predictivo, dichas herramientas permiten identificar y resolver fallas de manera rápida y confiable.

Asimismo, la compañía cuenta con un equipo de técnicos altamente calificados, lo que garantiza la calidad en los procesos y refuerza la seguridad y confiabilidad de los motores reparados. Además, se distingue por su capacidad de respuesta inmediata ante paradas no programadas o emergencias, brindando atención 24/7 y asegurando un soporte continuo con acompañamiento cercano al cliente en cada etapa. A través de su servicio postventa, la empresa no solo atiende consultas, sino que también ofrece recomendaciones para mejorar y prolongar la vida útil de los motores.

Dado que la compañía se sustenta en la diferenciación, ha optado por certificarse ante la Electrical Apparatus Service Association (EASA), organismo internacional que valida la aplicación de estándares técnicos de alta exigencia en los procesos de reparación y mantenimiento de motores eléctricos. También, ha consolidado su prestigio como taller autorizado de marcas líderes a nivel mundial como Siemens, WEG, Adda Electric y Mensel, cuyas certificaciones no solo acreditan la calidad y confiabilidad de sus servicios, sino que también generan confianza en los clientes corporativos, quienes valoran la seguridad de contar con reparaciones avaladas por fabricantes de primer nivel (Ver anexo 1). En este sentido, la empresa integra estos distintivos en un factor clave de competitividad, ya que refuerzan su propuesta de valor basada en tecnología avanzada, respaldo internacional, atención especializada y capacidad de respuesta rápida, lo que la posiciona como una de las mejores opciones en el mercado.

1.2. Análisis externo

En esta sección se presenta el análisis externo del sector de electromecánico, el cual es fundamental para comprender el entorno en el que opera el negocio. Este análisis combina herramientas clave como el modelo PESTEL, que identifica el impacto de factores políticos, económicos, sociales,

tecnológicos, ecológicos y legales, el análisis de las cinco fuerzas de Porter, que evalúa la dinámica competitiva del sector, y la matriz de evaluación de factores externos (EFE), que mide la capacidad de la empresa para adaptarse a su entorno. A continuación, se detallan estos análisis en los apartados 1.2.1, 1.2.2 y 1.2.3, respectivamente.

1.2.1 Análisis PESTEL

En las siguientes líneas, se presenta el análisis PESTEL, precisando el impacto que cada una de sus variables tiene, de manera directa o indirecta, sobre el sector electromecánico al que pertenece la empresa en estudio.

Perspectiva Política:

Desde el año 2016, Perú ha atravesado una prolongada inestabilidad política, evidenciada por la alta rotación en el poder ejecutivo y enfrentamientos entre los poderes del Estado. Esta crisis política amenaza la estabilidad democrática, debilita la gobernabilidad, incrementa la incertidumbre y afecta negativamente la inversión y la formulación de políticas públicas sostenibles (Murakami & Pozsgai-Alvarez, 2024). Asimismo, la corrupción continúa siendo una amenaza estructural que impacta la inversión privada, el desarrollo económico y el bienestar social (Cárdenas et al., 2024). Según Bermúdez (2021), la corrupción desalienta la inversión privada al aumentar la percepción de riesgo y la inseguridad jurídica.

Los escándalos políticos recurrentes no solo intensifican la inestabilidad política, sino que elevan el riesgo país, configurándose como una amenaza crítica para la sostenibilidad institucional y económica del país (Castro, 2022). Este fenómeno no solo se limita al gobierno central, sino que también afecta a niveles subnacionales, donde delitos como el peculado y la colusión, que representan el 7% de los casos de corrupción en el país, son particularmente frecuentes en municipalidades y gobiernos regionales (Bigio & Ramírez, 2020). En consecuencia, esta situación debilita la capacidad del Estado para diseñar e implementar políticas públicas efectivas y transparentes, afectando la provisión de servicios, la eficiencia del gasto público y la confianza ciudadana en las instituciones (Defensoría del Pueblo, 2023).

En sectores especializados como el electromecánico, la corrupción y la inestabilidad política representan una amenaza significativa, ya que la falta de transparencia en la adjudicación de contratos para el mantenimiento y reparación de máquinas eléctricas, sumada a una regulación

insuficiente, genera una profunda desconfianza entre los inversionistas nacionales y extranjeros (Tarrillo, 2024). A ello se suma, la ausencia de políticas claras sobre el control de bienes del Estado, como maquinaria pesada y otros equipos utilizados en operativos contra actividades ilegales en la minería y otros sectores industriales, agrava esta problemática (Congreso de la República del Perú, 2021). Esta situación no solo limita la mejora de infraestructura crítica, sino que también pone en riesgo la competitividad del sector frente a economías más estables.

Perspectiva Económica:

En los últimos cinco años, el crecimiento económico del Perú ha sido afectado por choques internos que deterioraron la confianza en las instituciones públicas y la eficiencia estatal, amenazando el desarrollo del país. De acuerdo con el INEI, más del 80% de la población considera que los conflictos entre poderes del Estado impactan negativamente en la economía y el bienestar (Capuñay, 2025). En este contexto, la volatilidad del tipo de cambio en Perú, determinada por la oferta y demanda de dólares, ha sido una amenaza significativa en los últimos años, debido a factores como la incertidumbre política y la percepción de riesgo país (BCRP, 2024). En 2021, esta volatilidad fue especialmente marcada, con un alza sostenida en el valor del dólar frente al sol (BCRP, 2021). Dichas fluctuaciones encarecieron la importación de materiales y tecnología en el sector electromecánico, aumentando los costos operativos (ComexPerú, 2021). Además, limitaron el acceso a financiamiento favorable para las PYMES, afectando su planificación y competitividad (BCRP, 2024; Loo, 2021).

No obstante, tras la desaceleración económica de 2023, la economía peruana mostró signos de recuperación al cierre de 2024, lo que representa una oportunidad significativa (Llosa, 2024). Este repunte fue impulsado por la estabilización climática, una inflación controlada y el aumento del consumo privado (ComexPerú, 2024), logrando un crecimiento del PBI de 3.04% entre enero y octubre (AmCham Perú, 2024). Además, el Fondo Monetario Internacional (FMI) destacó mejoras en sectores clave, y el BCRP reportó un incremento del 4% en la inversión privada, que representó el 17.8% del PBI en el tercer trimestre (ComexPerú, 2024; BCRP, 2024). La inflación controlada representa una oportunidad para la planificación y el crecimiento. En 2024, cerró en 1.97%, dentro del rango meta del BCRP (Aquino, 2025), y se proyecta que se mantenga alrededor del 2% en 2025, según el BCRP, el FMI y la OCDE (ComexPerú, 2024).

De manera complementaria, la proyección de estabilidad del tipo de cambio también constituye una oportunidad clave para la planificación empresarial. Al cierre de 2024, el tipo de cambio se situó en S/ 3.76 por dólar (Montesinos, 2025), y se espera que se mantenga entre S/ 3.75 y S/ 3.80 hasta 2026 (El Peruano, 2024; BCRP, 2024), lo que facilita la gestión de costos e importaciones, especialmente en sectores con transacciones internacionales. En síntesis, la recuperación económica representa una oportunidad para el sector electromecánico, gracias a un entorno más favorable para la inversión y expansión empresarial, impulsado por el aumento de la confianza en el mercado y condiciones más favorables para las exportaciones mineras (Grupo Banco Mundial, 2024).

Perspectiva Social:

La sociedad peruana enfrenta múltiples desafíos que afectan el ámbito social urbano y rural, siendo la delincuencia la principal amenaza percibida por el 39.4% de la población en el semestre enero-junio de 2024, lo que representa un aumento de 7.2 puntos porcentuales respecto a 2023, seguido de la pobreza (18.6%), los bajos salarios y el aumento de precios (17%), la falta de empleo (15.4%), y la inseguridad ciudadana (15%), según datos del INEI (2024). Estos problemas no solo deterioran el bienestar social, sino que también minan la confianza y la interacción social.

A ello se suma, el incremento sostenido de conflictos sociales en Perú desde 2009, agravado por la falta de diálogo efectivo, ha generado protestas violentas que amenazan la estabilidad del país (Jara, 2021), casos como los conflictos de Las Bambas y Tía María en 2019, que generaron bloqueos y protestas, afectaron gravemente el tránsito y la estabilidad económica (Encinas & Paredes, 2020). Estas situaciones no solo han paralizado proyectos estratégicos, sino que también han perjudicado la percepción del Perú como un destino inseguro para la inversión extranjera, fomentando la desconfianza de la población hacia las actividades minero-energéticas en sus regiones de influencia (Zevallos, 2020).

Asimismo, la polarización social intensifica los conflictos regionales, dividiendo a la ciudadanía y debilitando a las instituciones, lo que genera un clima de incertidumbre marcado por protestas violentas y paralizaciones (Capuñay, 2025). En 2022, Perú registró el mayor número de protestas sociales desde 1984, según la EGPP de la PUCP (López, 2024). La conflictividad social en Perú representa una amenaza directa para el sector electromecánico, ya que los bloqueos y protestas dificultan el transporte de equipos pesados, como motores eléctricos y transformadores,

provocando retrasos en la entrega de materiales y un aumento de los costos operativos (Noceda, 2023).

Por otra parte, la minería, sector clave para estos servicios electromecánicos, enfrenta conflictos relacionados con preocupaciones ambientales y la percepción de que las comunidades locales no se benefician adecuadamente de las operaciones extractivas, lo cual interrumpe sus actividades y afecta a los proveedores de servicios electromecánicos (IPE, 2023). Finalmente, la brecha de capital humano es una amenaza crítica para la competitividad del país, debido a la discrepancia entre las competencias que exige el mercado y las habilidades de la fuerza laboral actual (MTPE, 2018). En tal sentido, instituciones como SENATI y el IIMP subrayan la necesidad de fortalecer la formación técnica y alinearla con las demandas de sectores clave como la industria minera (Andina, 2024; Sector Minero Energético, 2024).

Perspectiva Tecnológica:

El avance tecnológico está revolucionando el sector electromecánico en Perú, generando oportunidades significativas mediante el uso de tecnologías de la información y comunicaciones. La incorporación de innovaciones en la reparación y mantenimiento de motores eléctricos, junto con tecnologías como los sensores inteligentes, el mantenimiento predictivo basado en Internet de las Cosas (IoT) y el uso de software de gestión de activos, son cada vez más relevantes para mejorar la eficiencia operativa y reduce los tiempos de inactividad, factores esenciales para sectores estratégicos como la minería y la energía (MYSSA, 2024).

En este contexto, la transformación digital se convierte en un eje fundamental para modernizar procesos, optimizar la productividad y fortalecer la competitividad empresarial (Miklosik & Bernhard Krah, 2023). No obstante, la transformación digital enfrenta amenazas importantes debido a los altos costos de inversión y a la escasez de técnicos especializados, lo que resalta la urgencia de implementar programas de capacitación técnica (Vorecol, 2024). Según EY Perú, el 47% de las empresas identifica la falta de personal capacitado como una de las principales barreras para la digitalización (Cavassa, 2024). A ello se suma, la creciente demanda de talento en tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial y las aplicaciones digitales, lo que limita tanto la innovación como la sostenibilidad empresarial.

Frente a este escenario, la Política Nacional de Transformación Digital al 2030 representa una oportunidad clave para el sector electromecánico, al promover la modernización tecnológica del

país (El Peruano, 2023). El plan establece lineamientos para integrar tecnologías como el IoT y la automatización, con el fin de optimizar procesos, fortalecer la competitividad y avanzar hacia un desarrollo digital integral (Decreto Supremo N.º 085-2023). La adopción de tecnologías avanzadas en el sector electromecánico representa una oportunidad para mejorar la calidad del servicio e impulsar la innovación (ENAP, 2023). Además, permite cumplir con estándares internacionales de sostenibilidad y eficiencia energética, fortaleciendo su posicionamiento en los mercados globales (Valenzuela, 2024).

Perspectiva Ecológica:

Las regulaciones ambientales exigen al sector electromecánico adoptar prácticas sostenibles, lo que representa una oportunidad para mejorar procesos y diferenciarse (MINAM, 2019), estas normas incluyen la gestión adecuada de residuos como aceites usados y partes electrónicas desechados durante la reparación de motores eléctricos (Ley N.º 28611, 2005). Además, el mantenimiento orientado a la eficiencia energética contribuye a reducir la huella de carbono y extender la vida útil de los motores eléctricos (Rodríguez-Chacón et al., 2023). Cumplir con estas exigencias no solo mejora la reputación empresarial, sino que también abre el acceso a nuevos mercados.

La política ambiental de Perú va más allá de la preservación, impulsando el desarrollo de infraestructura moderna y el uso de tecnologías avanzadas para una gestión eficaz de la calidad ambiental (CEPLAN, 2023). Este enfoque promueve la adopción de soluciones innovadoras que mitigan el impacto ambiental de las actividades industriales, fomentando la transición hacia prácticas más sostenibles, como la economía circular (SGS, 2023). De este modo, la incorporación de estas tecnologías no solo disminuye la huella ambiental, sino que también fortalece una economía más sostenible y resiliente, creando oportunidades para el sector electromecánico en el diseño y aplicación de soluciones innovadoras. En esa línea, la Política Nacional del Ambiente promueve la sostenibilidad y el uso racional de los recursos naturales (MINAM, 2011), lo que constituye una oportunidad clave para sectores como el electromecánico, que dependen de tecnologías avanzadas y procesos eficientes (Valenzuela, 2024).

La implementación de motores eléctricos de alta eficiencia y una adecuada gestión de residuos industriales favorecen el equilibrio entre crecimiento económico y protección ambiental, además de abrir nuevas oportunidades de negocio y consolidar la imagen de responsabilidad empresarial

(Inducom, 2022). El crecimiento de la industria de motores eléctricos en Perú refuerza el compromiso con un futuro sostenible, lo que genera una oportunidad significativa, mediante la adopción de motores de alta eficiencia, como los modelos IE3 e IE4, es fundamental para las estrategias ambientales del país (Wan, 2023). Empresas como WEG, a través de su gerente general Erick Vargas Vera, demuestran este compromiso con la sostenibilidad mediante objetivos definidos y métricas específicas para reducir residuos, fomentar el reciclaje y minimizar emisiones de gases de efecto invernadero (MINDER, 2024).

Perspectiva Legal:

La Ley N.º 26272 obliga a las empresas industriales, incluido el sector electromecánico, a aportar al SENATI, lo que, aunque busca fortalecer la formación técnica (Ley N.º 26272, 1993), representa un costo fijo que afecta su rentabilidad y genera presión financiera en un entorno competitivo. A pesar de que fomenta la disponibilidad de mano de obra calificada a nivel sectorial, para la empresa individual puede percibirse como una carga económica obligatoria y, en consecuencia, como una amenaza. Por otro lado, el Decreto Supremo N.º 024-2016-EM representa una oportunidad para el sector electromecánico, al exigir normas de prevención de riesgos laborales que impulsan la adopción de tecnologías y prácticas eficientes, mejorando la sostenibilidad y posicionando a las empresas cumplidoras como referentes de calidad y seguridad (Decreto Supremo N.º 024-2016, 2016). Para estas empresas, más que una obligación jurídica, constituye una invitación a optimizar procesos, reducir riesgos y garantizar la eficiencia operativa.

Asimismo, el Decreto Supremo N.º 009-2019-MINAM (2025), promueve la gestión responsable de residuos y la minimización del impacto ambiental generado por los desechos industriales. A través de esta norma, se reguló la normativa sobre reciclaje y la disposición final de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE), la cual establece estándares específicos que las empresas deben cumplir para evitar sanciones (MINAM, 2019), lo cual se convierte en una valiosa oportunidad que impulsa al sector electromecánico a innovar en sus procesos. Esta iniciativa no solo asegura el cumplimiento legal, sino que también mejora la reputación de la empresa y su atractivo para clientes y socios conscientes del medio ambiente.

La Tabla 4 sintetiza las principales oportunidades y amenazas identificadas en cada dimensión del análisis PESTEL, así como su impacto en el sector electromecánico.

Tabla4 . Análisis PESTEL

Entorno	Tipo	Variable	Impacto
Político	Amenaza	Inestabilidad y rotación en el Ejecutivo	Menor gobernabilidad
		Corrupción estructural	Reduce eficiencia y confianza
		Falta de transparencia en contrataciones	Desconfianza en el sector
Económico	Amenaza	Tipo de cambio volátil	Riesgo en costos
		Acceso limitado a financiamiento	Menor liquidez y crecimiento
	Oportunidad	Inflación controlada	Mejor planificación financiera
Social	Amenaza	Recuperación económica	Estimula demanda e inversión
		Conflictos sociales y polarización	Retrasos logísticos e incertidumbre
		Inseguridad y pobreza	Reduce confianza y consumo
Tecnológico	Oportunidad	Brecha de talento técnico	Dificulta innovación
		Transformación digital nacional	Impulsa eficiencia y competitividad
		Adopción de tecnologías avanzadas	Mejora servicios y procesos
Ecológico	Oportunidad	Falta de personal TIC y altos costos	Frena innovación
		Normas ambientales más estrictas	Impulso a sostenibilidad
		Economía circular y motores eficientes	Fomenta innovación y reputación
Legal	Oportunidad	Uso de motores de alta eficiencia	Mayor competitividad
		Aportes obligatorios al SENATI	Aumenta costos fijos
		Normas de seguridad minera	Mejora imagen y operaciones
		Gestión obligatoria de RAEE	Impulsa sostenibilidad y cumplimiento

Nota. Análisis de factores externos relevantes para el desempeño del sector electromecánico.

En conclusión, el sector electromecánico enfrenta amenazas relevantes, como la inestabilidad política, la corrupción, los conflictos sociales, la brecha de talento técnico y los altos costos tecnológicos, que afectan la confianza, la innovación y la eficiencia operativa. No obstante, también se presentan oportunidades importantes como la recuperación económica, la transformación digital, la adopción de motores de alta eficiencia y las regulaciones ambientales, que favorecen la competitividad, la sostenibilidad y la mejora de procesos. En síntesis, aunque el entorno externo presenta riesgos que limitan el crecimiento, también ofrece condiciones favorables que, gestionadas de manera estratégica, pueden fortalecer la posición de la empresa en el mercado.

1.2.2. Análisis del Modelo de las cinco fuerzas de Porter

En el presente apartado se expone el análisis de las cinco fuerzas de Porter, una herramienta fundamental para evaluar el nivel de competencia y las condiciones del sector (Porter, 2008), en este caso el sector electromecánico en el que se desarrolla la empresa.

Poder de negociación de los clientes: Bajo

Los clientes corporativos del sector electromecánico no solo requieren un servicio de reparación, sino un aliado estratégico que les garantice la continuidad operativa. En ese sentido, el poder de negociación de los clientes es bajo, puesto que la empresa al ser especializada en reparación de motores de media y baja tensión, generalmente proporciona un servicio y procesos calificados, en este caso a través de un proceso de planificación y monitoreo constante, que reducen la incertidumbre para el cliente y fortalece la relación, limitando su margen de negociación a la baja y consolidando la ventaja competitiva de la empresa.

Amenaza de nuevos entrantes: Baja

Si bien la alta inversión económica requerida, mano de obra especializada y las certificaciones técnicas representan barreras de entrada relevantes, el factor decisivo radica en el know-how asociado a la gestión de reparaciones y en la confianza construida en años con los clientes corporativos. Este conocimiento práctico, respaldado por un proceso de planificación y monitoreo eficiente que permite gestionar los servicios de manera fluida y confiable, constituye una ventaja difícil de replicar para un nuevo competidor.

Rivalidad entre los competidores: Alto

Los competidores directos se caracterizan por presentar una alta rivalidad. Aquellos buscan diferenciarse permanentemente mediante la mejora continua de sus procesos estratégicos y operativos. Un factor clave es el proceso de planificación y monitoreo, puesto que otorga una ventaja estratégica frente a competidores que demanda de recursos tecnológicos, mejoramiento de los procesos y personal especializado, aspectos necesarios y comunes para el sector. Por tal razón, la rivalidad se califica como alta, ya que la presión competitiva es intensa y demanda a las empresas del sector a diferenciarse continuamente para mantener su participación en el mercado.

Poder de negociación de los proveedores: Moderado

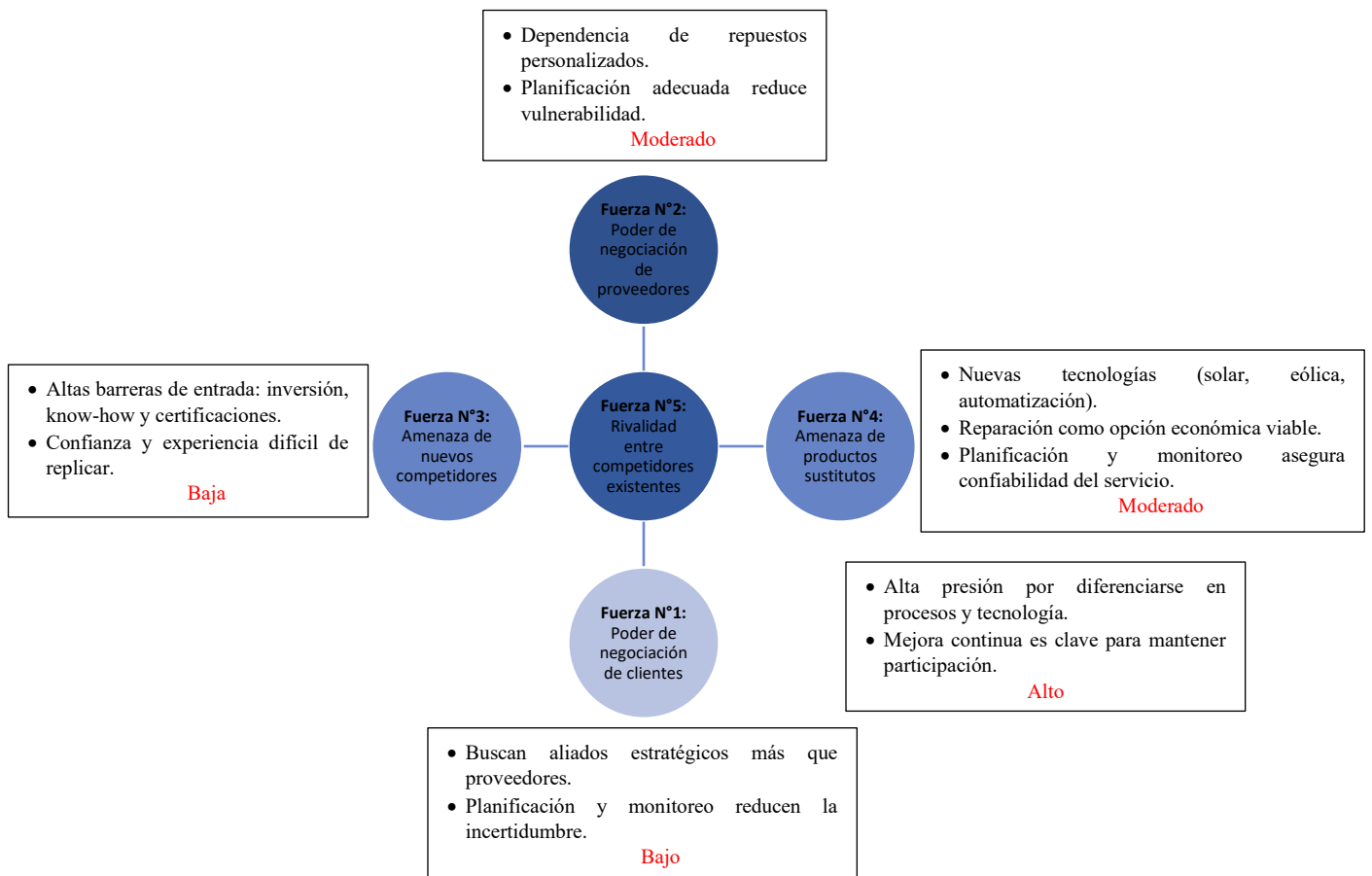
La dependencia de repuestos a diseño personalizado para el servicio de reparación de los motores genera un riesgo inherente para la compañía, especialmente en repuestos especiales. Sin embargo, una adecuada planificación permite prever con mayor precisión las necesidades de abastecimiento y coordinar de manera proactiva con los proveedores. Esta práctica reduce la vulnerabilidad de la cadena de suministro y asegura la disponibilidad de los repuestos esenciales en el momento oportuno, evitando retrasos en la entrega del servicio final. Por ello, el poder de negociación se califica como moderado, puesto que, si bien la dependencia de repuestos personalizados es un

factor relevante, la gestión oportuna de planificación y monitoreo de las operaciones limita su impacto en la competitividad de la empresa.

Amenaza de los productos sustitutos: Moderado

La amenaza de los productos sustitutos se representa en el reemplazo de motores eléctricos por nuevas tecnologías emergentes como solar o eólica y empresas corporativas transnacionales que utilicen la automatización en sus procesos estratégicos para ofrecer servicios de reparación con gran velocidad y predictibilidad. Sin embargo, la reparación sigue siendo una opción económicamente viable, especialmente cuando se sustenta en un proceso de planificación y monitoreo sólido que asegure intervenciones eficientes y confiables, lo que la convierte en una alternativa aún más atractiva al permitir prolongar la vida útil de los motores y minimizar las interrupciones en la operación. Por ello, la amenaza se califica como moderada, ya que los sustitutos aún no logran desplazar la relevancia de los servicios de reparación en el sector.

Figura 2. Análisis de las cinco fuerzas de Porter



Nota. Elaboración propia.

1.2.3. Matriz de evaluación de factores externos (EFE)

La matriz EFE analiza elementos clave del entorno económico, social, político, legal, tecnológico y ecológico que influyen en el desempeño de la organización (D' Alessio, 2013). En la Matriz EFE, los criterios de calificación permiten medir la respuesta de la empresa frente a las oportunidades y amenazas del entorno, cada factor recibe un peso según su importancia y una calificación de 1 a 4, donde uno fue muy importante y cuatro representa menos importante. Los pesos para cada factor de las oportunidades y amenazas se calificaron dado el conocimiento y la percepción de la Gerencia General y Gerencia de Operaciones. Cabe señalar que, la combinación de peso y calificación ofrece un puntaje que muestra la capacidad de la organización para adaptarse a su contexto externo (Valarezo Beltrón, 2022). A continuación, se presenta el detalle en la Tabla 5.

Tabla 5. Matriz EFE

Factores externos claves	Peso	Calificación	Valor Ponderado
Oportunidades			
1. Crecimiento en la demanda de servicios para baja, media y alta tensión.	0.15	4	0.6
2. Avances tecnológicos en sectores relacionados.	0.10	3	0.3
3. Confianza de clientes corporativos locales.	0.20	4	0.8
4. Ampliación del mercado a nivel internacional.	0.20	3	0.6
Amenazas			
1. Entrada de empresas extranjeras con alta inversión y tecnología.	0.10	2	0.2
2. Inestabilidad política y jurídica en el país.	0.10	1	0.1
3. Escasez de proveedores de materias primas especiales.	0.10	1	0.1
4. Precios desleales de la competencia.	0.05	1	0.05
Total	1.00	-	2.75

Nota. Analiza los factores externos clave en el sector electromecánico, identificando oportunidades y amenazas y su impacto relativo en la estrategia organizacional.

En el caso de la empresa, el resultado obtenido en esta matriz fue de 2.75, lo que refleja un desempeño moderado frente a su entorno. Si bien la organización aprovecha algunas oportunidades y gestiona ciertas amenazas de manera adecuada, aún existen aspectos que debe reforzar para mejorar su capacidad de adaptación y respuesta estratégica.

1.3. Análisis interno

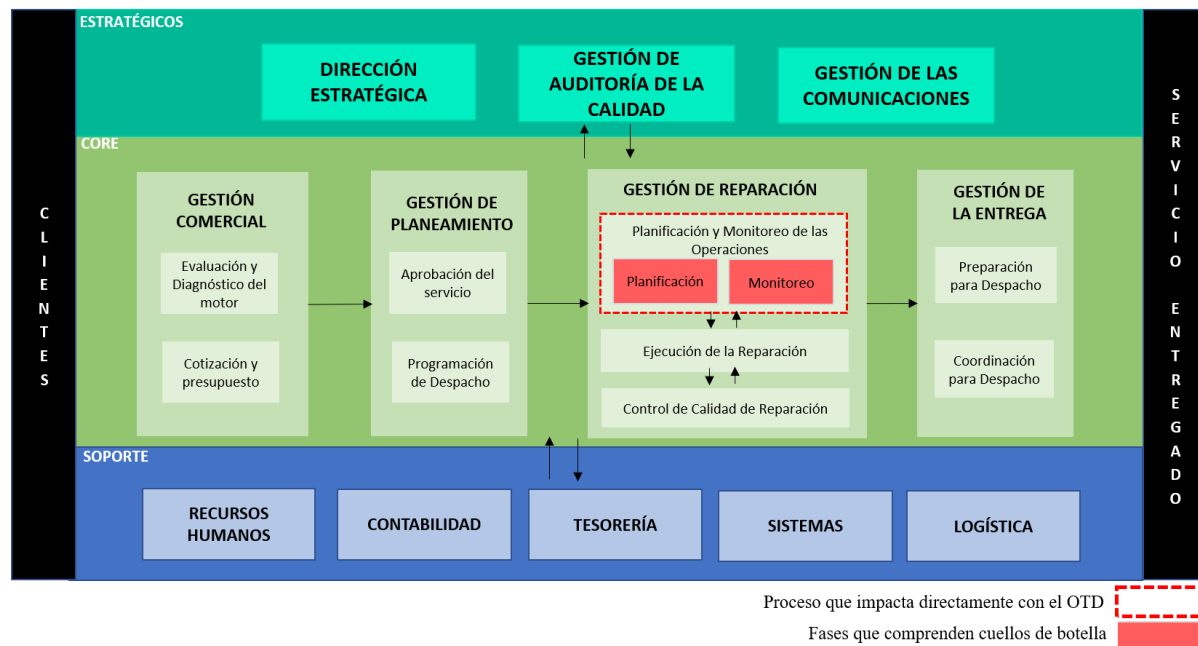
Este apartado presenta el análisis interno de la empresa, fundamental para evaluar sus recursos, capacidades, fortalezas y desafíos operativos, utilizando herramientas como el mapa de procesos, el Business Model Canvas y la matriz EFI. Estos análisis se desarrollan en los apartados 1.3.1, 1.3.2 y 1.3.3.

1.3.1. Mapa de procesos

El mapa de procesos muestra la estructura organizativa de la empresa, dividida en procesos estratégicos, operativos y de soporte, y su interrelación. Los estratégicos definen la dirección y objetivos de largo plazo; los de soporte, brindan el respaldo necesario para que las operaciones principales se ejecuten con eficiencia; y los operativos, que comprenden la gestión comercial, el planeamiento, la reparación y la entrega, conforman el núcleo del servicio.

Los procesos operativos se desarrollan de forma secuencial, desde la captación del cliente hasta la entrega final del motor reparado, asegurando eficiencia y cumplimiento de los compromisos con el cliente. El proceso inicia con la gestión comercial, encargada de identificar oportunidades y coordinar la recepción del motor. Luego, se realiza el diagnóstico técnico y el presupuesto, que se envía para aprobación del cliente. Una vez aprobado, la gestión de planeamiento coordina los recursos necesarios, generando la hoja de conformidad y la programación de la entrega. Posteriormente, la gestión de reparación representa el núcleo operativo, con tres subprocesos: planificación y monitoreo de operaciones, ejecución técnica de la reparación, que abarca desde la extracción de bobinas hasta las pruebas eléctricas finales y el control de calidad. Finalmente, la gestión de entrega garantiza el despacho oportuno y en condiciones óptimas del motor, cumpliendo con los estándares técnicos y las expectativas del cliente.

Figura 3. Mapa de procesos de empresa electromecánica












Nota: Adaptado de la empresa electromecánica

Como se muestra en la Figura 3, el mapa de procesos de la empresa destaca en color rojo el proceso de Planificación y Monitoreo de las Operaciones, ubicado dentro de la gestión de reparación e identificado como el principal cuello de botella. Este proceso abarca las fases de planificación y monitoreo del plan de entregas, teniendo un impacto directo en el cumplimiento del indicador On Time Delivery (OTD). Su adecuada ejecución es fundamental, ya que de ella dependen la organización, el control y el seguimiento de las reparaciones; sin embargo, las deficiencias detectadas en estas actividades han generado retrasos en las entregas a los clientes, aspectos que serán analizados en detalle en capítulos posteriores.

1.3.2. Modelo de negocio

El modelo de negocio se analizó utilizando el Business Model Canvas, herramienta que permite visualizar de manera estructurada cómo la empresa genera y entrega valor a través de nueve bloques clave (Osterwalder & Pigneur, 2009). La Figura 4 muestra su aplicación en la empresa.

Figura 4. Lienzo del modelo de negocio

<p>Socios Clave </p> <ul style="list-style-type: none"> • Proveedores de repuestos y componentes especializados (locales y extranjeros). • Aliados tecnológicos para el desarrollo o integración de soluciones de diagnóstico. 	<p>Actividades Clave </p> <p>Mantenimiento predictivo y preventivo, y correctivo (reparación).</p>	<p>Propuesta de Valor </p> <p>Brindar una respuesta integral, rápida y especializada a las necesidades de mantenimiento y reparación de máquinas eléctricas industriales, garantizando la continuidad operativa, mediante soluciones que integran experiencia técnica con tecnología de diagnóstico.</p>	<p>Relación con el Cliente </p> <p>Atención personalizada y asesoría técnica especializada con soporte de personal experto disponible 24/7, tanto en situ como en las instalaciones de la empresa, garantizando seguimiento y resolución continua.</p>	<p>Segmentos de Clientes </p> <p>Empresas mineras, cementeras, industriales, generadoras de electricidad, azucareras, entre otras.</p>
<p>Recursos Clave </p> <ul style="list-style-type: none"> • Infraestructura. • Herramientas y equipos especializados. • Flota de Transporte. • Personal técnico calificado. 		<p>Canales </p> <ul style="list-style-type: none"> • Presencial (Visita técnica). • Vía Telefónica. • Virtual (Página Web). 		
<p>Estructura de Costos </p> <p>Repuestos, componentes, mano de obra, herramientas, equipos especializados y mantenimiento de instalaciones.</p>			<p>Estructura de Ingresos </p> <ul style="list-style-type: none"> • Venta de servicio de mantenimiento de máquinas eléctricas. • Venta de servicio de reparación de máquinas eléctricas. 	

Nota. Aplicado a la empresa en estudio.

La empresa opera bajo un modelo de negocio B2B, orientado a atender sectores estratégicos como minería, cementeras, energía e hidrocarburos. Su propuesta de valor se centra en ofrecer un servicio de mantenimiento y reparación de motores eléctricos especializado y oportuno, cuyo propósito es minimizar los tiempos de parada, garantizar la continuidad operativa y asegurar la calidad en las entregas. Para alcanzar dichos objetivos, la organización utiliza una combinación de ventas directas y una red física conformada por su sede principal en Lima y una sucursal en Arequipa. Asimismo, mantiene una relación con el cliente basada en la atención técnica personalizada, una comunicación constante y un seguimiento posventa que incorpora el feedback recibido para impulsar la mejora continua.

Entre sus recursos clave destacan una infraestructura moderna, una flota de transporte equipada y personal calificado. En cuanto a las actividades clave comprenden el mantenimiento preventivo, predictivo y las reparaciones en taller o in situ, siendo estas últimas las que generan la mayor proporción de ingresos debido a su urgencia y complejidad. Por otra parte, la estructura de costos refleja su enfoque orientado a la eficiencia operativa y la calidad del servicio, abarcando gastos relacionados con materiales, mano de obra, logística e infraestructura. Finalmente, la compañía cuenta con socios clave, entre los que se incluyen proveedores locales e internacionales, además de aliados tecnológicos que respaldan su operación y fortalecen su capacidad de respuestas ante las demandas del mercado.

El incumplimiento del On Time Delivery (OTD), el cual se sitúa en un 42%, representa una deficiencia en la gestión de planificación y monitoreo que impacta directamente en la viabilidad del modelo de negocio. La propuesta de valor de la compañía se ve debilitada, puesto que la incapacidad de cumplir con los plazos de entrega comprometidos genera una desconexión entre lo que se promete y lo que el cliente realmente recibe. Esta falta de cumplimiento deteriora la relación con los clientes, provocando insatisfacción y una pérdida de confianza que se traduce en menos fidelidad y una reputación negativa. Además, el problema afecta directamente las fuentes de ingresos, ya que los retrasos pueden generar penalidades económicas en los contratos y la insatisfacción del cliente lleva a la pérdida de ventas futuras. En la raíz del problema se encuentran las actividades clave del negocio, como la planificación y el monitoreo, que, al ser ineficientes, comprometen toda la operación.

1.3.3. Matriz de Evaluación de Factores Internos (EFI)

La matriz EFI permite identificar y evaluar las principales fortalezas y debilidades de las áreas funcionales de la empresa, analizando sus interrelaciones (Fred, 2013). En la Matriz EFI, los criterios de calificación se orientan a valorar las fortalezas y debilidades internas, cada factor se le asigna un peso y una calificación entre 1 y 4, donde uno fue muy importante y cuatro representa menos importante. Los pesos para cada factor de las fortalezas y debilidades se calificaron dado el conocimiento y la percepción de la Gerencia General y Gerencia de Operaciones. Cabe mencionar que, los puntajes ponderados revelan el nivel de solidez interna y el grado en que los recursos y capacidades fortalecen la competitividad de la empresa.

Tabla 6. Matriz EFI

Factores claves internos	Peso	Calificación	Valor Ponderado
Fortalezas			
1. Atención 24/7 como socio estratégico para los clientes.	0.20	4	0.8
2. Amplia infraestructura para reparar máquinas de gran potencia.	0.20	4	0.8
3. Equipos de pruebas modernos y calibrados anualmente por el mismo fabricante.	0.15	3	0.45
4. Experiencia respaldada por talleres autorizados de marcas líderes como Weg, Siemens y Teco Westinghouse.	0.15	3	0.45
Debilidades			
1. Procesos no actualizados en la reparación de las máquinas eléctricas.	0.10	2	0.2
2. Demoras en gestión de operaciones.	0.10	1	0.1
3. Escasez de personal técnico especializado para contratar.	0.05	1	0.05
4. Incremento del ausentismo laboral	0.05	1	0.05
Total	1.00	-	2.90

Nota. Matriz EFI aplicada a la empresa de estudio, destacando las principales fortalezas y debilidades internas y su contribución al éxito estratégico.

En este caso, el resultado obtenido fue de 2.90, lo que indica un desempeño interno relativamente sólido. Entre sus principales fortalezas destacan la atención continua y la infraestructura robusta; sin embargo, debilidades como la falta de personal especializado y procesos no estandarizados podrían afectar su crecimiento. Mejorar estos puntos críticos será clave para fortalecer su competitividad.

Tabla 7. Matriz Externa – Interna (EI)

		Totales Matriz EFI Puntaje Ponderado		
		Fuerte 3 - 4	Promedio 2 – 2.99	Débil 1 – 1.99
Totales Matriz EFE Puntaje Ponderado	Alta 3 - 4	I	II	III
	Media 2 – 2.99	IV	V	VI
	Baja 1 – 1.99	VII	VIII	IX

Nota. Elaboración propia.

Como se muestra en la matriz IE, los resultados obtenidos en la matriz EFE (2.75) y en la matriz EFI (2.90) ubican a la compañía en el cuadrante V, lo que orienta hacia una estrategia de conservar y mantener, enfocada en reforzar la eficiencia interna y superar las debilidades operativas. Tal orientación se relaciona directamente con la problemática, pues mejorar el incumplimiento en los plazos de entrega de los motores eléctricos de media tensión no solo responde a la principal debilidad interna, sino que también garantiza la continuidad operativa de los clientes y fortalece la ventaja competitiva de la organización. En ese sentido, mejorar el proceso de planificación y monitoreo de las operaciones se convierte en un requisito estratégico esencial para que la empresa transite de una posición de simple mantenimiento hacia una de crecimiento sostenido en el futuro (D'Alessio, 2013).

CAPITULO II: PROBLEMÁTICA

2.1. Alcance del proceso a intervenir

El análisis del presente trabajo se centró en el macroproceso de gestión de reparación, con énfasis en el proceso de planificación y el monitoreo de las operaciones realizadas por el área de operaciones. Esta área es responsable de gestionar y ejecutar las tareas necesarias para restablecer el funcionamiento óptimo de los motores eléctricos, atendiendo aspectos clave como el cumplimiento de los plazos, los estándares de calidad, la optimización de procesos y la eficiencia operativa. El proceso de planificación y monitoreo de las operaciones se describe como un conjunto de actividades diseñadas para garantizar que los servicios de reparación se realicen de manera eficiente y dentro de los plazos establecidos. Una planificación adecuada permite disponer de los recursos necesarios en el momento oportuno, mientras que el monitoreo constante facilita la detección y corrección de desviaciones, evitando retrasos y optimizando el desempeño.

Este proceso consta de dos fases: planificación de la OT y monitoreo del plan de entregas. La primera fase, la planificación de la OT, tiene como propósito asegurar que las necesidades del cliente se alineen con las especificaciones técnicas del motor eléctrico a reparar. En esta etapa, se asignan las tareas al personal técnico y se establecen los tiempos estimados para cada intervención, garantizando que todo esté preparado antes de iniciar el proceso. Además, en esta fase se gestionan los materiales, herramientas y demás recursos técnicos necesarios para la reparación, garantizando la disponibilidad de repuestos e insumos, ya sea mediante el inventario en almacén o su adquisición oportuna. Esta planificación integral permite evitar interrupciones en el flujo operativo y asegurar una ejecución continua y ordenada del servicio. Por último, la fase de monitoreo del plan de entregas permite realizar un seguimiento constante del avance de cada orden de trabajo. Se supervisa el cumplimiento de los plazos establecidos y se identifican posibles retrasos, analizando sus causas y aplicando las acciones correctivas necesarias. A través de este proceso estructurado, se busca garantizar que las reparaciones se realicen de manera eficiente, optimizando el uso de recursos y minimizando los retrasos en la entrega de los motores eléctricos de media tensión. La atención de este proceso no solo mejorará la continuidad de las actividades y reforzará la confianza de los clientes, sino que también alineará las operaciones con los objetivos estratégicos de la empresa, contribuyendo a ofrecer un servicio competitivo y de alto nivel.

2.2. Requerimientos críticos del cliente

A continuación, se presenta la recolección de requerimientos críticos durante las reuniones de gerencia con operaciones, logística y producción.

Tabla 8 . Matriz de requerimientos críticos de clientes

	Comentario de usuario	Identificación del problema	Requerimiento de usuario
Usuario – Clientes	“Necesitamos reportes confiables sobre el cumplimiento de entregas”	Incumplimiento de fechas de entrega y riesgo de penalidades contractuales	Implementar tecnologías que aseguren el cumplimiento de entregas
Gerencia de Operaciones	“Requerimos indicadores clave de desempeño para monitorear entregas”	Falta de control y seguimiento oportuno del OTD	Herramientas de monitoreo para mejorar la gestión del OTD
Jefatura de Producción	“Existen retrasos en la gestión de entregas”	Desajuste entre la gestión de planificación y monitoreo y los plazos comprometidos con el cliente	Estrategias para agilizar la planificación y monitoreo
Jefatura de Logística	“Existe dificultad en la entrega de motores reparados”	Demoras en la coordinación logística	Acciones para optimizar las actividades logísticas

Nota. Elaboración propia.

En la Tabla 8, la matriz de requerimientos críticos de clientes evidencia que los retrasos en el OTD (On Time Delivery) afectan de manera directa tanto a los clientes externos como a las áreas internas de la organización. Por su parte, los clientes manifiestan la necesidad de contar con reportes confiables y tecnologías que aseguren la entrega en las fechas comprometidas, ya que los incumplimientos generan riesgos de penalidades contractuales y afectan la confianza en el servicio. De manera interna, la Gerencia de Operaciones requiere herramientas de monitoreo que permitan controlar de forma más precisa el cumplimiento del OTD, mientras que la Jefatura de Producción resalta los retrasos recurrentes que impiden alinear la entrega con los plazos acordados, solicitando estrategias para mejorar la planificación y monitoreo de las operaciones de motores reparados de media tensión. Finalmente, la Jefatura de Logística identifica problemas en la entrega de motores reparados, ocasionados por demoras y descoordinación, por lo que demanda acciones concretas para mejorar la gestión logística. En conjunto, estos requerimientos reflejan que el bajo desempeño en el indicador OTD no solo impacta en la satisfacción del cliente externo, sino que también compromete la eficiencia de las áreas internas, generando un efecto en cadena que limita la competitividad de la organización.

2.3. Definición del problema

En la empresa analizada, el principal problema de la empresa es el incumplimiento en las entregas del servicio de reparación de motores eléctricos de media tensión, medido a través del indicador On Time Delivery (OTD), que en 2024 registró un 42% de nivel de incumplimiento, muy por encima del nivel esperado del 10% establecido por la gerencia general. Esta brecha de 32 puntos porcentuales es causada por deficiencias en la gestión de la planificación y monitoreo del área de operaciones, lo que afecta directamente la eficiencia operativa y la satisfacción del cliente. A continuación, se presenta el indicador de medición del cumplimiento de entregas OTD (Dal Forno et al., 2024; Bizinotto Mota, 2023; Delgado et al., 2022):

Ecuación 1. Fórmula de OTD

$$OTD = \frac{\text{Pedidos entregados dentro del plazo}}{\text{Total de pedidos entregados}} \times 100$$

Durante 2024, el cumplimiento de entregas a tiempo (OTD) en las reparaciones de motores eléctricos de media tensión fue, en promedio mensual, del 58%, mientras que el 42% presentó retrasos. La Tabla 9 muestra que esta problemática se mantuvo a lo largo del año, con valores críticos en junio y diciembre, cuando solo la mitad de las órdenes se completaron puntualmente. Este comportamiento resalta la problemática central del estudio: el incumplimiento en las entregas y su impacto en la operación y la satisfacción del cliente.

Tabla 9. Comportamiento de entregas dentro del plazo (OTD), periodo 2024

Mes	Dentro del Plazo (%)	Fuera de Tiempo (%)	Total general (%)
Enero	67%	33%	100%
Febrero	57%	43%	100%
Marzo	60%	40%	100%
Abril	63%	38%	100%
Mayo	56%	44%	100%
Junio	50%	50%	100%
Julio	60%	40%	100%
Agosto	57%	43%	100%
Setiembre	63%	38%	100%
Octubre	56%	44%	100%
Noviembre	60%	40%	100%
Diciembre	50%	50%	100%
Promedio	58%	42%	100%

Nota: Se presenta el desempeño del indicador OTD durante 2024. Para ver indicadores relacionados ver Anexo 2 y 3.

Para mayor detalle, el Anexo 4 presenta un gráfico sobre las entregas realizadas dentro y fuera de plazo durante 2024. Asimismo, la Tabla 10 detalla que, de las 89 órdenes de trabajo registradas en

el año 2024, 52 se entregaron a tiempo y 37 fuera del plazo; el Anexo 5 complementa esta información con un gráfico de barras que ilustra la distribución mensual de estas entregas. La situación evidencia la urgencia de implementar medidas correctivas para mejorar la puntualidad, como también lo destaca el análisis del Balanced Scorecard que identifica el incumplimiento en las entregas como la principal prioridad a resolver por la empresa.

Tabla 10. Indicador OTD, periodo 2024

Mes	Dentro del Plazo	Fuera del Tiempo	Total general (OT)
Enero	4	2	6
Febrero	4	3	7
Marzo	3	2	5
Abril	5	3	8
Mayo	5	4	9
Junio	2	2	4
Julio	6	4	10
Agosto	4	3	7
Setiembre	5	3	8
Octubre	5	4	9
Noviembre	6	4	10
Diciembre	3	3	6
Total general	52	37	89

Nota. Se presenta el número de órdenes de trabajo por motores reparados de media tensión entregados, periodo 2024.

Figura 5. Balanced Scorecard (BSC)

Objetivos estratégicos	Indicador	Objetivos	Oct-24	Nov-24	Dic-24	Acciones a ejecutar
Financiero						
	% Crecimiento de ventas	>0.5%	0.53%	0.55%	0.50%	Campañas de fidelización
	% Gastos / Ingresos	<1%	0.99%	0.96%	0.93%	Mejora de procesos internos
Clientes						
	% Clientes promotores	> 60%	10%	(-)10%	5%	Programa de experiencia del cliente
	Total reclamos / mes	<5%	3%	4%	4%	Plan de acción correctiva inmediata ante reclamos recurrentes
Procesos internos						
	% OTD incumplido	<10%	44%	40%	50%	Digitalización de planificación y monitoreo de operaciones
	Monto anual invertido	<\$5000	\$500	\$1500	0	Programa de innovación interna
Aprendizaje y Crecimiento						
	% Personal capacitado	80%	0%	20%	40%	Programa anual de capacitación
	% Rotación anual	< 4%	2.50%	3.50%	1.50%	Programa de incentivos y reconocimiento

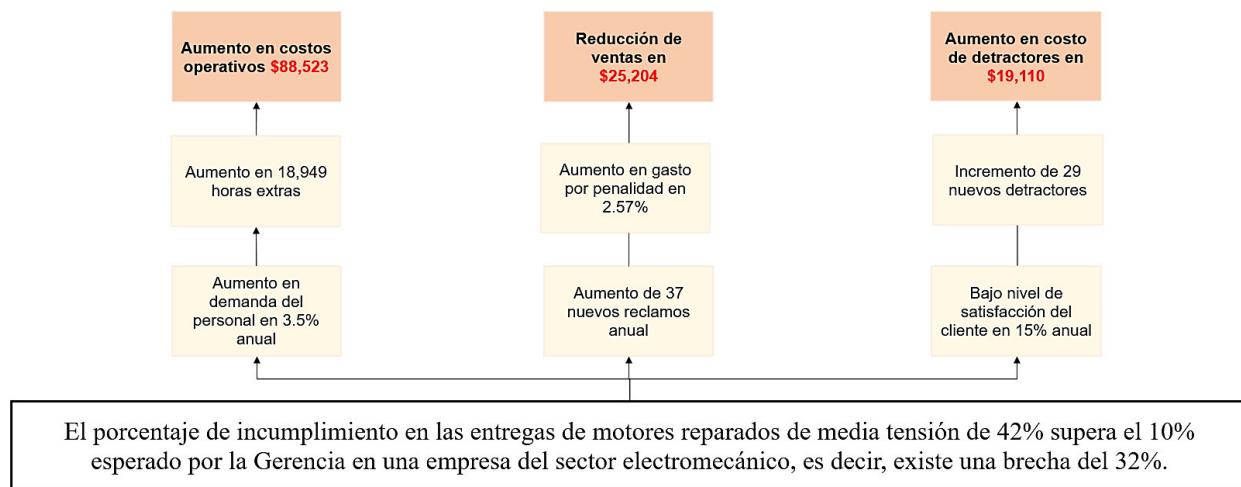
Nota: El gráfico muestra el desempeño de los indicadores durante el periodo 2024.

En la Figura 5 se presenta el Balanced Scorecard con sus distintas dimensiones, donde se evidencia que el principal problema corresponde al incumplimiento de las entregas a tiempo (OTD), este indicador, ubicado en la perspectiva de procesos internos, ha registrado valores superiores a lo establecido del 10%, constituyéndose en el eje central que refleja la dificultad de la empresa para cumplir con los plazos comprometidos. De este modo, la figura no solo resume los resultados del BSC, sino que también permite identificar y comprender el problema crítico o brecha identificada que sustenta el presente trabajo.

2.4. Descripción de efectos generados - Árbol de efectos

El árbol de efectos permite visualizar las principales consecuencias de la problemática central del estudio: el incumplimiento del 42% en las entregas de motores reparados de media tensión, el cual supera la meta del 10% establecida por la Gerencia en una empresa del sector electromecánico y evidencia una brecha del 32%. Este esquema muestra cómo dicha brecha repercute en tres ejes clave: costos operativos, reducción de ventas y aumento en costo de detractores.

Figura 6. Árbol de efectos



Nota: Adaptado de “Apuntes de cátedra: elaboración del árbol de problemas y de objetivos” por (Barbará, Yamile, 2021).

En la figura 6 se expone de manera organizada cómo este nivel de incumplimiento ha generado impactos negativos para el negocio y afecta distintas dimensiones del desempeño organizacional. Para comprender mejor esta dinámica, a continuación, se explica la validación de la cadena causal que conecta los diferentes niveles jerárquicos del árbol de efectos. Con relación al primer bloque de los efectos que genera el incumplimiento, se tiene que el incremento en la demanda de personal

en 3.5% anual conlleva la necesidad de cubrir la carga laboral mediante horas adicionales, lo que se refleja en el aumento de 18,949 horas extras y se convierte finalmente en un sobrecosto operativo de \$88,523. De este modo, la relación causal se establece entre la mayor exigencia de recursos humanos, la dependencia de horas extra y el consecuente incremento de los costos de operación.

De forma similar, para el segundo bloque de los efectos que genera el incumplimiento en las entregas de motores reparados de media tensión, el aumento de 37 nuevos reclamos anuales que perjudica el prestigio de la compañía, este aumento de reclamos genera también un gasto adicional por penalidades equivalente al 2.57%, lo que repercute directamente en una reducción de ingresos por ventas valorizada en \$25,204. En este caso, la cadena causal se configura desde los reclamos hacia las penalidades, lo que deriva en una disminución de las ventas.

Finalmente, en el tercer bloque de los efectos, el incumplimiento en las entregas de motores reparados de media tensión impacta directamente en la satisfacción del cliente, medida a través del indicador NPS, que registró una disminución del 15% anual. Esta reducción afectó la imagen de la compañía y se reflejó en la aparición de 29 nuevos detractores, quienes, al transmitir su experiencia negativa, intensifican el deterioro de la percepción del servicio, cuyo efecto final se traduce en el aumento de costo por detractores, estimado en \$19,110, asociado a penalidades por incumplimiento. De este modo, la relación causal evidencia cómo un bajo nivel de satisfacción genera detractores y, en consecuencia, pérdidas económicas y deterioro de relaciones comerciales.

Es importante precisar que el proceso central del presente trabajo es la planificación y el monitoreo de las operaciones, el cual se vincula con el cumplimiento oportuno de las entregas de motores reparados de media tensión, por lo que no aborda aspectos técnicos propios de la reparación de los motores eléctricos que corresponden a otras áreas técnicas de mantenimiento de la compañía. De este modo, se presenta el árbol de efectos con datos cuantitativos como costos por horas extras, penalidades y costo por detractores manteniendo el análisis alineado al objetivo de mejorar el cumplimiento en las entregas.

2.5. Cuantificación de los efectos a través de indicadores

A continuación, se presenta el detalle de la cuantificación de los efectos presentados en la figura 6: horas extras, gastos por penalidades y baja satisfacción de los clientes.

2.5.1. Efectos nivel 1

2.5.1.1. Efecto horas extras

El incumplimiento en las entregas generó un aumento significativo en las horas extras del personal operativo, asumidas como medida para cumplir con los compromisos pendientes. De acuerdo con la Tabla 11, durante el 2024 se registró en promedio mensual de 1,579 horas extras, lo que representó un costo promedio aproximado de S/28,475 por mes. En total, se acumularon en promedio 18,949 horas extras en el año, con un gasto total de S/341,700, equivalente a \$88,523, según el tipo de cambio vigente. Asimismo, en el anexo 6 se muestra gráficamente la evolución mensual de estas horas adicionales.

Tabla 11. Horas extras, expresado en soles, periodo 2024

Mes	Total Horas	Horas Regulares	Horas extras	Costo por Hora-Hombre Promedio	Costo Total Hora Mensual
Enero	13,163	11,847	1,316	18	S/23,727
Febrero	13,849	12,475	1,374	18	S/24,777
Marzo	13,059	11,273	1,786	18	S/32,207
Abril	13,145	11,249	1,896	18	S/34,190
Mayo	13,121	11,197	1,924	18	S/34,695
Junio	13,334	11,793	1,541	18	S/27,788
Julio	13,912	12,704	1,208	18	S/21,784
Agosto	13,889	12,768	1,121	18	S/20,215
Setiembre	13,626	12,052	1,574	18	S/28,384
Octubre	13,919	12,456	1,463	18	S/26,382
Noviembre	13,484	11,722	1,762	18	S/31,774
Diciembre	13,220	11,236	1,984	18	S/35,777
Promedio	13,477	11,898	1,579	18	S/28,475
Total	161,721	142,772	18,949		S/341,700

Nota. Extraído de la información del sistema Starsoft, reporte de horas extras, periodo 2024. El total de horas trabajadas en cada mes resulta de la suma de las horas regulares y las horas extras. El costo hora-hombre promedio redondeado, valor dado por la empresa, se aplica exclusivamente a las horas extra; al multiplicarlo por estas, se obtiene el costo total mensual correspondiente.

Por su parte, la Tabla 12 expone la cantidad mensual de horas extras, el número de trabajadores asignados y la variación en la dotación de personal, que en promedio fue del 3.5% anual.

Tabla 12. Variación de demanda del personal para horas extras, periodo 2024

Mes	Total Horas extras	Nº trabajadores para HE	Incremento del personal	Total de Trabajadores	Variación de personal (%)
Enero	1,316	20		20	0%
Febrero	1,374	21		21	0%
Marzo	1,786	24	1	25	6%
Abril	1,896	33	2	35	6%
Mayo	1,924	33	2	35	6%
Junio	1,541	28	2	30	6%
Julio	1,208	32		32	0%
Agosto	1,121	33		33	0%
Setiembre	1,574	20	1	21	6%
Octubre	1,463	34		34	0%
Noviembre	1,762	34	2	36	6%
Diciembre	1,984	32	2	34	6%
Total	18,949	-	-	-	3.5%

Nota. Información extraída del sistema Starsoft, periodo 2024. El número de trabajadores asignados a horas extras se calcula según la demanda mensual de horas extras, cuando esta demanda excede la capacidad regular, se registra un incremento de personal, lo que determina el total de trabajadores requeridos en cada mes y la variación porcentual respecto al personal base.

Como se puede apreciar en la tabla anterior, la variación mensual en la demanda de personal asociada a la aplicación de horas extras, situación que en varios meses requirió incrementar la dotación hasta en un 6% para cubrir las necesidades operativas, refleja la presión constante sobre los recursos humanos. En promedio, la variación anual se reflejó en un crecimiento del 3.5% en la demanda de personal, evidenciando que la dependencia de horas extraordinarias no solo incrementa los costos directos, sino que también implicar recurrir a mano de obra externa para sostener el cumplimiento de las operaciones.

2.5.2. Efecto gasto por penalidad

Uno de los efectos más significativos del incumplimiento en las entregas de motores eléctricos reparados es el gasto por penalidades, el cual impacta directamente en la rentabilidad del negocio. Cuando las órdenes de trabajo no se completan dentro del plazo acordado, la empresa incurre en sanciones económicas estipuladas en los contratos con sus clientes, lo que reduce el monto final de facturación y afectan el desempeño económico de la compañía. La Tabla 13 muestra el desglose del impacto económico de estas penalidades a lo largo del año, detallando el valor de venta bruta inicial, el monto descontado por penalidades y la venta bruta final después de aplicar dichas sanciones. En total, durante el período analizado, la empresa dejó de percibir \$25,204, lo que representa una disminución del 2.57% en la facturación anual.

Tabla 13 . Gasto por penalidad de OT fuera de plazo, expresado en dólares USD

Mes	Venta Bruta Inicial (USD)	Penalidad en dólares (USD)	Venta Bruta Final (USD)
Enero	66,860	-1,672	65,189
Febrero	74,950	-1,874	73,076
Marzo	48,190	-1,205	46,985
Abril	105,920	-3,304	102,616
Mayo	106,220	-2,656	103,565
Junio	38,050	-951	37,099
Julio	94,425	-2,361	92,064
Agosto	73,365	-1,834	71,531
Setiembre	66,795	-1,670	65,125
Octubre	113,025	-2,826	110,199
Noviembre	132,245	-3,306	128,939
Diciembre	61,780	-1,545	60,236
Total	981,825	-25,204	956,624

Nota. La venta bruta final mensual resulta de descontar de la venta bruta inicial el monto de la penalidad aplicada por OT entregadas fuera de plazo. La información fue obtenida del sistema Starsoft, periodo 2024.

A lo largo del año, las penalidades por entregas fuera de plazo han impactado de manera constante en las ventas brutas de la empresa, y al revisar los datos mensuales se observa que en la mayoría de los meses presentan sanciones que redujeron los ingresos iniciales. En conjunto, estas cifras revelan que la compañía está perdiendo una parte significativa de sus ingresos debido al incumplimiento de los plazos de entrega.

Tabla 14 . Número de reclamos por incumplimiento en la entrega de motores, periodo 2024

Mes	# Nuevos reclamos
Enero	2
Febrero	3
Marzo	2
Abril	3
Mayo	4
Junio	2
Julio	4
Agosto	3
Setiembre	3
Octubre	4
Noviembre	4
Diciembre	3
Total	37

Nota. Información de registros de la empresa, periodo 2024.

En ese mismo sentido, la Tabla 14 muestra la distribución mensual de los 37 nuevos reclamos presentados por los clientes en el año 2024 debido al incumplimiento en la entrega de motores reparados de media tensión; esta tendencia de reclamos se relaciona directamente con la aplicación de penalidades, lo que no solo genera una reducción de ingresos, sino que también la necesidad de fortalecer el proceso de planificación y monitoreo de las operaciones para mitigar este efecto.

2.5.3. Efecto por baja satisfacción del cliente

La Tabla 15 muestra la evolución del indicador Net Promoter Score (NPS) durante el 2024, evidenciando una disminución progresiva en la satisfacción del cliente, especialmente en los meses con mayor incumplimiento de entregas, con un resultado anual de 15% que refleja el aumento de clientes detractores y, en consecuencia, un mayor costo asociado a su impacto en la empresa. Este descenso no solo compromete el prestigio de la organización, sino que también debilita sus relaciones comerciales a corto y largo plazo, como se observa en el detalle de la siguiente tabla.

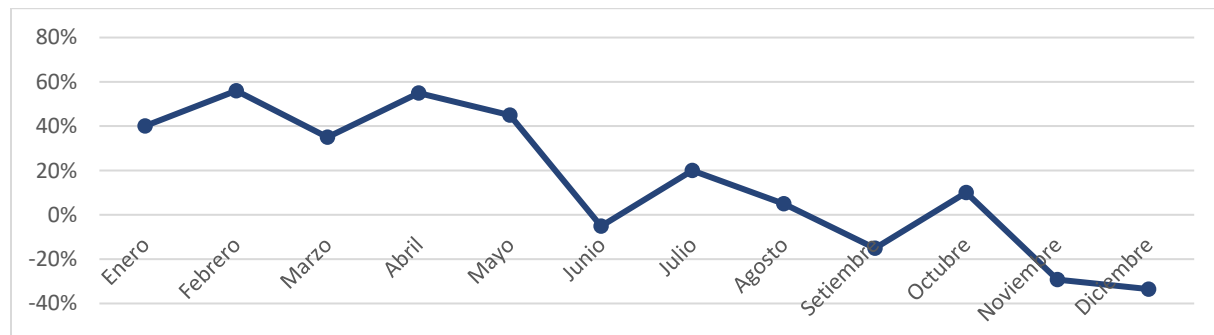
Tabla 15 . Comportamiento anual NPS, periodo 2024

Mes	Promotores (%)	Pasivos (%)	Detractores (%)	NPS (%)
Enero	60%	20%	20%	40%
Febrero	70%	16%	14%	56%
Marzo	60%	15%	25%	35%
Abril	75%	5%	20%	55%
Mayo	65%	15%	20%	45%
Junio	40%	15%	45%	-5%
Julio	57%	6%	37%	20%
Agosto	42%	21%	37%	5%
Setiembre	39%	7%	54%	-15%
Octubre	50%	10%	40%	10%
Noviembre	32%	7%	61%	-29%
Diciembre	21%	25%	54%	-34%
Promedio	-	-	-	15%

Nota. El Net Promoter Score (NPS) se calculó restando el porcentaje de detractores del porcentaje de promotores registrados mensualmente, de encuestas de satisfacción a clientes. Información obtenida de los registros internos de la empresa, periodo 2024.

Asimismo, en la figura 7, el gráfico evidencia una caída progresiva del Net Promoter Score (NPS) a lo largo del 2024, lo cual no solo afecta la percepción del servicio, sino que también incrementa el riesgo de pérdida de ingresos y compromete la fidelidad de la cartera, generando un impacto directo en la competitividad de la empresa. En el Anexo 7 se visualiza la composición del NPS.

Figura 7 . Net Promoter Score (NPS %)



Nota. Elaboración propia.

De acuerdo con la Tabla 16, el incremento de clientes detractores no solo afecta la percepción externa de la compañía, sino que también genera un impacto económico tangible, puesto que las penalidades vinculadas a estos clientes sumaron un total de \$19,110 en el 2024, monto que representa la pérdida de ingresos ocasionada por motores entregados fuera de plazo y por la baja probabilidad de que dichos clientes insatisfechos vuelvan a contratar los servicios de la empresa. La generación de detractores, asociada a incumplimientos recurrentes, no solo compromete la confianza en la compañía, sino que también reduce su disposición a mantener relaciones comerciales a futuro.

Tabla 16 . Clientes Detractores y Pérdida Potencial en Ventas (expresado en dólares)

Mes	Número de clientes detractores	Pérdida definitiva por penalidad
Enero	4	2,229
Febrero	3	2,761
Marzo	1	672
Abril	2	1,147
Mayo	5	2,782
Junio	2	1,179
Julio	4	2,731
Agosto	3	1,639
Setiembre	2	1,659
Octubre	1	656
Noviembre	1	850
Diciembre	1	850
Total	29	19,110

Nota. Detractores corresponde a clientes que calificaron negativamente en las encuestas NPS. El aumento de costo por detractores corresponde a las penalidades asociadas a sus órdenes de trabajo. La información proviene de los registros internos de la empresa, periodo 2024.

En síntesis, durante el 2024 se registraron 29 clientes detractores, lo que ocasionó pérdidas económicas directas y un deterioro en la fidelidad de la cartera, esta situación no solo compromete la continuidad de las ventas actuales, sino que además incrementa el riesgo de una reducción progresiva de la participación de mercado, por lo que resulta necesario que la gerencia operativa implemente medidas correctivas orientadas a mejorar el cumplimiento de los plazos de entrega y recuperar la confianza de los clientes.

CAPITULO III: MARCO TEÓRICO

Para elegir la alternativa de solución más adecuada se aplicó la matriz del Proceso de Análisis Jerárquico (AHP), herramienta que permite priorizar opciones integrando criterios técnicos y la opinión de expertos (Peñalba et al., 2024) (Ver anexo 8). Como resultado, se seleccionó Lean Service por ofrecer el mejor equilibrio entre costo, tiempo, sostenibilidad y efectividad (Pérez & Morato, 2021), esta metodología se alinea con los objetivos estratégicos y la ventaja competitiva de la organización, al permitir abordar el incumplimiento en las entregas del servicio de reparaciones de motores eléctricos de media tensión mediante la mejora de procesos, la reducción de tiempos, el incremento de la eficiencia operativa y la satisfacción del cliente, lo que refuerza su posicionamiento en el mercado.

3.1. Metodología *Lean Service*

3.1.1. Definición e importancia del Lean Service

El término de Lean Manufacturing fue introducido por Krafcik en 1988 (Hadid, 2019) y posteriormente ampliado por Womack y Jones (1996) como lean thinking. Bowen y Youngdahl (1998) adaptaron este enfoque al sector servicios, denominándolo Lean Service. Aunque el alcance del término ha evolucionado, su esencia se mantiene: eliminar desperdicios en los procesos para maximizar el valor percibido por el cliente (Shamsuzzaman et al., 2018; Hadid et al., 2016). Este enfoque considera que las organizaciones son un conjunto de procesos que deben ser controlados y mejorados de manera continua (Allway & Corbett, 2002). En la actualidad, Lean se define como un enfoque multidimensional que busca eliminar actividades que no aportan valor y aumentar el valor percibido por el cliente (Shah & Ward, 2003). Según Liker (2004), Lean Service se centra en estandarizar operaciones, enfocándose solo en actividades que generen valor para el cliente y cumplan sus expectativas de calidad y precio, gestionando tanto el conocimiento explícito como el intangible. George (2003) complementa esta visión al definir Lean Service como un método estructurado que identifica y elimina ineficiencias, fomentando la mejora continua para entregar el servicio de acuerdo con las necesidades del cliente. Por su parte, Nascimento & Francischini (2004) destacan que Lean Service busca estandarizar operaciones, priorizando actividades que aporten valor y satisfagan las expectativas del cliente en calidad y costo, con un enfoque en resultados tangibles y medibles. De esta manera, se evidencia que el *Lean* busca mejorar el valor

para el cliente y en responder rápidamente a sus necesidades cambiantes (Shah & Ward, 2003). Un aspecto central del Lean es la eliminación de actividades que no agregan valor, las cuales en empresas de servicios pueden representar hasta el 40% de los costos laborales (Atkinson, 2004). Reducir estas actividades permite a las empresas operar con menos recursos, capital, espacio y mano de obra (Swank, 2003), y promueve hacer las tareas bien desde el inicio, lo que disminuye retrabajos, mejora la productividad y reduce costos asociados (Piercy & Rich, 2009; Hadid, 2019). Este enfoque es especialmente valioso para empresas que operan en mercados volátiles o requieren personalización (Kumar & Telang, 2011; Gosselin, 1997), ya que permite adaptarse rápidamente a cambios en las necesidades de los clientes (Kennedy & Widener, 2008). Además, en un entorno Lean, todos los empleados son responsables del control de calidad y se fomenta la solución inmediata de problemas en el punto donde ocurren, reduciendo tiempos muertos y mejorando la productividad (Piercy & Rich, 2009). Por último, al eliminar actividades innecesarias, las prácticas Lean reducen los tiempos de entrega y mejoran la capacidad de respuesta ante los clientes (Shamsuzzaman et al., 2018), un atributo crítico para competir en mercados dinámicos (Hadid et al., 2016; Lei et al., 1996).

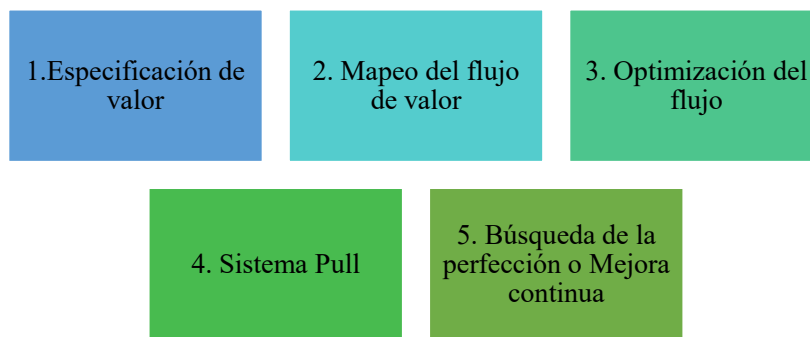
3.1.2. Principios del Lean Service

Para implementar Lean Service de manera efectiva, se han definido cinco principios clave que orientan su aplicación en diversos sectores, incluidos manufactura y servicios, debido a su flexibilidad (López et al., 2015; Liker, 2004). Según Womack y Jones (1996), estos principios constituyen la base del enfoque Lean en cualquier contexto. El primero consiste en comprender qué aspectos del servicio son realmente importantes para el cliente, ya que es él quien determina qué se considera valioso. El segundo principio se orienta a identificar todas las actividades necesarias para entregar el servicio, asegurando que cada una aporte valor y eliminando aquellas que no lo generan. El tercer principio busca que las actividades del proceso se desarrollen sin interrupciones ni cuellos de botella, garantizando un flujo continuo hacia la entrega del valor esperado. El cuarto, conocido como “pull” o “tirar”, consiste en ajustar la prestación del servicio a la demanda real del cliente, iniciando el trabajo únicamente cuando existe un requerimiento, lo que permite evitar la sobreproducción o servicios innecesarios. Finalmente, el quinto principio se centra en la búsqueda de la perfección mediante la mejora continua, con el fin de satisfacer y

superar las expectativas del cliente, mejorando permanentemente los procesos para entregar lo que necesita en el momento oportuno.

Además, Reis y Ernani (2015) destacan que los principios del Lean Service deben enfocarse en ofrecer un servicio de bajo costo para el cliente, estandarizar procesos sencillos, fomentar la co-producción y aprovechar tecnologías de la información que faciliten la interacción y sean aceptadas por el usuario. Por su parte, Tapping y Shuker (2003) subrayan la importancia de que los servicios operen de forma coordinada, evitando desperdicios de tiempo y esfuerzo por parte del cliente, para garantizar que reciba lo que necesita en el lugar y momento adecuado.

Figura 8. Diagrama de principios del Lean Service



Nota. Basado de (López et al., 2015; Womack & Jones, 1996; Womack & Jones, 2003)

3.1.3. Beneficios del Lean Service

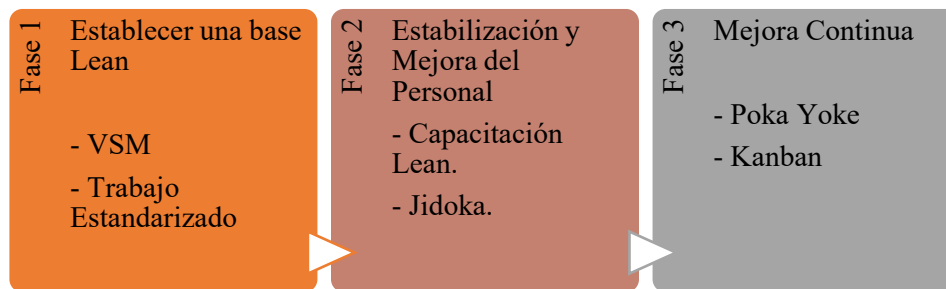
Las implementaciones del enfoque Lean en sectores de servicios ha demostrado tener numerosos beneficios (Lisiecka & Burka, 2016). Estas implementaciones han mejorado la calidad de los servicios, reducido significativamente el tiempo de atención (al eliminar pasos innecesarios y tiempos de espera), y mejorado la calidad del servicio al evitar errores previsibles (Hadid & Mansouri, 2014; Bowen & Youngdahl, 1998; Lisiecka & Burka, 2016). También han permitido reducir costos mediante el uso más eficiente de recursos y un diseño optimizado de procesos, aumentar la motivación y satisfacción laboral de los empleados, y, finalmente, elevar la satisfacción del cliente (Fillingham, 2007; Radnor & Boaden, 2008; Bowen & Youngdahl, 1998; Hummer & Daccarett, 2009). Continuando con los beneficios derivados de la aplicación *Lean Service*, este se caracteriza por su adaptabilidad y flexibilidad, pudiendo implementarse en diversos ámbitos (Sengazhani et al., 2021), tales como: el sector educación (Emiliani, 2004), la consultoría (Ball & Maleyeff, 2003), la tecnología de la información (Womack & Jones, 2010), en

diferentes áreas de hospitales, como emergencias y laboratorios de cateterismo cardíaco (Alnajem et al., 2019; Hussain y Malik, 2016, Agarwal et al.,2016; Robinson et al.,2012). En el sector hotelero, Vlachos y Bogdanovic (2013) y Rauch et al. (2016) utilizaron algunos elementos del sistema lean para optimizar la atención al cliente (Sengazhani et al., 2021), en las aerolíneas (Bowen & Youngdahl, 1998), entre otros (Lisiecka & Burka, 2016). La amplia gama de aplicaciones demuestra la versatilidad de este enfoque, que adopta nombres diferentes según el contexto en el que se implemente (Lisiecka & Burka, 2016).

3.1.4. Marco de referencia para aplicación del Lean Service

La transición hacia una organización orientada al Lean Service es un proceso amplio y a largo plazo que requiere de un modelo que guíe la implementación y permita evaluar los avances (Gupta et al., 2016). Este marco debe adaptarse a las necesidades y características específicas de cada empresa y los servicios que ofrece, combinando herramientas y prácticas Lean que resulten más efectivas en cada contexto (Reis & Ernani, 2015). Damrath (2012) propone un esquema de tres fases secuenciales, donde cada una utiliza herramientas Lean específicas y establece un nivel de madurez que debe alcanzarse antes de avanzar a la siguiente etapa:

Figura 9. Marco para la implementación de Lean en industrias de servicios



Nota. Extraído de (Damrath, 2012; Gupta et al., 2016).

De acuerdo a Damrath (2012), las fases se detallan a continuación:

Fase 1: Construir una base Lean sólida

Se centra en comprender el estado actual del negocio de servicios, analizar las expectativas presentes y futuras de los clientes, y revisar los procesos operativos para asegurar su control. Para

ello, herramientas como el Mapeo del Flujo de Valor (VSM) y la Estandarización de Procesos permiten identificar oportunidades de mejora y establecer los cimientos para el cambio.

Fase 2: Estabilización y mejora del personal

Una vez establecida la base, esta fase busca mejorar el desempeño de la organización y mejorar los procesos, poniendo énfasis en capacitar y empoderar a los colaboradores. El objetivo es fomentar la participación activa del personal, incentivando que identifiquen problemas y propongan soluciones para el perfeccionamiento continuo.

Fase 3: Mejora Continua

Con la cultura Lean ya integrada, esta etapa busca consolidar y extender los logros alcanzados, promoviendo la mejora constante de procesos y resultados. En esta fase se espera evidenciar avances como mayor satisfacción del cliente, incremento de la productividad y mejor desempeño del personal, asegurando que los principios Lean queden arraigados en el ADN de la organización.

3.1.5. Herramientas del Lean Service

Según López et al. (2015), las herramientas Lean son ampliamente utilizadas en proyectos reales y su correcta adaptación es clave para la aplicación exitosa del Lean Service. Una forma efectiva de organizarlas es mediante la pirámide de herramientas Lean (figura 10), que clasifica las herramientas en niveles básico, intermedio y avanzado, según el grado de conocimiento requerido para su implementación (Cudney et al., 2014). En este estudio se aplican herramientas ya mencionadas en el marco de referencia (inciso 3.1.4), como el mapeo de flujo de valor, trabajo estandarizado, Poka Yoke, capacitación Lean, Andon y el método Kanban.

Figura 10. Pirámide Lean



Nota. Adaptado y extraído de (Cudney et al., 2014).

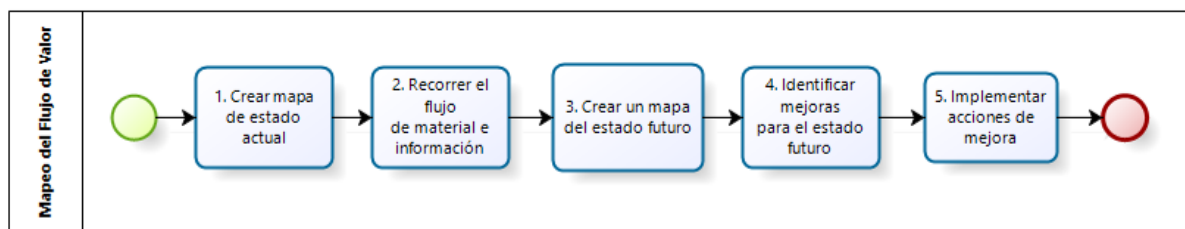
A continuación, se describe la herramienta clave aplicada en esta investigación:

3.1.5.1. Mapeo de Flujo de Valor (VSM)

El mapeo de flujo de valor (VSM, por sus siglas en inglés) es una herramienta fundamental en Lean, que permite representar visualmente toda la cadena de valor de un proceso, identificar actividades que no agregan valor y planificar mejoras para mejorar los procesos (Rother & Shook, 2003; Haryanto & Ikatrinasari, 2014). Para Bonaccorsi et al. (2011) destacan al VSM como la herramienta preferida para planificar e implementar cambios hacia una organización Lean. En una primera fase, se utiliza para mapear los procesos actuales en la organización de servicios, y posteriormente, en una segunda fase, este mapa se usa como base para identificar mejoras en las operaciones (Damrath, 2012). Asimismo, se puede agrupar los servicios en familias homogéneas con tareas similares y asignar equipos especializados para gestionarlas de principio a fin, fortaleciendo así la responsabilidad y la gestión integral de los procesos (Martin & Osterling, 2007; ACE, 2011). Este enfoque permite identificar puntos críticos, mejorar el rendimiento y facilita la comprensión de los conceptos de flujo de valor y eliminación de desperdicios, que suelen ser menos visibles en los servicios que en la manufactura (López et al., 2015). En definitiva, el VSM ayuda a los equipos a enfocarse en las actividades que generan valor y en mejorar el flujo de los procesos, permitiendo visualizar y eliminar actividades que no aportan valor para incrementar la eficiencia y productividad (Hernández & Vizán, 2013). Para aplicar esta herramienta en servicios, se requiere adaptar su metodología a las características específicas del sector (Damrath, 2012). A

continuación, se presentan los pasos para la implementación de la herramienta del mapeo de flujo de valor (VSM).

Figura 11. Pasos para la implementación de la herramienta VSM



Nota. Basado y extraído de (Cudney et al., 2014).

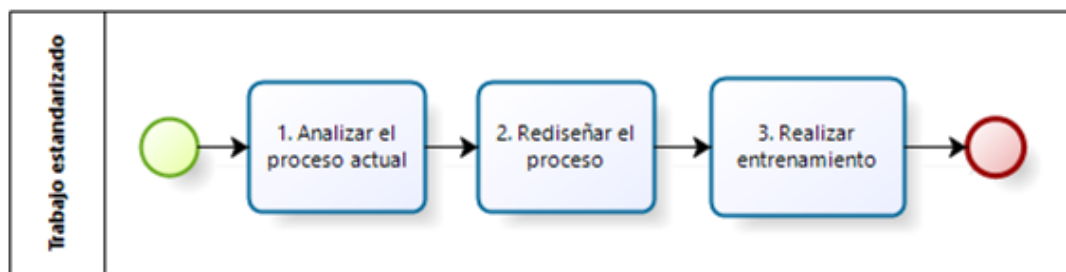
La Figura 11 presenta los pasos para implementar la herramienta Value Stream Mapping (VSM), la cual se aplica en el proceso de planificación y monitoreo con el propósito de analizar los flujos de trabajo de reparaciones de motores eléctricos de media tensión. En primer lugar, se elabora el mapa del estado actual que permite representar la situación real de dicho proceso. Luego, se recorre el flujo de trabajo con el fin de identificar retrasos y desperdicios. Sobre la base en este diagnóstico, se diseña el mapa del estado futuro que refleja el escenario ideal del proceso de estudio con actividades que generen valor. Posteriormente, gracias a esta identificación, se definen acciones de mejora que buscan cerrar las brechas detectadas y, finalmente, se ejecutan dichas acciones para alcanzar un flujo más ágil, eficiente y alineado con los objetivos del servicio.

3.1.5.2. Trabajo estandarizado

El trabajo estandarizado es una herramienta esencial en Lean Service que busca maximizar el rendimiento con el mínimo desperdicio, combinando de manera óptima el trabajo humano y los recursos, eliminando la variabilidad y actuando como un sistema de diagnóstico que visibiliza problemas, facilita su solución, identifica desperdicios e impulsa la mejora continua a través del Kaizen (Cudney et al., 2014). Estandarizar significa establecer la mejor forma conocida de realizar una tarea y asegurar que todos los involucrados la ejecuten de manera uniforme, fomentando consistencia y calidad (Damrath, 2012). En el entorno japonés de manufactura, la estandarización se considera la base de la mejora continua y una herramienta clave del éxito organizacional (Hernández & Vizán, 2013). Aunque en servicios no todos los procesos pueden estandarizarse, hay áreas críticas donde la consistencia es fundamental para garantizar eficiencia, reducir variabilidad y mejorar la experiencia del cliente (Vinodh, 2023). Contrario a la creencia de que

limita la creatividad, la estandarización empodera a los empleados al proporcionar claridad sobre qué hacer, cómo hacerlo y en qué momento, permitiendo enfocarse en mejorar continuamente los estándares establecidos (Damrath, 2012). Según López et al. (2015), estandarizar implica definir los métodos y secuencias más eficaces para mejorar procesos, reducir desperdicios y mantener la calidad. El trabajo estandarizado logra, entre otros beneficios, establecer rutinas para tareas repetitivas, facilitar la asignación de recursos, definir relaciones claras entre el trabajador, su entorno y materiales, servir como base para mejorar al evidenciar problemas y prevenir la regresión a prácticas ineficientes (Cudney et al., 2014; Damrath, 2012). Sin estándares claros, la mejora continua es imposible, ya que no existe una referencia para identificar ni sostener avances (Bicheno & Holweg, 2008).

Figura 12. Pasos para la implementación de la herramienta del trabajo estandarizado



Nota. Basado y extraído de (Huarac Rosell & Collanqui Torres, 2023).

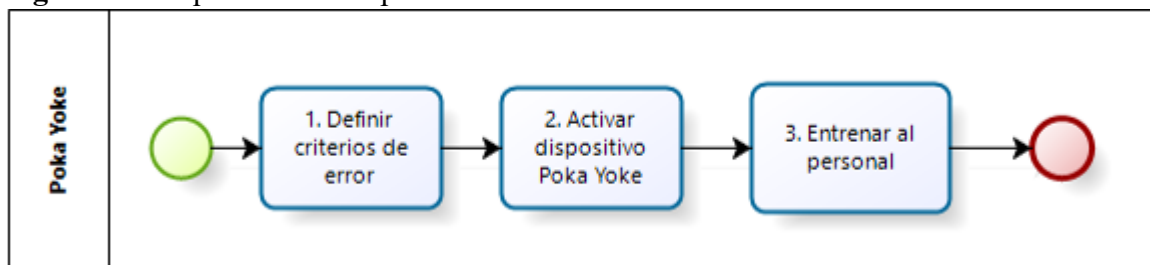
En la empresa analizada, la aplicación del trabajo estandarizado se desarrolla en tres etapas: en primer lugar, se analiza el proceso actual de planificación y monitoreo de operaciones, identificando desviaciones, tiempos y actividades que no agregan valor. En segundo lugar, se rediseña el flujo de trabajo para reducir las desviaciones del proceso y eliminar desperdicios. En tercer lugar, las nuevas actividades se transmiten al personal mediante capacitación y entrenamiento continuo, esta herramienta contribuye a mejorar los tiempos de entrega, disminuir retrabajos y consolidar la mejora continua.

3.1.5.3. Poka Yoke

Poka Yoke, término japonés que significa “a prueba de errores”, es un método preventivo que busca evitar fallos humanos durante los procesos productivos o administrativos, mediante soluciones sencillas y económicas que impidan errores antes de que ocurran (Cudney et al., 2014).

Este enfoque se basa en tres principios clave tales como la detección de procesos que están fuera de control, el reconocimiento que los humanos son propensos a cometer errores y la búsqueda de soluciones sencillas y de bajo costo basadas en el sentido común. Aunque se considera una herramienta secundaria en la metodología Lean, el Poka Yoke tiene aplicaciones fundamentales en la industria y los servicios, ayudando a prevenir errores mediante dispositivos simples como plantillas, accesorios o validaciones digitales que bloquean el avance cuando se detecta información incorrecta (Vinodh, 2023). La aplicación de Poka Yoke mejora la calidad operativa al minimizar errores y retrabajos, lo que se traduce en un servicio más confiable para el cliente. Esto, a su vez, impacta positivamente en los indicadores de satisfacción y rendimiento comercial, ya que conecta directamente las mejoras operativas con los objetivos estratégicos y las expectativas de los clientes (López et al., 2015). A continuación, se presentan los pasos para la implementación de la herramienta Poka Yoke:

Figura 13. Esquema de la implementación de la herramienta Poka Yoke



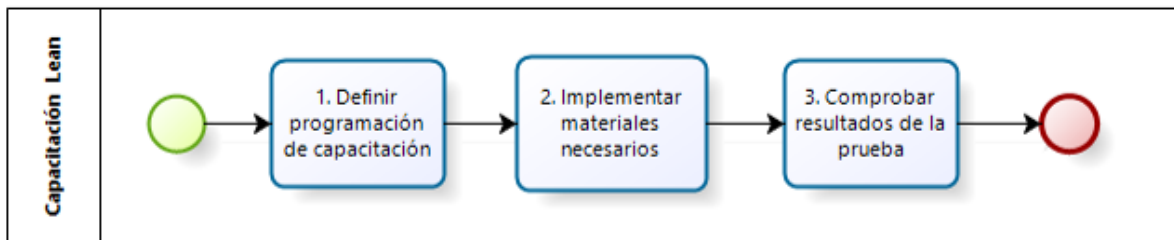
Nota. Basado y extraído de (Huarac Rosell & Collanqui Torres,, 2023)

En la empresa, específicamente en el área de operaciones, la herramienta Poka Yoke se aplica para prevenir errores en la planificación y monitoreo de las operaciones, tales como errores en la elaboración de las Hojas de Seguimiento de Proceso (HSP) y órdenes de trabajo con información errónea que puedan afectar el cumplimiento de los plazos de entrega (OTD). El proceso inicia con la definición clara de los criterios de error, lo que implica identificar en qué puntos críticos del proceso pueden presentarse fallas humanas o técnicas. Una vez determinados estos criterios, se procede a activar el dispositivo o mecanismo Poka Yoke, que puede ser tanto físico como procedimental, con el fin de bloquear o corregir automáticamente la posibilidad de que el error ocurra. Finalmente, la implementación se complementa con el entrenamiento del personal, garantizando que todos comprendan cómo funciona la herramienta Poka Yoke y de qué manera contribuye a evitar fallos recurrentes.

3.1.5.4. Capacitación Lean

En esta fase, la alta dirección debe enfocarse en consolidar una cultura de mejora continua en la organización. A diferencia de la etapa inicial, donde Lean se impulsa desde la dirección, ahora es clave adoptar un enfoque orientado al apoyo y la capacitación, involucrando activamente a todo el personal en los procesos de mejora y motivándolos a proponer ideas propias. Esto puede lograrse reconociendo públicamente las iniciativas exitosas de mejora (Damrath, 2012). La capacitación Lean incluye formación formal, capacitación en el puesto de trabajo y aprendizaje experiencial, desarrollando en empleados y gerentes las competencias necesarias para implementar mejoras de manera sostenida (Kabst et al., 1996). Sin embargo, muchas organizaciones no están preparadas para fomentar la participación activa de todos los colaboradores en la identificación y resolución de problemas, debido a que sus líderes aún no comprenden los beneficios que aporta esta filosofía de gestión (Dinis-Carvalho, 2020). La capacitación es un pilar esencial en el enfoque Lean Service, ya que no solo permite a los empleados desempeñar sus funciones con mayor eficiencia, sino que también fortalece el crecimiento continuo de la organización. Es fundamental involucrar a los principales interesados y aprovechar el conocimiento de diversas áreas para enriquecer la toma de decisiones (Singh Sarai, 2016). Además, el enfoque Lean Service busca desarrollar en los empleados habilidades orientadas al servicio al cliente, y al mismo tiempo concienciar a los propios clientes sobre cómo pueden colaborar activamente en la creación conjunta de valor y en la calidad del servicio (Suárez et al., 2012). A continuación, se presentan los pasos para la implementación de la Capacitación Lean:

Figura 14. Esquema de la implementación de la herramienta Capacitación Lean



Nota. Adaptado de (Hussain S. , 2021)

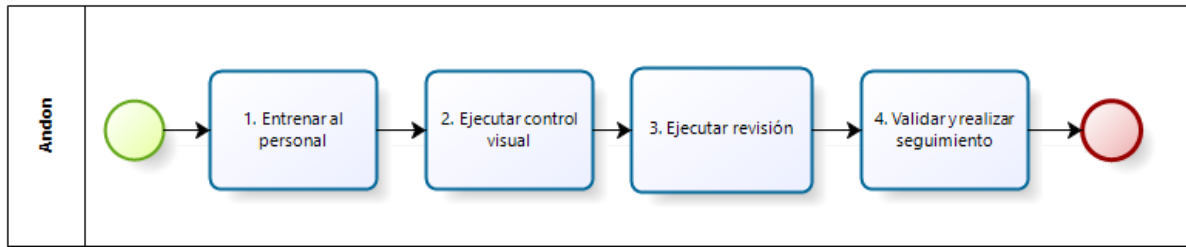
La Figura 14 representa el proceso de capacitación Lean, considerado como un mecanismo clave para la adopción de las herramientas de mejora continua en la empresa. En primer lugar, se realiza

la programación de la capacitación, donde se definen los contenidos, los responsables y el cronograma, garantizando que el personal involucrado reciba la formación en el momento oportuno. Luego, se procede a la implementación de los materiales necesarios, lo que implica disponer de manual, presentaciones e instructivos que faciliten el aprendizaje práctico y alineado con los procesos reales de la organización. Por último, se lleva a cabo la comprobación o verificación de resultados con el seguimiento del cronograma de entrenamientos.

3.1.5.5. Andon

Andon, palabra japonesa que significa “luz” o “lámpara”, es un sistema de señalización visual que muestra en tiempo real el estado de un proceso, permitiendo a operadores y supervisores detectar y resolver de inmediato cualquier problema. Su implementación mejora la eficiencia, reduce tiempos de inactividad y mejora la productividad (Hautamäki, 2023). Como herramienta clave de gestión visual, Andon facilita la identificación de fallas o anomalías en las operaciones, permitiendo tomar decisiones oportunas y aplicar medidas correctivas de manera inmediata (Janampa & Morales, 2022). Su función principal es brindar información instantánea sobre el estado del proceso y generar retroalimentación continua (Cachicatari, 2019). El sistema Andon combina señales visuales, textuales y auditivas para alertar sobre problemas de calidad, interrupciones o cualquier desviación del proceso (Socconini, 2019). Además, puede incluir tableros que muestran indicadores clave de desempeño, como producción planificada versus avance real y cuerdas o botones que permiten a los operadores notificar de inmediato a sus supervisores, activando luces o alarmas para agilizar la respuesta (Hautamäki, 2023). Este sistema fomenta una cultura de mejora continua al hacer visibles las oportunidades de optimización, motivando a los colaboradores a identificar y resolver problemas de forma proactiva. Así, mejora la comunicación, la eficiencia y el desempeño de los procesos, generando mayor valor para el cliente (Hautamäki, 2023). Para implementar el sistema Andon, Socconini (2019) propone un procedimiento estructurado en cuatro pasos:

Figura 15. Pasos para la implementación del Método Andon



Nota. Basado y extraído de (Huarac & Collanqui , 2023).

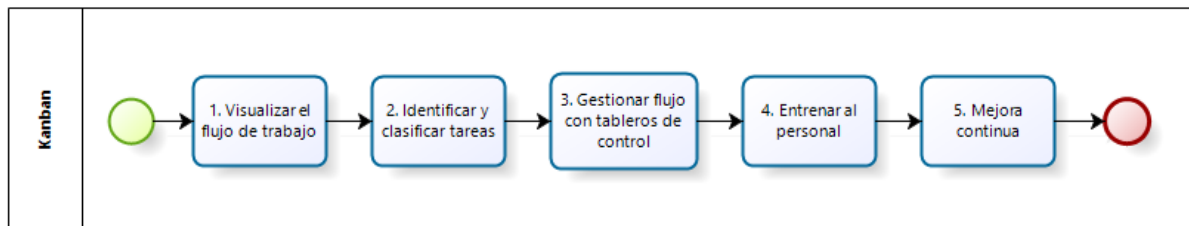
La Figura 15 muestra el proceso de implementación de la herramienta Andon, empleada para dar respuesta rápida y efectiva a fallas recurrentes en la gestión de requerimientos, tales como solicitudes con información incompleta, errónea o sin validación técnica y contempla cuatro pasos: En primer lugar, se desarrolla una capacitación dirigido al personal responsable del uso del módulo de Requerimiento y del Ticket de Salida, con el fin de asegurar que comprendan plenamente el funcionamiento de la herramienta, las reglas de validación implementadas y la forma adecuada de reaccionar ante las alertas generadas, fortaleciendo de este modo la coordinación entre las áreas involucradas. En segundo lugar, se programan alertas de requerimientos que se despliegan a través del aplicativo móvil utilizado por el área de planificación y monitoreo, lo cual permite identificar de manera inmediata errores en los datos ingresados y garantizar la visibilidad en tiempo real de cualquier inconsistencia detectada. La tercera fase corresponde a la revisión sistemática de los requerimientos registrados, donde se analizan los errores detectados y los usuarios implicados. Finalmente, la cuarta fase se centra en la validación y seguimiento continuo de los requerimientos aprobados, asegurando la trazabilidad del proceso garantizando un control más efectivo de las operaciones.

3.1.5.6. Método Kanban

El método Kanban, del japonés “registro visible” o “tarjeta visual”, se basa en el sistema de producción Pull, que ajusta la prestación del servicio a la demanda real del cliente, activándose solo cuando el cliente lo solicita (Muñoz et al., 2022). En servicios, esto permite gestionar solicitudes, ciclos de vida y catálogos, mientras que, en entornos de TI, Kanban actúa como un mecanismo efectivo para monitorear procesos (López et al., 2015). Este método optimiza la gestión del trabajo al reducir desperdicios, evitar la sobreproducción y minimizar reprocesos, destacando por su capacidad de supervisión visual que permite a operadores y responsables

gestionar eficientemente el flujo de trabajo, anticiparse a retrasos y evitar tareas duplicadas (Janampa & Morales, 2022). Kanban es una herramienta visual e intuitiva ampliamente adoptada tanto en manufactura como en servicios, pues fomenta la colaboración, facilita el seguimiento del estado de los proyectos en tiempo real y mejora la comunicación entre los equipos (Pérez & Morato, 2021). Su efectividad ha llevado a numerosas organizaciones, especialmente en Japón, a implementarlo como estrategia clave para reducir costos, mejorar la flexibilidad operativa, disminuir desperdicios, tiempos de espera y optimizar los procesos logísticos y de almacenamiento (Nor et al., 2013). En conjunto, Kanban se consolida como una herramienta esencial para gestionar procesos de forma eficiente, impulsar la comunicación visual y fortalecer la cultura de mejora continua en las organizaciones.

Figura 16. Pasos para la implementación del Método Kanban



Nota. Adaptado y extraído de (Janampa & Morales, 2022).

La Figura 16 presenta el proceso de implementación del método Kanban, orientado a mejorar el flujo de tareas del proceso de planificación y monitoreo de las operaciones, el cual se desarrolla en cinco pasos: el primero consiste en la visualización del flujo de trabajo, mediante un módulo de reportes y seguimiento de órdenes de trabajo que permiten representar de forma clara cada etapa del proceso, facilitando la identificación de avances y retrasos. En el segundo paso, se realiza la identificación y clasificación de tareas, lo que permite priorizar actividades críticas y organizar la carga laboral de manera eficiente. Posteriormente, en el tercer paso, se lleva a cabo la gestión del flujo que implica ingresar, modificar, actualizar o eliminar la información relacionada con la gestión de las órdenes de trabajo con un módulo de reportes y seguimiento, que contribuye a monitorear en tiempo real el estado de las órdenes de trabajo. El cuarto paso es el entrenamiento, necesario para que el personal conozca las reglas de uso y mantenga la disciplina en la actualización de la información. Finalmente, el quinto paso corresponde a la mejora continua, donde se analizan los resultados obtenidos para implementar ajustes que fortalezcan el cumplimiento en las entregas.

3.2. Entregas a tiempo (OTD)

3.2.1. Definición e importancia

La puntualidad en las entregas, conocida como On Time Delivery (OTD), es un indicador clave que mide el porcentaje de pedidos entregados dentro de la fecha prometida al cliente, comparado con el total de entregas programadas (Medeiros et al., 2021). Este indicador evalúa la eficiencia de la cadena de suministro y es fundamental para analizar el nivel de satisfacción del cliente, ya que refleja la capacidad de la empresa para cumplir sus compromisos (Bizinotto, 2023). Las entregas a tiempo son un componente clave dentro de la cadena de suministro de cualquier empresa (Dal Forno et al., 2024). De acuerdo con Blanchard (2010) y Myerson (2018), el OTD es esencial para medir la capacidad de la organización de cumplir con los tiempos de entrega acordados. Además, Sudha y Mahalakshmi (2014) destacan su valor estratégico, pues permite mejorar la eficiencia operativa y la experiencia del cliente. Si los plazos no se cumplen, la eficiencia de la empresa se ve afectada negativamente (Kamali, 2018). En escenarios de pedidos personalizados, el OTD inicia desde que el cliente confirma la necesidad y finaliza cuando el producto está disponible para su uso (Forsslund et al., 2009). En el presente estudio, el OTD se calcula desde la emisión de la Hoja de Conformidad (HC) hasta la entrega de los motores eléctricos reparados.

3.2.2. Métrica o Cálculo del OTD

El OTD se define como la proporción entre los pedidos entregados puntualmente y el total de pedidos realizados, reflejando la capacidad de la empresa para cumplir con los plazos comprometidos (Heinonen, 2015; Kishimoto et al., 2020). Empresas de clase mundial suelen fijar un objetivo superior al 98% en entregas puntuales (Simões et al., 2019), lo que fomenta la colaboración en la cadena de suministro y fortalece la confianza con los clientes (Kamali, 2018). De acuerdo a (Dal Forno et al., 2024; Bizinotto Mota, 2023; Delgado et al., 2022) se emplea la fórmula del OTD:

Ecuación 2. Fórmula de OTD

$$OTD = \frac{\text{Pedidos entregados dentro del plazo}}{\text{Total de pedidos entregados}} \times 100 \quad (1)$$

Como ejemplo de aplicación, si en un mes se registran ocho órdenes de trabajo y únicamente cuatro se entregan dentro del plazo establecido, el resultado sería un OTD del 50%.

3.2.3. Indicadores relacionados al OTD

- Horas extras: también llamadas sobretiempo, corresponden al trabajo realizado fuera del horario habitual, ya sea antes de la hora de ingreso o después de la hora de salida, siempre que excedan la jornada laboral diaria (MTPE, 2025).

Ecuación 3. Fórmula de Horas extras

$$HE = \frac{\text{Total de horas extras registradas por colaborador}}{\text{Total de horas}} \quad (2)$$

Como ejemplo de aplicación, si en un mes un colaborador registra 160 horas totales de trabajo, de las cuales 24 corresponden a horas extras, se obtiene un indicador de 0.15, lo que significa que 15% de su tiempo laboral fue destinado a sobretiempo.

- Penalidades: se aplica cuando la empresa no cumple con la entrega del servicio de dentro del plazo acordado en el contrato con el cliente, lo que implica un retraso que refleja el incumplimiento de la obligación de satisfacer el requerimiento en el tiempo comprometido (Congreso de la República del Perú, 2021).

- Ecuación 4. Fórmula de Penalidad

$$\text{Penalidad} = \text{Monto Base} \times \text{Porcentaje} \quad (3)$$

Como ejemplo, si una orden de trabajo tiene un valor de venta bruta inicial de USD 21,180 y, debido a un incumplimiento en la entrega, la venta bruta final fue de USD 20,650.5, al aplicarse una penalidad del 0.025 sobre el monto base se obtiene una penalidad equivalente a USD 529.5.

- Satisfacción del cliente (NPS): es un indicador reconocido y empleado por las organizaciones para evaluar el nivel de lealtad de sus clientes, a partir de la valoración que estos hacen de la calidad del servicio o producto que se les brinda. (Trejo García et al., 2023).

Ecuación 5. Fórmula de NPS

$$\text{NPS} = \% \text{ Promotores} - \% \text{ Detractores} \quad (4)$$

Por ejemplo, tras la entrega de un motor de media tensión reparado se consulta al cliente qué tan probable es que recomiende el servicio y si de diez respuestas cuatro corresponden a promotores,

tres a pasivos y tres a detractores, el resultado muestra un NPS de 10%, lo que refleja un nivel bajo de fidelización y evidencia la necesidad de implementar mejoras en la experiencia del servicio.

3.3. In Full Delivery (IFD)

3.3.1. Definición, importancia y métrica

El indicador In Full Delivery (IFD) mide la proporción de pedidos entregados completos, es decir, sin faltantes de artículos (Pinedo & Polo, 2024). Su resultado refleja la precisión y efectividad de la empresa para cumplir con los pedidos tal como fueron solicitados, contribuyendo directamente a la satisfacción del cliente (Navarro & Salazar, 2024). Para su cálculo, se utiliza la siguiente fórmula:

Ecuación 6. Fórmula de IFD

$$In\ Full\ Delivery = \frac{Número\ de\ órdenes\ entregadas\ completas}{Total\ de\ número\ de\ órdenes}$$

3.4. On Time In Full (OTIF)

3.4.1. Definición y métrica

El indicador On Time In Full (OTIF) mide el cumplimiento de entregas en términos de puntualidad y completitud, permitiendo evaluar el nivel de servicio ofrecido y su alineación con los compromisos previamente acordados (Rezende de Oliveira & de Barros Araújo, 2009). El OTIF integra dos variables críticas: que la entrega sea completa (IFD) y que ocurra dentro del plazo acordado (OTD) (Sandjaja et al., 2024). Para calcular este indicador, de acuerdo con Navarro y Salazar (2024), se utiliza la siguiente ecuación:

Ecuación 7. Fórmula de OTIF

$$OTIF = \frac{Número\ de\ órdenes\ entregadas\ completas\ y\ dentro\ del\ plazo}{Total\ de\ número\ de\ órdenes}$$

3.5. Planificación y Monitoreo de las Operaciones

La planificación y monitoreo de las operaciones se entiende como un proceso que busca asegurar el correcto desarrollo de las actividades mediante un control organizado y constante, apoyado en un plan previamente definido, que actúa como guía para detectar desviaciones y aplicar las medidas necesarias que permitan reencauzar las operaciones hacia los resultados previstos (Tovar,

2017). Asimismo, cumple una función clave al facilitar la obtención de información precisa sobre el nivel de cumplimiento de las metas establecidas, dichos datos se convierten en un soporte fundamental para la toma de decisiones, las cuales, en caso de ser necesarias, pueden orientarse tanto a reorientar las acciones para asegurar el logro de los objetivos planteados como a fortalecer los procesos bajo un enfoque de mejora continua (Sánchez & López, 2019). Por otro lado, en el ámbito de los servicios, la planificación y el monitoreo resultan más complejos debido, entre otros factores, a la necesidad de establecer puntos de control y reporte que registren formalmente las actividades, así como a la importancia de efectuar un ajuste organizado y constante de los procesos, de manera que estos se adapten eficazmente a los cambios del entorno y respondan a las necesidades del negocio (Chapman, 2006).

3.6. Motores Eléctricos

Los motores eléctricos son fundamentales en la operación de máquinas e instalaciones, desempeñando un papel esencial en los sectores industrial, comercial y doméstico (Roldán, 2005), los cuales son ampliamente utilizados en trenes, automóviles, compresores y sistemas de bombeo, siendo clave para la productividad de las empresas y el mantenimiento adecuado de los equipos (Frieser, 2020).

Figura 17. Motores eléctricos



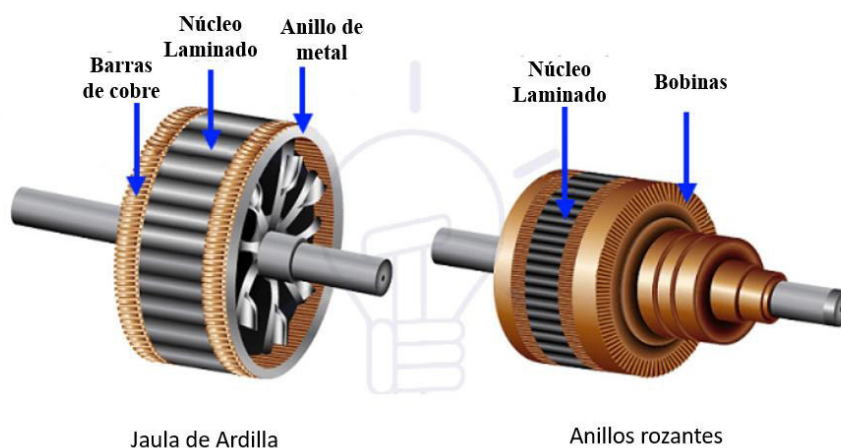
Nota: Información proporcionada por la empresa, 2024.

Un motor eléctrico es una máquina rotativa que convierte la energía eléctrica en energía mecánica mediante campos magnéticos generados en sus bobinas (Peña & Manrique, 2001; Frieser, 2020), y está compuesto por dos elementos principales: el estator y el rotor (Gómez Suárez, 2020).

Asimismo, estas máquinas rotativas se dividen en dos grandes categorías: las que operan con corriente continua, y las que lo hacen con corriente alterna, siendo estas últimas las más utilizadas actualmente (Vargas-Machuca Saldarriaga, 1990; Roldán Viloría, 2005). Dentro de las máquinas de corriente alterna se encuentran las máquinas sincrónicas, que requieren una fuente externa de corriente continua para su excitación, y las máquinas de inducción, que generan esta corriente internamente mediante inducción magnética. En ambos casos, el bobinado del inducido se ubica en el estator y el de campo en el rotor (Peña Roa & Manrique Robayo, 2001).

Entre estas categorías, los motores de inducción son los más utilizados debido a su versatilidad y variedad de potencias. En los motores de inducción, el estator está conformado por láminas magnéticas con ranuras que alojan los devanados trifásicos o polifásicos, los cuales se conectan a la red mediante una caja de bornes (Peña Roa & Manrique Robayo, 2001). Los motores de inducción, a su vez, se clasifican en dos tipos según el circuito del rotor: el motor de anillos rozantes y el motor de jaula de ardilla (Peña Roa & Manrique Robayo, 2001). El primero tiene un bobinado trifásico conectado a anillos metálicos que transmiten corriente mediante escobillas. En contraste, el motor de jaula de ardilla, el más común en la industria, destaca por su robustez y fácil fabricación, con un rotor constituido por barras conductoras unidas mediante anillos de cortocircuito que, en versiones de aluminio, pueden moldearse por inyección, lo que simplifica aún más su construcción.



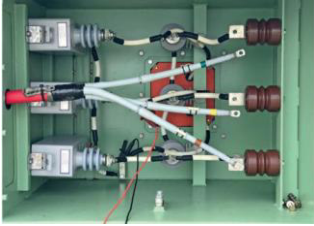



Figura 18. Tipos de motores eléctricos de inducción



Nota. Extraído de (Gran tecnología de Hangzhou, 2011).

De acuerdo con Quiñones Siccha (2016), el motor de jaula de ardilla, también denominado motor de rotor en cortocircuito, se caracteriza por su simplicidad y elevada fiabilidad, lo que explica su uso extendido en la industria. Sus principales componentes incluyen el estator, que es la parte fija del motor conformada por láminas de acero con ranuras que alojan los devanados conectados a la red eléctrica; el rotor, que constituye la parte móvil y se encuentra formado por un núcleo cilíndrico con barras conductoras; y la caja de conexiones, que permite enlazar el motor a la red eléctrica y a tierra, ubicada generalmente en la parte superior o lateral del equipo. Asimismo, la carcasa, fabricada por lo general en hierro fundido, protege los componentes internos y garantiza resistencia frente a condiciones de trabajo exigentes, mientras que el ventilador cumple la función de disipar el calor generado durante la operación, asegurando una temperatura adecuada. Finalmente, los rodamientos reducen la fricción entre el eje y el rotor, favoreciendo un movimiento fluido, y los bobinados generan el campo magnético necesario que induce el giro del rotor y posibilita así el funcionamiento del motor. En la siguiente figura se presenta de manera ilustrativa las principales partes de un motor eléctrico, con el fin de complementar la descripción técnica desarrollada en este apartado.

Figura 19. Principales partes de un motor eléctrico

		
1. Estator	2. Rotor	3. Caja de conexiones
		
4. Ventilador	5. Rodamientos	6. Bobinado

Nota. Información extraída de la empresa en estudio.

3.7. Normativa

Las normas y guías que se detallan a continuación conforman un marco de referencia técnico fundamental para el sector electromecánico, particularmente en lo relacionado con la reparación de motores eléctricos de media tensión. Su aplicación garantiza la alineación con estándares reconocidos tanto a nivel nacional como internacional, lo que permite asegurar la calidad, la seguridad, la confiabilidad y la eficiencia energética de los equipos. Asimismo, estas disposiciones proporcionan las bases para la estandarización de procesos, favorecen la mejora continua y respaldan la adopción de las mejores prácticas de la industria.

- IEEE Std 1068-2015 – Standard for the Repair and Rewinding of AC Electric Motors in the Petroleum, Chemical, and Process Industries: esta norma establece recomendaciones específicas para la reparación y rebobinado de motores de corriente alterna hasta 15 kV, con potencias superiores a 0,75 kW, siendo altamente pertinente en el ámbito industrial y de servicios de reparación (IEEE Industry Applications Society, 2025).
- ANSI/EASA AR100-2020 – Recommended Practice for the Repair of Rotating Electrical Apparatus: es un documento de referencia que detalla las mejores prácticas para el rebobinado, análisis, ensayos, mantenimiento y control de calidad de máquinas rotativas, incluyendo motores AC, síncronos y de corriente continua (EASA, 2019).
- EASA, Good Practice Guide to Maintain Motor Efficiency: es un manual técnico que proporciona lineamientos para la conservación de la eficiencia y confiabilidad en motores eléctricos tras procesos de reparación y rebobinado, con énfasis en motores de eficiencia IE2 e IE3 (EASA, 2019).

CAPITULO IV: METODOLOGÍA

El presente estudio adopta la metodología del Lean Service, puesto que se orienta a agregar valor y eliminar desperdicios dentro de los procesos, lo que lo convierte en la opción más adecuada para abordar la problemática del incumplimiento en las entregas (OTD) en la empresa electromecánica. Esta metodología permite diagnosticar y analizar el proceso de planificación y el monitoreo de las operaciones, actividades clave para corregir las causas que generan el incumplimiento en las entregas de motores reparados de media tensión. La elección de esta metodología se realizó mediante el método de jerarquía analítica (AHP), que permitió comparar distintas alternativas y priorizar la más adecuada en criterios como el OTD (Ver anexo 8).

A diferencia de metodologías como el Estudio de Tiempos, que determina de manera precisa el tiempo estándar requerido por una tarea o proceso con el fin de establecer bases para medir la productividad, planificar cargas de trabajo, identificar ineficiencias y proponer mejoras en los métodos de ejecución (Andrade et al., 2019), o el Ciclo de Deming, cuyo objetivo es promover la mejora continua mediante el control de la variabilidad y la eliminación de cuellos de botella específicos (Tello et al., 2023), el Lean Service ofrece un enfoque integral, centrándose en eliminar actividades que no generan valor, estandarizar procedimientos y fomentar la participación activa del personal (Liker, 2004), lo que resulta fundamental en un servicio intensivo en mano de obra como la reparación electromecánica, donde la eficiencia depende en gran medida de la coordinación entre áreas y la disciplina operativa.

La investigación se define como aplicada, ya que busca resolver un problema práctico de gestión operativa, tomando como base los fundamentos de la investigación básica para formular hipótesis y plantear alternativas de mejora (Ñaupas et al., 2023). Asimismo, es de tipo explicativa, pues busca ir más allá de la simple descripción de los fenómenos e indaga en las causas del incumplimiento en las entregas, explicando las condiciones en que se manifiesta el problema y la relación entre las variables involucradas (Hernández & Mendoza, 2018). En cuanto a su alcance temporal, el estudio es longitudinal, pues recoge datos en distintos momentos con el objetivo de analizar la evolución del problema y los efectos de una deficiente planificación y monitoreo a lo largo del tiempo (Hernández & Mendoza, 2018). Finalmente, su alcance espacial se circunscribe a una empresa electromecánica dedicada a la reparación de motores eléctricos de media tensión en Lima Metropolitana del Perú, lo que permite contextualizar los resultados dentro de su entorno organizacional y operativo.

La población de estudio está conformada por todas las órdenes de trabajo de reparación de motores eléctricos de media tensión ejecutadas en la empresa durante todo el periodo de enero a diciembre del 2024, que ascienden a un total anual 89 órdenes de trabajo analizadas. Dado que el número de registros es reducido y manejable, la muestra coincide con la población, analizando en su totalidad las órdenes de trabajo del periodo mencionado.

En relación con las técnicas de investigación, estas constituyen los procedimientos que permitieron obtener información confiable para responder a los objetivos del estudio (Hernández & Mendoza, 2018). Se utilizó principalmente el análisis de datos secundarios, a partir de registros históricos de la empresa relacionados con las órdenes de trabajo de motores eléctricos de media tensión, así como documentos internos de planificación y reportes de cumplimiento del indicador OTD, esta técnica brindó información objetiva y verificable sobre plazos, causas de incumplimiento y evolución del proceso. Respecto a los instrumentos, se emplearon bases de datos internas de órdenes de trabajo y reportes de gestión con indicadores del área de operaciones, los cuales permitieron sistematizar la información recopilada, el uso de estas bases de datos garantizó un análisis integral y respaldado, a la vez que fortaleció la validez de los hallazgos.

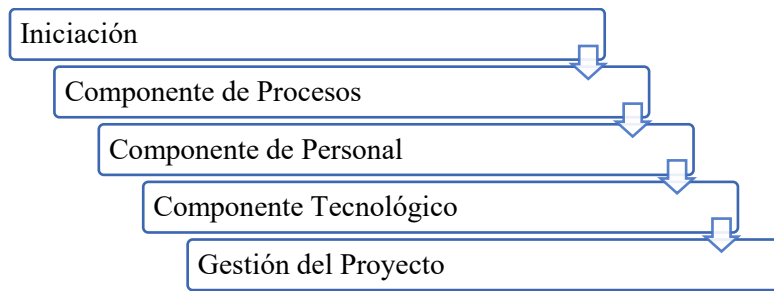
Es importante precisar que el análisis no contempla los tiempos específicos de ejecución de actividades técnicas, como el bobinado o las pruebas eléctricas, dado que estos corresponden a la fase técnica de la reparación y se considera como información confidencial y restringida que pertenece únicamente a otra área técnica de servicios. El estudio se centra en la gestión de la planificación y el seguimiento de las operaciones, en particular en los factores que inciden en el cumplimiento del OTD y en el flujo de las órdenes de trabajo.

Las causas del incumplimiento fueron revisadas y validadas por la gerencia de Operaciones y su personal técnico especializado, conformado por ingenieros electricistas e industriales a cargo de las operaciones, esta validación de la información garantiza que los hallazgos representen fielmente la realidad operativa de la empresa.

4.1. Descripción de los pasos a desarrollar para ejecución del trabajo

Para desarrollar el presente estudio se empleó un enfoque metodológico estructurado basado en Lean Service en las siguientes cinco etapas, detalladas a seguir:

Figura 20. Esquema de etapas para la implementación de Lean Service



Nota. Elaboración propia.

Iniciación

En esta primera etapa se realizó un análisis preliminar del proceso de planificación y monitoreo de las operaciones con el fin de identificar sus principales limitaciones, para lo cual se aplicaron herramientas de diagnóstico como el árbol de problemas, que permitió establecer la relación entre causas y efectos del bajo desempeño en el indicador OTD, y la elaboración del mapa de flujo de valor (VSM actual) en el anexo 9, que brindó una visión integral de las actividades que agregaban y no agregaban valor dentro del proceso. Complementariamente, se efectuó un análisis de cuellos de botella en las actividades críticas, identificando aquellas que generaban mayores retrasos y acumulación de tiempos improductivos. Con los hallazgos obtenidos, se procedió a estructurar el cronograma del proyecto, definiendo plazos y responsables, así como a validar el presupuesto requerido para su ejecución.

Componente de Procesos

Esta etapa inició con la reingeniería del proceso de estudio bajo los principios de Lean Service, con el propósito de eliminar actividades que no generaban valor y rediseñar aquellas críticas para asegurar mayor fluidez operativa; para ello, se aplicó la Matriz AVA-DAP (Análisis de Valor Agregado – Diagrama de Actividades de Proceso), que permitió identificar cuellos de botella que limitaban el cumplimiento del OTD, lo que llevó a la estructuración de un nuevo flujo de trabajo to be orientado a la estandarización de actividades, la asignación clara de responsables y la reducción de la intervención manual, facilitando la coordinación entre áreas y disminuyendo reprocesos. Posteriormente, este rediseño fue documentado en un procedimiento formal e implementado con el soporte de herramientas Lean Service, como la gestión visual y la estandarización operativa, fortaleciendo así la eficiencia y la capacidad de respuesta.

Componente de personal

Esta etapa garantizó la adopción efectiva de la solución mediante un programa estructurado de capacitación, orientado tanto a los principios del enfoque Lean Service como al uso del aplicativo móvil. El plan incluyó la comparación entre el proceso anterior y el rediseñado, de manera que el personal pudiera comprender las mejoras introducidas y su impacto en el cumplimiento del OTD. Asimismo, se desarrollaron charlas informativas basadas en la metodología de Lección de Único Punto (LUP), que proporcionaron guías visuales breves y concretas para reforzar el aprendizaje en el momento de uso. Este componente también consideró la gestión del cambio organizacional, generando espacios de retroalimentación que permitieron medir el nivel de comprensión, reducir la resistencia a la adopción del nuevo modelo y consolidar una cultura de mejora continua para el proceso de planificación y monitoreo de las operaciones.

Componente tecnológico

Esta etapa se centró en la digitalización del proceso de planificación y monitoreo de las operaciones mediante el desarrollo e implementación de un aplicativo móvil, para ello, se realizaron pruebas piloto que permitieron validar la funcionalidad de los módulos diseñados, los cuales reemplazaron actividades manuales propensas a errores, incorporando validaciones automáticas, gestión visual del avance de las órdenes de trabajo y generación de alertas en caso de desviaciones. Asimismo, se capacitó al personal en el uso práctico de la herramienta y se ejecutaron ajustes finales para asegurar su usabilidad, el control en tiempo real y la eficiencia de los flujos de trabajo.

Gestión del proyecto

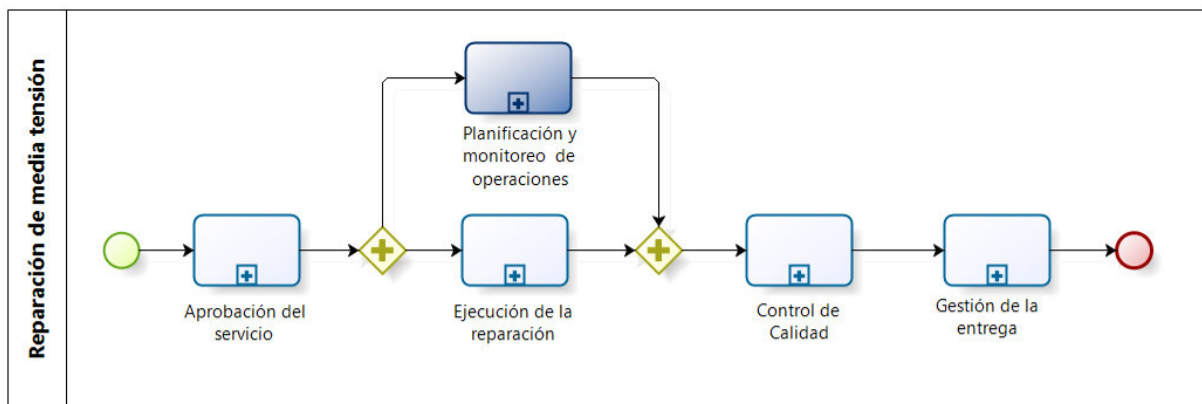
Esta etapa final, se desarrolló de manera integrada con la implementación de todos los componentes previos y estuvo orientada a asegurar el objetivo de reducir el incumplimiento de plazos en las entregas de los motores eléctricos reparados de media tensión. Se aplicaron prácticas de planificación y control para coordinar las actividades, junto con una gestión de riesgos que permitió anticipar y mitigar posibles retrasos o incidencias en el desarrollo. De igual manera, se implementaron mecanismos de control de cambios que garantizaron la alineación de la solución con los objetivos estratégicos de la empresa y la coherencia metodológica del proyecto, asegurando así una ejecución ordenada y efectiva de cada una de las fases.

CAPITULO V: ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

5.1. Descripción resumida del macroproceso

El macroproceso de reparación de motores eléctricos de media tensión se compone de cinco procesos interrelacionados que aseguran un flujo ordenado desde la aprobación del servicio hasta la entrega final al cliente, el cual se muestra a continuación en la figura 21:

Figura 21. Diagrama de bloques de servicio de reparación de motores



Nota. Elaboración propia.

- Aprobación del servicio: proceso inicial que formaliza las condiciones contractuales del servicio, incluyendo la negociación con el cliente, la elaboración de presupuestos y la generación de la Hoja de Conformidad (HC), documento en el cual se establecen los plazos de entrega y los compromisos técnicos, con el objetivo de obtener la aprobación formal de la orden de trabajo.
- Planificación y Monitoreo de Operaciones: se centra en organizar las actividades de planificación de las órdenes de trabajo y gestionar el seguimiento de los plazos establecidos.
- Ejecución de la reparación: proceso que comprende los trabajos físicos y técnicos sobre el motor eléctrico de media tensión, garantizando que el motor recupere su funcionalidad conforme a los estándares exigidos.
- Control de Calidad: proceso que verifica que el motor reparado cumpla con todos los parámetros establecidos y todas las especificaciones técnicas antes de su despacho.

- Gestión de la entrega: proceso que se encarga de gestionar actividades clave como el traslado del motor reparado al cliente, el embalaje con el área de almacén, coordinar la entrega con el área comercial, asegurando que el motor sea entregado en condiciones óptimas junto con la documentación técnica correspondiente.

5.2. Descripción detallada del proceso

El proceso de planificación y monitoreo de las operaciones comprende diecisiete actividades, que abarcan desde la revisión de la Hoja de Conformidad (HC) hasta la entrega final del motor reparado, diseñadas para garantizar la eficiencia y el cumplimiento de los plazos comprometidos con el cliente, gestionando de forma eficiente la coordinación, seguimiento y control de las órdenes de trabajo (OT) durante el servicio de reparación de motores eléctricos de media tensión; este proceso está estructurado en dos etapas clave, las cuales se describen a continuación:

Figura 22. Etapas del proceso de Planificación y Monitoreo de Operaciones



Nota. Elaboración propia.

- **Planificación:**

La primera etapa se centra en la gestión y organización de las actividades relacionadas con los requerimientos necesarios para el desarrollo de la reparación, tales como información técnica relevante, componentes y repuestos, asegurando el desarrollo continuo del proceso sin interrupciones. A continuación, se detallan las once actividades que la componen.

- Revisar las hojas de conformidad (HC): El proceso inicia con la recepción y revisión de las hojas de conformidad (HC) por parte de la gerencia de operaciones, se verifica que el documento contenga la información correcta como suministros necesarios, plazos pactados de entrega y especificaciones técnicas del motor, en base a lo acordado por el cliente.
- Comunicar observaciones a Planeamiento: Si se detectan errores en las hojas de conformidad, la gerencia de operaciones solicita las correcciones al equipo de planeamiento, quienes realizan los ajustes necesarios y reenvían las HC corregidas para su aprobación.
- Generar orden de trabajo (OT) manual: Una vez aprobadas las hojas de conformidad, la gerencia de operaciones genera la orden de trabajo (OT) de forma manual en una hoja de cálculo, incluyendo datos del cliente, descripción del trabajo solicitado y plazos de entrega; notificando a los interesados del equipo de operaciones.
- Elaborar la hoja de seguimiento de procesos (HSP): Al recibir la confirmación de la orden de trabajo (OT), el jefe de planta documenta las tareas a realizar en la Hoja de Seguimiento de Procesos (HSP), detallando las actividades, tiempos requeridos e información técnica para la reparación, estableciendo así una guía para los operadores.
- Distribuir las hojas de seguimiento de proceso (HSP): Una vez elaboradas las hojas de seguimiento de proceso (HSP), el jefe de planta se desplaza entre las diferentes secciones de la planta involucradas en el proceso de ejecución de reparación para la entrega del HSP, garantizando que cada equipo conozca las actividades a realizar.
- Generar solicitudes de componentes manual: El coordinador de operaciones identifica los componentes necesarios para cada etapa del proceso de la reparación y elabora manualmente una solicitud con las especificaciones correspondientes.
- Validar solicitudes de componentes: El jefe de planta revisa y valida las solicitudes de requerimientos, asegurando que los materiales solicitados sean adecuados para las necesidades de la operación.
- Elaborar del Ticket de Salida de Componentes: Una vez aprobada la solicitud, el coordinador de operaciones genera manualmente un ticket que autoriza el despacho de los componentes del almacén.

- Confirmar llegada del componente para la ejecución: Una vez elaborado el ticket de salida de componentes, el jefe de planta consulta con el área de almacén la disponibilidad de los componentes solicitados para la ejecución de la reparación.
- Solicitar reabastecimiento de componente faltante: Si algún componente no está disponible, el jefe de planta solicita su reabastecimiento al área de Logística.
- Entregar de Componentes al Usuario Solicitante: Una vez que el componente requerido esté disponible, el jefe de planta lo entrega al usuario solicitante para su uso en las actividades del proceso de ejecución de la reparación.

- Monitoreo:

La segunda etapa se enfoca en el monitoreo y control del avance de las reparaciones, asegurando que las órdenes de trabajo (OT) se cumplan dentro de los plazos establecidos, supervisando el progreso y brindando información útil sobre el estado de las tareas, la detección de desviaciones y la mitigación de posibles demoras para la gestión adecuada y coordinación de la entrega de los motores reparados. A continuación, se explican las seis actividades que la conforman.

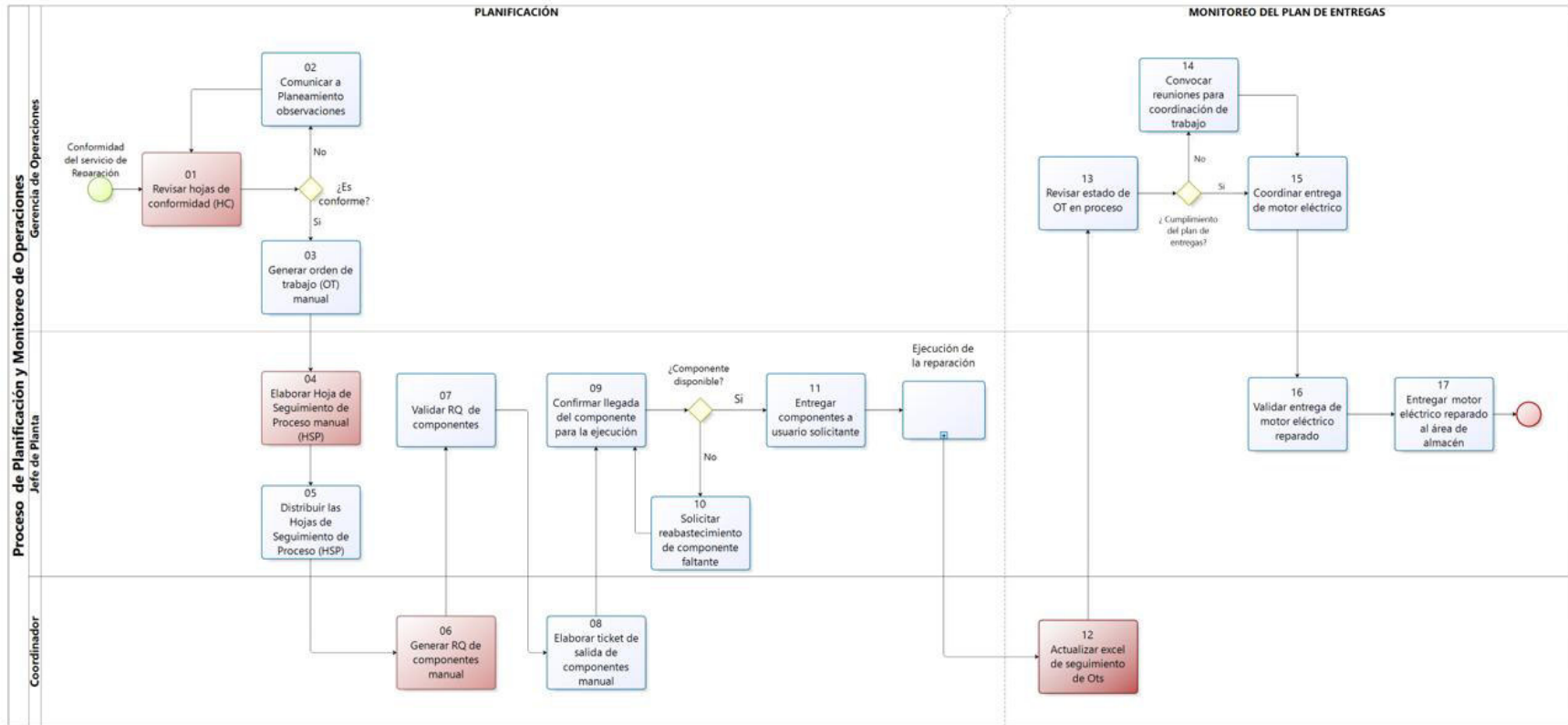
- Actualizar Excel de seguimiento de órdenes de trabajo (OT): el coordinador de operaciones registra manualmente el progreso de las OT en un archivo de Excel, este monitoreo incluye tiempos de ejecución, actividades realizadas o alguna información relevante.
- Revisar órdenes de trabajo en proceso: La gerencia de operaciones evalúa periódicamente el estado de las órdenes de trabajo, verificando avances, problemas reportados, requerimientos pendientes y el cumplimiento de plazos de entrega.
- Convocar reuniones para coordinación de trabajos: Si se detecten problemas o retrasos en la reparación de las OT, la gerencia de operaciones organiza reuniones con los equipos involucrados para ajustar el plan de trabajo, reasignar recursos si es necesario y garantizar que los plazos de entrega se cumplan.
- Coordinar entrega de motor eléctrico: Una vez finalizada la reparación, la gerencia de operaciones gestiona la entrega del motor reparado, asegurando que se realicen todas las validaciones técnicas necesarias y que se complete la documentación correspondiente.

- Validar entrega de motor eléctrico reparado: El jefe de planta realiza una inspección final del motor, incluyendo la revisión de pruebas finales y acabados para garantizar el funcionamiento requerido antes de su entrega.
- Entregar motor eléctrico reparado al área de almacén: Finalmente, el jefe de planta transfiere el motor reparado al área de almacén, dando por concluido el proceso de planificación y monitoreo de las operaciones.

5.3. Mapa de proceso AS IS

El mapa de proceso As Is representa la situación actual del flujo de trabajo en la Planificación y Monitoreo de Operaciones para la reparación de motores eléctricos de media tensión, el cual abarca desde la validación inicial del servicio hasta la entrega final del motor reparado al almacén, y su análisis es esencial para diagnosticar las ineficiencias y definir estrategias de mejora para reducir el nivel de incumplimiento en las entregas.

Figura 23. Diagrama de proceso de planificación y monitoreo de las operaciones



Nota. Elaboración propia.

La Figura 23 ilustra el flujo As Is, estructurado en las etapas de Planificación y Monitoreo, cuyo análisis permitió identificar cuatro actividades que actúan como cuellos de botella y generan el incumplimiento del OTD: la revisión de hojas de conformidad (HC), la elaboración de la Hoja de Seguimiento de Procesos (HSP), la generación de requerimientos de componentes (RQ) y la actualización del Excel de seguimiento de Órdenes de Trabajo (OT).

El análisis evidenció que estas actividades, al realizarse de forma manual, provocan errores, reprocesos y una limitada visibilidad en tiempo real del avance, afectando directamente la coordinación y el cumplimiento de plazos. Por lo tanto, esta representación gráfica facilita la comprensión del proceso de estudio, de la detección de puntos críticos y el sustento para definir oportunidades de mejora que permitan reducir el nivel de incumplimiento en las entregas.

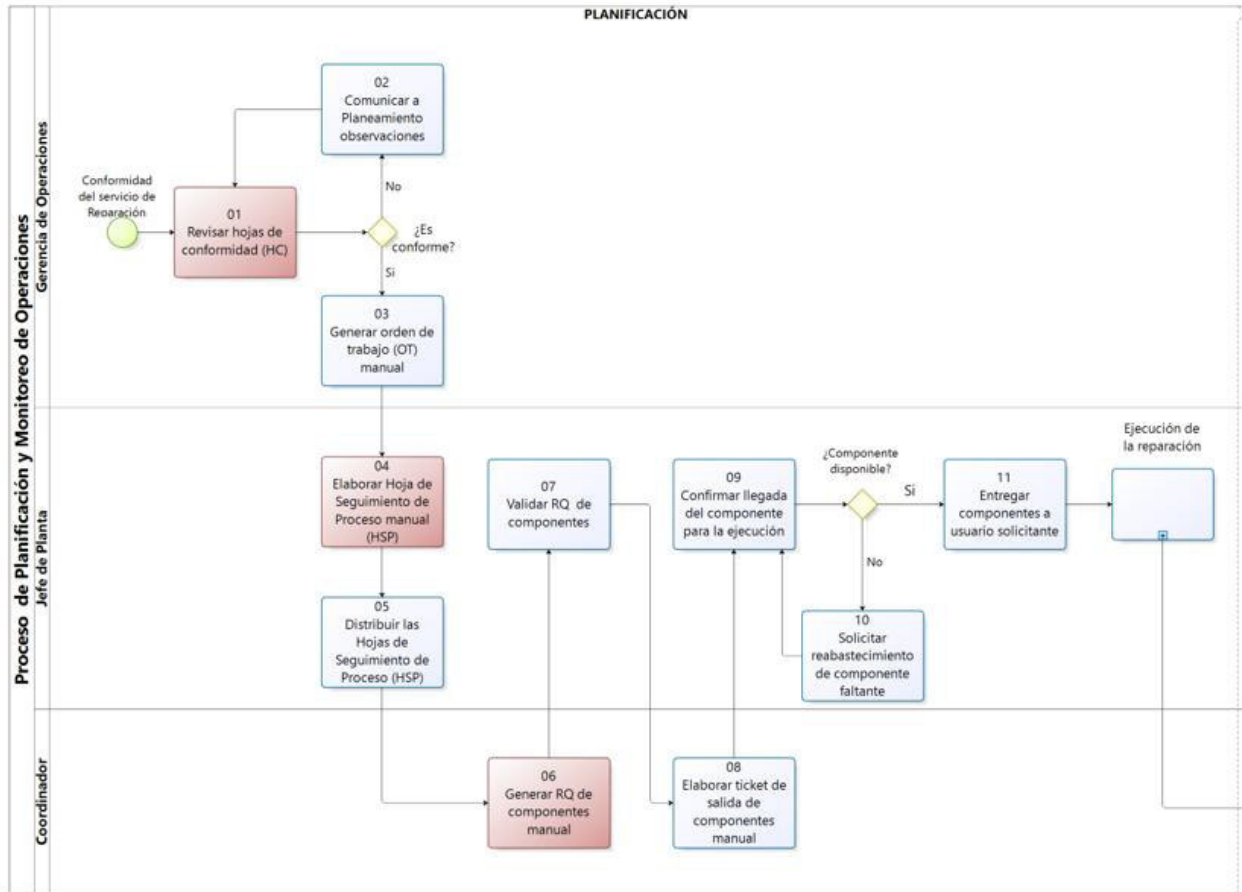
5.4. Análisis de punto de dolor

Este análisis identifica los puntos críticos en cada etapa del proceso de estudio, lo cual es fundamental para detectar las causas que impactan negativamente en el cumplimiento del OTD.

Etapa 1: Planificación

La Figura 24 representa la etapa de Planificación, donde se identifican tres cuellos de botella que afectan la eficiencia del proceso: la revisión de las hojas de conformidad (HC), la elaboración de la Hoja de Seguimiento de Proceso (HSP) y la generación de requerimientos de componentes (RQ), todos realizados manualmente.

Figura 24. Diagrama de la primera etapa del proceso de estudio



Nota. Elaboración propia

El primer cuello de botella surge en la revisión de las HC, documento esencial que valida la aprobación del servicio de reparación del motor de media tensión y registra los datos técnicos del motor, los suministros necesarios, las tareas a realizar y las fechas comprometidas. Las observaciones frecuentes entre la HC, el informe técnico original y la información adicional proporcionada por el cliente, ocasionadas por errores de transcripción, omisiones o la falta de un procedimiento estructurado de aprobación, retrasan la validación del documento y, en consecuencia, la generación oportuna de la OT.

Posteriormente, el segundo cuello de botella se presenta en la elaboración manual de la HSP, este documento detalla las actividades y los tiempos asignados a cada etapa de la reparación, pero su desarrollo depende de la disponibilidad del personal, en particular del propio jefe de planta, quien en muchas ocasiones se encuentra supervisando directamente la ejecución de la reparación. Esta

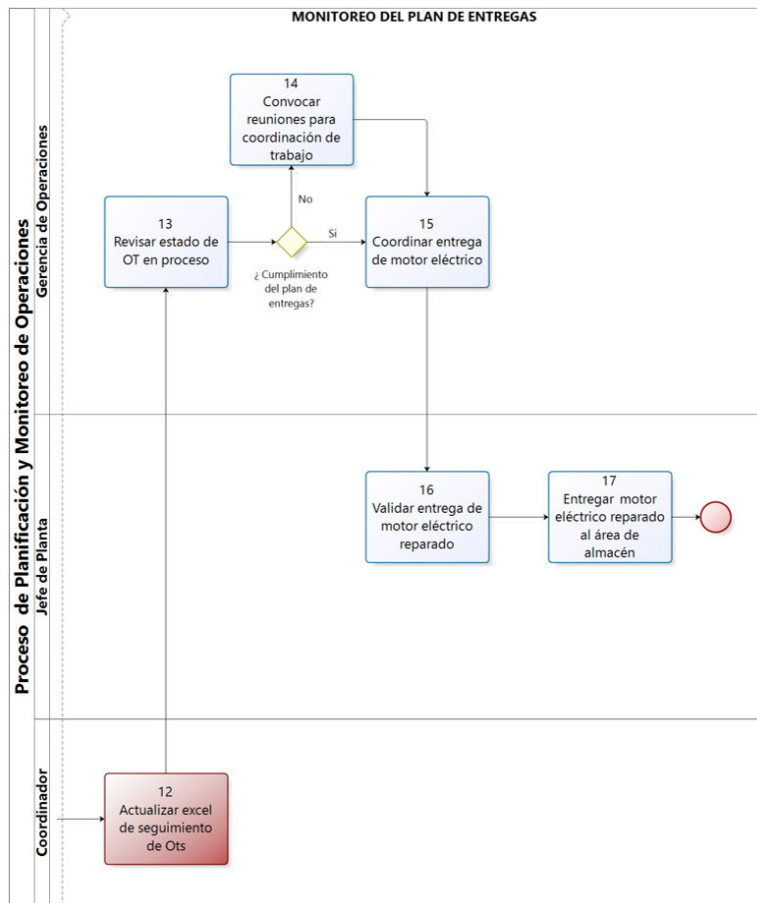
situación complica la atención oportuna de las HSP, incrementa el riesgo de errores, dificulta la trazabilidad de las OT y complica la coordinación entre las áreas involucradas, afectando el inicio oportuno de las tareas de reparación.

El tercer cuello de botella se presenta en la generación manual de las solicitudes los RQ, una actividad crítica para asegurar el abastecimiento oportuno de componentes y repuestos necesarios para la reparación. Al depender del registro manual del coordinador de operaciones, es propenso a errores como descripciones ambiguas o cantidades incorrectas, dichos errores provocan retrasos que afectan directamente los plazos comprometidos con el cliente.

Etapa 2: Monitoreo

La Figura 25 representa la segunda etapa del proceso, orientada al control y cumplimiento del plan de entregas, en esta fase se identifica un cuello de botella que compromete directamente el cumplimiento de los plazos de entrega: la actualización manual de seguimiento de OTs.

Figura 25. Diagrama de la segunda etapa del proceso de estudio



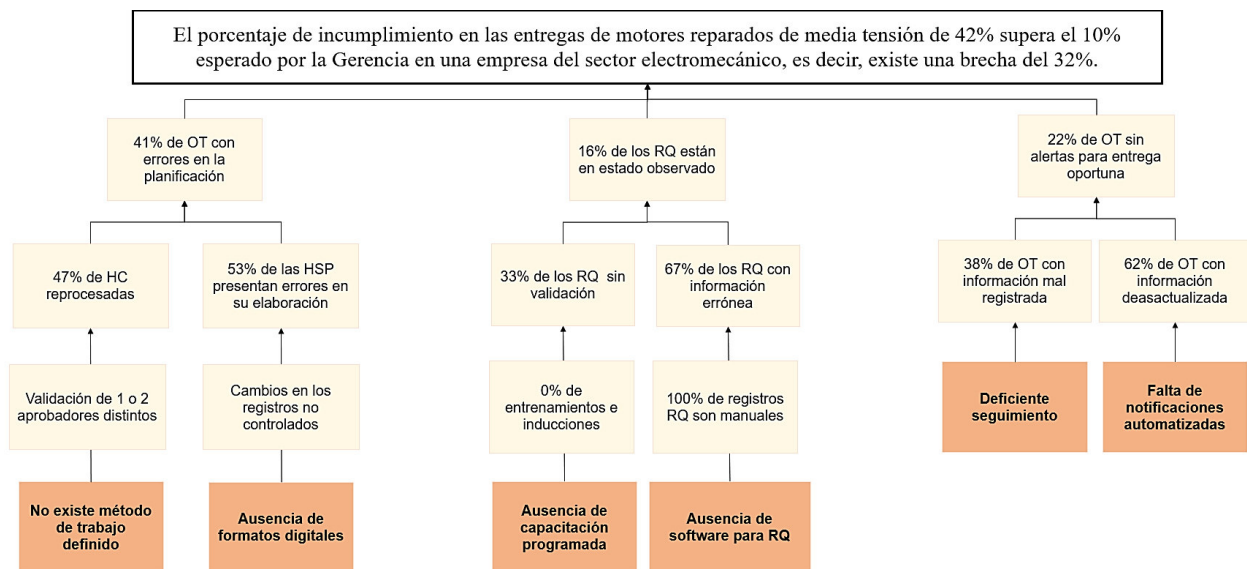
Nota. Elaboración propia

El problema radica en la dependencia de un registro manual y descentralizado para actualizar el avance de las órdenes de trabajo (OT), lo que limita la visibilidad en tiempo real del progreso de las reparaciones. Esta falta de información precisa y actualizada dificulta la toma de decisiones oportunas, genera descoordinación entre áreas y aumenta el riesgo de errores. El impacto de este cuello de botella no se limita únicamente a la actividad de registro, ya que afecta la capacidad de monitorear adecuadamente el avance de las OT, debilita la coordinación operativa y pone en riesgo el cumplimiento de los plazos comprometidos con los clientes.

5.5 Árbol de causas

El porcentaje de incumplimiento en las entregas de motores reparados de media tensión representa la problemática central identificada en el proceso de estudio por su impacto en la satisfacción del cliente y la eficiencia operativa, fue analizado mediante un árbol de causas que evidenció un 42% de entregas fuera de plazo. El motivo incumplimiento del OTD se encuentran principalmente relacionado con una deficiente gestión de la planificación y el monitoreo, dentro de las causas que la representan son errores en la planificación inicial de las órdenes de trabajo, requerimientos de componentes observados y ausencia de alertas que aseguren la entrega oportuna de las órdenes de trabajo, dichas causas fueron validadas a partir del análisis de datos históricos proporcionados por la gerencia de Operaciones. Este análisis servirá como base para mejorar el proceso y cumplir con los plazos establecidos.

Figura 26. Árbol de causas



Nota. Elaboración propia.

La construcción del árbol de causas se llevó a cabo mediante revisión documental, observación directa y entrevistas al personal técnico y administrativo, considerando información relacionada a órdenes de trabajo, hojas de conformidad, hojas de seguimiento de procesos, solicitudes de requerimientos. A partir de este análisis, la primera causa raíz, vinculada a la ausencia de un método de trabajo definido, evidenció en que el 47% de las hojas de conformidad (HC) reprocesadas presentaban errores por falta de lineamientos estandarizados, este hallazgo se sustentó principalmente en la revisión documental. La segunda causa raíz, relacionada con la ausencia de formatos digitales, se reflejó en el 53% de hojas de seguimiento de procesos con errores (HSP) , atribuibles al uso de formatos manuales; lo cual se fundamentó en el análisis de los registros físicos.

La tercera causa raíz, correspondiente a la falta de capacitación, se identificó en un 33% de solicitudes de requerimientos (RQ) sin validación, hallazgo corroborado mediante entrevistas y observación directa. En el caso de la cuarta causa raíz, ausencia de software en la gestión de requerimientos, se encontró que el 67% de los registros contenían información errónea, hallazgo sustentado tanto en la observación directa como en el análisis documental, lo cual puso en evidencia la necesidad de digitalización. Asimismo, la quinta causa raíz, asociada al deficiente seguimiento, se sustentó en que el 38% de las órdenes de trabajo (OT) presentaban información mal registrada, lo que limitaba el control del avance real de las órdenes de trabajo; esta situación fue validada a través de la evaluación del flujo de información, el análisis de los registros y la observación directa. Finalmente, la sexta causa raíz, vinculada a la falta de notificaciones automatizadas, se reflejó en un 62% de órdenes de trabajo con información desactualizada, verificada mediante la comparación entre los plazos planificados y los reales.

Para comprender mejor esta dinámica, a continuación, se explica la validación de la cadena causal que conecta los diferentes niveles jerárquicos del árbol de causas. Respecto al primer bloque de causas, se identifica que el 41% de las órdenes de trabajo (OT) presentaban errores en la planificación, lo que responde a fallas en los documentos de planificación inicial. En concreto, el 47% de las hojas de conformidad (HC) se encuentran reprocesadas debido a validaciones entre uno o dos aprobadores distintos, lo que refleja que no existe un método de trabajo definido. A ello se suma que el 53% de las hojas de subproceso (HSP) contienen errores en su elaboración,

ocasionados por cambios no controlados en los registros, consecuencia directa de la ausencia de formatos digitales.

En el segundo bloque de causas, se observa que el 16% de los requerimientos (RQ) se encuentran en estado observado, lo cual obedece a dos factores críticos. Por un lado, el 33% de las solicitudes los requerimientos carecen de validación debido a la falta de capacitaciones e inducciones programadas, lo que impide que el personal asigne correctamente los recursos. Por otro lado, el 67% de las solicitudes de los RQ presentó información errónea, ya que todos los registros se realizan de manera manual, situación que deriva en la ausencia de un software específico para modificaciones de requerimientos (RQ).

Finalmente, en el tercer bloque de causas, el 22% de las órdenes de trabajo (OT) no cuenta con alertas de entrega oportuna, lo que limita la capacidad de anticiparse a retrasos. Este problema se explica porque el 38% de las OT tiene información mal registrada, reflejando un deficiente seguimiento en el control de la data; y porque el 62% de las OT maneja información desactualizada, lo que evidenció la falta de notificaciones automatizadas que alerte oportunamente a los actores responsables.

5.6. Cuantificación de las causas

5.6.1. Causas de nivel 1:

5.6.1.1. Método de trabajo no definido

La ausencia de un estándar formal para la validación de la Hoja de Conformidad (HC) genera reprocesos en la revisión de estos documentos que afectan directamente en la eficiencia de la planificación inicial de las órdenes de trabajo. Dado que la HC es un documento que contiene información técnica clave como especificaciones, suministros y detalles del servicio, su correcta gestión resulta esencial para planificar adecuadamente las actividades. No obstante, al no existir un método de trabajo definido, cada aprobador valida criterios distintos, lo que ocasiona las Hojas de Conformidad (HC) reprocesadas con errores en el registro, retrasos en la validación y, en consecuencia, impacta en la planificación de actividades, provocando el incumplimiento en la entrega oportuna al cliente. La Tabla 17 muestra el detalle.

Tabla 17. Indicadores de validación de HC

Indicador	Valor Actual	Valor meta	Brecha	Comentario
% de HC reprocesadas	47%	≤ 10%	37%	Por reducir
HC con datos técnicos incompletos	3	0	3	Por mejorar
HC con fecha de entrega incorrecta	4	0	4	Por mejorar

Nota. Muestra la brecha entre el estado actual y la meta esperada en la gestión de las HC.

La Tabla 17 muestra que el 47% de las Hojas de Conformidad (HC) presentan errores en su validación, principalmente por datos técnicos incompletos y fechas de entrega incorrectas; esta situación es consecuencia directa de las validaciones realizadas por uno o dos aprobadores con diferencia en experiencia y conocimiento técnico distinto; que comúnmente no siguen un método de trabajo definido. Respecto al OTD, el reproceso de HC genera un nivel de incumplimiento en las entregas del 42%, sin embargo, si se logra reducir las HC reprocesadas al 10%, según la meta establecida, el nivel de incumplimiento del OTD descenderá a 35%, cerrando la brecha en 7 puntos porcentuales, manteniendo las demás causas sin variar, lo que evidencia que la necesidad de un método de trabajo definido en la validación del HC contribuirá directamente a mejorar la planificación y monitoreo en la reparación de motores de media tensión.

5.6.1.2. Ausencia de formatos digitales

La ausencia de formatos digitales es una causa raíz que afecta la etapa de planificación del proceso de estudio, puesto que la dependencia de registros manuales y documentos físicos dificulta el acceso oportuno a la información, incrementa los errores y retrasa la toma de decisiones, generando una alta dependencia del conocimiento individual del personal, especialmente en documentos clave como la Hoja de Seguimiento de Procesos (HSP), que actualmente se gestiona de forma manual con registros poco claros, afectando la precisión de los datos.

Esta situación también se replica en otros formatos clave de la planificación, como la Hoja de Conformidad (HC) y la Solicitud de Requerimientos (RQ) (ver anexo 10). Todos ellos conforman eslabones esenciales dentro del proceso de estudio y, al mantenerse en formatos manuales, originan inconsistencias que impactan directamente en el incumplimiento de las entregas.

Los formatos que requieren digitalización son los siguientes:

- Hoja de Conformidad (HC): documento inicial y la base de la planificación, pues valida y concentra la información técnica clave del servicio, incluyendo especificaciones, suministros necesarios y detalles del trabajo; su aprobación representa la señal para iniciar la programación operativa.
- Hoja de Seguimiento de Procesos (HSP): formato de control operativo que organiza la ejecución de las reparaciones, detallando tareas, tiempos, responsables y datos técnicos del motor; cualquier error afectan en la precisión de la planificación.
- Solicitud de Requerimientos (RQ): documento donde se especifican los repuestos necesarios para la ejecución de la reparación, cualquier observación encontrada por el área de Logística impide su registro en el sistema ERP.

Las Tablas 18 y 19 muestran la brecha en la gestión operativa respecto a la digitalización de estos formatos.

Tabla 18. Estado actual de formatos de gestión para digitalización

Formatos	Estado del documento			
	Elaborado	Modificado	Digitalizado	Avance
Hoja de Conformidad (HC)	Si	No	No	33%
Hoja de Seguimiento de Procesos (HSP)	Si	No	No	33%
Solicitud de Requerimiento (RQ)	Si	No	No	33%

Nota. La tabla muestra el estado de digitalización de los formatos de documentos clave del proceso de estudio.

El análisis de la tabla 18 y 19 revela que, aunque los tres formatos han sido elaborados, ninguno ha sido adaptado a una plataforma digital, registrando un avance de digitalización de solo 33 % frente a la meta del 100%; esta carencia genera dependencia de tareas manuales en los formatos de gestión del proceso de estudio, lo que ocasiona duplicidad de información, errores en los registros y menor control sobre el flujo operativo.

Tabla 19. Indicadores de digitalización de formatos

Indicador	Valor Actual	Meta Esperada
Número de formatos digitalizados	0	3
Porcentaje de avance de digitalización de formatos	33%	100%

Nota. La tabla evidencia la brecha entre el estado actual y la meta de digitalización de formatos operativos clave.

La ausencia de digitalización en documentos clave, como la Hoja de Seguimiento de Procesos (HSP), al gestionarse manualmente, propicia cambios no controladas y errores en su elaboración, afectando directamente la planificación y el monitoreo de las órdenes de trabajo. Respecto el OTD, si se logra la digitalización de estos formatos al 100%, como lo establece la meta, el nivel de

incumplimiento se reducirá del 42% al 25%, cerrando la brecha en 17 puntos porcentuales, manteniendo las demás causas sin variar, lo que demuestra que la digitalización de estos formatos de gestión del proceso de estudio impactará de manera directa en la mejora de la planificación y el monitoreo de los motores reparados de media tensión.

5.6.1.2. Ausencia de capacitación programada

La ausencia de capacitación programada es una causa raíz que impacta directamente el proceso de planificación y monitoreo de operaciones, ya que ningún integrante del equipo (0 %) ha recibido formación específica ni inducción sobre las actividades críticas de este proceso, especialmente aquellas relacionadas con la validación de las solicitudes de requerimientos (RQ) y la atención adecuada de las órdenes de trabajo, lo que genera una brecha de conocimientos que limita la estandarización de procedimiento, incrementa los errores en los registros y dificulta la aplicación de controles preventivos.

Tabla 20. Indicador de capacitación al personal

Indicador	Valor Actual(%)	Meta Esperada(%)
Porcentaje de personal capacitado	0	100

Nota. Esto refleja con precisión que el indicador está relacionado con la formación del personal dentro del subproceso específico de planificación y monitoreo.

La Tabla 20 muestra que la ausencia de personal capacitado para la validación de las solicitudes de requerimientos ocasiona que estos sean observados, generando que incremente el incumplimiento del OTD. La falta de validación en los RQ contribuye a un nivel de incumplimiento del 42%; sin embargo, si se implementa un mecanismo de validación al 100%, como establece la meta, el nivel de incumplimiento del OTD se reducirá al 35%, cerrando la brecha en 7 puntos porcentuales, manteniendo las demás causas sin variar, lo que demuestra que la realización de capacitaciones programadas contribuirá de manera directa en la planificación y el monitoreo de los motores reparados de media tensión.

5.6.1.3. Ausencia de un software para los requerimientos (RQ)

La ausencia de un software para la gestión de las solicitudes de requerimiento (RQ) de componentes es una causa raíz que afecta directamente la eficiencia del proceso de planificación y monitoreo de operaciones, ya que el 100 % de los registros se realiza de forma manual, lo que genera errores en la información, dificulta la trazabilidad de los requerimientos y ocasiona demoras

para el acceso de repuestos y componentes. De este modo, la ausencia de un sistema digital no solo afecta la precisión de los registros, sino también la coordinación de recursos, lo que repercute directamente en el cumplimiento del OTD.

Tabla 21. Indicador de uso de software para solicitudes de RQ

Indicador	Valor Actual	Meta Esperada
Porcentaje de uso del software para solicitudes de RQ	0	100%

Nota. La tabla muestra el avance actual frente a la meta en la automatización de solicitudes de requerimiento.

La falta de una solución digital para la gestión de solicitudes del requerimiento genera que los Requerimientos (RQ) presenten información errónea, lo que repercute en el incumplimiento de las entregas. Respecto al OTD, las solicitudes con información errónea se traducen en un nivel de incumplimiento del 42%; sin embargo, si se implementa un software que automatice y asegure la correcta gestión de los requerimientos, alcanzando la meta del 100%, el nivel de incumplimiento del OTD descenderá al 35%, cerrando la brecha en 7 puntos porcentuales, manteniendo las demás causas sin variar, lo que evidencia que contar con un software para la gestión de las solicitudes de Requerimientos (RQ) permitirá mejorar el proceso de estudio en el servicio de reparaciones de motores de media tensión.

5.6.1.5. Deficiente seguimiento

El deficiente seguimiento limita la gestión operativa y retrasa la toma de decisiones, puesto que el monitoreo se realiza mediante inspecciones manuales, en las cuales el coordinador de operaciones recorre la planta para recopilar información de los jefes de planta e ingresarla posteriormente en una hoja de Excel; este método es lento, propenso a errores y carece de actualización en tiempo real. Como resultado, se reduce la visibilidad del avance y se dificulta la detección oportuna de desviaciones, generando posibles sobrecargas o tiempos improductivos en los procesos (ver Anexo 11).

La Tabla 22 muestra que solo se ejecuta el 72 % de las inspecciones programadas frente a la meta del 100 %, lo que evidencia una brecha que compromete la trazabilidad y aumenta el riesgo de errores, resaltando la necesidad de fortalecer el control y el seguimiento operativo.

Tabla 22. Indicador de seguimiento de las órdenes de trabajo

Indicador	Valor Actual	Meta Esperada
Porcentaje de seguimiento de Ots realizadas/ programadas (semanal)	72	100

Nota. La tabla muestra brechas en el seguimiento de OTs, resaltando la necesidad de mejorar el control para asegurar los plazos de reparación.

El seguimiento ineficiente de las órdenes de trabajo (OT), reflejado en registros con información incorrecta, genera inconsistencias en la trazabilidad y el control de los trabajos, lo que repercute directamente en el incumplimiento de las entregas. Las OT mal registradas contribuyen a un nivel de incumplimiento del OTD del 42%; sin embargo, si se implementa un control digital que garantice un registro correcto de las OTs al 100%, como lo establece la meta, el nivel de incumplimiento del OTD se reducirá al 33%, cerrando la brecha en 9 puntos porcentuales, manteniendo las demás causas sin variar, lo que evidencia el impacto positivo en la planificación y monitoreo de los motores reparados de media tensión.

5.6.1.6. Ausencia de notificaciones automatizadas

La ausencia de notificaciones automatizadas para el seguimiento de las órdenes de trabajo (OT) afecta directamente la trazabilidad, puesto que impide advertir desviaciones a tiempo y dificulta la toma de decisiones operativas, así como la asignación eficiente de recursos. El personal responsable no recibe notificaciones oportunas sobre posibles incidencias o vencimientos, lo que limita la capacidad de respuesta ante imprevistos. Según el indicador, el nivel de implementación es del 0 %, lo que evidencia la ausencia total de herramientas tecnológicas para este fin; por ello, la incorporación de notificaciones automáticas permitirá anticiparse a incidencias, mejorar el seguimiento y asegurar el cumplimiento de los plazos comprometidos con los clientes.

Tabla 23. Indicador de notificaciones automatizadas

Indicador	Valor Actual	Meta Esperada
Número de notificaciones automatizadas emitidas	0	100%

Nota. La tabla refleja la ausencia inicial de alertas automáticas, destacando la necesidad de herramientas para el monitoreo en tiempo real.

La falta de notificaciones automatizadas genera errores en la actualización de la información de las órdenes de trabajo (OT), ocasionando inconsistencias en los registros, afectando la trazabilidad y retrasando la comunicación oportuna del avance de las reparaciones de motores de media tensión; esta situación repercute directamente en el cumplimiento de las fechas programadas de entrega. Respecto al OTD, la información desactualizada contribuye a un nivel de incumplimiento del 42 %; sin embargo, si se implementa una herramienta digital que garantice la actualización de información en tiempo real y precisa de las OT al 100 %, como lo establece la meta, el nivel de

incumplimiento del OTD se reducirá al 33 %, cerrando la brecha en 9 puntos porcentuales, manteniendo las demás causas sin variar, lo que evidencia que la automatización de notificaciones fortalecerá la trazabilidad operativa y mejorará significativamente la planificación y monitoreo en el servicio de reparaciones de motores de media tensión.

5.6.2. Causas de nivel 2:

5.6.2.1. HC reprocesadas:

El registro preciso de las Hojas de Conformidad (HC) es clave para planificar eficazmente los órdenes de trabajo (OT); no obstante, se identificaron errores recurrentes que afectan el cumplimiento de plazos. El análisis muestra que, de las 15 órdenes de trabajo con errores de planificación registradas en el período evaluado, 7 presentaron errores en las HC, lo que equivale al 47% del total de HC reprocesadas. Este alto índice de reproceso se debe a que la validación por parte de uno o dos aprobadores distintos revela una falta de estandarización crítica en la validación del documento de la HC, cuya ausencia de criterios uniformes facilita la aparición de errores recurrentes.

Tabla 24. Porcentaje de incidencia de HC reprocesadas

Mes	Total de OT con errores en planificación	HC reprocesadas	% de HC reprocesadas	Tipos de error
Enero	4	1	25%	Datos técnicos incompletos
Marzo	2	2	100%	Fecha de entrega incorrecta
Abril	1	1	100%	Fecha de entrega incorrecta
Mayo	2	2	100%	Datos técnicos incompletos
Junio	0	0	0%	
Julio	2	0	0%	
Agosto	3	1	33%	Fecha de entrega incorrecta
Septiembre	0	0	0%	
Octubre	1	0	0%	
Noviembre	0	0	0%	
Diciembre	0	0	0%	
Total	15	7	47%	-

Nota. Información proporcionada por la empresa, periodo 2024.

La Tabla 24 muestra que los errores más frecuentes son los datos técnicos incompletos, que dificultan definir con precisión los trabajos a ejecutar, y las fechas incorrectas, que generan confusión y descoordinación en la programación. Este 47% de HC reprocesadas es una causa directa del 41% de órdenes de trabajo con errores en la planificación, generando pérdidas económicas estimadas en USD 3900, lo que evidencia la necesidad de la mejora.

5.6.2.2. HSP presentan errores en su elaboración:

Las Hojas de Seguimiento de Proceso (HSP) son clave para planificar las actividades relacionadas con las reparaciones, puesto que detallan tareas, tiempos, responsables y datos técnicos esenciales del motor, sirviendo de guía para los operadores, cuya correcta elaboración permite asignar adecuadamente el desglose de los trabajos y asegurar que cada etapa de la reparación técnica se ejecute dentro de los plazos previstos. Sin embargo, el análisis indica que, de las 15 órdenes de trabajo con errores de planificación, 8 tuvieron errores en las HSP, lo que representa el 53% del total, este índice se debe a los cambios en los registros no controlados, situación que, al no contar con formatos digitales, permite que la información se modifique sin supervisión ni trazabilidad. La siguiente tabla detalla la frecuencia y tipos de errores detectados durante el periodo evaluado.

Tabla 25. Porcentaje de incidencia de errores en las HSP

Mes	Total de OT con errores en planificación	HSP con errores en su elaboración	% de HSP con errores en su elaboración	Tipos de error
Enero	4	3	75%	Contenido ilegible
Marzo	2	0	0%	-
Abril	1	0	0%	-
Mayo	2	0	0%	-
Junio	0	0	0%	-
Julio	2	2	100%	Contenido ilegible
Agosto	3	2	67%	Fechas mal especificadas
Septiembre	0	0	0%	-
Octubre	1	1	100%	Fechas mal especificadas
Noviembre	0	0	0%	-
Diciembre	0	0	0%	-
Total	15	8	53%	-

Nota. Información proporcionada por la empresa, periodo 2024.

La Tabla 25 revela que los errores más frecuentes son el contenido ilegible y fechas mal especificadas, lo cual dificulta la interpretación de las tareas y compromete la coordinación operativa. Este 53% de errores en la elaboración de la HSP es una causa directa del 41% de órdenes de trabajo con errores en la planificación, generando pérdidas económicas equivalentes a USD 5850; por ello, reducir la incidencia de estos errores es fundamental para asegurar claridad en los registros y garantizar un flujo confiable de información.

5.6.2.3. RQ sin validación

La validación de los requerimientos (RQ) es crucial para asegurar que las solicitudes de repuestos cumplan con los criterios técnicos necesarios; sin embargo, el análisis revela que algunas RQ se

envían a Logística sin la aprobación del responsable técnico, lo que aumenta el riesgo de errores y ambigüedad en los componentes, y aunque esta validación está contemplada, su omisión compromete la continuidad del proceso y el cumplimiento de los plazos de entrega.

El análisis de los datos revela que, de las 6 OT con RQ observados en el período evaluado, 2 presentaron requerimientos sin validación, representando un 33% del total, este índice se debe a la falta de entrenamientos e inducciones recibidos por el personal, lo que resulta en la incapacidad del equipo para gestionar y validar correctamente los requerimientos. A continuación, se presenta el detalle:

Tabla 26. Porcentaje de incidencia de RQ sin validación

Mes	Total de OT con RQ observados	RQ sin validación	% RQ sin validación
Enero	1	0	0%
Marzo	0	0	0%
Abril	0	0	0%
Mayo	1	1	100%
Junio	1	1	100%
Julio	0	0	0%
Agosto	1	0	0%
Septiembre	2	0	0%
Octubre	0	0	0%
Noviembre	0	0	0%
Diciembre	0	0	0%
Total	6	2	33%

Nota. Información proporcionada por la empresa, periodo 2024.

La Tabla 26 muestra que el 33 % de los Requerimientos (RQ) se generan sin validación, lo que refleja la ausencia de control en la verificación de solicitudes, este índice es una causa directa del 16% de requerimientos observados, generando pérdidas económicas estimadas en USD 1305, lo que evidencia la necesidad de atender esta deficiencia para reducir el nivel de incumplimiento del OTD.

5.6.2.4. RQ contiene información errónea

Los requerimientos (RQ) son documentos clave para gestionar la solicitud de repuestos para la reparación de motores eléctricos de media tensión; sin embargo, cuando contienen datos incorrectos, generan retrasos en su aprobación para su compra, afectando la entrega de repuestos y la ejecución oportuna de las actividades. La tabla 27 muestra que 4 de 6 OT con RQ presentaron errores, alcanzando un 67 %, este índice se debe a que los todos los registros son manuales, lo que provoca que la información registrada sea propensa a errores.

Tabla 27. Porcentaje de incidencia de errores en los RQ, periodo 2024

Mes	Total de OT con RQ observados	RQ con información errónea	% RQ con información errónea	Tipo de error
Enero	1	1	100%	Descripción ambigua
Marzo	0	0	0%	-
Abril	0	0	0%	-
Mayo	1	0	0%	-
Junio	1	0	0%	-
Julio	0	0	0%	-
Agosto	1	1	100%	Cantidad solicitada incorrecta
Septiembre	2	2	100%	Descripción ambigua
Octubre	0	0	0%	-
Noviembre	0	0	0%	-
Diciembre	0	0	0%	-
Total	6	4	67%	-

Nota. Información proporcionada por la empresa, periodo 2024.

La Tabla 27 revela que los errores más frecuentes son las descripciones ambiguas y las cantidades solicitadas incorrectas, que generan dudas sobre los repuestos solicitados. Este 67% de RQ con información errónea es una causa directa del 16% de requerimientos observados, generando pérdidas económicas estimadas a USD 2692, lo que su atención permitirá cerrar una de las principales brechas que afectan el incumplimiento en las entregas.

5.6.2.5. OT con información mal registrada

Una de las causas que afecta el incumplimiento de entregas es el registro incorrecto de información en las órdenes de trabajo (OT), particularmente en datos ingresados erróneamente sobre el progreso del avance de la reparación, que dificultan la trazabilidad del proceso y generan retrasos en la planificación de actividades.

Tabla 28. Porcentaje de incidencia de OT con información mal registrada

Mes	Total de OT no alertada a tiempo	OT con información mal registrada	% OT con información mal registrada
Enero	0	0	0%
Marzo	2	0	0%
Abril	0	0	0%
Mayo	0	0	0%
Junio	1	0	0%
Julio	1	1	100%
Agosto	0	0	0%
Septiembre	1	0	0%
Octubre	0	0	0%
Noviembre	1	0	0%
Diciembre	2	2	100%
Total	8	3	38%

Nota. Información proporcionada por la empresa, periodo 2024.

La Tabla 28 evidencia que el 38 % de órdenes de trabajo fueron registradas con datos incorrectos, lo que impacta en el monitoreo y la trazabilidad de las órdenes, este índice es una causa directa del 22% de OT no alertadas para la entrega oportuna, generando pérdidas económicas de USD 2265, lo que su atención es importante para garantizar la puntualidad de las entregas.

5.6.2.6. OT con información desactualizada

La información clave de las órdenes de trabajo (OT) debe garantizar un seguimiento y control efectivo del proceso de planificación y monitoreo de las operaciones de los motores reparados de media tensión, incluyendo el estado actualizado de los hitos operativos como las HSP, RQ, tickets de salida y el estado global de la OT; no obstante, se consideran información desactualizada cuando carece de estos datos esenciales de trazabilidad como fechas de vencimiento, avances por subproceso o alertas que adviertan sobre posibles desviaciones, puesto que el registro se realiza de forma manual en hojas de Excel, un método vulnerable a errores y desactualizaciones, cuya limitación afecta la visibilidad del avance real y reduce la capacidad de respuesta operativa. El análisis revela que, de las 8 OT que no fueron alertadas a tiempo, 5 contenían información desactualizada, alcanzando el 62%, la siguiente tabla presenta el detalle:

Tabla 29. Porcentaje de incidencia de OT con información desactualizada

Mes	Total de OT no alertada a tiempo	OT con información desactualizada	% OT con información desactualizada
Enero	0	0	0%
Marzo	2	2	100%
Abril	0	0	0%
Mayo	0	0	0%
Junio	1	1	100%
Julio	1	0	0%
Agosto	0	0	0%
Septiembre	1	1	100%
Octubre	0	0	0%
Noviembre	1	1	100%
Diciembre	2	0	0%
Total	8	5	62%

Nota. Información proporcionada por la empresa, periodo 2024.

La Tabla 29 revela que el 62 % de las Órdenes de Trabajo (OT) contienen información desactualizada, lo que impide generar alertas oportunas, este índice es una causa directa del 22% de OT no alertadas para la entrega oportuna, generando pérdidas económicas estimadas en USD

3908; por ello, la intervención en esta deficiencia asegurará que la información sea correcta y trazable, lo cual es vital para el cumplimiento del OTD.

5.6.3. Causas de nivel 3:

5.6.3.1. OT con errores en la planificación

En la tabla 30, se evidencia que, de las 37 OT entregadas fuera del tiempo pactado, 15 presentaron errores en la planificación, lo que representa un 41% del total, y este alto índice refleja deficiencias significativas en la gestión de la información desde la etapa inicial del proceso, afectando la organización de actividades clave incluso después de contar con la aprobación del cliente, lo cual genera reprocesos, reduce la confiabilidad en la programación e impactan negativamente en los tiempos de entrega.

Tabla 30. Porcentaje de incidencia de errores en la planificación

Mes	Total de OT fuera de tiempo	OT con errores en planificación	% de OT afectadas
Enero	5	4	80%
Marzo	5	2	40%
Abril	1	1	100%
Mayo	5	2	40%
Junio	2	0	0%
Julio	5	2	40%
Agosto	6	3	50%
Setiembre	4	0	0%
Octubre	1	1	100%
Noviembre	1	0	0%
Diciembre	2	0	0%
Total	37	15	41%

Nota. Información proporcionada por la empresa, periodo 2024.

El resultado mostrado en la Tabla 30, donde el 41 % de las Órdenes de Trabajo (OT) presentan errores en la planificación, es una consecuencia directa de dos causas raíz primarias: el 47 % de Hojas de Conformidad (HC) reprocesadas y el 53 % de errores en la elaboración de la Hoja de Seguimiento de Procesos (HSP); estos errores en la planificación generaron pérdidas económicas estimadas en USD 9750; por lo cual, una base de planificación con errores impide asegurar entregas en el plazo comprometido y afecta directamente en el cumplimiento del OTD.

5.6.3.2. RQ están en estado observado

Los requerimientos (RQ) observados son solicitudes rechazadas por Logística debido a la falta de validación o errores en dichas solicitudes, esta situación refleja deficiencias en la especificación de insumos y afecta directamente la gestión de las órdenes de trabajo (OT). Según la Tabla 31, de las 37 OT entregadas fuera de plazo, 6 tuvieron RQ observados, alcanzando el 16%; estas observaciones interrumpen el flujo de trabajo y retrasan la entrega oportuna de repuestos. La siguiente tabla presenta el detalle:

Tabla 31. Porcentaje de incidencia de RQ observadas

Mes	Total de OT fuera de tiempo	OT con RQ observados	% de OT con RQ observados
Enero	5	1	20%
Marzo	5	0	0%
Abril	1	0	0%
Mayo	5	1	20%
Junio	2	1	50%
Julio	5	0	0%
Agosto	6	1	17%
Setiembre	4	2	50%
Octubre	1	0	0%
Noviembre	1	0	0%
Diciembre	2	0	0%
Total	37	6	16%

Nota. Información proporcionada por la empresa, periodo 2024.

La Tabla 31 muestra que el 16 % de las Órdenes de Trabajo (OT) registraron Requerimientos (RQ) observados durante el año, lo cual es una consecuencia directa del 33% de solicitudes de requerimientos que no contaban con validación y el 67% de solicitudes que contenían errores, generando pérdidas económicas equivalentes a USD 3997; por lo cual mejorar esta deficiencia es vital para asegurar el cumplimiento del OTD.

5.6.3.3. OT sin alertas para entrega oportuna

El seguimiento de las órdenes de trabajo (OT) se realiza manualmente en una hoja de cálculo como Excel, lo que genera errores y demoras en la actualización de datos, y esta limitación impide emitir alertas sobre actividades próximas a vencer, requerimientos pendientes o cualquier información relevante de la orden de trabajo. La falta de alertas oportunas dificulta una gestión proactiva, generando respuestas reactivas que afectan la coordinación, la planificación y el cumplimiento de los plazos, y según el análisis, 8 de

las 37 OT entregadas fuera de plazo no recibieron alertas a tiempo, alcanzando el 22%, lo que evidencia una debilidad en el control del proceso. A continuación, se presenta el detalle:

Tabla 32. Porcentaje de incidencia de OT no alertadas

Mes	Total de OT fuera de tiempo	OT no alertadas	% de OT afectadas
Enero	5	0	0%
Marzo	5	2	40%
Abril	1	0	0%
Mayo	5	0	0%
Junio	2	1	50%
Julio	5	1	20%
Agosto	6	0	0%
Setiembre	4	1	25%
Octubre	1	0	0%
Noviembre	1	1	100%
Diciembre	2	2	100%
Total	37	8	22%

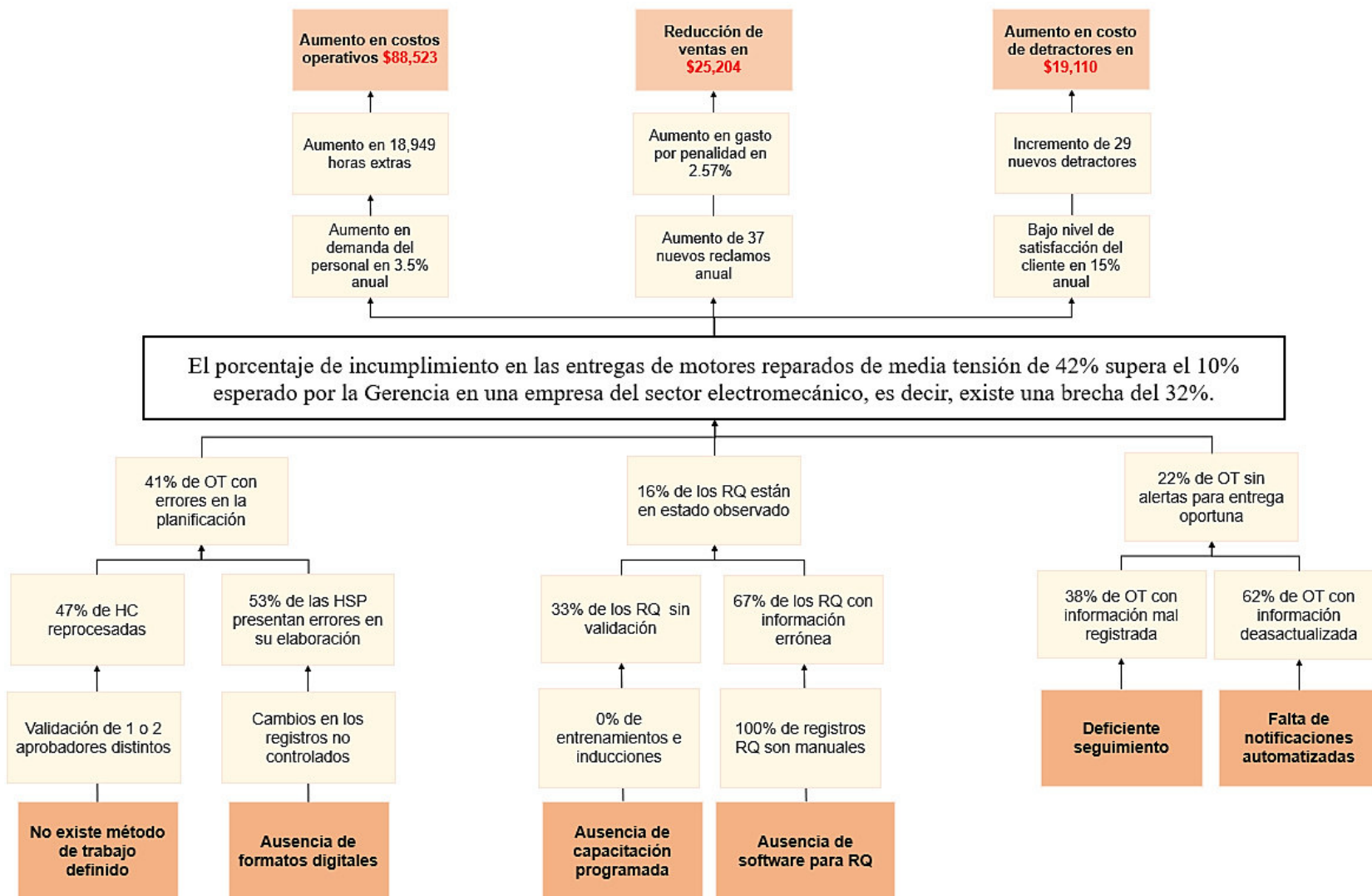
Nota. Información proporcionada por la empresa, periodo 2024.

La Tabla 32 evidencia que el 22 % de las Órdenes de Trabajo (OT) no fueron alertadas a tiempo, lo que significa que la ausencia de visibilidad y trazabilidad oportuna es una causa directa del incumplimiento en las entregas, generando pérdidas económicas estimadas en USD 6173; este índice está directamente vinculado a dos causas raíz: el 38% de OT con información mal registrada y el 62% de OT con información desactualizada; por lo que su atención ayudará a establecer un mejor control sobre el seguimiento de las ordenes de trabajo y, por ende, a asegurar el cumplimiento de entregas.

5.7. Árbol de problemas

Este apartado presenta el árbol de problemas, una herramienta que facilita la identificación y análisis de las causas y efectos del problema planteado, evidenciando la conexión entre todos los elementos (Hernández & Garnica, 2015). El problema principal identificado es el 42% de incumplimiento en las entregas de motores reparados de media tensión, lo que supera el 10% esperado por la Gerencia en una empresa del sector electromecánico, y genera una brecha del 32%. Previamente, se estudiaron el árbol de causas, que detalla los factores originarios del problema, y el árbol de efectos, que expone sus repercusiones operativas y económicas, proporcionando una visión clara y estructurada de los principales factores que afectan la eficiencia del proceso de estudio.

Figura 27. Árbol de Problemas



Nota. Elaboración propia. La información complementaria, como el diagrama de Ishikawa y el gráfico de Pareto, se presenta en los anexos 12, 13 y 14.

5.8. Línea base de indicadores de la problemática

Tras la identificación estructurada de las causas y efectos en el Árbol de Problemas, se procede a establecer la línea base de los indicadores clave de desempeño, sirviendo como punto de partida para medir el impacto de la estrategia de mejora.

Tabla 33. Línea base de indicadores de la problemática, periodo mensual

INDICADORES	ACTUAL	META
OTD (incumplimiento)	42%	10%
OT con errores en la planificación	41%	20%
RQ observados	16%	8%
OT no alertadas para entrega oportuna	22%	10%

Nota. Los valores han sido validados según la data histórica del periodo 2024, y revisados por la gerencia general, gerencia de planeamiento y operaciones.

La Tabla 33 presenta la línea base de los indicadores críticos vinculados al incumplimiento del OTD, mostrando un 42 % de incumplimiento como resultado directo de las fallas identificadas en la planificación y el monitoreo de las operaciones: 41 % de OT con errores de planificación, 16 % observados y 22 % de OT no alertadas. Esta situación difiere significativamente de la meta establecida por la gerencia del 10% de incumplimiento en el OTD, evidenciando la necesidad de aplicar la mejora basada en Lean Service para reducir los problemas que las originan a niveles entre 5 % y 25 %, y así lograr una disminución del incumplimiento del OTD del 42 % al 10 %, demostrando la efectividad de las acciones implementadas para el cierre de la brecha de incumplimiento.

5.9. Benchmarking del indicador OTD

Para asegurar la viabilidad y la competitividad de la meta de reducción de incumplimiento del OTD (*On-Time Delivery*), se realizó un análisis de *benchmarking* con estudios relacionados al sector de electromecánico, esta comparación es fundamental para validar que el objetivo de reducción esté contemplado dentro de un estándar de desempeño necesario para la sostenibilidad del negocio.

Tabla 34. Comparación de indicadores OTD reportados en la literatura y meta de la empresa

Autor	AS IS	TO BE	Variación esperada OTD%
Franca (2025)	38	36	-2
Pinedo y Polo (2024)	5	1	-4
Rafael et al. (2023).	29	19	-10
Vasquez et al. (2023)	28	19	-9
Taípe & Rivera (2025)	38	15	-23
Delgado et al. (2022)	33	25	-8
Promedio general	29	19	9

Nota. Se presenta los valores del indicador OTD reportados en diversos sectores industriales, utilizados como referencia para comparar el desempeño de la empresa analizada.

La Tabla 34 incorpora la comparación con *benchmarks* reportados en la literatura, mostrando que la reducción esperada de incumplimiento en servicios similares presenta una variación promedio de 9% mensual. Al contrastar este referente sectorial con la meta planteada por la compañía, reducir el incumplimiento del OTD del 42% al 10%, equivalente a una mejora de 32%, se evidencia que el objetivo no solo se encuentra dentro del rango de mejora documentado, sino que se alinea con los mejores desempeños y las mayores ambiciones de cambio reportadas, lo cual refuerza que la estrategia adoptada posicionará a la compañía en niveles de excelencia en el cumplimiento de entregas frente a estándares de la industria.

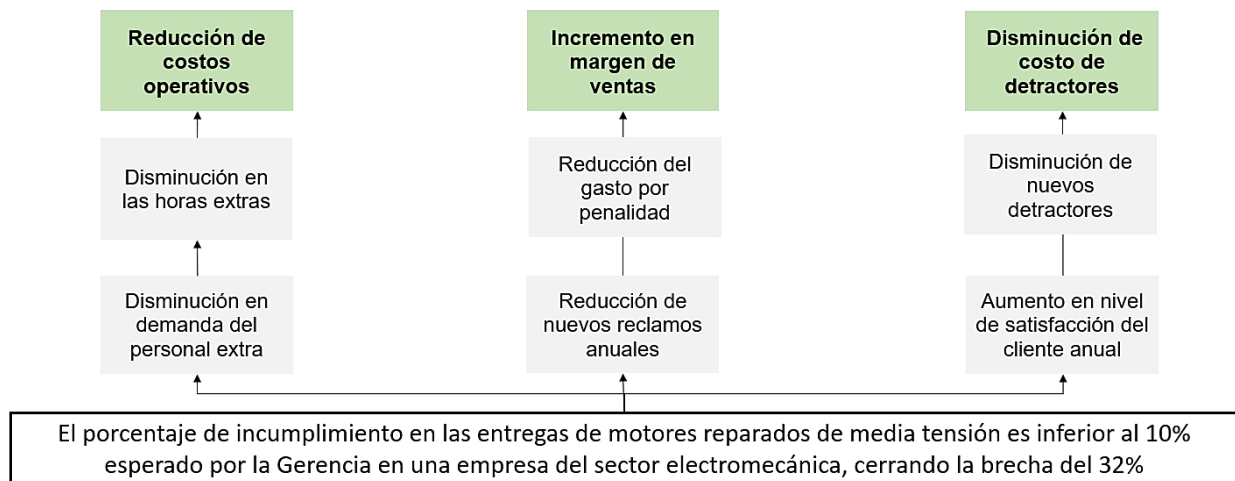
CAPÍTULO VI: ANÁLISIS DE PROPUESTAS DE SOLUCIÓN

Este capítulo plantea distintas propuestas dirigidas a mejorar el proceso de estudio, con el propósito de reducir el 42% de incumplimiento en la entrega de motores reparados de media tensión. Para ello, se analizaron estrategias para mejorar la planificación y monitoreo de las actividades clave. Finalmente, se determinará la viabilidad de cada propuesta en función de su impacto en la eficiencia operativa y en la satisfacción del cliente.

6.1. Árbol de Fines

El objetivo principal de este apartado es presentar una propuesta de solución orientada a reducir porcentaje de incumplimiento en las entregas de motores reparado de media tensión, cerrando la brecha del 32%, identificada entre el 42% incumplimiento actual y el 10% de incumplimiento esperado por la gerencia. En consecuencia, alcanzar este objetivo estratégico permitirá convertir los efectos negativos en beneficios tangibles para la organización, tales como la reducción de costos operativos, el incremento en el margen de ventas y la disminución del costo de detractores, como se muestra en el árbol de fines de la figura 28.

Figura 28. Árbol de Fines



Nota. Elaboración propia

6.1.1. Fines del nivel 1

6.1.1.1. Disminución en demanda de personal extra:

Al aplicar la nueva propuesta de solución se reducirá el incumplimiento en las entregas de motores reparados de media tensión, lo que a su vez mejorará la gestión de la carga laboral y permitirá una mayor eficiencia operativa; por lo tanto, esto ayudará a controlar el crecimiento en la demanda de personal y minimizar la necesidad de incrementar la planilla para cubrir horas extras.

Tabla 35. Indicador de demanda de personal

Indicador	Medición (anual)
Índice de demanda extra de personal	$(\text{N}^\circ \text{ de personal extra} + \text{Personal actual}) / \text{Total del personal}$

Nota. Se evalúa el crecimiento de la planilla del personal de las horas extras en relación con las necesidades operativas.

6.1.1.2. Reducción de nuevos reclamos anuales:

La implementación de la solución, al enfocarse en la mejora de la planificación y el monitoreo, garantizará la entrega de las OT a tiempo, revirtiendo el aumento de nuevos reclamos anuales; la reducción efectiva de estos reclamos mejorará directamente la rentabilidad, al disminuir las pérdidas asociadas a incumplimientos en el servicio.

Tabla 36. Indicador de reclamos por incumplimiento

Indicador	Medición (anual)
Índice de nuevos reclamos	$\text{Total de reclamos anuales} / \text{Total de servicios prestados}$

Nota. Este indicador evalúa la generación de nuevos reclamos por incumplimiento en las entregas.

6.1.1.3. Aumento en nivel de satisfacción del cliente anual:

Al reducir el índice de incumplimiento en las entregas, se espera un aumento en el nivel de satisfacción del cliente. El cumplimiento oportuno fortalece la confianza del cliente en la empresa, mejora la percepción del servicio y refuerza la fidelización, además, proyecta una reputación positiva que impactará en la atracción de nuevos clientes y la ampliación de nuevas oportunidades comerciales.

Tabla 37. Indicador de satisfacción del cliente

Indicador	Medición (anual)
Índice de satisfacción del cliente	$\text{NPS} = \text{Promotores} - \text{Detractores}$

Nota. Se evalúa la percepción del servicio y su correlación con el cumplimiento oportuno de las entregas.

6.1.2. Fines del nivel 2

6.1.2.1. Disminución en horas extras

Al controlar y reducir la demanda del personal para atender trabajos que no fueron completados dentro de la jornada regular, se disminuirá la necesidad de extender el horario laboral mediante horas extras. Esto no solo permitirá mejorar la gestión del recurso humano, sino que también reducirá significativamente los costos operativos asociados al pago de horas adicionales. El indicador que mide este impacto se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 38. Indicador de horas extras

Indicador	Medición (anual)
Índice de horas extras	$(\text{N}^\circ \text{ de horas extra} + \text{total de horas regular}) / \text{Total de horas regular}$

Nota. Se evalúa la dependencia de las horas extras, contribuyendo a la reducción de costos operativos.

6.1.2.2. Reducción del gasto por penalidad:

Al mejorar la puntualidad en la entrega de motores reparados de media tensión, se disminuirán las penalidades asociadas al incumplimiento en las entregas. El cumplimiento de los plazos acordados evita el pago de multas, lo que mejorará los costos operativos y evitará gastos innecesarios. El indicador que mide este impacto se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 39. Indicador de gasto por penalidad

Indicador	Medición (anual)
Índice de gasto por penalidad	Porcentaje de penalidades/ Total de ingresos

Nota. Se evalúa la disminución del gasto en penalidades por incumplimiento en las entregas.

6.1.2.3. Disminución de nuevos detractores:

El incumplimiento en las entregas tiene un impacto crucial en la compañía, pues deteriora la confianza de los clientes; por lo tanto, la mejora en el OTD tendrá un efecto directo en la disminución de clientes detractores, es decir, menos detractores implican un mejor Net Promoter Score (NPS) y una reputación más sólida, lo cual sienta las bases para la fidelización del cliente.

Tabla 40. Indicador tasa de detractores

Indicador	Medición (anual)
Tasa de detractores	$(\text{N}^\circ \text{ de Detractores} / \text{Total de clientes encuestados}) \times 100$

Nota. Se mide la proporción de clientes que pueden dañar la reputación de la empresa debido a la insatisfacción con el servicio.

6.1.3. Fines del nivel 3

6.1.3.1. Reducción de costos operativos

Tras lograr el objetivo de disminución en horas extras, se generará una reducción directa en los costos operativos, la cual se logrará mediante el control de horas extras y la mejora del uso de personal. Además, al mejorar el cumplimiento en las entregas, se tendrá un efecto directo en la reducción de costos innecesarios y permitirá a la compañía operar con mayor control presupuestal.

Tabla 41. Indicador de costos operativos

Indicador	Medición (anual)
Índice de costos operativos	Costo operativo / Ventas totales

Nota. Evalúa la eficiencia de los costos operativos respecto al periodo anterior.

6.1.3.2. Incremento en margen de ventas

Los gastos por penalidad derivados del incumplimiento en las entregas representan multas asumidas por la compañía, lo que afecta directamente al margen de ventas al reducir la utilidad obtenida por cada motor reparado de media tensión. El incremento del margen de ventas se logrará como consecuencia de una operación más eficiente, puesto que, la reducción de penalidades aumentará el margen de ganancia por motor reparado, cuyo gasto debe ser eliminado o reducido en cada orden de trabajo.

Tabla 42. Indicador del margen de ventas

Indicador	Medición (anual)
Margen de ventas	$(\text{Utilidad neta} / \text{Ventas netas}) \times 100$

Nota. Se refleja la proporción de utilidad sobre las ventas y permite monitorear la rentabilidad del negocio.

6.1.3.3. Disminución del costo de detractores

La reducción de clientes detractores se traduce directamente en una disminución del costo asociado, puesto que, al mejorar la satisfacción, se reducen las percepciones negativas y se controla posibles pérdidas de clientes. Esta mejora impacta positivamente en la posición financiera de la compañía, al disminuir el costo de detractores identificado en el diagnóstico y fortalecer la sostenibilidad del negocio.

Tabla 43. Indicador de costo de detractores

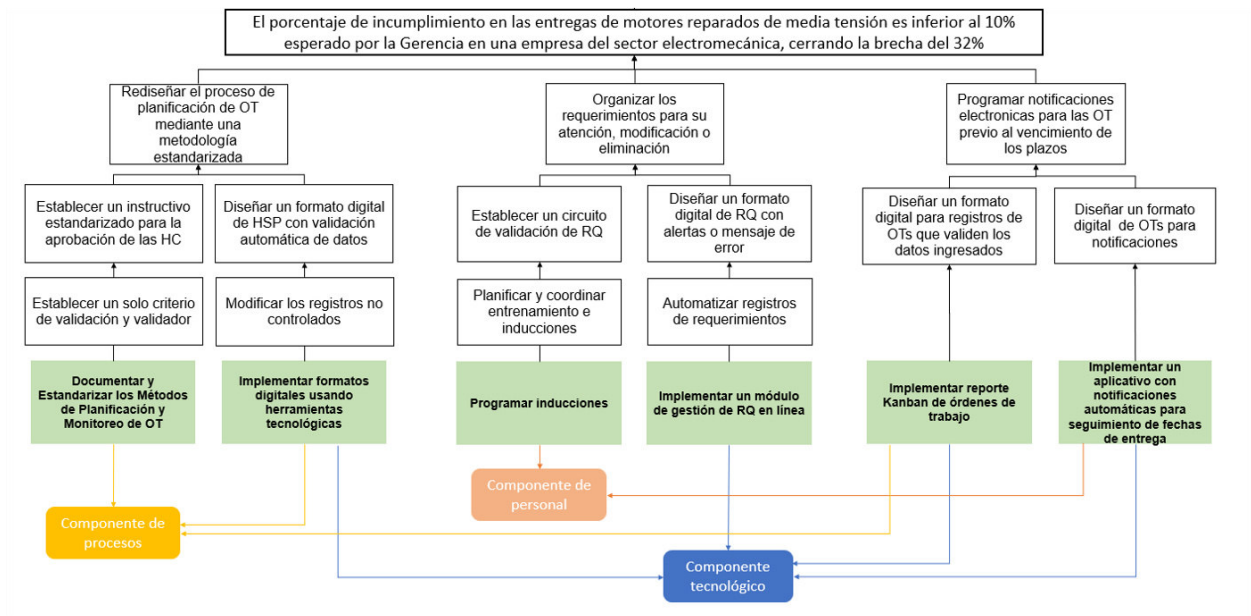
Indicador	Medición (anual)
Índice de costo de detractores	(Costo asociado a detractores / Total de costos operativos)

Nota. Se evalúa la eficiencia en el manejo de la insatisfacción del cliente y su impacto económico.

6.2. *Árbol de acciones (medios)*

De igual manera que se analizaron los fines, se definieron los medios orientados a impulsar el desarrollo y fortalecimiento de la empresa a través del objetivo planteado, los cuales se detallan a continuación en la figura 29.

Figura 29. Árbol de acciones



Nota. Elaboración propia

6.2.1. Acciones de Nivel 1

6.2.1.1. Rediseñar el proceso de Planificación de OT mediante una metodología estandarizada

La etapa de planificación de las órdenes de trabajo (OT) es un punto crítico, pues una planificación inadecuada desencadena errores en documentos clave, generando retrasos, reprocesos y afectando el cumplimiento de los plazos comprometidos con el cliente. Para abordar esta situación, se propone el rediseño del proceso bajo una metodología estandarizada que asegure eficiencia operativa y secuencia lógica de actividades; esta metodología debe incluir el uso de formatos digitales, criterios operativos claros y la formalización de responsabilidades, reduciendo así la variabilidad, mejorando la precisión en la planificación de OT, y garantizando la trazabilidad necesaria para la toma de decisiones y el control del proceso. El flujo de trabajo propuesto abarcará desde la revisión y aprobación Hoja de Conformidad (HC), la programación de actividades, la gestión de solicitudes de requerimientos, hasta el aseguramiento de la entrega del motor reparado para su despacho. Además, la definición precisa de roles y responsabilidades permitirá evitar reprocesos, consolidando un proceso de planificación más ordenado y alineado con los objetivos estratégicos de la organización.

6.2.1.2. Organizar los requerimientos para su atención, modificación o eliminación

Una de las principales causas del incumplimiento en los plazos de entrega es la alta proporción de requerimientos (RQ) emitidos con información errónea o sin validación previa, esta situación se origina en la ausencia de una herramienta de gestión y automatización de requerimientos. Como medida correctiva, se propone organizar los RQ para su adecuada atención, modificación o eliminación mediante la implementación de un circuito de validación estructurado previo a su emisión, esta solución incluye el diseño de un formato con campos obligatorios que aseguren la integridad técnica de la información, con descripciones completas y especificaciones detalladas de los requerimientos solicitados. Además, se busca incorporar este formato de validación a un software digital, donde un responsable designado verifique y apruebe los requerimientos antes de su validación final. De este modo, se garantizará la correcta formulación de los RQ desde su origen, reduciendo reprocesos y mejorando la gestión de recursos y el flujo logístico de las OT, lo que impactará positivamente en los indicadores de cumplimiento de entregas.

6.2.1.3. Programar notificaciones electrónicas para las OT previo al vencimiento de los plazos

Una de las principales causas del incumplimiento en las fechas de entrega de las órdenes de trabajo (OT) es la falta de notificaciones automatizadas que alerten oportunamente sobre los vencimientos próximos; esta carencia obliga a una gestión reactiva, basada en controles manuales propensos a omisiones, lo que incrementa el riesgo de retrasos, descoordinación y pérdida de trazabilidad. Para abordar esta problemática, se propone desarrollar e implementar un aplicativo digital que permita programar alertas electrónicas vinculadas a las fechas clave de cada OT, estas notificaciones deberán enviarse con la anticipación necesaria a los actores involucrados en el proceso de estudio, a través de canales como correo electrónico o notificaciones dentro de la app de monitoreo. El software deberá permitir configurar los plazos de aviso, asegurando así un control proactivo y adaptado a las necesidades específicas de cada OT; por ello la implementación de estas alertas fortalecerá la capacidad de respuesta operativa y contribuirá a un cumplimiento de plazos más eficiente y confiable para el cliente.

6.2.2. Acciones de Nivel 2

6.2.2.1. Establecer un instructivo estandarizado para la aprobación de la HC

Uno de los factores que impacta directamente en la problemática es la calidad de la información registrada en las Hojas de Conformidad (HC) durante su aprobación, ya que muchas de ellas presentan errores; este problema tiene como origen principal la falta de criterios estandarizados para su validación, lo que genera disparidades y limita la fiabilidad de los registros. Para corregir esta situación, se plantea primero establecer un solo criterio de validación y un validador único, de modo que se unifique el flujo de revisión y se eliminen discrepancias entre los distintos responsables; al definir un procedimiento claro y único, se reduce el riesgo de errores o duplicidad de revisiones, asegurando una aprobación más ágil y consistente. Como medida correctiva, se propone elaborar un instructivo estandarizado con lineamientos claros que orienten al personal en el correcto llenado y aprobación de las HC; dicho instructivo deberá incluir campos obligatorios y criterios de precisión para asegurar la calidad de la información registrada, garantizando así la confiabilidad de los datos operativos, la coordinación entre áreas y la reducción de reprocesos.

6.2.2.2 Diseñar un formato digital para HSP con validación automática de datos

Las Hojas de Seguimiento de Proceso (HSP) presentan un alto índice de errores debido a su elaboración manual, lo que genera pérdida de tiempo en correcciones, reprocesos innecesarios y toma de decisiones basadas en información errónea. Para solucionar esta situación, se plantea modificar los registros no controlados, revisando y adecuando los formatos físicos elaborados manualmente con el fin de estandarizar su estructura y asegurar la integridad de la información antes de su digitalización. Esta acción permite eliminar prácticas informales y mejorar la trazabilidad de la información durante la planificación y ejecución de las órdenes de trabajo. A partir de ello, se propone el diseño de un formato digital para las HSP que incluya campos obligatorios y un sistema de validación automática de datos; este formato, desarrollado sobre una plataforma digital, permitirá estructurar la información de manera uniforme y asegurar que los datos sean coherentes, completos y oportunos, reduciendo significativamente los errores humanos y contribuyendo a una planificación más confiable y eficiente.

6.2.2.3 Establecer un circuito de validación de RQ mediante un aplicativo

Una proporción de requerimientos (RQ) se emite sin una validación formal previa, lo que genera errores que impactan directamente en los plazos de entrega, puesto que la ausencia de un mecanismo estructurado de validación permite que errores pasen desapercibidas, provocando retrasos por correcciones que afectan la eficiencia operativa y la capacidad de cumplimiento. Para abordar esta problemática, se propone implementar un punto de control obligatorio dentro del flujo de emisión de cada RQ, el cual actúe como filtro para validar criterios definidos previamente, como la coherencia de los datos técnicos y la cantidad correcta de componentes. Este control estará a cargo de personal capacitado, responsable de revisar y aprobar cada RQ antes de su avance a la siguiente etapa, integrándose como parte estándar del flujo operativo para asegurar que ningún RQ continúe sin aprobación. Con el fin de garantizar la trazabilidad y facilitar la gestión, se recomienda incorporar este circuito en un aplicativo digital que registre automáticamente las validaciones y el responsable asignado, permitiendo mejorar la calidad de los RQ, fortalecer la coordinación entre áreas y contribuir al cumplimiento más oportuno de los plazos. Además, se contempla la capacitación del personal en el uso adecuado de los nuevos formatos digitales y del circuito de validación, a través de sesiones de entrenamiento e inducción que aseguren la comprensión de los cambios, la correcta asignación de responsabilidades y el uso eficiente de las herramientas tecnológicas.

6.2.2.4. Diseñar un formato digital de RQ con alertas o mensaje de error

La ausencia de alertas en tiempo real durante la emisión de requerimientos (RQ) permite que se omitan datos esenciales, se registren códigos incorrectos o se generen solicitudes con información incoherente, lo que deriva en reprocesos y errores en la cadena operativa. Como solución, se propone diseñar e implementar un formato digital para la emisión de RQ que incorpore mecanismos de validación lógica, campos obligatorios, listas desplegables y mensajes de error automatizados ante datos incompletos o contradictorios. Estas alertas deberán ser claras y oportunas, de modo que el usuario pueda corregir la información antes de enviar el requerimiento, evitando que los errores se trasladen a una etapa posterior del proceso. Con la implementación de este formato digital se busca fortalecer la calidad en la información de los requerimientos, reducir errores humanos y garantizar que las solicitudes emitidas respondan adecuadamente a las necesidades reales del proceso operativo, lo que contribuirá directamente a una mejora en el cumplimiento de los plazos establecidos. De igual modo, esta acción implica la digitalización completa del registro de requerimientos, reemplazando la elaboración manual por un sistema automatizado que genere mensajes de error en tiempo real y mantenga actualizados los datos, lo que mejora la eficiencia del flujo de información y la trazabilidad del proceso.

6.2.2.5. Diseñar un formato digital para registros de OTs que validen los datos ingresados

Una de las principales deficiencias en la planificación y seguimiento de órdenes de trabajo (OT) es la falta de un formato en el que facilite el registro del progreso de las OT con validación automática, lo que genera información desactualizada, desviaciones en la programación y afecta la trazabilidad del proceso. Como solución, se propone el diseño de un formato digital estructurado para el registro de OTs, que incorpore validaciones en tiempo real para asegurar la consistencia de la información ingresada, este formulario deberá incluir campos obligatorios, listas desplegables y reglas lógicas que impidan el avance si existen inconsistencias críticas. Además, se sugiere incorporar funciones de autocompletado para campos repetitivos con el propósito de mejorar el tiempo de registro y asegurar uniformidad en la información. La implementación de este formato permitirá disponer de datos claros, precisos y alineados con los requisitos técnicos y logísticos del servicio, reduciendo reprocesos, mejorando la coordinación entre áreas y fortaleciendo el monitoreo de los procesos, lo que contribuirá directamente al cumplimiento de los plazos de entrega y a una gestión operativa más eficiente y confiable.

6.2.2.6. Diseñar un formato digital de OTs para notificaciones

La comunicación sobre el estado de las Órdenes de Trabajo (OT) se realiza de manera manual, lo que genera demoras en la transmisión de información entre áreas, falta de trazabilidad y dificultad para identificar los avances o incidencias en tiempo real. Para solucionar esta situación, se propone diseñar un formato digital de OTs que integre un mecanismo de notificaciones automáticas vinculado a cada hito del proceso de planificación y monitoreo; dicho formato permitirá registrar las actualizaciones relevantes y enviarlas de forma inmediata a los responsables involucrados mediante notificaciones automatizadas. Esta acción busca mejorar la comunicación interna y garantizar que todas las áreas cuenten con información actualizada sobre el estado de las OTs, fortaleciendo así la coordinación operativa y contribuyendo a un seguimiento más eficiente y transparente.

6.2.3. Acciones de Nivel 3

6.2.3.1 Documentar y Estandarizar los Métodos de Planificación y Monitoreo de OT

Uno de los principales factores que contribuyen al incumplimiento de entregas es la falta de un método de planificación definido y estandarizado, puesto que la planificación de las órdenes de trabajo (OT) depende de criterios individuales, lo que genera inconsistencias en la secuencia de actividades, en la asignación de tiempos y en el uso de recursos. Como acción estratégica, se propone documentar y estandarizar los métodos de planificación y control de OT mediante el desarrollo de diagramas de flujo que detallen cada etapa del proceso, la definición de responsables y la incorporación de criterios técnicos y operativos que respalden las decisiones, con el propósito de unificar criterios, mejorar la coordinación, garantizar la trazabilidad y reducir la variabilidad en la ejecución, contribuyendo así a una gestión más eficiente y al cumplimiento de los plazos comprometidos.

6.2.3.2 Implementar formatos digitales usando herramientas tecnológicas

El uso actual de formatos físicos o dispersos limita la trazabilidad, genera duplicidades y dificulta el control del proceso, puesto que la Hoja de Conformidad (HC), la Hoja de Seguimiento de Proceso (HSP) y la solicitud de Requerimientos (RQ), al no estar integradas en un sistema digital, presentan riesgos de pérdida de información, errores de transcripción y retrasos en la gestión operativa. Para mejorar este escenario, se propone implementar formatos digitales estandarizados

para estos documentos, centralizados en una plataforma que permita su registro, consulta y seguimiento en tiempo real, incorporando validaciones internas, campos obligatorios y flujos de aprobación secuenciales que aseguren la calidad de los datos. Esta digitalización reducirá errores manuales, agilizará los procesos y proporcionará información confiable para una mejor toma de decisiones, fortaleciendo la trazabilidad, la coordinación entre áreas y el cumplimiento de los plazos comprometidos con los clientes.

6.2.3.3. Programar inducciones

Uno de los hallazgos más relevantes es la limitada capacitación del personal en aspectos clave como la planificación y el manejo adecuado de la documentación, esto se refleja en errores recurrentes, uso incorrecto de formatos, registros incompletos o inexactos, y falta de criterio en la toma de decisiones. Para abordar esta situación, se propone implementar un programa de inducción y capacitación orientado a reforzar las competencias del equipo; el contenido deberá estar alineado con el proceso estandarizado y la herramienta tecnológica, con el objetivo de garantizar que el personal aplique correctamente los procedimientos, mejore la calidad de la información registrada y contribuya a una ejecución más eficiente y confiable. Además, este programa buscará fomentar una cultura organizacional basada en la mejora continua, la disciplina operativa y el compromiso con la calidad del servicio.

6.2.3.4. Implementar un módulo de gestión de RQ en línea

La gestión de requerimientos (RQ) mediante formatos físicos limita el control, seguimiento y validación de solicitudes, generando cuellos de botella, reprocesos y demoras, especialmente cuando los RQ carecen de información correcta o no siguen un flujo de aprobación estandarizado. Para resolver esta problemática, se propone implementar un módulo digital en línea para la gestión integral de RQ; este módulo permitirá registrar solicitudes de manera estructurada, asignarlas al responsable para su revisión y realizar un seguimiento en tiempo real de su atención. Esta herramienta digital deberá incluir validaciones automáticas, trazabilidad de estados, además de permitir el acceso desde distintos dispositivos para un uso ágil tanto en planta como de forma remota. Con este módulo se busca reducir tiempos de respuesta, mejorar la calidad y consistencia de los requerimientos, prevenir errores por descoordinación y asegurar la trazabilidad completa desde la emisión hasta la atención del RQ.

6.2.3.5. Implementar reporte Kanban de OT

El seguimiento del estado de las órdenes de trabajo (OT) se realiza mediante hojas de cálculo que suelen estar con información mal registrada, lo que limita la visibilidad del flujo operativo y dificulta la detección temprana de cuellos de botella, retrasos o tareas estancadas en las etapas de la reparación; afectando la capacidad de los responsables para tomar decisiones oportunas y coordinar eficazmente los recursos. Como solución, se propone la implementación de un reporte Kanban digital, que permita ingresar información y visualizar en tiempo real el avance de cada OT a lo largo de sus etapas; fomentando una gestión visual, colaborativa y transparente que mejore la coordinación entre áreas, la asignación de recursos y fortalezca el monitoreo operativo. En conjunto, esta herramienta contribuirá al cumplimiento oportuno de los plazos y al desarrollo de una cultura organizacional orientada a la mejora continua.

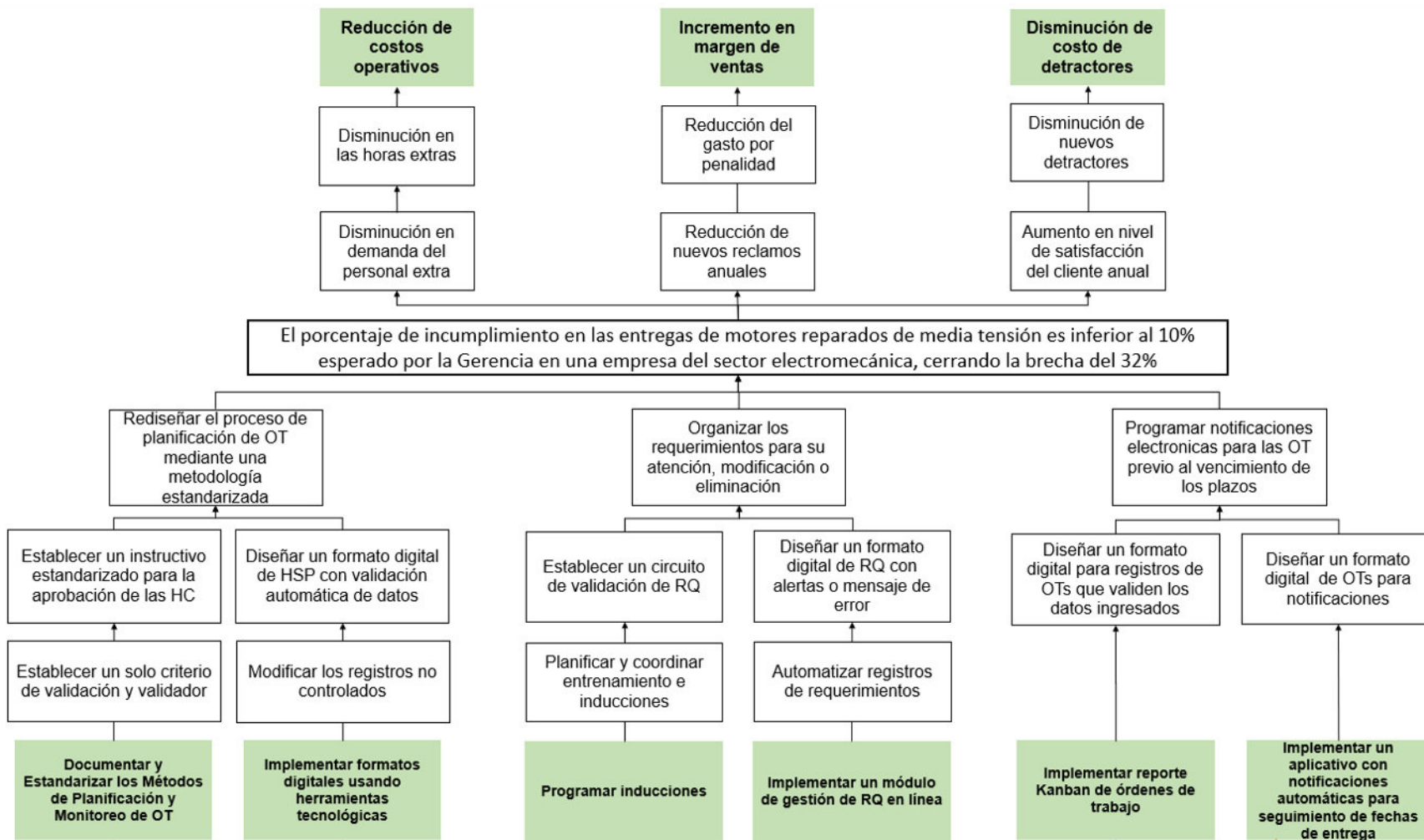
6.2.3.6. Implementar un aplicativo con notificaciones automáticas para seguimiento de fechas de entrega

La falta de alertas automáticas en las órdenes de trabajo (OT) limita la visibilidad de los plazos comprometidos, lo que genera desorganización, retrasos acumulativos y deterioro en la relación con el cliente; el seguimiento depende de recordatorios manuales, un método poco eficiente y difícil de sostener. Como solución, se propone implementar notificaciones automáticas que emita notificaciones preventivas según los plazos definidos; esta herramienta emitirá avisos oportunos a los responsables, facilitará la toma de decisiones, mejorará la coordinación entre áreas y reducirá el riesgo de incumplimientos, fortaleciendo la trazabilidad, la eficiencia operativa y una cultura orientada al cumplimiento y mejora continua.

6.3. Árbol de Objetivos

Tras analizar los fines y medios necesarios para alcanzar la meta de mejorar significativamente el cumplimiento de entregas dentro del plazo comprometido, se presenta el árbol de objetivos consolidado (ver figura 30). Este árbol integra los objetivos estratégicos y las acciones clave necesarias para abordar las principales causas del bajo porcentaje actual de entregas oportunas, que presenta un incumplimiento del 42%, muy por encima del 10% esperado por la gerencia, con una brecha del 32%.

Figura 30. Árbol de Objetivos



Nota. Elaboración propia.

6.4. Soluciones Propuestas

En este apartado se presentan tres alternativas para abordar el problema central identificado, alineadas con los fines y medios definidos para alcanzar la meta propuesta. La primera alternativa propone una reestructuración interna del área de operaciones para mejorar la productividad mediante una redistribución más eficiente de funciones y recursos, sin a la externalización. Esta estrategia busca agilizar el flujo de trabajo y fortalecer la competitividad, adaptando la estructura organizacional a entornos dinámicos (Chiavenato & Sapiro, 2017). Ello permite una mayor eficiencia y capacidad de respuesta ante los cambios del mercado (SAP Concur, 2023). La segunda alternativa propone mejorar el cumplimiento de entregas aplicando el enfoque Lean Service, apoyado en una herramienta tecnológica que elimine actividades sin valor, incrementando la eficiencia en la gestión de reparaciones (Shah & Ward, 2003; Bowen & Youngdahl, 1998). La adecuada integración tecnológica se considera clave para potenciar la competitividad del sector (Chambe et al., 2024). La tercera alternativa contempla la contratación de un servicio tercerizado especializado para asumir actividades críticas de seguimiento y monitoreo de operaciones. Esta opción busca asegurar el cumplimiento de plazos y mejorar la eficiencia, aprovechando los beneficios del outsourcing en términos de optimización de recursos y reducción de riesgos (Rengifo & Rosales, 2020). A continuación, se detallan cada una de estas alternativas con sus respectivos costos, riesgos y beneficios.

6.4.1. Alternativa 1: Reestructuración interna del área de operaciones

Esta alternativa propone mejorar la estructura del área de operaciones mediante una redistribución clara de funciones y responsabilidades, con el objetivo de mejorar la eficiencia en la planificación y el control de las reparaciones de motores eléctricos. Actualmente, el área cuenta con cinco colaboradores distribuidos en Gerencia de Operaciones, Jefatura de Planta y Coordinación de Operaciones; sin embargo, la superposición de funciones y la falta de roles bien definidos han ocasionado errores y retrasos en el seguimiento de órdenes de trabajo. La propuesta plantea que la Gerencia de Operaciones asuma un rol estratégico, enfocado en supervisar el área, mejorar procesos y coordinar con otras áreas para reducir tiempos y costos. La Jefatura de Planta se centrará en organizar y supervisar las tareas asignadas para la ejecución de reparaciones, asegurando la calidad y el cumplimiento de los plazos. Por su parte, la Coordinación de Operaciones tendrá la responsabilidad de planificar y monitorear el avance de las órdenes de trabajo, gestionando el flujo

de actividades y garantizando una comunicación efectiva entre áreas. Con estos ajustes, se busca una mayor claridad en las funciones, mejor trazabilidad de los procesos y una reducción de errores, lo que permitirá aumentar la productividad, cumplir los plazos de entrega y ofrecer un servicio de reparación más confiable y alineado con los estándares de calidad esperados por los clientes.

6.4.1.1. Análisis Financiero de la Propuesta 1

Desde el punto de vista financiero, esta propuesta requiere una inversión inicial y proyecta beneficios anuales por reducción de costos operativos. El análisis se presenta en la Tabla 44.

Tabla 44 . Flujo de Caja económico (expresado en dólares)

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos						
Ahorro por reducción de horas extras de personal administrativo		6,336	6,399	6,463	6,528	6,593
Ahorro por reubicación de puestos		16,128	16,289	16,452	16,617	16,783
Total de Ingresos		22,464	22,689	22,916	23,145	23,376
Egresos						
Inversión inicial	43,500					
Costos operativos anuales (soporte)		7,500	7,575	7,651	7,727	7,805
Total de Egresos	43,500	7,500	7,575	7,651	7,727	7,805
Flujo Neto	-43,500	14,964	15,114	15,265	15,417	15,572
Valor Presente	\$14,262					

Nota. Elaboración propia.

La propuesta requiere una inversión inicial de \$43,500 en el año 0, destinada a servicios de consultoría, capacitación y costos de implementación de la nueva estructura organizativa. A partir del Año 1, se proyectan beneficios anuales por reducción de costos, principalmente por el ahorro en horas extras del personal administrativo y la reubicación de funciones que elimina duplicidades. En la estructura actual existen dos Coordinadores de Operaciones con un sueldo mensual de S/8,000 (equivalente a \$2,162 al tipo de cambio de 3.7), pero la nueva organización reduce este cargo a uno solo, generando un ahorro que inicia en \$6,336 el primer año y alcanza \$6,593 en el quinto. A esto se suma un ahorro por reubicación de puestos que comienza en \$16,128 y crece hasta \$16,783 en el último año. En cuanto a los egresos, además de la inversión inicial, se contemplan costos operativos anuales asociados a mobiliario, licencias, traslados y equipos, que ascienden a \$7,500 en el primer año y aumentan ligeramente hasta \$7,805 en el quinto. El flujo neto proyectado es positivo a partir del primer año, con un Valor Presente (VP) de \$14,262, confirmando la viabilidad económica de la propuesta y demostrando que los beneficios superan

los costos, lo que ofrece una rentabilidad atractiva para la organización. Más allá de los beneficios financieros, la reestructuración aportará mejoras operativas significativas, como una planificación más eficiente, roles y responsabilidades claramente definidos, mejor coordinación entre áreas y controles de calidad más estrictos, contribuyendo a reducir errores y a cumplir los plazos comprometidos con los clientes. Sin embargo, se deben gestionar riesgos como la resistencia al cambio, una posible implementación incompleta, costos subestimados o la falta de competencias del personal para adaptarse a los nuevos roles, que podrían afectar los resultados y generar sobrecostos. En conjunto, el análisis demuestra que la propuesta es rentable y tiene un alto potencial de generar mejoras sostenibles en la eficiencia operativa y en la puntualidad de las entregas, siempre que se acompañe de una adecuada gestión del cambio y capacitación del equipo.

6.4.2. Alternativa 2: Implementación de la mejora basada en el enfoque Lean Service, integrado con una herramienta tecnológica

La implementación de una mejora basada en el enfoque Lean Service, integrado con una herramienta tecnológica, eliminando actividades que no agregan valor, estandarizando operaciones y brindando trazabilidad y control en tiempo real. Esta estrategia reducirá retrasos y tiempos de espera en la planificación y monitoreo de las reparaciones, mejorando el uso de recursos y facilitando decisiones oportunas. La propuesta se apoya en tres pilares principales. El primero es la identificación y eliminación de desperdicios operativos mediante un mapeo detallado del proceso actual, con el objetivo de detectar y corregir actividades que no generan valor, como esperas prolongadas o reprocesos. El segundo pilar es la incorporación de una herramienta tecnológica basada en principios Lean Service para gestionar con mayor precisión las órdenes de trabajo, mediante una planificación eficiente que utilice soluciones de trazabilidad integradas con una aplicación móvil, la cual permita monitorear en tiempo real el avance y estado de cada OT. Finalmente, la propuesta incluye un componente formativo mediante un programa de capacitación dirigido a todo el personal, desde jefes de planta hasta técnicos, para fomentar una cultura de mejora continua, disciplina operativa y compromiso con la calidad y la eficiencia.

6.4.2.1. Análisis Financiero de la Alternativa 2

Para evaluar la viabilidad económica de la alternativa 2, se elaboró un flujo de caja proyectado a cinco años que cuantifica los beneficios derivados de las mejoras operativas y los costos asociados a su ejecución, permitiendo estimar el retorno de la inversión.

Tabla 45 . Flujo de Caja económico (expresado en dólares)

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos						
Ahorro por reducción de penalidades		25,201	25,705	26,219	26,744	27,278
Ahorro por reducción de horas extras		6,336	19,008	38,016	57,024	76,032
Total de Ingresos		31,537	44,713	64,235	83,768	103,310
Egresos						
Inversión inicial	66,500					
Soporte tecnológico (software & hardware)		15,000	15,300	15,606	15,918	16,236
Soporte de procesos: Consultoría y auditoría Lean		4,500	4,590	4,682	4,775	4,871
Total de Egresos	66,500	19,500	19,890	20,288	20,694	21,107
Flujo Neto	-66,500	12,037	24,823	43,947	63,074	82,203
Valor Presente	\$92,098					

Nota. Elaboración propia.

La Tabla 45 presenta el flujo de caja económico para la segunda alternativa. En el apartado de ingresos, se consideran dos fuentes principales de ahorro: la reducción de penalidades por incumplimientos de entrega, que mejora progresivamente gracias a una gestión más precisa de los plazos; y la disminución de horas extras, cuyo impacto crece año a año conforme el nuevo modelo operativo se estabiliza. Estos beneficios reflejan el efecto positivo que tendría el rediseño del proceso, con el apoyo de la aplicación de prácticas Lean y herramientas digitales sobre la eficiencia del proceso. En cuanto a los egresos, se proyecta una inversión inicial de \$66,500 en el año 0, destinada a la adquisición de tecnología, desarrollo de soluciones digitales y rediseño de procesos con soporte especializado. A partir del primer año de operación, los costos incluyen egresos anuales por soporte tecnológico (software y hardware) y servicios de consultoría y auditoría Lean, que crecen ligeramente para reflejar actualizaciones o mantenimiento. El flujo neto proyectado muestra un resultado negativo inicial por la fuerte inversión, pero se vuelve positivo desde el primer año de operación, incrementándose de forma sostenida hasta alcanzar \$82,203 en el quinto año. El análisis concluye con un Valor Presente Neto (VPN) de \$92,098, demostrando que la alternativa es rentable y ofrece un retorno atractivo respecto a la inversión realizada. No obstante, para alcanzar estos resultados es fundamental asegurar una implementación adecuada del rediseño del proceso basado en el enfoque Lean, fomentar el compromiso del equipo y gestionar de manera eficiente los recursos tecnológicos. Si se cumplen estas condiciones, la propuesta tiene un alto potencial para generar valor sostenible, mejorar la productividad y reducir costos operativos,

consolidándose como una inversión estratégica alineada con los objetivos de transformación y mejora continua del servicio.

6.4.3. Alternativa 3: Tercerización de equipo de monitoreo y seguimiento de las operaciones de la reparación

La tercera alternativa propone externalizar el servicio de planificación y seguimiento de las operaciones relacionadas con la reparación de motores eléctricos de media tensión, con el objetivo de reducir los niveles de incumplimiento en las entregas, que actualmente alcanzan el 42%. Esta estrategia busca fortalecer el control operativo y mejorar la trazabilidad de las órdenes de trabajo mediante la participación de un equipo especializado externo, que aporte experiencia, herramientas tecnológicas y una perspectiva objetiva sobre el desempeño del proceso. La propuesta contempla la contratación de una empresa especializada que se encargue de la gestión operativa y el seguimiento en tiempo real de las órdenes de trabajo, cubriendo todas las etapas del proceso: desde la planificación inicial hasta la entrega del motor al área de almacén para su despacho. Este servicio permitirá generar reportes diarios con información detallada y actualizada sobre el estado de cada reparación, utilizando indicadores clave de desempeño y herramientas tecnológicas que faciliten la identificación de retrasos y la toma de acciones correctivas oportunas.

6.4.3.1. Análisis Financiero de la Propuesta 3

La propuesta de tercerizar el equipo de monitoreo y seguimiento de las operaciones implica una inversión inicial significativa, pero proyecta beneficios económicos consistentes a lo largo del tiempo, como se detalla en la Tabla 46.

Tabla 46. Flujo de Caja económico (expresado en dólares)

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos						
Ahorro por reducción de horas extras		8,064	8,145	8,226	8,308	8,391
Ahorro por reducción de sueldos		32,256	32,579	32,904	33,233	33,566
Total de Ingresos		40,320	40,723	41,130	41,542	41,957
Egresos						
Inversión inicial	70,380					
Costos operativos anuales (soporte)		8,000	8,080	8,161	8,242	8,325
Total de Egresos	70,380	8,000	8,080	8,161	8,242	8,325
Flujo Neto	-70,380	32,320	32,643	32,970	33,299	33,632
Valor Presente	\$54,377					

Nota. Elaboración propia.

La inversión inicial de \$70,380 en el año 0 incluye \$54,000 por la contratación del servicio tercerizado, \$12,600 en infraestructura tecnológica y software, y \$3,780 para mantenimiento y soporte. A partir del Año 1, los ahorros proyectados por reducción de horas extras y eliminación de funciones duplicadas ascienden a \$40,320, creciendo ligeramente hasta \$41,957 en el quinto año. Por el lado de los egresos, además de la inversión inicial, se consideran costos operativos anuales que inician en \$8,000 y aumentan hasta \$8,325 en el quinto año, reflejando mantenimiento y actualizaciones del servicio. El flujo neto proyectado muestra un resultado positivo desde el primer año de operación, lo que permite una recuperación rápida de la inversión inicial. El análisis concluye con un Valor Presente (VP) de \$54,377, confirmando la viabilidad financiera de la propuesta y demostrando que los ingresos esperados superan ampliamente los costos proyectados. Más allá del aspecto económico, esta alternativa ofrece ventajas operativas clave, como un monitoreo constante de las órdenes de trabajo con herramientas tecnológicas, reportes automatizados e indicadores clave, que permiten una mejor coordinación entre áreas, una respuesta más ágil frente a desviaciones y una reducción de la carga operativa del personal interno, quien podrá enfocarse en funciones estratégicas. Sin embargo, se identifican riesgos que requieren atención como la dependencia del proveedor externo, la integración tecnológica con los sistemas internos, la resistencia al cambio por parte del personal y la posibilidad de sobrecostos por falta de supervisión. En conjunto, esta alternativa representa una inversión inicial considerable, pero con un retorno financiero atractivo y un alto potencial de mejora en la eficiencia y puntualidad de las entregas, consolidándose como una alternativa estratégica para mejorar el desempeño operativo de la empresa.

En conclusión, la segunda alternativa ofrece una solución integral al problema de incumplimiento en las entregas, al mejorar los procesos operativos, mejorar el procedimiento de trabajo y desarrollar una cultura organizacional orientada a la mejora continua. Gracias a su enfoque estratégico y su impacto directo en la puntualidad de las entregas, se posiciona como la opción más viable y recomendable entre las evaluadas. Además, presenta una alta rentabilidad económica, con beneficios sostenidos y un valor presente neto positivo, consolidándose como una inversión estratégica favorable para la organización.

6.5. Priorización y Selección de Propuesta de Solución

6.5.1. Matriz AHP

La Matriz de Proceso Analítico Jerárquico (AHP) es una herramienta metodológica ampliamente utilizada para la toma de decisiones multicriterio, que permite comparar y priorizar alternativas en función de criterios previamente establecidos. Este enfoque se basa en descomponer un problema complejo en una estructura jerárquica, donde los elementos se evalúan de manera sistemática mediante comparaciones por pares, asignando valores que reflejan la importancia relativa de cada criterio o alternativa. Sobre la base de una reunión realizada con las gerencias involucradas se definieron como criterios de evaluación la viabilidad económica, el tiempo de aplicación y el alcance, los cuales sirvieron de base para la aplicación del modelo. Cabe señalar que, la matriz AHP demanda que el responsable de la decisión realice valoraciones subjetivas acerca de la importancia de los criterios y de las alternativas, generando un orden de prioridades que determina la preferencia global de cada opción considerada y que finalmente se representa en un vector columna, obtenido de la combinación de las matrices de prioridades con el vector que refleja la ponderación de los criterios (Dávila & García, 2017).

La evaluación en AHP se realiza utilizando la escala de Saaty, la cual se describe de la siguiente manera:

- 1: Importancia igual entre los elementos.
- 3: Importancia moderada de un elemento sobre otro.
- 5: Importancia fuerte de un elemento sobre otro.
- 7: Importancia muy fuerte de un elemento sobre otro.
- 9: Importancia extrema de un elemento sobre otro.
- Los valores intermedios 2, 4, 6, y 8 permiten expresar juicios más matizados.

La escala permite asignar un valor a los criterios y alternativas, donde 1 representa igual importancia y 9 una importancia extrema, con valores intermedios de 3, 5 y 7, los cuales se incorporan en las matrices de análisis para comparar las alternativas en función de cada criterio. A partir de ello se obtienen vectores propios que reflejan el nivel de importancia relativa de cada alternativa y, al multiplicar las matrices correspondientes, se obtiene un vector final que determina

el peso ponderado de cada alternativa y facilita la elección de la más adecuada (Dávila & García, 2017).

Con los datos establecidos en los criterios y a partir de las comparaciones pareadas, se construye la matriz correspondiente para cada criterio, valorando el peso relativo de cada uno y determinando cuál resulta más importante frente a los demás, una vez definidos los criterios en función del vector propio, se procede a comparar y valorar las alternativas en relación con cada criterio, para lo cual se contó con el juicio de un experto con amplia experiencia en el ámbito de la gerencia, quien realizó las comparaciones necesarias considerando las características de los criterios y el nivel de influencia de cada alternativa frente a ellos. De este modo, la selección de la mejor alternativa surge de la ponderación de las matrices construidas, reflejando el peso asignado a cada criterio y orientando la decisión final hacia la alternativa más adecuada.

Tabla 47. Matriz comparativa por pares – criterio

MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES – CRITERIO							
	Viabilidad económica	Tiempo de aplicación	Alcance	Matriz Normalizada			Vector Promedio
Viabilidad económica	1	3.00	0.20	0.16	0.43	0.13	0.24
Tiempo de aplicación	0.33	1	0.33	0.05	0.14	0.22	0.14
Alcance	5.00	3.00	1	0.79	0.43	0.65	0.62
SUMA	6.33	7.00	1.53				

Nota. Elaboración propia.

El análisis de comparación por pares determinó la importancia relativa de los criterios evaluados, destacando al alcance como el más relevante (vector promedio 0.62), seguido por la viabilidad económica (0.24) y el tiempo de aplicación (0.14). Esto refleja la necesidad de priorizar soluciones que aborden integralmente las áreas críticas del proceso, más allá de la rapidez de implementación.

Tabla 48. Análisis de criterio “Viabilidad económica”

	Viabilidad económica			MATRIZ NORMALIZADA			VECTOR PROMEDIO
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3				
Alternativa 1	1	0.11	0.20	0.07	0.08	0.03	0.06
Alternativa 2	9.00	1	5.00	0.60	0.76	0.81	0.72
Alternativa 3	5.00	0.20	1	0.33	0.15	0.16	0.22
SUMA	15.00	1.31	6.20				

Nota. Elaboración propia.

La viabilidad económica de las propuestas se evaluó mediante una matriz normalizada que compara las tres alternativas. La alternativa 2 obtuvo el mayor vector promedio (0.72), gracias a su potencial para mejorar procesos y reducir costos operativos, consolidándose como la más sólida

financieramente. En contraste, las alternativas 1 y 3 registraron valores significativamente menores (0.06 y 0.22, respectivamente), destacando solo en áreas puntuales.

Tabla 49. Análisis de criterio “Tiempo de aplicación”

	Tiempo de aplicación			MATRIZ NORMALIZADA			VECTOR PROMEDIO
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3				
Alternativa 1	1	5.00	1.00	0.45	0.45	0.45	0.45
Alternativa 2	0.20	1	0.20	0.09	0.09	0.09	0.09
Alternativa 3	1.00	5.00	1	0.45	0.45	0.45	0.45
SUMA	2.20	11.00	2.20				

Nota. Elaboración propia.

En el análisis de tiempo de aplicación, tanto la alternativa 1 como la alternativa 3 demostraron mayor rapidez de implementación, con vectores promedio de 0.45 cada una, lo que refleja su capacidad para generar resultados en el corto plazo. En cambio, la alternativa 2 obtuvo un vector promedio de 0.09, debido a la mayor complejidad de su implementación y necesidad de adaptación de procesos.

Tabla 50. Análisis de criterio “Alcance”

	Alcance			MATRIZ NORMALIZADA			VECTOR PROMEDIO
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3				
Alternativa 1	1	0.20	5.00	0.16	0.15	0.33	0.22
Alternativa 2	5.00	1	9.00	0.81	0.76	0.60	0.72
Alternativa 3	0.20	0.11	1	0.03	0.08	0.07	0.06
SUMA	6.20	1.31	15.00				

Nota. Elaboración propia.

Respecto al alcance, la alternativa 2 destacó ampliamente con un vector promedio de 0.72, demostrando su capacidad para impactar integralmente en las etapas del proceso de planificación y monitoreo de las operaciones del servicio de reparaciones de motores eléctricos de media tensión. La alternativa 1 logró un alcance moderado (0.22), limitado a mejoras específicas del flujo de trabajo, mientras que la alternativa 3 presentó un alcance reducido (0.06), centrado en mejoras puntuales.

Tabla 51. Matriz comparativa de Propuestas de Solución

	Viabilidad económica	Tiempo de aplicación	Alcance	TOTAL	%
Alternativa 1	0.06	0.45	0.22	0.21167	21%
Alternativa 2	0.72	0.09	0.72	0.63605	64%
Alternativa 3	0.22	0.45	0.06	0.15228	15%
PONDERACION	0.24	0.14	0.62		

Nota. Elaboración propia.

Con los resultados obtenidos se aplicó la función de suma producto, lo que permitió integrar los valores de las alternativas y de los criterios en función de los datos correspondientes a cada una, aplicando los principios de la teoría de la decisión. El análisis evidenció que la alternativa dos alcanza una ponderación del 64% de preferencia total, sustentada en su alto alcance (0,72) y en su sólida viabilidad económica (0,72), lo que la posiciona como la opción más consistente para enfrentar el problema identificado. La alternativa uno registra un 21%, destacando únicamente en el criterio de tiempo de aplicación (0,45), mientras que la alternativa tres obtiene un 15%, aunque limitada por su enfoque en soluciones rápidas, pero de menor impacto. En consecuencia, los resultados orientaron la decisión hacia la priorización de la alternativa dos como solución principal para revertir el incumplimiento en las entregas, actualmente con un OTD de 44%, mediante la implementación de una mejora con enfoque Lean Service apoyada en un aplicativo digital.

6.6. Descripción detallada de solución

De acuerdo con el análisis previo, la alternativa más adecuada es implementar una mejora integral basada en el enfoque Lean Service, complementada con una herramienta tecnológica, un aplicativo digital, esta solución busca reducir el incumplimiento de las entregas dentro del plazo establecido, que alcanza un 42 % frente a la meta del 10 %, evidenciado la brecha del 32%, según el indicador On Time Delivery (OTD); la solución se orienta a abordar las causas raíz mediante tres componentes: tecnológico, procesos y personal, con el fin de elevar significativamente el nivel de cumplimiento en la entrega de motores eléctricos de media tensión, problemática evidenciada en el proceso de planificación y monitoreo de las operaciones.

El componente tecnológico es la respuesta a la necesidad de digitalizar y monitorear el proceso de planificación y monitoreo de las operaciones, eliminando la dependencia de formatos manuales propensos a errores. Para ello, se llevó a cabo una evaluación que comparó tres alternativas de software, en el cual el análisis demostró que el aplicativo AppSheet resultó ser la opción más económicamente viable con USD 59,980 de inversión, monto que se explicará en el capítulo VII, lo que la convierte en una solución rentable y sostenible. Además, el aplicativo incorpora validaciones automáticas, gestión visual del avance de las órdenes y notificaciones ante posibles desviaciones, asegurando la trazabilidad y el cumplimiento oportuno de los plazos.

El componente de procesos se centró en el rediseño del flujo de trabajo bajo los principios de Lean Service, ya que el análisis con la Matriz AVA-DAP evidenció que casi la mitad del tiempo del proceso actual no agregaba valor, lo que justificó su rediseño; además con una inversión inicial de USD 511, el cual se explicará en el capítulo VII. El nuevo proceso to be estandariza tareas, asigna responsables, reduce la intervención manual y fomenta la colaboración entre áreas, quedando formalizado en un procedimiento escrito de trabajo que, apoyado en el aplicativo digital, garantiza seguimiento y eficiencia, impactando directamente en la mejora del OTD.

Por último, el componente de personal fue clave para asegurar la correcta adopción de la solución mediante un programa de capacitación enfocado en los principios de Lean Service y en el uso práctico del aplicativo digital, con una inversión inicial de USD 11,500, monto que se explicará en el capítulo VII. Este programa incluyó la comparación entre el proceso anterior y el rediseñado, y se reforzó con un módulo de Lección de Único Punto (LUP) integrado en el aplicativo digital, que proporciona guías visuales breves para reforzar el conocimiento en el momento de uso.

6.6.1. Componente tecnológico

Para abordar esta problemática, se propone una herramienta digital que automatice registros, estandarice formatos y mejore el seguimiento operativo en tiempo real, esta herramienta es una respuesta eficaz a las principales causas raíz que afectan el proceso de planificación y monitoreo de las operaciones en la línea de reparaciones de motores eléctricos de media tensión. Con su implementación, se busca garantizar una planificación eficiente, mejorar el seguimiento de las órdenes de trabajo y asegurar un control preciso del avance de los procesos, reduciendo demoras y fortaleciendo la eficiencia operativa.

a. Selección de software

Para garantizar la efectividad del componente tecnológico dentro de la solución propuesta, se realizó una evaluación comparativa de tres alternativas de software orientadas a digitalizar y automatizar elementos del proceso de estudio: planificación y monitoreo de las operaciones. Las opciones evaluadas fueron SYSMAN CMMS, una aplicación personalizada con desarrollo en código, y una aplicación creada con AppSheet, denominada internamente Mopex. La comparación se basó en criterios clave como tipo de solución, compatibilidad móvil y de escritorio, número de licencias, modalidad de desarrollo, costos (CAPEX y OPEX), integración con el ERP StarSoft, facilidad de uso, tiempo de implementación y soporte técnico.

Tabla 52. Matriz comparativa de tres principales de componentes tecnológicos

Características	1. SYSMAN CMMS	2. App personalizada con código	3. Appsheet (Mopex)
Tipo de solución	ERP	Software a medida	Software a medida
Versión móvil/escritorio	Ambos	Móvil	Ambos
Número de licencias	5	3	Ilimitado
Tipo de desarrollo	Estándar	A medida	A medida
CAPEX (gastos de inversión a largo plazo)	USD 63900	USD 10 000	USD 8000
OPEX (gastos de operación a corto y mediano y largo plazo)	USD 19170	USD 3000	USD 1400
Integración con ERP (StarSoft)	Sí	Sí	Sí
Facilidad de uso	Moderada	Baja	Alta
Tiempo de implementación	4 – 6 meses	6 -10 meses	4 - 6 meses
Soporte técnico	Limitado	Limitado	24/7

Nota. Se tomaron en cuenta alternativas con el objetivo de identificar la opción más alineada con las necesidades operativas, presupuestales y de integración de la organización.

Del análisis se concluye que SYSMAN CMMS, pese a ser un ERP estándar con compatibilidad multiplataforma, presenta limitaciones importantes en flexibilidad, soporte técnico y número de licencias, además de costos de inversión (USD 63,900) y operación (USD 19,170) que exceden el presupuesto del proyecto. La aplicación personalizada con código ofrece adaptabilidad total a las necesidades de la empresa, pero implica baja facilidad de uso, un tiempo de implementación prolongado (hasta 10 meses) y dependencia del equipo desarrollador para su mantenimiento y escalabilidad, lo que puede comprometer su sostenibilidad a largo plazo.

En cambio, el aplicativo AppSheet (Mopex) destaca como la alternativa más adecuada ya que permite el desarrollo de un software a medida sin necesidad de programación, lo que reduce significativamente los tiempos de implementación (4-6 meses) y facilita la adopción gracias a su interfaz amigable. Además, ofrece soporte 24/7, costos operativos muy bajos (USD 400 anuales) y no requiere inversión inicial (CAPEX gratuito). Su modelo de licencias ilimitadas permite su despliegue en todas las áreas involucradas sin restricciones, fortaleciendo la colaboración y el acceso a la información.

En términos de integración, las tres alternativas permiten conectividad con el ERP StarSoft; sin embargo, AppSheet ofrece mayor flexibilidad al integrarse fácilmente con servicios de Google y bases de datos externas, lo que facilita la sincronización en tiempo real. Por estas razones, AppSheet (Mopex) ha sido seleccionada como la plataforma tecnológica para el desarrollo del aplicativo que servirá como base de la solución, asegurando eficiencia operativa, accesibilidad, sostenibilidad económica y alineación con las necesidades específicas de la empresa.

b. Herramienta digital AppSheet

AppSheet es una plataforma innovadora de Google Cloud que permite a cualquier persona, sin conocimientos de programación, desarrollar aplicaciones personalizadas para automatizar tareas, gestionar bases de datos y mejorar la eficiencia operativa. Su versatilidad facilita la creación de aplicaciones adaptadas a diversas necesidades empresariales, como el registro y gestión de información, el seguimiento de ventas y pedidos, y muchas otras operaciones. Además, estas aplicaciones pueden utilizarse en múltiples dispositivos como teléfonos móviles, tablets y computadoras, asegurando un acceso inmediato a la información desde cualquier lugar.

c. Beneficios del AppSheet:

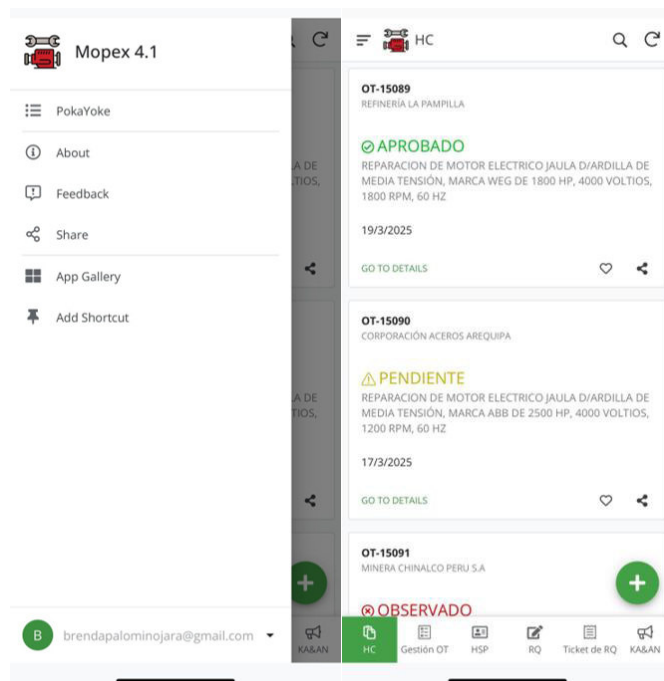
AppSheet es una herramienta que permite crear aplicaciones de forma sencilla, sin necesidad de programar, mediante una interfaz intuitiva que se conecta con Google Sheets o Excel, facilitando la captura y consulta de datos en tiempo real desde cualquier dispositivo. Su flexibilidad permite adaptar las aplicaciones a los procesos específicos de cada empresa. Además, permite gestionar múltiples usuarios con distintos niveles de acceso, asegurando un control eficiente de la información. La plataforma, al estar integrada a Google Cloud, ofrece altos estándares de seguridad con certificaciones como ISO 27001 y SOC2. Asimismo, permite acceder a la información desde cualquier lugar, generar respaldos automáticos y crear informes dinámicos, lo que mejora la trazabilidad y la toma de decisiones basada en datos confiables.

d. Aspectos generales del interfaz:

AppSheet es una plataforma intuitiva y altamente personalizable que facilita el acceso a la información y la gestión de datos mediante gráficos, botones y formularios dinámicos. Con base en esta herramienta, se desarrolló un plan piloto mediante el aplicativo denominado MOPEX, compuesto por siete módulos que digitalizan el proceso de planificación y monitoreo de las operaciones de motores reparados de media tensión.

El módulo de Hoja de Conformidad (HC) permite revisar, corregir y aprobar solicitudes en tiempo real; el módulo de Órdenes de Trabajo (OT) genera y consolida información técnica y administrativa clave para iniciar la reparación; y el módulo de Hoja de Seguimiento de Procesos (HSP) asigna tareas, tiempos y responsables, asegurando trazabilidad. El módulo KAQR centraliza el seguimiento de cada orden, mostrando el avance, comentarios y alertas o notificaciones por retrasos. El módulo de Requerimientos (RQ) gestiona insumos en tiempo real y valida la información antes de enviarla a Compras. El módulo de Ticket de Salida (TS) agiliza el despacho de materiales y emite alertas o notificaciones cuando están disponibles. Finalmente, el módulo de Poka Yoke incluye guías preventivas que ayudan a evitar errores y facilitan la capacitación del personal. En conjunto, MOPEX mejora significativamente la planificación, seguimiento y control de las órdenes de trabajo, reduciendo errores manuales y fortaleciendo la eficiencia operativa en todo el proceso. Se puede visualizar el manual de usuario del Mopex en el anexo 15.

Figura 31. Interfaz principal del aplicativo Mopex



Nota. Se puede visualizar todos los módulos relacionados al proceso de planificación y monitoreo de las operaciones.

e. Descripción del desarrollo de la aplicación:

La aplicación Mopex fue desarrollada con el objetivo de digitalizar y automatizar la gestión de órdenes de trabajo en el proceso de planificación y monitoreo de las operaciones de motores

reparados de media tensión, utilizando Google Sheets como base de datos integrada con AppSheet, reemplazando los registros manuales en Excel. El desarrollo inició con un análisis de requisitos, en el que se identificaron las necesidades del equipo de operaciones, los campos críticos para el registro de información y las actividades que debían digitalizarse.

Posteriormente, se diseñó la base de datos, configurando hojas de cálculo con validaciones y formatos automatizados. A través de AppSheet, se crearon formularios y vistas dinámicas que permiten registrar, consultar y monitorear información en tiempo real, se integraron funcionalidades como filtros, botones de acción y notificaciones automáticas para facilitar la supervisión y toma de decisiones. La aplicación Mopex se personalizó según los roles del equipo, se vinculó al sistema Starsoft y se realizaron pruebas funcionales para garantizar su correcto funcionamiento. Tras la capacitación del personal, se realizó el despliegue oficial de la aplicación Mopex y se implementó un sistema de mantenimiento que incluye copias de seguridad y soporte técnico continuo. De esta manera, Mopex se consolida como una herramienta digital eficaz para mejorar la trazabilidad y reducir el incumplimiento de entregas en el proceso de planificación y monitoreo de las operaciones de motores reparados de media tensión.

f. Análisis de factibilidad:

Para evaluar la viabilidad de incorporar AppSheet-Mopex como herramienta tecnológica, se desarrolló una matriz comparativa basada en seis criterios: costo (30%), personalización (15%), simplicidad (15%), seguridad informática (20%), soporte especializado (10%) e interoperabilidad (10%), cada uno fue ponderado según su impacto en la operación. El criterio de costo analiza el gasto total requerido para implementar cada solución, mientras que la personalización mide la capacidad del sistema para adaptarse a procesos específicos de la empresa, permitiendo ajustar o añadir módulos según las necesidades del negocio. La simplicidad evalúa la facilidad de uso y configuración del sistema, aspecto clave para una adopción rápida y eficiente.

La seguridad informática considera la capacidad del software para proteger la información mediante controles de acceso, respaldos y encriptación. El soporte especializado se refiere a la calidad del servicio técnico ofrecido por el proveedor y su experiencia en los procesos operativos de la empresa. Por último, la interoperabilidad analiza la capacidad del sistema para integrarse con otras plataformas de la organización, como sistemas contables, CRM o herramientas de gestión documental, lo que permite mayor conectividad y automatización.

StarSoft ERP, actualmente, se centra en la gestión administrativa (contabilidad, logística, compras, almacén y tesorería) y no contempla módulos orientados al seguimiento operativo en tiempo real. Por ello, AppSheet se propone como una herramienta complementaria que fortalece la trazabilidad de los procesos, permite supervisar y controlar las actividades operativas desde su inicio hasta su finalización y mejora la capacidad de respuesta del proceso operativo.

El costo de la implementación del componente tecnológico recibió la mayor ponderación (30%) porque la solución debía ser accesible y sostenible a largo plazo sin representar una carga económica excesiva que limitara su implementación, seguido de la seguridad informática (20%). La personalización y la simplicidad (ambas con un 15%) se valoraron por su impacto en la adopción y eficiencia del sistema. Finalmente, el soporte especializado y la interoperabilidad (10% cada uno) tuvieron menor peso, al considerarse que la herramienta actúa como complemento operativo y no como un sistema central que requiera integración compleja o soporte constante.

Tabla 53. Matriz comparativa de factibilidad

Criterios de selección	Peso	Star Soft ERP		Appsheet (Mopex)	
		Puntuación	Ponderación	Puntuación	Ponderación
Costo	30	3	0.90	5	1.50
Personalización	15	2	0.30	5	0.75
Simplicidad	15	3	0.45	4	0.60
Seguridad Informática	20	5	1.00	4	0.80
Soporte especializado	10	5	0.50	3	0.30
Interoperabilidad	10	4	0.40	3	0.30
		Total	3.55	Total	4.25

Nota. La ponderación de los criterios responde a las prioridades estratégicas de la empresa y permite visualizar las ventajas relativas de cada opción tecnológica.

La Tabla 53 muestra la evaluación comparativa entre StarSoft ERP y AppSheet (Mopex), en base a seis criterios ponderados según su impacto en la operación: costo con un 30%, personalización con un 15%, simplicidad con un 15%, seguridad informática con un 20%, soporte especializado con un 10% e interoperabilidad con un 10%. El puntaje de cada criterio refleja el desempeño de cada software en una escala de 1 a 5, que multiplicado por el peso asignado determina su ponderación final. AppSheet Mopex obtuvo un puntaje total de 4.25, destacando en costo (1.50), personalización (0.75) y simplicidad (0.60), lo que evidencia su mayor viabilidad económica, facilidad de uso y adaptabilidad para digitalizar procesos operativos sin programación compleja.

Por su parte, StarSoft alcanzó 3.55, con ventajas en seguridad informática (1.00), soporte especializado (0.50) e interoperabilidad (0.40), lo que reafirma su solidez como sistema administrativo central.

g. Análisis técnico de compatibilidad de Mopex y StarSoft

Con el fin de garantizar la viabilidad técnica de la propuesta, se elaboró un análisis de compatibilidad entre el aplicativo Mopex, desarrollado en AppSheet de Google, y el sistema de gestión administrativa ERP StarSoft, que actualmente emplea la empresa. El aplicativo Mopex se propone como una solución complementaria al sistema ERP Star Soft, su función no es reemplazar al ERP, que gestiona la contabilidad y la facturación, sino digitalizar y automatizar el proceso de planificación y monitoreo de las operaciones de motores reparados de media tensión. Este análisis identificó los puntos de integración entre ambas plataformas.

Tabla 54. Matriz de compatibilidad

criterio	Mopex (AppSheet – Google)	ERP StarSoft	Compatibilidad / Observaciones	Recursos Necesarios
Plataforma	Basado en la nube (Google Cloud).	Local con opción de conexión a nube (dependiendo de la licencia).	Compatible mediante conexión vía API o exportación/importación de datos en formato Excel/CSV.	Configuración de integraciones, soporte TI.
Acceso y uso	Accesible desde dispositivos móviles y web (Android, iOS, PC).	Principalmente en PC y acceso restringido.	Mopex amplía la movilidad y acceso remoto al sistema.	Cuentas Google para usuarios, capacitación básica.
Integración de datos	Permite vincularse a hojas de cálculo de Google Sheets y otras bases.	Maneja módulos de finanzas y logística.	Compatibilidad posible mediante exportación de reportes de StarSoft hacia Sheets (intercambio indirecto).	Desarrollo de flujos de integración, validación de datos.
Seguridad	Autenticación Google, cifrado en la nube.	Seguridad local y de base de datos interna.	Ambas plataformas ofrecen seguridad.	Definir perfiles de usuario y permisos.
Escalabilidad	Flexible, permite agregar campos, formularios sin infraestructura adicional.	Requiere licencias adicionales y módulos según crecimiento.	Mopex complementa escalabilidad operativa; StarSoft mantiene la base transaccional.	Presupuesto para licencias AppSheet y posibles módulos extra en StarSoft.
Costos de implementación	Suscripción AppSheet por usuario/mes.	Licenciamiento y soporte anual.	Compatibles, costos complementarios.	Presupuesto anual integrado.
Soporte y mantenimiento	Actualizaciones automáticas en la nube.	Depende de proveedor local.	Sin conflicto, Mopex no interfiere en la operación de StarSoft.	Acompañamiento TI para integración inicial.

Nota. Elaboración propia, basado en la información de la empresa.

En síntesis, el análisis técnico evidencia que el aplicativo Mopex en AppSheet resulta compatible con el sistema ERP StarSoft, ya que no genera interferencias en su funcionamiento y, por el contrario, lo complementa al facilitar la planificación y el monitoreo operativo en tiempo real de los motores reparados de media tensión.

6.6.2. Componente de proceso

Como parte de la solución propuesta, se plantea una mejora basada en el enfoque *Lean Service*, integrado con el aplicativo digital *Mopex*. Este componente incluye la elaboración de un procedimiento e instructivo para alinear las operaciones, mejorar cada etapa del proceso, eliminar las causas críticas y así reducir el incumplimiento del indicador de entregas a tiempo (OTD).

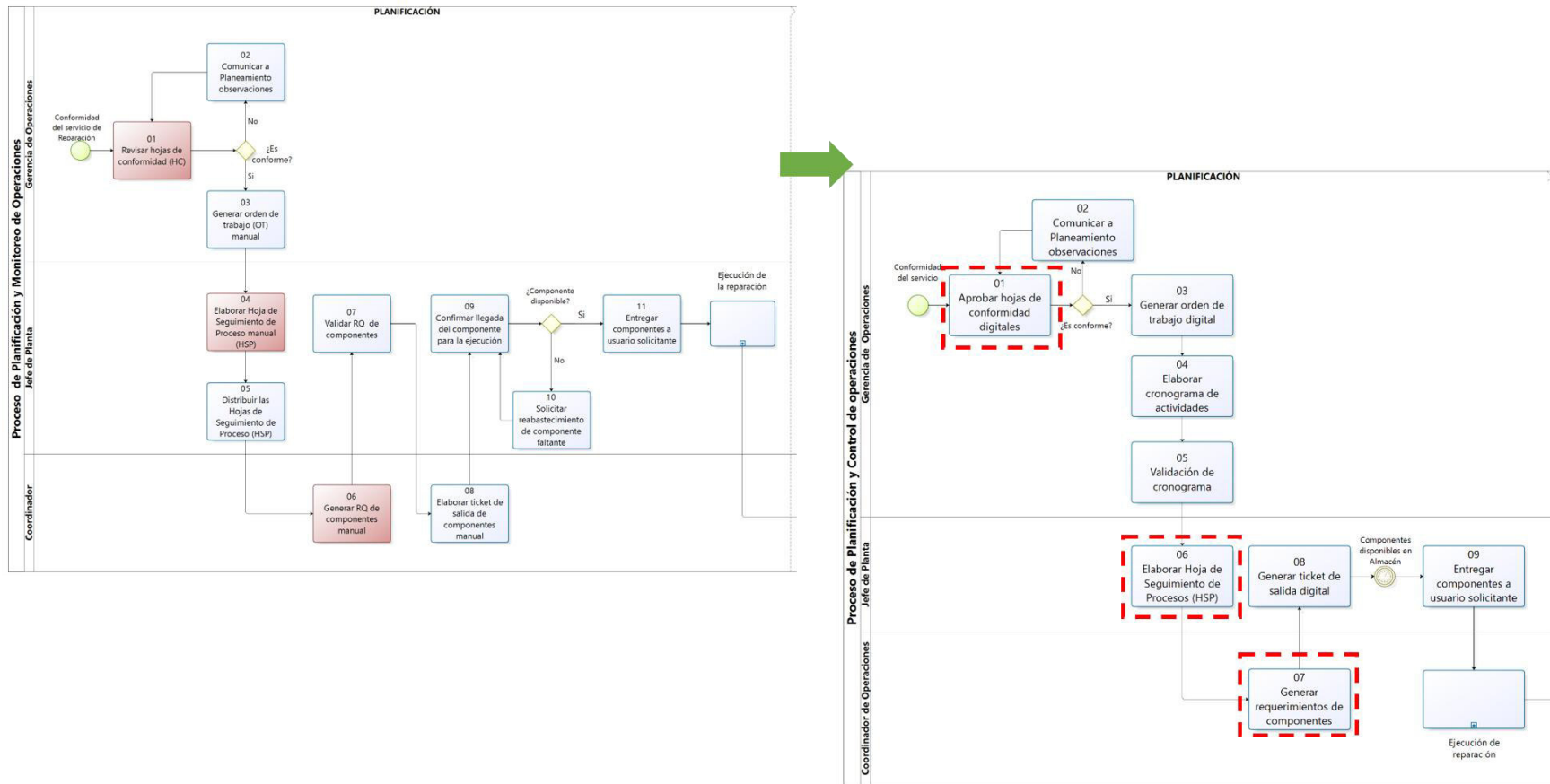
6.6.2.1. Mapa de Proceso To Be

En esta sección se presenta un análisis comparativo entre los puntos críticos identificados en la sección 5.3 y las mejoras tras implementar el rediseño del proceso, basada en la metodología *Lean Service* e integrada con un aplicativo digital adaptado a las necesidades de la empresa. Estas mejoras se evidencian en el flujograma TO BE (ver figura 32), que muestra una disminución de actividades manuales, así como un proceso más simplificado, eficiente y con mayor control operativo respecto al modelo actual.

En la etapa inicial de Planificación se identificaron tres puntos críticos: la revisión de las Hojas de Conformidad, la elaboración de la Hoja de Seguimiento de Procesos y la generación de Requerimientos de componentes, actividades que, al depender de procesos manuales, presentaban alto riesgo de errores y demoras, afectando la planificación y retrasando la ejecución de las OT.

El procedimiento se inicia con la aprobación digital de la Hoja de Conformidad por la Gerencia de Operaciones mediante el aplicativo Mopex; en caso de observaciones, estas se registran en el módulo HC y se notifican automáticamente al área de Planeamiento para su corrección. Una vez aprobado el servicio, la Gerencia de Operaciones emite la orden de trabajo digital y elabora el cronograma de actividades, el cual es validado por el Jefe de Planta para confirmar su factibilidad. Posteriormente, el Jefe de Planta completa la HSP en el aplicativo, detallando las tareas por subproceso que ejecutará el personal operativo. Finalmente, el Coordinador de Operaciones genera los RQ de componentes en el módulo correspondiente, y el Jefe de Planta emite el ticket de salida digital, habilitando al almacén para entregar los componentes requeridos para la reparación técnica del motor.

Figura 32. Escenario AS IS y TO BE de la Etapa 1

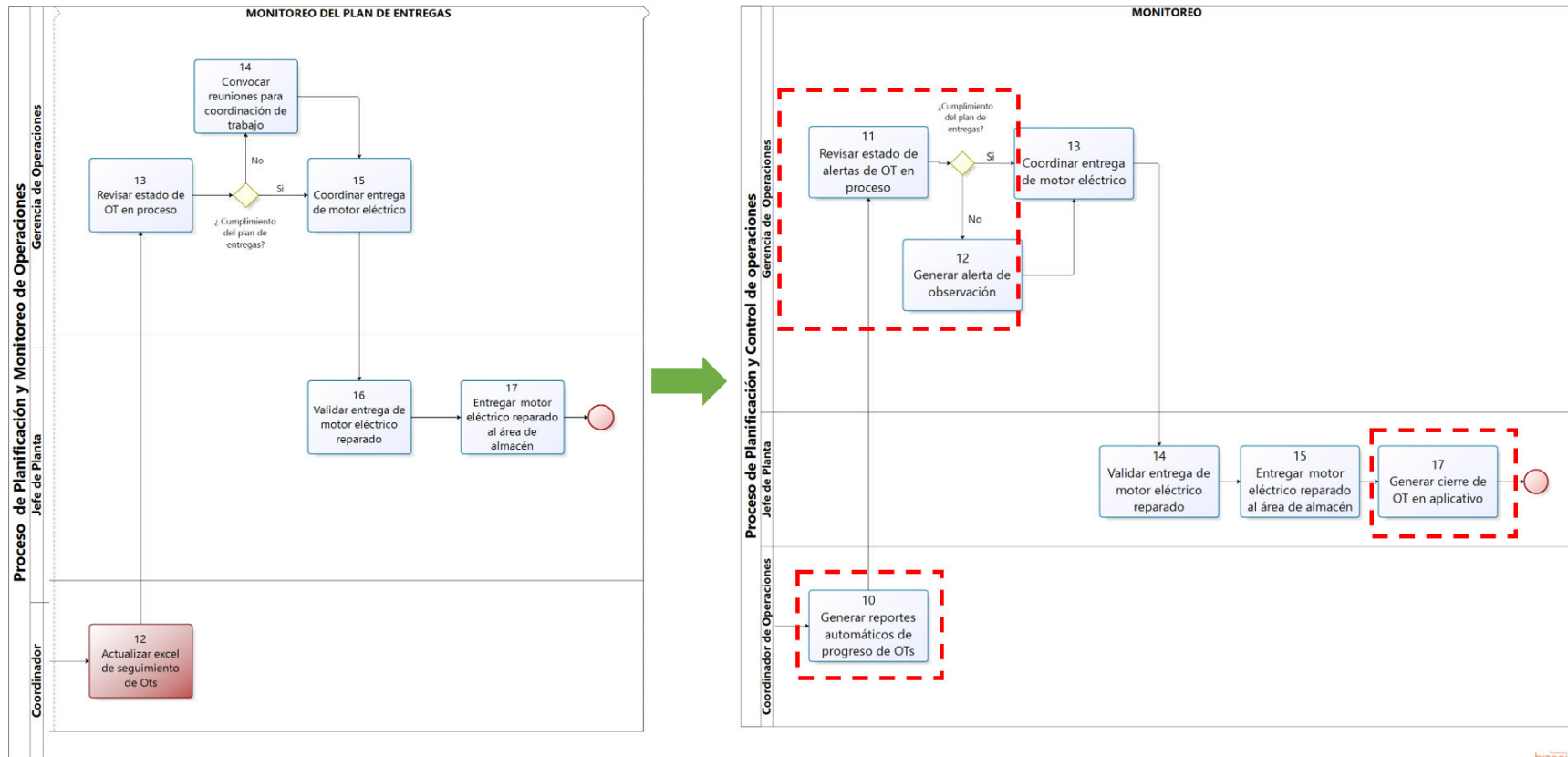


Nota. Elaboración propia.

Etapa 2: Monitoreo del Plan de entregas

En la segunda etapa del proceso TO BE, se eliminó el cuarto cuello de botella, la cual corresponde a la actualización manual del Excel de seguimiento de órdenes de trabajo (OT). Antes, este registro dependía del ingreso manual por parte del personal, lo que ocasionaba retrasos, errores e inconsistencias. Con la nueva propuesta, se implementaron reportes automáticos de avance y notificaciones que permite monitorear en tiempo real el estado de las OTs, anticipar desviaciones y tomar decisiones oportunas. Durante esta fase, el Coordinador de Operaciones actualiza el progreso de las OTs en el aplicativo Mopex, generando reportes que son revisados por la Gerencia de Operaciones para verificar el cumplimiento de los plazos. En caso de desviaciones, se emiten notificaciones con observaciones para corregirlas de inmediato. Una vez completada la reparación dentro de los tiempos programados, la Gerencia coordina con el Jefe de Planta la elaboración de la documentación final y las revisiones técnicas para validar la calidad del motor reparado. Tras la validación, el motor se entrega al área de Almacén para su despacho, y el Jefe de Planta realiza el cierre digital de la OT en el aplicativo, asegurando una actualización precisa y la trazabilidad completa del proceso.

Figura 33. Escenario AS IS y TO BE de la Etapa 2



Nota. Elaboración propia.

Para implementar la mejora, se aplicaron herramientas de *Lean Service* orientadas a resolver las causas raíz identificadas, se utilizó el trabajo estandarizado para alinear actividades, funciones y roles con el objetivo de mejorar la planificación y monitoreo de las operaciones de motores reparados de media tensión, reduciendo el nivel de incumplimiento del OTD. Esta mejora se concretó mediante la aplicación Mopex diseñada para abordar la problemática y cumplir los objetivos de la empresa.

6.6.2.2. Aplicación de la herramienta Trabajo Estandarizado

Para la implementación del trabajo estandarizado, se definió una serie de pasos orientados a estructurar las tareas involucradas, haciendo especial énfasis en la primera etapa del proceso de planificación y monitoreo de las operaciones, centrada en la gestión de aprobación de las Hojas de Conformidad (HC), por su impacto crítico en la planificación operativa (Huarac & Collanqui, 2023).

Paso 1: Análisis del proceso actual

Se realizó una revisión detallada de las actividades vinculadas a la planificación y monitoreo operativo. Como parte de este análisis, se representó gráficamente el proceso actual (*as is*), lo que permitió detectar diversas restricciones que afectaban su desempeño. A partir de este diagnóstico, se clasificaron las actividades según su aporte de valor mediante la Matriz de Valor Agregado (AVA DAP), con el objetivo de rediseñar el flujo de trabajo hacia una mayor eficiencia.

Tabla 55. Resumen de la Matriz AVA DAP

Clasificación de Actividades	Actividades		Tiempo	
	Nro.	%	Min	%
Agregan valor (VA)	11	64.7	670	46.53
No agrega valor (NVA)	6	35.3	770	53.47
TOTAL	17	100	1440	100

Nota. La matriz AVA DAP permitió identificar oportunidades de mejora al evidenciar que casi la mitad del tiempo del proceso era consumido por actividades sin valor agregado, lo cual justificó su rediseño.

Paso 2: Rediseño del proceso

En esta etapa se analizaron las acciones del proceso actual, identificando actividades críticas y tareas que no agregan valor, muchas de ellas manuales, generando cuellos de botella (ver figuras

24 y 25). A partir del diagnóstico del escenario *as is*, se rediseñó el proceso de planificación y monitoreo bajo el enfoque *Lean Service*, aplicando herramientas como el trabajo estandarizado. El nuevo proceso (*to be*) estructura tareas, define responsables y establece criterios de control, reduciendo la intervención manual, centralizando la información y fomentando la colaboración entre áreas. Este rediseño se apoya en el aplicativo digital Mopex para mejorar la trazabilidad, minimizar errores y asegurar el cumplimiento de plazos, fortaleciendo así el indicador *On Time Delivery (OTD)*. Este rediseño se formaliza mediante un procedimiento escrito de trabajo que establece, de forma detallada y estandarizada, los pasos a seguir en el proceso de planificación y monitoreo de las reparaciones de motores eléctricos de media tensión.

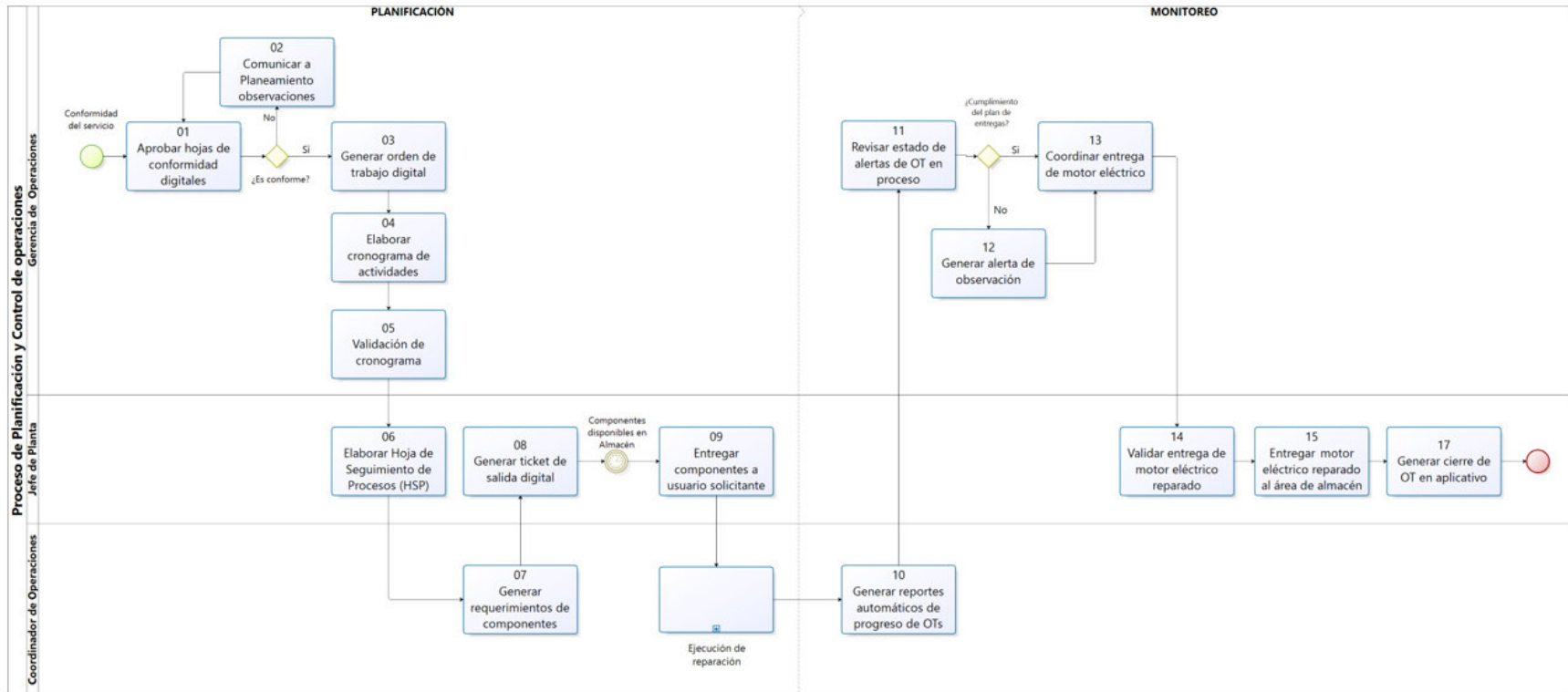
Su propósito es garantizar la trazabilidad de cada actividad, minimizar errores humanos y asegurar el cumplimiento de los plazos comprometidos con los clientes, contribuyendo directamente a la mejora del indicador *On Time Delivery (OTD)*. Sustentado en herramientas *Lean Service* e integrado con Mopex, este procedimiento fortalece la gestión operativa, facilita la toma de decisiones, mejora la coordinación entre áreas y reduce las causas raíz que afectan el incumplimiento de las entregas. A continuación, se presenta el procedimiento estandarizado de trabajo en la figura 34 y el diagrama *to be* en la figura 35.

Figura 34. Procedimiento escrito de trabajo del proceso de To Be

The image shows three pages of a standard operating procedure (SOP) document. The top page is the cover, featuring the title 'PROCEDIMIENTO DE PLANIFICACIÓN Y MONITOREO DE LAS OPERACIONES' and the logo of 'SEFREL INGENIEROS'. It includes a header with 'PROCEDIMIENTO DE TRABAJO', a date of '2005/03/05', and a code of 'GHEM-PT-PT90'. The middle page is the 'ÍNDICE' (Index) section, listing eight items: 1. OBJETO, 2. ALCANCE, 3. DEFINICIONES CLAVE / ESPECÍFICAS DEL PROCESO, 4. ÁREAS Y MACROPROCESOS INVOLUCRADOS, 5. RESPONSABLES E INVOLUCRADOS EN EL PROCESO, 6. LINEAMIENTOS ESPECÍFICOS / CONSIDERACIONES, 7. DIAGRAMA DE FLUJO, and 8. DESCRIPCIONES DE ACTIVIDADES. The bottom page contains the '1. OBJETO' and '2. ALCANCE' sections. The 'OBJETO' section states the purpose is to establish guidelines and necessary steps for planning, controlling, and optimizing the repair operations of medium-voltage electric motors. The 'ALCANCE' section specifies that the procedure applies to all related operational areas, including planning, execution, daily activities, and quality control. The bottom page also includes a table for signatures and dates, and a footer with 'Página 3 de 11'.

Nota. Elaboración propia.

Figura 35. Diagrama TO BE del proceso de planificación y control de operaciones




Nota. Elaboración propia. Para información complementaria se puede visualizar VSM futuro en el anexo 16.

Solución a la causa raíz: ausencia de método de trabajo para HC

Para resolver la ausencia de un método de trabajo definido en la gestión de aprobación de las Hojas de Conformidad (HC), se implementó la herramienta de trabajo estandarizado, uno de los pilares del enfoque Lean Service. Esta herramienta establece una forma clara, repetible y eficiente de ejecutar las actividades, reduciendo la variabilidad, previniendo errores y eliminando retrabajos o demoras.

Durante el análisis del proceso, se identificó la aprobación de las HC como una actividad crítica, ya que define las condiciones técnicas y logísticas para autorizar la reparación del motor en planta. Las principales fallas detectadas fueron demoras e inconsistencias derivadas de la ausencia de un procedimiento estructurado y la gestión manual de las HC. Como solución, se diseñó un procedimiento estandarizado que define los pasos, responsables y criterios de validación necesarios para aprobar una HC, reduciendo errores, unificando criterios y acelerando la generación de órdenes de trabajo. Este procedimiento se formalizó en un instructivo operativo que detalla de manera clara el flujo de actividades, los responsables de cada etapa, los criterios de aprobación y los puntos de control, garantizando que todos los involucrados comprendan qué hacer, cómo y cuándo hacerlo.

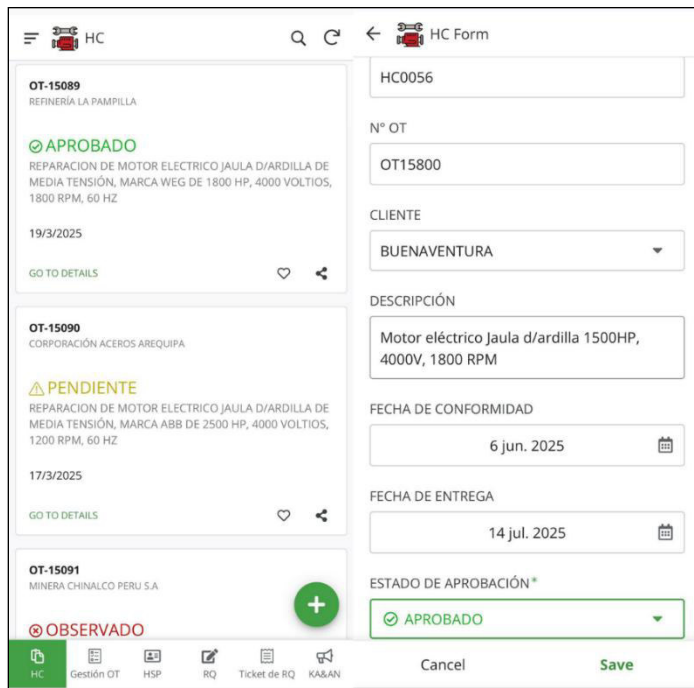
Figura 36. Instructivo operativo para la aprobación de HC

 <p>INSTRUCTIVO OPERATIVO APROBACIÓN DE HOJAS DE CONFORMIDAD (HC)</p> <p>INSTRUCTIVO OPERATIVO APROBACIÓN DE HOJAS DE CONFORMIDAD (HC)</p> <p>Elaborado por: [Firma] Jefe de Operaciones Revisado por: [Firma] Gerencia de Operaciones Aprobado por: [Firma] Gerencia General</p>	<p>INSTRUCTIVO OPERATIVO: APROBACIÓN DE HOJAS DE CONFORMIDAD (HC)</p> <p>Fecha: _____ Código: GRMT-IO - HC Versión: 1.0</p> <p>ÍNDICE</p> <p>OBJETIVO:.....3 ALCANCE:3 RESPONSABLES:.....3 LINEAMIENTOS:.....3</p> <p>Paso 1: Ingreso al sistema..... 3 Paso 2: Filtrado de documentos pendientes 3 Paso 3: Revisión de información técnica 4 Paso 4: Designación de HC aprobadas y observadas 4 Paso 5: Generación de la orden de trabajo digital (OT) 4 Paso 6: Registro y archivo 5</p>	<p>INSTRUCTIVO OPERATIVO: APROBACIÓN DE HOJAS DE CONFORMIDAD (HC)</p> <p>Fecha: _____ Código: GRMT-IO - HC Versión: 1.0</p> <p>OBJETIVO:</p> <p>Establecer un instructivo claro y estructurado para la revisión, validación y aprobación de las Hojas de Conformidad (HC), con el fin de garantizar la fiabilidad de la información técnica, aspectos logísticos, fechas de inicio y término del motor eléctrico ingresado, asegurando una planificación precisa del servicio de reparación.</p> <p>ALCANCE:</p> <p>Este instructivo aplica a todas las órdenes de trabajo generadas por el área de Planeamiento para la atención de reparaciones de motores eléctricos de media tensión.</p> <p>RESPONSABLES:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Área de Planeamiento - Gerencia de Operaciones - Jefatura de Planta <p>LINEAMIENTOS:</p> <p>A continuación, se detalla el instructivo estandarizado que debe seguir la Gerencia de Operaciones para la revisión y aprobación digital de las Hojas de Conformidad (HC), utilizando el aplicativo Mopex:</p>
--	--	--

Nota. Elaboración propia

Además, este estándar no solo quedará registrado en un documento físico, sino que se integrará en el aplicativo Mopex. A través de esta plataforma, será posible visualizar en tiempo real las HC emitidas para su revisión y aprobación, aplicando validaciones automáticas que identifiquen errores o inconsistencias de forma inmediata. Las HC observadas podrán ser corregidas oportunamente, evitando retrasos innecesarios. Esta solución permite dar seguimiento en tiempo real al proceso de aprobación, reduciendo significativamente omisiones y demoras, y estableciendo un flujo de trabajo claro, uniforme y confiable. A continuación, se presenta la propuesta implementada en el aplicativo Mopex.

Figura 37. Interfaz del módulo de HC – Mopex



Nota. En el módulo HC se puede visualizar las HC pendientes para su respectiva revisión y aprobación.

Paso 3: Entrenamiento

Se desarrolló la inducción para asegurar la comprensión y correcta aplicación del nuevo flujo de trabajo estandarizado con el uso del aplicativo Mopex. Incluyó el enfoque Lean Service, la comparación entre el proceso actual (AS IS) y el rediseñado (TO BE), y el uso práctico de la herramienta.

6.6.2.3. Aplicación de herramienta Poka Yoke

Con el objetivo de prevenir errores recurrentes en la elaboración de las Hojas de Seguimiento de Proceso (HSP), se aplicó la herramienta Poka Yoke, estructurada en las siguientes fases (Huarac Rosell & Collanqui Torres, 2023) :

Paso 1: Definir criterios de error

Se identificaron los principales problemas asociados al uso de formatos manuales para la elaboración de las HSP. El diagnóstico reveló que esta actividad presenta un promedio anual de 53% de errores en la elaboración de las HSP, lo que la posiciona como una de las actividades más críticas dentro del flujo operativo del proceso de planificación y monitoreo de las operaciones.

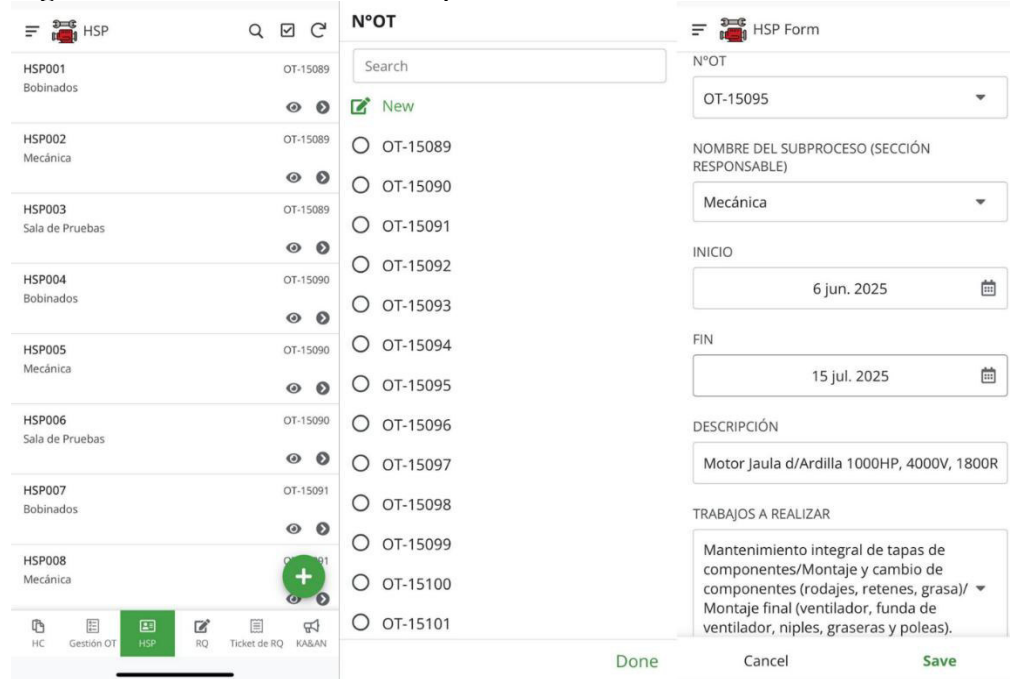
Paso 2: Activar Dispositivo Poka-yoke

Se implementó un dispositivo Poka Yoke digital basado en el aplicativo Mopex. Se desarrolló un formulario digital de HSP, con campos predefinidos, opciones desplegadas y validaciones automáticas.

Solución a la causa raíz 2: ausencia de formatos digitales

La falta de formatos digitales fue una causa clave de errores en las HSP. Para resolverla, se integró el módulo HSP al Mopex, aplicando Poka Yoke para guiar al usuario en un registro claro y estandarizado. Esto asegura que cada HSP cumpla con los criterios técnicos y operativos definidos, fortaleciendo el control del proceso desde la planificación. El módulo diseñado para esta actividad, la cual se llama HSP, cuenta con una serie de validaciones automáticas, como campos obligatorios y listas desplegadas con opciones predefinidas. Esta herramienta impide el registro incompleto o erróneo de información, ya que no permite avanzar si no se han completado todos los campos obligatorios. Asimismo, incorpora reglas de formato que estandarizan las fechas, secuencia lógica de actividades y responsables asignados. Gracias a esta solución, los operarios podrán registrar la información de manera más clara, guiada y segura, eliminando errores por descuido o por falta de referencias. Cada HSP se completará con los datos requeridos bajo un formato estandarizado, cumpliendo con los criterios técnicos y operativos definidos.

Figura 38. Módulo de HSP – Mopex



Nota. Interfaz del módulo de las Hojas de Seguimiento de Proceso (HSP).

Paso 3: Entrenamiento

Se implementó una inducción enfocada en el correcto llenado digital de las HSP y en el uso del Poka Yoke para prevenir errores. Además, se incorporó en Mopex un módulo de Lección de Punto Único (LPU), que proporciona guías visuales breves para reforzar el conocimiento en el momento de uso y asegurar la estandarización de la información.

Figura 39. Capacitación de la herramienta del Poka Yoke



Nota. Elaboración propia.

6.6.2.4. Aplicación de herramienta Andon

La herramienta Andon permite una respuesta rápida y efectiva ante fallas recurrentes en la gestión de requerimientos, tales como solicitudes con información errónea o sin validación técnica. La implementación ha sido estructurada en cuatro fases (Huarac Rosell & Collanqui Torres, 2023).

Paso 1: Entrenamiento

Se realiza el entrenamiento al personal en el uso del nuevo módulo de Requerimiento y Ticket de Salida, con énfasis en la herramienta Andon, para mejorar la coordinación entre áreas y asegurar la comprensión y respuesta adecuada ante alertas o notificaciones por errores en los datos.

Figura 40. Capacitación de la herramienta Andon



Nota. Se aplican temas de la herramienta Andon y su aplicación en el Mopex.

Paso 2: Control visual

Se implementa un sistema de alertas o notificaciones visuales en el módulo RQ y Ticket de Salida, que permite identificar de forma inmediata errores en los datos ingresados. La herramienta Andon utiliza mensajes para señalar las inconsistencias, facilitando una respuesta rápida sin interrumpir el flujo del proceso.

Solución a la causa raíz: ausencia de restricciones técnicas en el ingreso de datos

Para corregir los requerimientos con información incorrecta, se diseñó el módulo de Requerimientos (RQ) con validaciones técnicas automáticas que detectan inconsistencias como códigos inexistentes, campos obligatorios vacíos o descripciones ambiguas. Ante un error, el sistema genera una alerta visual con la herramienta Andon, notificando al usuario para que corrija el dato antes de continuar con el flujo operativo. Como refuerzo, el módulo de Ticket de Requerimiento permite que el responsable de planta valide formalmente cada RQ antes de autorizar la salida de componentes desde almacén, asegurando que no haya omisiones y que cada

solicitud cumpla con los criterios establecidos. Esta solución previene errores desde el inicio, agiliza la corrección de fallas y garantiza que solo requerimientos validados avancen, reduciendo retrabajos y mejorando la coordinación entre áreas gracias a la visibilidad en tiempo real.

Figura 41. Módulo de Requerimientos (RQ) de Mopex

The screenshot displays the 'Requerimientos Form' interface. On the left, a grid lists requirement IDs from RQ001 to RQ026. The main form area contains the following fields and options:

- ID - RQ***: A text input field with a red warning icon and the message 'Key field ID - RQ* is required'.
- N°OT**: A dropdown menu with a red warning icon and the message 'This entry is required'.
- SUBPROCESO SECCIÓN RESPONSABLE**: A dropdown menu.
- FECHA SOLICITADA**: A date picker.
- HORA SOLICITADA**: A time input field (hh:mm:ss).
- FECHA REQUERIDA**: A date picker.
- COMPONENTES**: A text input field.
- FECHA REQUERIDA**: A date picker.
- COMPONENTES**: A text input field.

The right-hand panel shows the following details:

- FECHA REQUERIDA**: 30 Jun. 2025
- COMPONENTES**: Alambre Thermalese
- CANTIDAD**: 40
- UNIDAD DE MEDIDA**: Metros
- ESTADO**: APOBADO (checked), PENDIENTE (warning icon), RECHAZADO (cross icon)
- OBSERVACIÓN**: Negro

Navigation buttons 'Cancel' and 'Save' are visible at the bottom of both the central and right-hand panels.

Nota. Interfaz del módulo de Requerimientos y los formularios para la solicitud de algún componente.

Figura 42. Módulo de Ticket de Requerimientos (TS)

The screenshot displays the 'Ticket de Salida Form' interface. On the left, a grid lists ticket IDs from TS001 to TS039. The main form area contains the following fields and options:

- OT-15089**: A text input field.
- COMPONENTE**: Cinta de vidrio
- CANTIDAD**: 2
- UNIDAD DE MEDIDA**: Rollos
- FECHA SOLICITADA**: 6 Jun. 2025
- RESPONSABLE DE RETIRO**: A list of names: Suyuchuco José, Ordinola Pablo (highlighted), Alvarado Moisés.

The right-hand panel shows the following details:

- UNIDAD DE MEDIDA**: Rollos
- FECHA SOLICITADA**: 6 Jun. 2025
- RESPONSABLE DE RETIRO**: A list of names: Suyuchuco José, Ordinola Pablo (highlighted), Alvarado Moisés, Peña Roger, Céspedes Carla.
- ESTADO DEL TICKET**: LISTO PARA RETIRO (checked), PENDIENTE (warning icon), ENTREGADO (cross icon)

Navigation buttons 'Cancel' and 'Save' are visible at the bottom of both the central and right-hand panels.

Nota. Interfaz del módulo de Ticket de Requerimientos para la validación del algún componente solicitado.

Paso 3: Revisión

En esta etapa, se revisan periódicamente los errores detectados por el sistema Andon. Se analizan los patrones de recurrencia, los tipos de fallas más frecuentes y los usuarios responsables, con el fin de ajustar las reglas de validación, reforzar la capacitación o rediseñar los formularios si es necesario.

Paso 4: Validación y seguimiento

Se realiza un seguimiento continuo de los requerimientos validados a través del sistema, verificando su cumplimiento en las etapas siguientes. La trazabilidad que ofrece el sistema Andon, junto con los módulos RQ y Ticket, permite monitorear el impacto de las mejoras implementadas, garantizando un control efectivo del proceso y la reducción de errores.

6.6.2.5. Aplicación de herramienta Kanban

La herramienta Kanban fue implementada como una solución visual para reducir el porcentaje de órdenes con información registrada sobre el avance de las órdenes de trabajo, así como mejorar el seguimiento, organización y flujo de trabajo en la gestión de las órdenes de trabajo y las tareas operativas relacionadas del proceso de planificación y monitoreo de las operaciones. Su aplicación permite visualizar el estado de cada actividad en tiempo real, facilitando la identificación de cuellos de botella, la asignación eficiente de recursos y la toma de decisiones oportunas, promoviendo una gestión más precisa y confiable de la información.

Solución a la causa raíz: Deficiente seguimiento

Para abordar la causa raíz relacionada con el deficiente seguimiento de tareas que garanticen entregas oportunas, se propone implementar un tablero Kanban digital, basado en el enfoque Lean Service. Esta herramienta, desarrollada en AppSheet, permitirá visualizar en tiempo real el estado de cada orden de trabajo, desde su ingreso hasta el cierre. Además, facilitará la asignación de responsables, el registro de fechas, la definición de prioridades y la generación de notificaciones automáticas ante posibles vencimientos o retrasos. La implementación del tablero transformará el seguimiento operativo de reactivo a proactivo, permitiendo al equipo identificar cuellos de botella, tareas estancadas y tomar decisiones correctivas con oportunidad. Las notificaciones actuarán como recordatorios, mejorando el cumplimiento de plazos y la eficiencia del proceso de

planificación y monitoreo de las operaciones de la reparación de motores eléctricos de media tensión.

Los pasos para la implementación del sistema Kanban ha sido estructurada en cinco pasos fundamentales (Janampa & Morales, 2022):

Paso 1: Visualización del flujo de trabajo

En esta fase inicial se recopila información clave sobre el proceso de planificación y monitoreo de operaciones, analizando las etapas del proceso, los responsables y puntos de control, así como el estado de las actividades en curso. Además, se incorporan mecanismos de retroalimentación periódica que permitan detectar desviaciones. Esta visualización proporciona una base clara para analizar cómo se organiza y ejecuta el trabajo.

Paso 2: Identificación y clasificación de tareas

Con el flujo ya mapeado, se identifican las actividades correspondientes a cada etapa del proceso de estudio, las cuales se clasifican según su naturaleza y se analizan en función de sus interdependencias, esta clasificación permite priorizar acciones, mejorar la asignación de recursos y enfocar las mejoras en aquellas tareas que generan mayor valor dentro del proceso.

Paso 3: Gestión del flujo con tableros de control

En esta fase se diseña un tablero Kanban digital en AppSheet - Mopex, que representa visualmente las actividades críticas identificadas, como la aprobación de las HC, la elaboración de HSP, la gestión de requerimientos y el monitoreo operativo. Este tablero permite mover las órdenes de trabajo según su avance. Además, se configuran campos obligatorios, responsables, fechas clave y notificaciones automáticas.

Figura 43. Módulo de Reporte y Seguimiento de Ots – KA&QR

ID - HSP	SECCIÓN RESPONSABLE	FECHA INICIO	FECHA FIN	ESTADO HSP	ID - RQ	SECCIÓN RESPONSABLE_16	FECHA SOLICITADA	FECHA REQUERIDA	ESTADO RQ	ID - TS	SUBPRC
HSP017	Mecánica	18/3/2025	25/3/2025	PENDIENTE	RQ120	Mecánica	19/2/2025	25/2/2025	PENDIENTE	TS120	Mecáni
HSP017	Mecánica	18/3/2025	25/3/2025	PENDIENTE	RQ121	Mecánica	19/2/2025	26/2/2025	PENDIENTE	TS121	Mecáni
HSP017	Mecánica	18/3/2025	25/3/2025	PENDIENTE	RQ122	Mecánica	19/2/2025	26/2/2025	PENDIENTE	TS122	Mecáni
HSP017	Mecánica	18/3/2025	25/3/2025	PENDIENTE	RQ123	Mecánica	19/2/2025	26/2/2025	APROBADO	TS123	Mecáni
HSP017	Mecánica	18/3/2025	25/3/2025	PENDIENTE	RQ124	Mecánica	19/2/2025	27/2/2025	APROBADO	TS124	Mecáni
HSP017	Mecánica	18/3/2025	25/3/2025	PENDIENTE	RQ125	Mecánica	19/2/2025	27/2/2025	APROBADO	TS125	Mecáni
HSP017	Mecánica	18/3/2025	25/3/2025	PENDIENTE	RQ126	Mecánica	19/2/2025	25/2/2025	PENDIENTE	TS126	Mecáni
HSP017	Mecánica	18/3/2025	25/3/2025	PENDIENTE	RQ127	Mecánica	19/2/2025	27/2/2025	APROBADO	TS127	Mecáni
HSP018	Sala de Pruebas	25/3/2025	28/3/2025	PENDIENTE	RQ128	Sala de Pruebas	19/2/2025	28/2/2025	APROBADO	TS128	Sala de
HSP018	Sala de Pruebas	25/3/2025	28/3/2025	PENDIENTE	RQ129	Sala de Pruebas	19/2/2025	28/2/2025	PENDIENTE	TS129	Sala de
HSP018	Sala de Pruebas	25/3/2025	28/3/2025	PENDIENTE	RQ130	Sala de Pruebas	19/2/2025	28/2/2025	APROBADO	TS130	Sala de
HSP018	Sala de Pruebas	25/3/2025	28/3/2025	PENDIENTE	RQ131	Sala de Pruebas	19/2/2025	28/2/2025	PENDIENTE	TS131	Sala de
HSP018	Sala de Pruebas	25/3/2025	28/3/2025	PENDIENTE	RQ132	Sala de Pruebas	19/2/2025	28/2/2025	RECHAZADO	TS132	Sala de
HSP019	Bobinados	8/3/2025	3/4/2025	COMPLETADO	RQ133	Bobinados	8/3/2025	11/3/2025	APROBADO	TS133	Bobina
HSP019	Bobinados	8/3/2025	3/4/2025	COMPLETADO	RQ134	Bobinados	8/3/2025	11/3/2025	APROBADO	TS134	Bobina
HSP019	Bobinados	8/3/2025	3/4/2025	COMPLETADO	RQ135	Bobinados	8/3/2025	12/3/2025	APROBADO	TS135	Bobina

Nota. En este módulo se podrá acceder a la trazabilidad operativa de una orden de trabajo confirmada para la reparación.

Paso 4: Entrenamiento

Se realiza la inducción al personal en el uso del tablero Kanban y registro de avances, promoviendo la visualización del flujo, el trabajo colaborativo y la responsabilidad compartida, en línea con el enfoque Lean Service.

Figura 44. Capacitación de la herramienta Kanban



Nota. Elaboración propia.

Paso 5: Mejora continua

Se impulsa la mejora continua del sistema Kanban mediante reuniones de seguimiento, retroalimentación de usuarios y análisis de indicadores, con el fin de mejorar el flujo visual y adaptar el tablero digital a las necesidades operativas cambiantes.

6.6.2.6. Aplicación de herramienta de Poka Yoke automatizado

Para eliminar la causa raíz relacionada con la falta de notificaciones automatizadas en el monitoreo de OT, se implementó una solución basada en la herramienta Poka Yoke automatizado. Esta herramienta, enfocada en prevenir errores humanos mediante controles automáticos, permite generar notificaciones o alertas en momentos clave del flujo de trabajo, evitando omisiones que afectan la trazabilidad y la coordinación entre áreas. La implementación se llevó a cabo en tres pasos principales (Huarac Rosell & Collanqui Torres, 2023), detallados a continuación:

Paso 1: Definir criterios de error

Se identifican los eventos críticos del proceso que requieren monitoreo constante, como la proximidad al vencimiento de plazos, la ausencia de actualizaciones en los estados de las órdenes o el estancamiento de actividades clave, estas situaciones representan el 62 % de las OT con información desactualizada, por lo que se establecen como condiciones de alerta automática para anticipar desvíos y facilitar una acción correctiva oportuna.

Paso 2: Activar Dispositivo Poka-yoke

Una vez definidos los criterios de error, se configuran mecanismos de control en la plataforma Mopex que actúan como dispositivos Poka-yoke, estos incluyen validaciones obligatorias, restricciones para avanzar de etapa sin completar campos clave, y notificaciones automáticas que evitan omisiones o errores operativos.

Solución a la causa raíz: Falta de notificaciones automatizadas

Una vez definidos los criterios, se procedió a configurar el mecanismo de notificaciones automatizadas en el aplicativo Mopex, esta solución actúa como un *Poka Yoke* digital, es decir, un mecanismo que previene errores al activar notificaciones sin requerir intervención manual. Las notificaciones se diseñaron para enviarse automáticamente cuando se detecta que una tarea está próxima a vencer o permanece estancada, estas notificaciones llegan a los responsables mediante correos electrónicos, permitiendo una respuesta rápida antes de que el incumplimiento ocurra. Este mecanismo reemplaza el monitoreo manual, que era propenso a desactualizaciones, por un modelo automatizado, continuo y confiable, asegurando un mejor control del flujo de trabajo y mayor eficiencia en la gestión de las órdenes.

Figura 45. Vista del módulo de seguimiento con notificaciones de vencimiento



The screenshot shows the Mopex application interface. At the top, there is a header with the logo 'KA&AN', a search icon, and a refresh icon. Below the header is a table with three columns: 'N° OT', 'ALERTA OT', and 'CLIENTE'. The table lists 15 work orders with their respective status and client names. A green plus sign icon is visible on the right side of the table, and a bottom navigation bar contains icons for 'HC', 'Gestión OT', 'HSP', 'RQ', 'Ticket de RQ', and 'KA&AN'.

N° OT	ALERTA OT	CLIENTE
OT-15093	Vence Pronto	MINERA ARES
OT-15094	Vence Pronto	MINERA CUMBRA
OT-15095	Vence Pronto	CUMBRA PERÚ
OT-15097	Vence Pronto	ANTAPACCAY
OT-15098	Vence Pronto	MINERA CONDESTABLE
OT-15091	Vencido	MINERA CHINALCO PERU S.
OT-15092	Vencido	MINERA CERRO VERDE
OT-15089	En plazo	REFINERÍA LA PAMPILLA
OT-15090	En plazo	CORPORACIÓN ACEROS AR
OT-15096	En plazo	ANTAMINA
OT-15099	En plazo	CHINALCO
OT-15100	En plazo	CHINALCO
OT-15101	En plazo	APTIM
OT-15102	En plazo	MINERA BROCAL
OT-15103	En plazo	COMPAÑÍA MINERA SIG
OT-15104	En plazo	ANTAMINA

Nota. La imagen muestra la interfaz del aplicativo Mopex en el módulo de seguimiento, donde se visualizan indicadores de alerta según la proximidad al vencimiento de cada OT.

Paso 3: Entrenamiento

Se implementa una inducción enfocada en el uso del tablero Kanban y la interpretación de notificaciones con el objetivo de garantizar su correcta adopción, reducir errores y fortalecer la gestión visual y la mejora continua

6.6.3. Componente de personal

6.6.3.2. Aplicación de Capacitación Lean

Con el fin de resolver la causa raíz relacionada con la falta de capacitación, se aplicó la herramienta Capacitación Lean, enfocada en fortalecer el aprendizaje continuo, mejorar el desempeño operativo y estandarizar procesos. Se consideraron los pasos de Hussain (2021), asegurando que el personal adquiriera las competencias necesarias bajo los principios Lean.

Solución a la causa raíz 3: ausencia de capacitación

Paso 1: Definir programación de capacitación

Se identificaron los contenidos clave vinculados a la mejora en la planificación y monitoreo de operaciones, el uso de herramientas Lean Service y la integración del aplicativo Mopex. Se

establecieron los objetivos de aprendizaje y las competencias por perfil de puesto. Con base en ello, se elaboró un cronograma de sesiones periódicas, considerando la disponibilidad operativa del personal.

Figura 46. Programa de capacitación

 CRONOGRAMA DE CAPACITACIÓN LEAN SERVICE		Fecha: 08/04/2025 Código: GRMT-CLS Versión: 1.0					
Nº	TEMA / HERRAMIENTA	OBJETIVO DE LA CAPACITACIÓN	EVIDENCIA	DURACIÓN	MES	RESPONSABLE	PARTICIPANTE
1	Introducción a Lean Service	Brindar conocimientos generales sobre los principios Lean Service	Registro de asistencia	4 horas	Abril	Operaciones	Gerentes, Jefe de Planta, Operarios
2	Mapa de Flujo de Valor (VSM) - Actual	Identificar desperdicios en procesos actuales mediante VSM	Registro de asistencia	6 horas	Abril	Operaciones	Gerentes, Jefe de Planta, Operarios
3	Mapa de Flujo de Valor (VSM) - Futuro	Diseñar procesos futuros optimizados eliminando desperdicios.	Registro de asistencia	6 horas	Abril	Operaciones	Gerentes, Jefe de Planta, Operarios
4	Trabajo Estandarizado	Enseñar cómo establecer estándares para procesos eficientes.	Registro de asistencia	4 horas	Abril	Operaciones	Gerente de Operaciones, Jefe de Planta, Operarios
5	Andon	Implementar procesos con detección y corrección de errores automáticos.	Registro de asistencia	4 horas	Abril	Operaciones	Gerente de Operaciones, Jefe de Planta, Operarios

Nota. Extraído de la empresa.

Paso 2: Implementar materiales necesarios

Se desarrollaron presentaciones que facilitaran la comprensión y aplicación de los conocimientos. Estos materiales fueron adaptados a un lenguaje técnico accesible para asegurar la apropiación del contenido por parte de todo el equipo operativo.

Figura 47. Capacitación de la implementación del proceso de estudio TO BE



Nota. Elaboración propia.

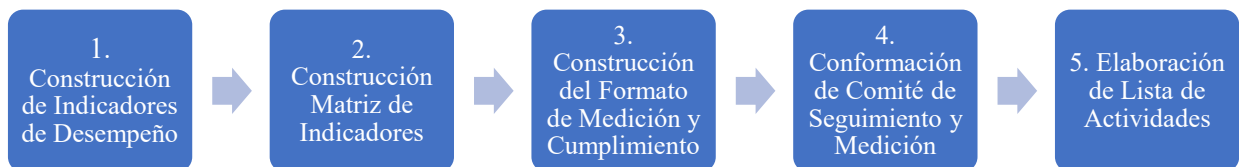
Paso 3: Comprobar resultados de la prueba

Finalmente, se aplicaron evaluaciones para verificar la comprensión y aplicación de los contenidos impartidos. Los resultados de estas pruebas permitieron medir el impacto de la capacitación en el desempeño del personal y retroalimentar el programa con oportunidades de mejora continua.

6.6.4. Plan de Seguimiento

Con el propósito de garantizar la efectividad de la solución, se establece un Plan de Seguimiento para evaluar de forma objetiva el impacto de la solución sobre el OTD en el proceso de planificación y monitoreo del servicio de motores reparados de media tensión. Este plan es relevante para validar la reducción del 42% de incumplimiento y contribuir con el cierre de la brecha del OTD, asegurando una mejora sostenible y alineada con los objetivos estratégicos de la empresa. Para ello, se diseñaron indicadores de desempeño específicos, cuya estructura se consolida en la Matriz de Indicadores, detallada en la Tabla 56. Además, se elaboró un Formato de Medición y Cumplimiento en el que se registrará periódicamente los valores obtenidos y se observará su comportamiento a lo largo del tiempo. Asimismo, se propone la conformación de un comité responsable del monitoreo y la revisión de resultados, con el fin de consolidar la mejora continua de la solución. Este plan de seguimiento se sustenta en los lineamientos de la metodología Lean Service y se apoya en estudios previos relacionados con la gestión y control de indicadores de desempeño en servicio industriales (Loaiza et al., 2011; Castro & Rodríguez , 2022). La Figura 48 presenta los pasos establecidos para la implementación del plan de seguimiento.

Figura 48. Pasos para la implementación del plan de seguimiento



Nota. Elaboración propia basada en estudios previos (Loaiza et al., 2011; Castro & Rodríguez , 2022).

El primer paso consiste en la construcción de indicadores de desempeño, donde se diseñaron los indicadores clave de desempeño (KPIs) necesarios para medir la efectividad de la solución, definidos a partir de las causas raíz identificadas en el análisis del árbol de problemas, lo que asegura que la medición del impacto se enfoque en los puntos críticos que generan el 42% de

incumplimiento en las entregas. Con base en este criterio y en la necesidad de monitorear la mejora continua en cada fase, se diseñaron los siguientes indicadores con su respectiva interpretación y forma de cálculo, como se detalla en la Tabla 56.

Tabla 56. Diseño de indicadores para la medición de los objetivos de desempeño

Indicador	Interpretación	Fórmula
Tasa de cumplimiento en las entregas - OTD	Mide el porcentaje de órdenes de trabajo entregadas en la fecha comprometida.	$\frac{\text{Órdenes entregadas a tiempo}}{\text{Total de órdenes entregadas}} \times 100$
Órdenes de trabajo (OT) con errores en la planificación	Identifica las órdenes planificadas inicialmente de manera incorrecta en que afectan el cumplimiento de plazos	$\frac{\text{OT con errores de planificación}}{\text{Total de órdenes entregadas}} \times 100$
Solicitudes de Requerimientos (RQ) observados	Mide la proporción de solicitudes de requerimientos (RQ) que presentan inconsistencias durante el proceso de planificación y monitoreo.	$\frac{\text{RQ observados}}{\text{Total de RQ}} \times 100$
Órdenes de trabajo (OT) no alertadas para entrega oportuna	Mide los casos en los que no se notificó a tiempo la entrega de una orden de trabajo.	$\frac{\text{OT sin alerta de entrega}}{\text{Total de órdenes entregadas}} \times 100$

Nota. Elaboración propia.

Asimismo, en la tabla 57 se presenta la relación de los indicadores con el objetivo de desempeño.

Tabla 57. Relación de indicadores y objetivos de desempeño

Indicador	Objetivo de desempeño
Tasa de cumplimiento en las entregas - OTD	Asegurar que las órdenes de trabajo se entreguen dentro del plazo comprometido con el cliente.
Órdenes de trabajo (OT) con errores en la planificación	Reducir los errores en la planificación inicial y asignación de actividades para garantizar la entrega oportuna.
Solicitudes de Requerimientos (RQ) observados	Controlar las solicitudes de los requerimientos generados durante el proceso de planificación y monitoreo.
Órdenes de trabajo (OT) no alertadas para entrega oportuna	Fortalecer el envío de notificación para garantizar que las entregas sean oportunas.

Nota. Elaboración propia

El segundo paso corresponde a la construcción de la matriz de indicadores, la cual establece una estructura clara para la gestión del desempeño a partir de registros de medición y se adapta al caso de la compañía en estudio.

Tabla 58. Matriz de Indicadores

Indicador	Objetivo	Unidad de medida	Fórmula de cálculo	Meta esperada	Frecuencia	Responsable
Nivel de Cumplimiento en las entregas OTD	Medir el porcentaje de órdenes entregadas en el plazo prometido.	%	$(\text{OTs entregadas a tiempo} / \text{Total de órdenes entregadas}) \times 100$	≤ 10	Mensual	Jefe de Operaciones
OT con errores en la planificación	Identificar las OT planificadas con errores que afectan los plazos.	%	$(\text{OTs con errores en la planificación} / \text{Total de órdenes entregadas}) \times 100$	≤ 20	Mensual	Coordinador de Operaciones
RQ observados	Medir el porcentaje de RQ que presentan observaciones.	%	$(\text{RQs observados} / \text{Total RQs}) \times 100$	≤ 8	Mensual	Coordinador de Operaciones
OT no alertadas para entrega oportuna	Medir las OT que no fueron notificadas para su entrega oportuna.	%	$(\text{OTs sin alertas de entrega} / \text{Total de órdenes entregadas}) \times 100$	≤ 10	Mensual	Coordinador de Operaciones

Nota. Los valores meta han sido definido por la Gerencia General y la Gerencia de Operaciones, considerando periodos previos.

La matriz de indicadores presentada en la Tabla 58, fue revisada y validada por la Gerencia de Operaciones para asegurar que los objetivos, metas y responsables se alineen con la estructura y capacidad de la empresa, realizándose los ajustes y correcciones pertinentes.

El tercer paso se centra en la elaboración del Formato de Medición y Cumplimiento, diseñado como herramienta para registrar y monitorear la evolución de los indicadores, documentar los valores obtenidos y comparar los resultados con la frecuencia establecida.

Tabla 59. Formato de Medición y Cumplimiento para el Plan de Seguimiento

Indicador/Mes	Valor registrado (%)				Meta (mensual)	Observación
	Junio	Julio	Agosto	Setiembre		
OTD (Nivel de incumplimiento)	28%	23%	17%	9%	10%	Cumplimiento progresivo conforme al plan
OT con errores en la planificación	5%	0%	10%	8%	20%	Dentro de la meta establecida.
Solicitudes de RQ observados	35%	23%	14%	7%	8%	Mejora significativa tras implementación
OT no alertadas para entrega oportuna	25%	16%	12%	9%	10%	Cumplimiento adecuado de notificaciones

Nota. Elaboración propia.

Como se observa en la tabla 59, este formato permite registrar la evolución del OTD y de los indicadores asociados a las causas raíz durante un periodo de cuatro meses, evidenciando la reducción progresiva del incumplimiento hasta alcanzar la meta del 10% en setiembre, lo que facilita la toma de decisiones y la detección temprana de desviaciones.

El cuarto paso aborda la conformación de Comité de Seguimiento y Medición, integrado por personal clave con influencia directa en el proceso de planificación y monitoreo, encargado de supervisar la evolución de los indicadores, analizar desviaciones y promover la aplicación de acciones correctivas y buenas prácticas alineadas con la metodología Lean Service. Este comité estará integrado por la Gerencia de Operaciones, el Jefe de Operaciones, el Jefe de Planta, un Coordinador de Operaciones y un representante del área de Planeamiento, designados por la Gerencia de Operaciones por un período determinado, con el fin de evaluar su efectividad en el cumplimiento de los objetivos.

Por último, el quinto paso comprende la elaboración de la Lista de Actividades del Plan de Seguimiento, que agrupa las acciones de reunión, capacitación, control y presentación de informes, orientadas a mantener un ciclo de mejora continua en el cumplimiento en las entregas de los motores reparados de media tensión.

Tabla 60. Lista de Actividades del Plan de Seguimiento

N°	Actividad	Tipo
1	Conformación del Comité de Seguimiento y Medición	Reunión
2	Capacitación inicial en Lean Service y uso de formatos	Capacitación
3	Registro mensual de indicadores en el formato de Medición y Cumplimiento	Registro / Control
4	Validación de datos de indicadores	Control
5	Revisión y análisis de resultados	Reunión
6	Identificación de causas raíz de incumplimientos	Reunión
7	Implementación de acciones correctivas y preventivas	Control
8	Reunión de retroalimentación con el área operativa	Reunión
9	Presentación de informe semestral a Gerencia	Informe/Reunión
10	Capacitación en buenas prácticas de planificación y monitoreo de OT	Capacitación
11	Evaluación de cumplimiento de metas de OTD y otros indicadores	Control/ Reunión
12	Revisión y ajuste del plan de seguimiento según resultados alcanzados	Reunión

Nota. Elaboración propia basada en estudios previos (Castro & Rodríguez , 2022).

La Tabla 60 presenta un conjunto de actividades que abarcan desde la conformación del comité de seguimiento y medición hasta reuniones periódicas para la revisión y análisis de resultados, así como sesiones de capacitación en el enfoque Lean Service, todas estas acciones están dirigidas principalmente a los miembros del Comité de Seguimiento, quienes desempeñan un rol fundamental en la sostenibilidad de la mejora.

6.7. Análisis operativos de resultados

La implementación del enfoque Lean Service mediante el aplicativo AppSheet personalizado denominado Mopex mejoró el proceso de planificación y monitoreo de las operaciones de reparación de motores eléctricos de media tensión. Esta integración no solo facilitó la digitalización del proceso, sino que también redujo tiempos y actividades que no agregan valor, enfocándose en tareas críticas. Como resultado, se logró un flujo de trabajo más ágil y una toma de decisiones proactiva mediante intervenciones oportunas; destacando especialmente la capacidad de monitorear en tiempo real el estado de las órdenes de trabajo, lo que incrementó la visibilidad del proceso y fortaleció el control operativo. Gracias a estos cambios, la empresa experimentó avances relevantes en su principal indicador de desempeño operativo: el nivel de incumplimiento del OTD.

La prueba piloto se desarrolló durante los meses de marzo, abril y mayo de 2025 y, según los datos obtenidos, se observó una reducción considerable en el valor del indicador en comparación con el desempeño registrado durante el periodo previo, correspondiente a diciembre de 2024, enero y febrero de 2025, bajo el proceso tradicional (As-Is). En el periodo previo a la intervención, el

promedio de incumplimiento fue del 46%, mientras que en el periodo posterior se redujo al 29%, lo que representa una mejora de 17%, atribuida principalmente a una planificación operativa más eficiente y al monitoreo en tiempo real de las órdenes mediante el aplicativo digital Mopex.

Tabla 61. Resumen de análisis de indicadores

Indicador	Previo	Posterior	Diferencia
OTD (nivel de incumplimiento)	46%	29%	17%

Nota. Esta tabla compara los promedios registrados durante el periodo previo (diciembre 2024 a febrero 2025) frente al periodo posterior a la implementación (marzo a mayo 2025).

Al comparar este resultado con benchmarks reportados en la literatura, se observa que la reducción promedio de incumplimiento en servicios similares es del 9% mensual; mientras que la prueba piloto alcanzó un 17%, evidenciando que la mejora implementada supera los valores referenciales y refuerza la tendencia positiva hacia el cumplimiento de los estándares deseados, demostrando que la intervención logró mejoras significativas y sostenibles en la operación.

Sobre la base de los resultados, se presenta la comparación de los indicadores principales del proceso de planificación y monitoreo de las operaciones relacionados al árbol de problemas, evidenciando cambios favorables tras la aplicación de la prueba piloto, mediante la implementación de herramientas Lean Service e integración del aplicativo digital Mopex.

Tabla 62. Análisis comparativo de indicadores

Indicadores	Antes (%)	Después (%)	Variación (%)
OT con errores en planificación	8	0	8
RQ observados	33	29	4
OT no alertadas	42	33	9

Nota. Se compara los promedios registrados durante el periodo previo (diciembre 2024 a febrero 2025) frente al periodo posterior a la implementación (marzo a mayo 2025).

En este contexto, los resultados obtenidos tras la implementación muestran mejoras en la eficiencia del proceso de planificación y monitoreo de las operaciones, mostrando una reducción significativa de la brecha frente a los niveles de alto desempeño. Además, se observó mayor visibilidad de las operaciones y la reducción del incumplimiento de las entregas, lo que demuestra que la combinación de Lean Service y el aplicativo Mopex contribuye a la reducción de errores, la mejora del flujo operativo y la sostenibilidad de los cambios introducidos.

CAPÍTULO VII: EVALUACIÓN ECONÓMICA

La alternativa de solución elegida en la sección previa contempla una mejora basada en el enfoque *Lean Service*, integrado con el aplicativo digital *Mopex*. A partir de ello, se detallan a continuación los costos y gastos involucrados.

7.1. Detalle de los ingresos

La Tabla 63 presenta la proyección de beneficios económicos entre 2025 y 2029, resultado de la mejora en eficiencia operativa, se consideran ahorros por reducción de penalidades, horas extras y aumento de órdenes de trabajo. Los ingresos totales crecieron de \$68,150 en 2025 a \$195,291 en 2029, evidenciando un impacto positivo y sostenido de las mejoras implementadas.

Tabla 63. Ingresos diferenciales del proyecto del año 2025 al 2029

	2025	2026	2027	2028	2029
Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ahorro por reducción de penalidades	3,065	12,675	18,906	25,571	32,699
Ahorro por reducción de horas extras	17,085	38,527	61,066	84,745	109,609
Ahorro por incremento de OT	48,000	49,200	50,430	51,691	52,983
Ingresos Totales	68,150	100,402	130,402	162,007	195,291

Nota. Elaboración propia

a. Ahorro por reducción de penalidades

La Tabla 64 evidencia que la mejora generará ahorros crecientes y significativos en la reducción de penalidades a lo largo de cinco años, mientras que sin la mejora las penalidades aumentarían, la propuesta logra reducir drásticamente la cantidad de OT penalizadas, resultando en un ahorro que crece de \$3,065 en el año 1 a \$32,699 en el año 5, demostrando una eficacia progresiva.

Tabla 64. Ingreso diferencial en reducción de penalidades (en dólares americanos)

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Sin mejora	25,201	27,510	30,087	32,905	35,987
Cantidad de Ots penalizadas	37	39	42	45	48
Precio promedio de penalidad	681.11	698.14	715.59	733.48	751.82
Con mejora	22,136	14,835	11,181	7,334	3,289
Cantidad de Ots penalizadas	33	21	16	10	4
Precio promedio de penalidad	681.11	698.14	715.59	733.48	751.82
Subtotal 1(ahorro)	3,064.99	12,674.66	18,905.96	25,570.66	32,698.67

Nota. Elaboración propia.

b. Ahorro por reducción de horas extras

La Tabla 65 demuestra que la mejora generará ahorros diferenciales crecientes en la reducción de horas extras, expresados en dólares americanos, a lo largo de cinco años. Mientras que sin la mejora los costos por horas extras aumentarían, la mejora logra una disminución progresiva en la cantidad de horas extras requeridas. Esto resulta en un ahorro que asciende de \$17,085 en el año 1 a \$109,609 en el año 5, lo que evidencia una eficacia creciente de la mejora implementada.

Tabla 65. Ingreso diferencial en reducción de horas extras (en dólares americanos)

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Sin mejora	341,703	353,748	366,218	379,127	392,491
Cantidad de horas de extras	18,949	19,138.49	19,329.87	19,523.17	19,718.41
Costo promedio de hora hombre	18	18.48	18.95	19.42	19.90
Con mejora	324,618.11	315,221.27	305,151.71	294,381.65	282,882.36
Cantidad de horas de extras	18,002	17,054.10	16,106.65	15,159.20	14,211.75
Precio promedio de horas extras	18	18.48	18.95	19.42	19.90
Subtotal 2	17,085.16	38,527.04	61,066.24	84,745.48	109,609.00

Nota. Elaboración propia

c. Ahorro por incremento de OT

La Tabla 66 muestra que la mejora generará ingresos adicionales significativos por el incremento en el número de OTs realizadas, pasando de 12 a 24 OTs adicionales anualmente, con un incremento progresivo en el margen de ganancia promedio por OT, de USD 4000 en 2025 a USD 4415 en 2029. Como resultado, los ingresos proyectados por este incremento también se duplican, pasando de USD 48000 sin propuesta a USD 96000 con propuesta en el primer año, generando un ingreso adicional sostenido a lo largo del periodo analizado.

Tabla 66. Ingreso diferencial incremento de OT (en dólares americanos)

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Sin propuesta	48,000	49,200	50,430	51,691	52,983
Número de Ots adicionales	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
Margen de ganancia promedio de Ots	4,000	4,100	4,203	4,308	4,415
Con propuesta	96,000.	98,400	100,860	103,382	105,966
Número de Ots adicionales	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00
Margen de ganancia promedio de Ots	4,000	4,100	4,203	4,308	4,415
Subtotal 3	48,000	49,200	50,430	51,691	52,983

Nota. Elaboración propia

7.2. Inversiones de la mejora

Se presenta como parte de la evaluación económica el detalle de la inversión inicial de la mejora, que consta de diversas partidas expresadas en dólares y agrupadas por componente tecnológico, de procesos y personal, donde la Tabla 67 detalla una inversión inicial total de \$71,991, siendo la mayor parte destinada al componente tecnológico con \$59,980, liderado por el desarrollo de la aplicación y las licencias, mientras que los componentes de procesos con \$511 y personal con \$11,500, principalmente para capacitaciones, representan una proporción menor de la inversión inicial.

Tabla 67 . Inversión inicial de la propuesta de mejora (en dólares americanos)

Descripción partida	Año 0
Desarrollo de aplicación	43,000
Licencias (10 usuarios)	8,000
Backup de Información con servidor (On Premise)	4,000
Equipos de Cómputo (PC, tablets)	4,980
Inversión inicial en el componente tecnológico	59,980
Programa BIZAGI	311
Suscripciones a revistas relacionadas al sector	200
Inversión inicial en el componente procesos	511
Programa de capacitaciones	5,000
Auditoría externa	6,500
Inversión inicial en el componente de personal	11,500
Total de inversion inicial	71,991

Nota. Elaboración propia

a. Costos asociados al componente tecnológico

La Tabla 68 detalla los costos asociados al componente tecnológico consideran el desarrollo de la aplicación, licencias para diez usuarios, servicios de respaldo de información en servidor propio (On Premise) y la adquisición de equipos como PCs y tablets. En el primer año, el costo total asciende a USD 35,000, incrementándose ligeramente cada año hasta alcanzar USD 38,633 en el quinto año, debido a ajustes anuales en los precios de cada rubro.

Tabla 68. Costos y gastos diferenciales del componente tecnológico (en dólares americanos)

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Mantenimiento y mejora del aplicativo	23,000	23,575	24,164	24,768	25,388
Licencias (10 usuarios)	8,000	8,200	8,405	8,615	8,831
Backup de Información con servidor (On Premise)	4,000	4,100	4,203	4,308	4,415
COSTO TOTAL	35,000	35,875	36,772	37,691	38,633

Nota. Elaboración propia.

El costo de equipos especializados de prueba, como hipot, analizadores de aislamiento o balanceadoras dinámicas, no fue considerado en la evaluación, dado que el objetivo del presente trabajo no está orientado a la mejora técnica del proceso de reparación del motor, sino a la mejora de la gestión de planificación y monitoreo de las operaciones con el propósito de garantizar el cumplimiento de los plazos de entrega comprometidos en la entrega de los motores de media tensión.

b. Costos asociados al componente de procesos

La Tabla 69 muestra los costos anuales y crecientes del componente de procesos, ascendiendo de 511 en el Año 1 a 564 en el Año 5. Los gastos se distribuyen principalmente en la licencia del programa BIZAGI y suscripciones a revistas especializadas, indicando una inversión continua y progresiva en la mejora y soporte informático de los procesos.

Tabla 69. Costos y gastos diferenciales del componente de procesos (en dólares americanos).

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Licencia programa BIZAGI	311	319	327	335	343
Suscripciones a revistas relacionadas al sector	200	205	210	215	221
COSTO TOTAL	511	524	537	550	564

Nota. Elaboración propia

c. Costos asociados al componente personal

La Tabla 70 detalla los costos anuales crecientes del componente personal, con un total que va de 11,500 en el Año 1 a 12,694 en el Año 5. El programa de capacitaciones y la auditoría externa muestran una inversión continua y en aumento en el desarrollo del personal.

Tabla 70. Costos y gastos diferenciales del componente personal (en dólares americanos)

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Programa de capacitaciones	4,000	4,100	4,203	4,308	4,415
Auditoría externa	6,500	6,663	6,829	7,000	7,175
COSTO TOTAL	11,500	11,788	12,082	12,384	12,694

Nota. Elaboración propia

La proyección económica a cinco años considera una variación de precios del 2.5%, en concordancia con lo establecido en el Marco Macroeconómico Multianual 2026-2029 publicado por el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF, 2025), lo que permite reflejar de manera más realista el comportamiento de los costos a lo largo del horizonte de evaluación.

Cabe precisar que los costos de insumos y repuestos de motores de media tensión, asociados a la estructura técnica del servicio, corresponden al área técnica y no forman parte del alcance del presente estudio, el cual se limita al análisis del proceso de planificación y monitoreo de las operaciones bajo responsabilidad del área de Operaciones, por lo que los costos considerados se restringen a dicho ámbito.

7.4. Periodo y tasa de costo de oportunidad de la mejora

Para evaluar la rentabilidad de la mejora, se calculó el Costo de Oportunidad del Capital (COK) utilizando el modelo CAPM, que estima la rentabilidad esperada en función del riesgo asumido (Brealey et al., 2010). Este modelo incorpora varios componentes: la Tasa libre de riesgo (R_f), que es la rentabilidad de una inversión segura como los bonos del Tesoro y sirve de base para el retorno adicional por riesgo (Morales, 2019); Beta (B), una medida del riesgo sistemático del activo frente al mercado, el Rendimiento esperado del mercado (R_m), que es el retorno promedio de un portafolio diversificado y la compensación por asumir riesgo; y la Prima de riesgo del mercado ($R_m - R_f$), que es la rentabilidad adicional esperada por elegir una cartera con riesgo sobre activos seguros (ESAN, 2019), y la Prima de riesgo específica (R_p), que refleja riesgos particulares del país, sector o empresa no contemplados en Beta (Lladó & Concha, 2012).

7.5. Flujo de caja económico

El horizonte de evaluación se definió en cinco años, dado que este periodo resulta adecuado para proyectar los beneficios de la mejora, en coherencia con la naturaleza del proyecto y con lo señalado por Sapag Chain (2011), quien sostiene que el horizonte debe adecuarse a las particularidades de cada iniciativa. En cuanto a la tasa de descuento, esta se determinó aplicando el modelo de valoración de activos de capital (CAPM), a partir de la tasa libre de riesgo (R_f), con un valor de 7.05% según el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF, 2013); la rentabilidad promedio del mercado (R_m), en 15% de acuerdo con los datos de compañías del rubro (BVL, 2025); el coeficiente Beta (B), cuyo valor desapalancado fue de 1.21, indicador de la sensibilidad de los rendimientos de la empresa frente a las variaciones del mercado conforme a la base de datos analizada (Damodaran, 2025); y el riesgo país (R_p), calculado en 1.55% según los reportes del

Banco Central de Reserva del Perú, que refleja las condiciones propias de los mercados emergentes (BCRP, 2024). De esta manera, se obtuvo un costo de capital propio (COK) de 18.2% anual, valor que se adopta como tasa de descuento para la presente evaluación económica.

Tabla 71. Flujo de caja económico (expresado en dólares americanos)

Flujo de Caja económico						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos						
Ahorro por reducción de penalidades		3,065	12,675	18,906	25,571	32,699
Ahorro por reducción de horas extras		17,085	38,527	61,066	84,745	109,609
Ahorro por incremento de OT		48,000	49,200	50,430	51,691	52,983
Total de Ingresos		68,150	100,402	130,402	162,007	195,291
Egresos						
Costos anuales componente tecnológico		35,00	35,875	36,772	37,691	38,633
Costos anuales componente de procesos		511	524	537	550	564
Costos anuales componente de personal		11,500	5,125	12,082	5,384	12,694
Inversión	71,991					
Total de Egresos	71,991	47,011	41,524	49,391	43,626	51,891
Flujo Neto	-71,991	21,139	58,878	81,011	118,381	143,399
Valor Presente	\$159,759					

Nota. Elaboración propia. Se aplicó una variación de precios del 2.5% según el Marco Macroeconómico Multianual 2026-2029 (MEF, 2025).

La Tabla 71 revela que la mejora requiere una inversión inicial de 71,991 dólares en el año 0, pero genera ingresos crecientes anualmente, impulsados principalmente por el incremento de OTs, que van de 68,150 dólares en el año 1 a 195,291 dólares en el año 5. A pesar de los egresos operativos anuales crecientes, el proyecto produce flujos netos positivos y en aumento constante desde el año 1 con 21,139 dólares hasta el año 5 con 143,399 dólares. El alto valor presente de 159,759 dólares confirma la fuerte viabilidad económica y la rentabilidad significativa de la propuesta.

7.6. Interpretación de resultados

Tabla 72 . Indicadores económicos de la mejora

Indicador	Valor	
Costo de Oportunidad del Capital (COK)	18.22%	Intepretación
Valor Actual Neto (VAN)	159,759	Ok
Tasa Interna de Retorno (TIR)	71.30%	Ok
Relación de beneficios sobre costos (B-C)	2.15	Ok

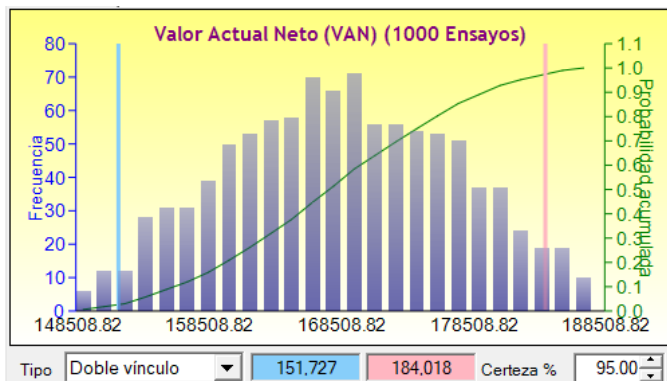
Nota. Elaboración propia

La Tabla 72 presenta los indicadores económicos clave utilizados para evaluar la viabilidad y rentabilidad de la mejora. El Costo de Oportunidad del Capital (COK) se establece en 18.22%, este valor representa la tasa de retorno mínima esperada por los inversionistas por un proyecto con el nivel de riesgo asociado, sirviendo como umbral de rentabilidad para la inversión. Asimismo, el Valor Actual Neto (VAN) de la propuesta asciende a USD 159,759, el cual indica que el valor presente de los beneficios esperados del proyecto supera el valor presente de sus costos, lo que significa que el proyecto es rentable y crea valor para la empresa.

Respecto a la Tasa Interna de Retorno (TIR) calculada para la mejora es del 71.30%, dado que esta TIR es significativamente superior al COK del 18.22%, el proyecto se considera altamente atractivo y viable, ya que su rentabilidad intrínseca excede con creces el costo de oportunidad del capital. Finalmente, la relación de beneficios sobre costos (B/C) es de 2.15, este ratio indica que, por cada sol invertido en el proyecto, se espera obtener S/ 2.01 de beneficios. Un valor superior a 1 implica que los beneficios superan a los costos, confirmando la rentabilidad del proyecto. En resumen, los indicadores económicos presentados en la Tabla 72 demuestran de manera consistente la alta rentabilidad y la solidez financiera de la propuesta de mejora, superando los criterios de inversión esperados.

En la figura 49, dada la simulación de Montecarlo para el VAN, se estima que para un nivel de confianza de 95% el valor del VAN será positivo, y estará comprendido entre \$151.727 y \$184.018. Respecto a los valores de entrada se consideró la venta promedio o regular del periodo, el escenario pesimista de las ventas, corresponde a un 35% menos de la venta normal, mientras que el escenario optimista, consideró un 35% más de la venta esperada (VMR, 2025).

Figura 49. Simulación del VAN de la mejora

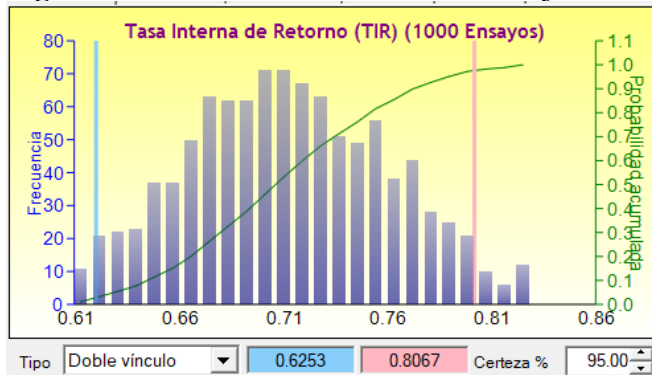


Nota. Elaboración propia.

Este hallazgo refleja un alto nivel de seguridad económica respecto al retorno de la mejora, incluso considerando escenarios de incertidumbre. Por tanto, existe viabilidad económica, dada la inversión y costos relacionados puesto que se agrega valor al proceso de planificación y monitoreo de las operaciones desde la perspectiva económica.

En la figura 50, dada la simulación de Montecarlo para el TIR, se estima que para un nivel de confianza de 95% el valor de la TIR será positivo, y estará comprendido entre 0.63 y 0.81. Respecto a los valores de entrada también se consideró la venta promedio o regular del periodo, el escenario pesimista de las ventas, corresponde a un 35% menos de la venta normal, mientras que el escenario optimista, consideró un 35% más de la venta esperada (VMR, 2025).

Figura 50. Simulación de la TIR de la mejora



Nota. Elaboración propia

Este hallazgo refleja un alto nivel de seguridad económica respecto al retorno de la mejora, incluso considerando escenarios de incertidumbre. Por tanto, existe viabilidad económica, dada la inversión y costos relacionados puesto que se agrega valor al proceso de planificación y monitoreo de las operaciones desde la perspectiva económica.

CAPITULO VIII: PLAN DE IMPLEMENTACIÓN

En esta última sección, se presenta el plan de implementación de la mejora basada en el enfoque Lean Service, complementado con el uso de una herramienta tecnológica que digitaliza y mejora el proceso de planificación y monitoreo de operaciones en la reparación de motores eléctricos de media tensión. Asimismo, se toma como referencia elementos de la Guía Práctica de Ágil (PMI, 2021), garantizando así una transición ordenada y comprometida por parte del personal involucrado.

8.1. Acta de constitución

El acta de constitución del proyecto formaliza el inicio del plan de mejora orientado a reducir el porcentaje de incumplimiento en las entregas de reparaciones de motores eléctricos de media tensión, estableciendo las bases necesarias para su planificación, ejecución y monitoreo, de acuerdo con los lineamientos del PMBOK, donde se definen aspectos clave como el objetivo general, la justificación, los recursos asignados, las partes implicadas, los entregables, el plazo de ejecución y la inversión estimada.

El proyecto responde a una problemática crítica: el incumplimiento en las entregas de motores reparados de media tensión, lo cual impacta en la satisfacción del cliente, incrementa penalidades y genera un uso ineficiente de recursos como las horas extras. Para ello, se proponen tres ejes de intervención: implementación tecnológica, mejora de procesos con herramientas Lean Service y fortalecimiento de capacidades del personal mediante capacitación.

Con una duración prevista de 12 meses y una inversión estimada de USD 71,991, el proyecto tiene como objetivo principal reducir el incumplimiento de entregas en al menos un 15 %. El acta detalla los entregables claves, como el procedimiento mejorado, el personal capacitado, los indicadores de desempeño medidos y el informe final de resultados, siendo el punto de partida formal para coordinar acciones entre todas las áreas involucradas y garantizar el logro de los objetivos planteados.

Figura 51. Acta de Constitución

Nombre del proyecto: Proyecto de mejora basada en el enfoque Lean Service, integrado con el aplicativo digital, con el objetivo de reducir el porcentaje de incumplimiento en las entregas de motores eléctricos reparados de media tensión en una empresa electromecánica.	
Descripción del proyecto: El proyecto busca reducir el porcentaje de incumplimiento en las entregas de motores eléctricos reparados de media tensión mediante la incorporación de tres componentes de solución: a) componente tecnológico a través de la implementación de un aplicativo digital b) componente de procesos a mediante el rediseño del proceso as ^{is} de planificación y monitoreo de operaciones, apoyado en herramientas de Lean Service y procedimiento de trabajo. c) componente de personal mediante el programa de capacitación y entrenamiento.	
Director del proyecto: Gerente General	Nivel de autoridad: Responsable
Justificación del proyecto:	Objetivo:
El indicador de cumplimiento de entregas (OTD) refleja que la compañía presenta un 42% de entregas fuera de plazo en la línea de reparaciones de motores eléctricos de media tensión, superando la meta establecida por la Gerencia General del 10%, evidenciando una brecha de 32%, lo cual impacta negativamente en la satisfacción de los clientes y genera penalidades e incremento en horas extras.	Implementar prácticas Lean Service en el proceso de planificación y monitoreo de operaciones en el servicio de reparación de motores eléctricos de media tensión, con el propósito de reducir el incumplimiento de entregas en al menos un 15%, mejorando así la eficiencia de la gestión operativa y asegurando un mayor nivel de satisfacción del cliente.
Recursos asignados:	Partes implicadas:
Personal asignado en la implementación de sistema tecnológico. Proveedores tecnológicos. Consultoría en implementación Lean. Equipos e instrumentos de medición y monitoreo.	Gerencia General Gerencia de Operaciones Jefatura de Planta Equipo técnico y operativo
Descripción del entregable:	
Procedimiento escrito de trabajo del proceso de planificación y monitoreo de operaciones de motores eléctricos reparados de media tensión. Implementación de aplicativo digital para la trazabilidad de las órdenes de trabajo. Proceso mejorado para la planificación y monitoreo de operaciones de motores eléctricos reparados de media tensión. Personal capacitado en herramientas Lean Indicadores de desempeño implementados y monitoreados Informe final de resultados y lecciones aprendidas	
Descripción inicial del tiempo: 12 meses	Descripción inicial de inversión: USD 71,991
Requerimientos de alto nivel:	
<ul style="list-style-type: none"> - La implementación de herramientas Lean Service (Trabajo estandarizado, Poka-Yoke, Kanban, Andon). - Mejora del proceso crítico identificado en el diagnóstico inicial. - Capacitación continua al equipo de trabajo. - Medición de resultados mediante indicadores clave de desempeño (KPIs). - Asegurar la participación y compromiso de todas las áreas implicadas. 	

Nota. Elaboración propia.

8.2. Alcance del proyecto

El proyecto comprende la implementación de una mejora basada en Lean Service, integrada con un aplicativo digital orientado al proceso de planificación y monitoreo de operaciones de motores eléctricos reparados de media tensión. Por ello, definir este alcance con claridad permite enfocar los esfuerzos en la reducción del incumplimiento de entregas y garantizar el logro de los objetivos establecidos.

Figura 52. Alcance del proyecto

DESARROLLO DE LA PROPUESTA
1. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO DEL PROYECTO
<p>El proyecto de mejora basada en el enfoque Lean Service, integrado con el aplicativo digital tiene como propósito reducir el porcentaje de incumplimiento en las entregas de motores reparados de media tensión y estandarizar el proceso de planificación y monitoreo de las operaciones el servicio de reparación de motores eléctricos de media tensión de una empresa electromecánica. Esta iniciativa surge de la necesidad de reducir el incumplimiento de entregas, que actualmente exceden el promedio esperado, generando insatisfacción en los clientes y afectando la eficiencia operativa de la empresa.</p> <p>El componente "a" consiste en la implementación de una aplicación tecnológica que permitan tener la trazabilidad de la planificación y monitoreo de las operaciones de reparaciones de motores eléctricos de media tensión.</p> <p>El componente "b" se basa en la reingeniería, documentación y estandarización del proceso de estudio para identificar y eliminar desperdicios, medianre la implementación de principios y herramientas Lean Service para reducir demoras y garantizar un flujo de trabajo continuo, eficiente y transparente.</p> <p>El componente "c" estará basado en un programa de capacitación del personal en herramientas Lean (Trabajo estandarizado, Kanban, Andon, Poka-Yoke) y entrenamiento a los equipos en herramientas y principios Lean Service para asegurar la sostenibilidad de las mejoras implementadas.</p>

Nota. Elaboración propia.

Del mismo modo, en el contexto del proyecto se considera los límites, exclusiones que delimitan el alcance, restricciones y asunciones de factores relevantes como los recursos, condiciones, entre otros que guían su planificación y ejecución. Seguidamente, se expone a detalle cada punto mencionado anteriormente.

Figura 53. Contexto del Proyecto

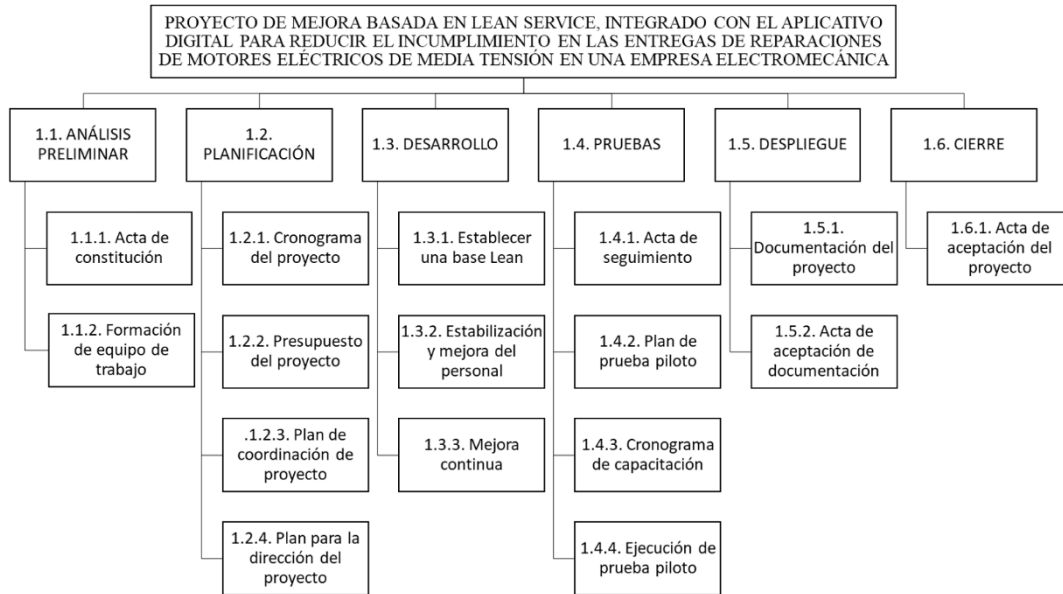
CONTEXTO DEL PROYECTO
1. LÍMITES O EXCLUSIONES DEL PROYECTO
<p>La implementación del proyecto limitada únicamente a la sucursal Lima. La mejora del proyecto está enfocada en la línea de reparaciones de motores eléctricos de media tensión. El proyecto no incluye la adquisición de nuevos equipos no contemplados en el presupuesto inicial.</p>
2. RESTRICCIONES
<p>Tiempo de implementación limitado a 12 meses. Disponibilidad parcial del personal operativo debido a la continuidad de actividades diarias. Resistencia inicial al cambio por parte del personal técnico y operativo.</p>
3. ASUNCIONES
<p>Los recursos financieros y materiales necesarios estarán disponibles según el cronograma. El personal participará activamente en las capacitaciones Lean y en la implementación de nuevas prácticas. Los clientes mostrarán disposición para brindar retroalimentación durante el proyecto. No habrá interrupciones significativas en las operaciones que afecten la ejecución del proyecto</p>

Nota. Elaboración propia.

8.3. Estructura del desglose del trabajo

La Estructura del Desglose de Trabajo (EDT) presentada es una herramienta importante para la planificación y ejecución del proyecto, ya que organiza de manera jerárquica las principales etapas y actividades necesarias para cumplir los objetivos de reducción del incumplimiento en las entregas. La EDT se compone de seis etapas clave, las cuales asegurarán el cumplimiento de los entregables y de los lineamientos con los objetivos estratégicos determinados.

Figura 54. Estructura del desglose de trabajo de la propuesta de mejora (EDT)



Nota. Elaboración propia.

8.4. Cronograma

El cronograma presentado detalla la programación temporal de las actividades clave del *Proyecto de mejora basado en el enfoque Lean Service, integrado con el aplicativo digital, para reducir el el incumplimiento en la entrega de reparaciones de motores eléctricos de media tensión en una empresa electromecánica*. Este cronograma comprende desde las etapas iniciales de iniciación, hasta las correspondientes a los componentes de procesos, personal y tecnológico, incluyendo finalmente la etapa de gestión del proyecto. Cada actividad ha sido organizada en una línea de tiempo mensual que considera las semanas S1, S2, S3 y S4, para facilitar un control más detallado y preciso; este enfoque permite gestionar y supervisar de manera efectiva el progreso del proyecto, asegurando que los hitos y objetivos se cumplan dentro de los plazos establecidos.

Figura 55. Diagrama de Gantt de la solución

Etapa	Actividades	2025																											
		Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio			
		S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
1. Iniciación	1.1. Análisis inicial del proceso de planificación y monitoreo de las operaciones	■	■																										
	1.2. Identificación de causas y efectos		■	■																									
	1.3. Elaboración del mapa de flujo de valor (VSM actual)		■	■																									
	1.4. Análisis de cuello de botella en procesos críticos		■	■																									
	1.5. Elaboración del cronograma del proyecto			■	■																								
	1.6. Definición y validación del presupuesto				■	■																							
2. Componente de procesos	2.1. Reingeniería de proceso de estudio				■	■																							
	2.2. Documentación de proceso de estudio				■	■																							
	2.3. Implementación del proceso mejorado con herramientas Lean Service					■	■																						
3. Componente de personal	3.1. Programa de capacitaciones Lean Service					■	■																						
	3.2. Charlas informativas de Lección de Único Punto					■	■																						
	3.3. Gestión de cambio organizacional					■	■																						
4. Componente tecnológico	4.1. Desarrollo del aplicativo digital						■	■																					
	4.2. Capacitación en el uso del aplicativo digital							■	■																				
	4.3. Implementación del aplicativo digital								■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
	4.4. Validación y ajuste finales																					■	■						
5. Gestión del Proyecto	5.1. Planificación y control del proyecto																					■	■	■					
	5.2. Gestión de riesgos																						■	■					
	5.3. Control de cambios																								■	■			

Nota. Elaboración propia.

8.5. Presupuesto del proyecto

La Tabla 73 presenta el presupuesto estimado del proyecto, el cual detalla la estructura de la inversión inicial expresada en dólares americanos, considerando las inversiones necesarias para los tres componentes principales del proyecto: tecnológico, de procesos y de personal, asegurando una asignación adecuada de recursos para su ejecución integral.

Tabla 73. Presupuesto de la propuesta de mejora (expresado en dólares americanos)

Descripción partida	Año 0
Desarrollo de aplicación	43,000
Licencias (10 usuarios)	8,000
Backup de Información con servidor (On Premise)	4,000
Equipos de Cómputo (PC, tablets)	4,980
Inversión inicial en el componente tecnológico	59,980
Programa BIZAGI	311
Suscripciones a revistas relacionadas al sector	200
Inversión inicial en el componente procesos	511
Programa de capacitaciones	5,000
Auditoría externa	6,500
Inversión inicial en el componente de personal	11,500
Total de inversión	71,991

Nota. Elaboración propia

Como se observa, el presupuesto refleja una mayor inversión en el componente tecnológico, con un monto de 59,980 dólares, seguido por el componente de personal con 11,500 dólares y el de procesos con 511 dólares. En conjunto, la inversión total asciende a 71,991 dólares, evidenciando una asignación equilibrada y alineada con los objetivos estratégicos del proyecto.

8.6. Análisis de riesgo

En esta sección se presentan los riesgos identificados durante el desarrollo del proyecto, los cuales se detallan en el Anexo 17. Además, se incluyen las lecciones aprendidas, orientadas a retroalimentar y fortalecer la gestión operativa en futuras implementaciones. Cabe resaltar que el análisis no contempla riesgos técnicos como fallas en pruebas eléctricas, disponibilidad de repuestos o recalibración de equipos, debido a que estos corresponden al ámbito operativo y técnico del servicio de reparación, cuya gestión es responsabilidad del área de Mantenimiento y no forman parte del alcance del presente estudio.

De acuerdo con lo establecido por el PMI en la sexta edición del PMBOK, la gestión de riesgos se desarrolla mediante un proceso estructurado que asegura la continuidad y el éxito del proyecto, cuyos pasos se presentan a continuación (PMI, 2021).

Figura 56. Modelo de gestión de riesgos



Nota. Información basada en (PMI, 2021)

El modelo inicia con la identificación de riesgos que pueden impactar en el proyecto; para ello, se realizó un análisis desde distintas perspectivas, registrando sus principales características para anticipar su ocurrencia y responder de manera oportuna (PMI, 2021). Esto se lleva a cabo mediante técnicas como la lluvia de ideas en reuniones con el equipo de trabajo y especialistas del área, orientadas a identificar los riesgos más relevantes que será considerados en los pasos siguientes. La matriz de riesgos presenta cada riesgo identificado con su respectivo ID (Ver anexo 17).

En cuanto al análisis cualitativo, los riesgos se clasificaron a partir de la evaluación conjunta de dos variables: la probabilidad de ocurrencia y el nivel de impacto, lo que permite determinar aquellos con mayor relevancia dentro del proyecto. La escala empleada se muestra en la tabla 74:

Tabla 74. Escala de probabilidad e impacto de los riesgos

Valor	Probabilidad de ocurrencia	Valor	Nivel de impacto
0,9	Muy alta probabilidad	0,8	Muy alto
0,7	Alta probabilidad	0,4	Alto
0,5	Media probabilidad	0,2	Medio
0,3	Baja probabilidad	0,1	Bajo
0,1	Muy baja probabilidad	0,05	Muy bajo

Nota. Elaboración propia basada en (Abad & Cevallos, 2022).

La Tabla 75 presenta la matriz cualitativa de probabilidad e impacto, la cual integra los niveles definidos para ambos criterios a fin de estimar la magnitud de cada riesgo identificado.

Tabla 75. Matriz de la probabilidad de los impactos de los riesgos

Probabilidad de Impacto		Impacto					
		Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto	
		0.05	0.1	0.2	0.4	0.8	
Probabilidad	Muy alta probabilidad	0.9	0.05	0.09	0.18	0.36	0.72
	Alta probabilidad	0.7	0.04	0.07	0.14	0.28	0.56
	Media probabilidad	0.5	0.03	0.05	0.10	0.20	0.40
	Baja probabilidad	0.3	0.02	0.03	0.06	0.12	0.24
	Muy baja probabilidad	0.1	0.01	0.01	0.02	0.04	0.08

Nota. Elaboración propia basada en (Abad & Cevallos, 2022).

Como se observa, la matriz combina los valores de probabilidad e impacto para obtener una calificación cuantitativa del nivel de riesgo, este resultado facilita la priorización de los riesgos, estableciendo una base para la definición de acciones preventivas y correctivas durante la ejecución del proyecto.

Posteriormente, se desarrolló un análisis cuantitativo con el objetivo de estimar las posibles consecuencias económicas de cada riesgo identificado, proporcionando información clave para la gestión adecuada de riesgos del proyecto. El detalla se presenta en la tabla 76:

Tabla 76. Análisis cuantitativo de riesgos

Probabilidad	Impacto (\$) por día	Impacto (días)	Impacto (días)
X<10% (1)	20	# Días	= Prob [%] * Imp por día [\$] * # Días
10%<X<30% (2)	40	# Días	= Prob [%] * Imp por día [\$] * # Días
30%<X<70% (3)	50	# Días	= Prob [%] * Imp por día [\$] * # Días
70%<X<90% (4)	60	# Días	= Prob [%] * Imp por día [\$] * # Días
X>90% (5)	70	# Días	= Prob [%] * Imp por día [\$] * # Días

Nota. Elaboración propia basada en (Abad & Cevallos, 2022).

La Tabla 76 muestra el análisis cuantitativo de riesgos mediante el cálculo del valor monetario esperado, considerando la probabilidad, el impacto económico diario y la duración del evento. A mayor probabilidad de ocurrencia, mayor es el impacto financiero proyectado, que oscila entre 20 y 70 dólares por día, lo que permite priorizar los riesgos según su relevancia.

Respecto a la planificación de la respuesta a los riesgos, se determinan aquellos eventos que presentan una probabilidad elevada de ocurrencia y un impacto significativo, de acuerdo con el análisis realizado. Estos escenarios críticos deben ser atendidos con prioridad, mediante la aplicación de planes de acción alineados a la estrategia definida: evitar, mitigar, transferir, aceptar o explotar.

De acuerdo con la guía del PMBOK, durante la planificación y el monitoreo de operaciones se aplican diversas estrategias de respuesta frente a los riesgos identificados. En este proyecto, la estrategia de evitar busca eliminar la amenaza antes de que ocurra, aplicándose al riesgo de falta de aprobación del acta de constitución mediante reuniones y revisiones previas. Por su parte, la estrategia de mitigar, orientada a reducir la probabilidad o el impacto, es la más empleada, gestionando riesgos como la falta de compromiso, resistencia al cambio, retrasos o fallas en la prueba piloto a través de capacitaciones, comunicación efectiva, reuniones de coordinación y uso de tableros digitales. Asimismo, la estrategia de transferir se utiliza para asignar la gestión de riesgos financieros a terceros mediante coberturas o contratos, asegurando la estabilidad del presupuesto. La estrategia de aceptar implica reconocer riesgos de menor criticidad, como la baja asistencia a capacitaciones, los cuales se controlan mediante acompañamiento y recordatorios. Finalmente, la estrategia de explotar considera la comunicación limitada entre equipos como una oportunidad para fortalecer los canales de interacción, fomentar la colaboración y promover un mayor alineamiento estratégico.

La siguiente tabla el detalle de la matriz de respuesta a los riesgos del proyecto:

Tabla 77. Respuesta a los riesgos del proyecto

ID	Evento de Riesgo	Acciones de Respuesta	Estrategia	Responsable
RIE-01	Falta de aprobación a tiempo por parte de la gerencia	1. Programar reuniones anticipadas y revisión previa del acta. 2. Establecer plazos claros para la revisión y aprobación.	Evitar	Gerente general
RIE-02	Falta de coordinación en la elaboración del cronograma	1. Asignar un responsable por actividad y establecer una fecha límite de entrega. 2. Revisar y aprobar el cronograma en conjunto con los líderes de área.	Mitigar	Jefe de Operaciones
RIE-03	Sobrecostos por falta de estimación adecuada del presupuesto	1. Revisar costos con especialistas y considerar márgenes de contingencia. 2. Actualizar el presupuesto según los cambios del alcance del proyecto.	Transferir	Gerente de Operaciones
RIE-04	Resistencia del equipo al cambio	1. Capacitar al personal y comunicar los beneficios de la metodología Lean Service. 2. Involucrar al equipo en las decisiones del proyecto.	Mitigar	Jefe de Operaciones
RIE-05	Falta de compromiso del equipo	1. Incentivar la participación con reconocimientos. 2. Realizar evaluaciones periódicas del desempeño.	Mitigar	Jefe de Operaciones
RIE-06	Identificación tardía de problemas críticos	1. Implementar revisiones periódicas del avance. 2. Usar herramientas de monitoreo como KPI y auditorías internas.	Mitigar	Gerente de Operaciones
RIE-07	Fallas en procesos nuevos durante la prueba piloto	1. Ejecutar pruebas preliminares antes del despliegue. 2. Ajustar procesos con base en los resultados.	Mitigar	Jefe de Operaciones
RIE-08	Falta de asistencia o baja participación en capacitaciones	1. Coordinar horarios flexibles. 2. Enviar recordatorios a los participantes.	Aceptar	Jefe de Planta
RIE-09	Documentación incompleta del proyecto	1. Definir responsables y fechas de entrega por documento. 2. Usar plantillas estandarizadas.	Mitigar	Jefe de Operaciones
RIE-10	Comunicación limitada entre los equipos	1. Establecer canales de comunicación formales e informales. 2. Promover una cultura de colaboración.	Explotar	Jefe de Operaciones
RIE-11	Retraso en la aprobación del acta de cierre	1. Programar reuniones anticipadas con stakeholders. 2. Mantener comunicación continua con las partes interesadas.	Evitar	Jefe de Operaciones
RIE-12	Indicadores no cumplen con los objetivos esperados	1. Revisar indicadores antes del inicio del proyecto. 2. Ajustar parámetros según resultados preliminares.	Mitigar	Gerente de Operaciones

Nota. Elaboración propia

Una vez definidas las estrategias de respuesta, se procede a ejecutar las acciones planificadas, garantizando que cada responsable cumpla con las medidas establecidas y que los recursos necesarios estén disponibles. Además, se verifica la eficacia de las estrategias aplicadas, realizando los ajustes correspondientes según el avance del proyecto. En cuanto al monitoreo de los riesgos, se lleva a cabo un seguimiento continuo de los riesgos como de la efectividad de las respuestas implementadas. El responsable designado establecerá la frecuencia de revisión durante la fase de ejecución, la identificación de nuevos riesgos, la reevaluación de los existentes y la actualización de los planes de acción. Además, supervisará periódicamente el estado de las acciones implementadas, analizará sus resultados y consolidará la información obtenida, con el fin de mantener el control sobre las desviaciones que puedan afectar los objetivos del proyecto.

Finalmente, se recopilan las lecciones aprendidas a lo largo del desarrollo del proyecto, con el propósito de aplicar la experiencia obtenida y utilizarla como referencia en futuras iniciativas de mejora; este aprendizaje continuo permite fortalecer la gestión operativa y mejorar la aplicación del Lean Service dentro de la organización.

Tabla 78. Lecciones aprendidas

Rol del equipo	Fase del proyecto	Acción tomada	Resultado	Lección aprendida	Aplicación en el proyecto actual	Aplicación en proyectos futuros	Actor informado	Difusión
Implementadora de la mejora	Durante la fase de prueba del aplicativo Mopex	Sesiones de retroalimentación con los usuarios para ajustar los formularios y flujos del aplicativo	Mejora en la usabilidad y reducción de errores al registrar avances	Es fundamental validar la herramienta tecnológica con los usuarios antes de su implementación definitiva	Validaciones progresivas en el módulo de seguimiento diario de OT	Pilotos controlados y sesiones de feedback con usuarios clave	Gerente de operaciones, jefes de planta y coordinadores	Reunión de cierre y difusión del informe de resultados
Gerente de operaciones	Durante la etapa de planificación de la mejora	Implementación de reuniones semanales entre planeamiento y operaciones	Mayor coherencia entre las fechas de entrega comprometidas	Implementar reuniones cortas y constantes entre áreas para sincronizar la planificación con la ejecución	Coordinación de cargas de trabajo en el tablero Kanban	Reuniones semanales de control y uso de tableros visuales	Jefes de planta, planificador, implementadora de mejora	Actas de reunión y comunicación interna
Implementadora de mejora	Durante la ejecución del monitoreo	Incorporación de tablero visual (Kanban digital) para registrar el estado de cada OT	Mayor visibilidad del avance y rápida detección de retrasos	El monitoreo visual permite anticipar problemas y tomar decisiones oportunas	Seguimiento diario de las OT de media tensión	Aplicable a otros servicios que requieran control visual	Todo el personal operativo y administrativo involucrado	Capacitaciones internas y manuales de uso del aplicativo
Gerente de operaciones	Durante la evaluación de resultados	Comparación de indicadores OTD antes y después de la implementación	Se evidenció una reducción de los retrasos	Medir el impacto de cada mejora es esencial para sustentar su continuidad	Análisis mensual de desempeño del proceso	Evaluación con línea base y control posterior de resultados	Alta dirección, área de calidad y operaciones	Informe de cierre y presentación ejecutiva

Nota. Elaboración propia.

En síntesis, las lecciones aprendidas recopiladas constituyen una fuente valiosa de conocimiento para la organización, ya que facilitan la mejora continua y la prevención de errores en futuros proyectos; además, fomentan la transferencia de buenas prácticas y promueven una cultura de aprendizaje continuo.

8.7. Plan estratégico de gestión de cambios organizacional

El plan estratégico de gestión de cambios organizacional empleado en esta mejora es un soporte clave para esta implementación de la mejora en el proceso de planificación y monitoreo de operaciones en la compañía analizada. Asimismo, se incorporan instrumentos de apoyo, como la matriz RACI, que asigna responsabilidades y roles a los actores involucrados, garantizando una adecuada coordinación, seguimiento y sostenibilidad de los resultados alcanzados.

En este sentido, la gestión del cambio organizacional se convierte en un pilar esencial para la adopción de las mejoras propuestas en el proceso de planificación y monitoreo de operaciones, ya que este plan se centra en preparar, acompañar y comprometer al personal frente a las nuevas formas de trabajo, garantizando tanto la adaptación como la sostenibilidad en el tiempo.

Cabe precisar que la gestión de cambios del proyecto difiere de la gestión del cambio organizacional, pues la primera se orienta al control formal de modificaciones en el alcance, cronograma o entregables del proyecto, mientras que la segunda se centra en el factor humano y cultural, orientando los esfuerzos hacia la adaptación de los colaboradores a los cambios propuestos.

Dado que la participación de los gerentes y jefes es vital para el proceso de gestión de cambios organizacional, se presenta una matriz de clasificación de grupos de interés, a modos de conocer los agentes decisores, influenciadores y espectadores involucrados en la mejora.

Tabla 79. Clasificación de grupo de interés

Grupo de interés	Decisor	Influenciador directo	Influenciador indirecto	Espectador
Gerente general	Sí			
Gerente de operaciones	Sí			
Jefe de Operaciones		Sí		
Jefe de Planta		Sí		
Coordinador de Operaciones			Sí	
Operario				Sí

Nota. Elaboración propia.

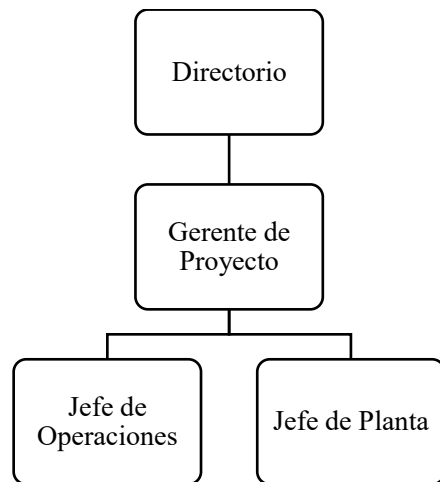
Tabla 80. Matriz de Asignación de responsabilidades (RACI)

EDT	Producto o Entregable	Interesados (<i>Stakeholders</i>)							
		Gerente General	Gerente de Operaciones	Gerencia de Administración	Jefe de Operaciones	Jefe de Planeamiento	Jefe de Planta	Jefe de Finanzas	Coordinador de Operaciones
1.1	Acta de constitución del proyecto	A	R	C	C	I	I	I	I
1.2	Cronograma del proyecto	A	R	I	C	I	I	I	I
1.3	Presupuesto del proyecto	A	R	I	C	I	I	R	I
1.4	Diagnóstico inicial de procesos	I	A	I	R	C	C	I	C
1.5	Establecimiento de base Lean	I	A	I	R	C	C	I	I
1.6	Capacitación del personal	I	R	I	A	I	C	I	R
1.7	Implementación de metodologías Lean Service en áreas críticas	I	A	I	R	C	C	I	I
1.8	Ejecución de la prueba piloto	I	C	I	R	C	A	I	I
1.9	Documentación del proyecto	A	R	I	C	I	I	I	I
1.1	Comunicación de resultados del proyecto	A	R	I	C	C	I	I	I
1.11	Auditorías internas y externas	A	R	C	C	I	I	R	R
1.12	Evaluación de indicadores de éxito	A	R	I	C	C	I	I	I
1.13	Acta de aceptación del proyecto	A	R	I	C	I	I	I	I

Nota. Elaboración propia.

La matriz RACI presentada en la tabla anterior permite esclarecer las responsabilidades dentro del equipo del proyecto de mejora del proceso de planificación y monitoreo de operaciones de motores eléctricos reparados de media tensión, cada perfil desde el gerente general hasta el coordinador de operaciones tiene asignada funciones correspondientes a los roles de responsable (R), aprobador (A), consultado (C) e informado (I). Esto facilita la comunicación y la ejecución de las actividades programadas, resaltando la estructura jerárquica necesaria para la toma de decisiones y contribuyendo a minimizar errores o confusiones durante la implementación de los cambios propuestos mediante la mejora Lean Service y el uso del aplicativo digital.

Figura 57. Organigrama del Proyecto



Nota. Elaboración propia.

El organigrama muestra de manera clara la jerarquía y estructura organizativa del proyecto, desde el directorio hasta los jefes involucrados, esta disposición garantiza un flujo de autoridad definida, facilitando la toma de decisiones y comunicación vertical con los integrantes. Los jefes juegan un rol preponderante en la coordinación de las actividades, mientras que el gerente del proyecto supervisa la ejecución global, esta estructura sencilla es eficaz para gestionar las mejoras implementadas en el proceso de planificación y monitoreo de operaciones de motores reparados de media tensión, asegurando que cada participante este alienado a los objetivos de cambio organizacional.

La siguiente tabla detalla los miembros clave del equipo del proyecto, especificando sus roles, perfiles técnicos y responsabilidades principales dentro de la implementación de la mejora, y la definición clara de estas funciones permite una adecuada coordinación de las actividades de planificación y monitoreo de motores reparados de media tensión, asegurando que cada integrante contribuya al cumplimiento del objetivo del proyecto.

Tabla 81. Miembros del equipo de proyecto

Rol o función	Perfil Técnico	Responsabilidades
Gerente de Proyecto	Ingeniero Industrial especializado en la gestión de proyectos	Responsable de liderar la implementación del plan, monitorear la ejecución y finalización del proyecto
Jefe de Operaciones	Ingeniero Industrial especializado en dirección de operaciones	Responsable de coordinar la implementación y supervisar los avances.
Jefe de Planta	Ingeniero Mecánico especializado en la gestión de mantenimientos de equipos y maquinarias pesadas	Responsable de aprobar las programaciones de trabajo, capacitaciones y supervisar el proceso operativo.

Nota. Elaboración propia.

La asignación de responsabilidades refleja la estructura jerárquica necesaria para la toma de decisiones y el seguimiento del proyecto; esta distribución permite al gerente de proyecto supervisar la ejecución global, mientras que los jefes de operaciones y de planta gestionan la implementación operativa y la supervisión del personal, garantizando la sostenibilidad de los cambios propuestos mediante la mejora Lean Service y el uso del aplicativo digital en el proceso de planificación y monitoreo.

CONCLUSIONES

- El análisis del desempeño histórico del servicio especializado de reparación de motores eléctricos de media tensión durante el año 2024 evidenció un nivel de incumplimiento del indicador OTD de 42%, frente a la meta esperada de 10%, reflejando una brecha del 32% y una pérdida económica estimada de USD 25,204, evidenciando la necesidad de fortalecer la planificación y el monitoreo de las operaciones, con el fin de garantizar la entrega oportuna de los servicios y garantizar la continuidad operativa de los motores eléctricos reparados de media tensión.
- El análisis del mapa de valor actual (VSM As Is) reveló un tiempo total de 1440 minutos en el proceso de estudio; en contraste, el mapa de valor futuro (To Be) mostró una reducción a 1040 minutos, logrando una disminución de 400 minutos. Esta mejora fue posible gracias a la aplicación del enfoque Lean Service, soportado en el desarrollo del aplicativo digital Mopex, que fortaleció la planificación y el monitoreo de las operaciones y asegura un desarrollo sostenible en la operatividad de los motores eléctricos reparados de media tensión.
- Respecto al diagrama de operaciones As Is, se identificaron seis tareas que no agregaban valor dentro de las diecisiete actividades totales del proceso de estudio; sin embargo, tras la implementación de la mejora, dichas tareas fueron transformadas en actividades que aportan valor al flujo operativo, consolidando un proceso más eficiente orientado a la mejora continua y al cumplimiento de oportuno de las entregas.
- Tras la implementación piloto del aplicativo Mopex, durante el periodo de marzo a mayo 2025, el indicador OTD trimestral reflejó una reducción en el nivel de incumplimiento, pasando del 46% en el periodo previo de diciembre 2024 a febrero 2025 al 29%, lo que representa una mejora de 17 %. Este avance evidencia un impacto directo de una planificación más eficiente y el monitoreo en tiempo real: por cada 10 Ots, ahora se entregan 2 adicionales dentro del plazo establecido.
- La aplicación de herramientas como el trabajo estandarizado y el poka-yoke permitió reducir los errores de planificación, pasando del 8% en el periodo trimestral previo al piloto al 0% durante el periodo piloto de marzo a mayo 2025; este resultado se logró mediante la

digitalización de formatos y la definición clara de pasos operativos en la plataforma Mopex.

- La incorporación del sistema Andon como mecanismo de alerta visual contribuyó a disminuir los requerimientos observados, pasando del 39% en el periodo trimestral previo al piloto al 33% durante el periodo piloto de marzo a mayo 2025, demostrando que la visibilidad oportuna de desviaciones en el flujo operativo favorece la acción correctiva inmediata, mejora la calidad de los datos y consolida una cultura de mejora continua.
- La integración de Kanban con Poka Yoke automatizado permitió reducir las órdenes de trabajo sin alertas, pasando del 42% en el periodo trimestral previo al piloto al 33% durante el periodo piloto de marzo a mayo 2025, confirmando la efectividad de contar con información visual y validaciones automáticas que respaldan decisiones más precisas y una gestión operativa basada en datos confiables.
- En términos de viabilidad económica, los indicadores de rentabilidad evidencian resultados favorables, con un Valor Actual Neto (VAN) de USD 159,759 y una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 71.30%, lo que demuestra que la mejora propuesta es económicamente viable y sostenible, asegurando beneficios operativos y financieros para la organización.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la Gerencia de Operaciones formalizar e incorporar de manera permanente el enfoque Lean Service con el soporte del aplicativo digital Mopex, integrándolo dentro del modelo operativo estándar de la empresa. Esto permitirá consolidar los avances logrados, mantener un control eficiente sobre las órdenes de trabajo y continuar avanzando hacia el cumplimiento sostenido de los niveles de entrega establecidos. Asimismo, se sugiere considerar su aplicación en la otra línea de mantenimiento con la que cuenta la organización, con el fin de replicar los beneficios obtenidos.
- Se recomienda al área de Planeamiento ampliar la implementación del aplicativo Mopex a todas las áreas involucradas en la cadena de reparación de motores, con el propósito de estandarizar el control operativo y fortalecer la trazabilidad de los procesos. Además, se sugiere establecer un sistema de mejora continua sustentado en los indicadores de desempeño obtenidos.
- Se recomienda a la Gerencia de Operaciones consolidar el uso del trabajo estandarizado y poka yoke como parte del procedimiento formal para la planificación de órdenes de trabajo. Esto implica actualizar los manuales operativos, capacitar al personal y monitorear periódicamente el cumplimiento de los estándares definidos en el aplicativo Mopex, garantizando así la sostenibilidad de la mejora alcanzada.
- Se sugiere a la Gerencia de Operaciones mantener e integrar de forma transversal el sistema de alertas tipo Andon en todas las etapas de validación de requerimientos. Asimismo, se recomienda implementar rutinas de revisión temprana y seguimiento diario que permitan detectar desviaciones desde su origen, fomentando una cultura de respuesta ágil y preventiva.
- Se recomienda a la Gerencia General continuar con el desarrollo de funcionalidades basadas en kanban digital y poka yoke automatizado, incorporando nuevos puntos de control en el flujo de las órdenes de trabajo, sobre la base del enfoque Lean Service. Además, se sugiere generar reportes automáticos de cumplimiento que faciliten la toma de decisiones operativas y contribuyan al aprendizaje sistemático del proceso.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abad, J., & Cevallos, P. (2022). Propuesta, según PMBoK, para gestionar los riesgos de proyectos del Departamento de Planificación PACARSI S.A. Cuenca, Ecuador: FIPCAEC (Edición 31). doi:<https://doi.org/10.23857/fipcaec.v7i1.507>
- Abdelhadi, A. (2016). Using lean manufacturing as service quality benchmark evaluation measure. *International Journal of Lean Six Sigma*, 1-12. Obtenido de <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IJLSS-02-2015-0003/full/html>
- ACE. (2011). *Lean Services: How Service organisations meet future challenges*. Stuttgart: Allied Consultants Europe. Obtenido de <https://consultus.se/wp-content/uploads/ace-2011.pdf>
- Agarwal, S., Gallo, J., Parashar, A., Agarwal, K., Ellis, S., Khot, U., . . . Kapadia, S. (2016). Impact of lean six sigma process improvement methodology on cardiac catheterization laboratory efficiency. *Cardiovascular Revascularization Medicine*, 95-101. doi:<https://doi.org/10.1016/j.carrev.2015.12.011>
- Ahmed Soliman, M. (2020). Takt time: a guide to the very basic lean calculation. Norcross: Personal Lean.org. Obtenido de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=KPXUEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA3&dq=takt+time+lean+service+importance&ots=UvFP0mbDwM&sig=WrdB0CPgYewltNrCHRmG1jLmtEo#v=onepage&q=takt%20time%20lean%20service%20importance&f=false>
- Allway, M., & Corbett, S. (2002). Shifting to Lean Service: Stealing a page from manufacturers playbooks. *JOURNAL OF ORGANIZATIONAL EXCELLENCE*, 45-54. doi:10.1002/npr.10019
- Alnajem, M., Garza-Reyes, J., & Ant, J. (2019). Lean readiness within emergency departments: a conceptual framework. *Benchmarking: An International Journal*, 1874-1904. doi:<https://doi.org/10.1108/BIJ-10-2018-0337>
- Altendorfer, K. (2014). *Capacity and Inventory Planning for Make-to-Order Production Systems. The Impact of a Customer Required Lead Time Distribution*. Steyr: Springer.
- AmCham Perú. (16 de Diciembre de 2024). AmChamNews. Obtenido de AmChamNews: <https://www.gob.pe/institucion/mef/noticias/1075414-el-pbi-crecio-3-4-en-octubre-de-2024-y-acumulo-siete-meses-de-crecimiento-consecutivo>

- Andina. (19 de Enero de 2024). Senati: Empresas demandan más técnicos en minería. Andina, págs. 1-2. Obtenido de <https://andina.pe/agencia/noticia-senati-empresas-demandan-mas-tecnicos-mineria-971137.aspx>
- Andrade, A., Del Río , C., & Alvear, D. (2019). Estudio de Tiempos y Movimientos para Incrementar la Eficiencia en una Empresa de Producción de Calzado. Otavalo-Ecuador: Scielo.Información Tecnológica – Vol. 30 N° 3. Obtenido de <https://www.scielo.cl/pdf/infotec/v30n3/0718-0764-infotec-30-03-00083.pdf>
- Aquino, M. (01 de Enero de 2025). Perú registra inflación del 0,11% en diciembre, cierra año en 1,97%. Reuters, págs. 1-2. Obtenido de [https://www.reuters.com/latam/negocio/QI5LR56435MD7OJROEYW3HLJY4-2025-01-01/#:~:text=%2C97%25%20%7C%20Reuters-,Per%C3%BA%20registra%20inflaci%C3%B3n%20del%200%2C11%25%20en%20diciembre%2C,cierra%20a%C3%B1o%20en%201%2C97%25&text=LIMA%2C%201%20ene%20\(Reuters](https://www.reuters.com/latam/negocio/QI5LR56435MD7OJROEYW3HLJY4-2025-01-01/#:~:text=%2C97%25%20%7C%20Reuters-,Per%C3%BA%20registra%20inflaci%C3%B3n%20del%200%2C11%25%20en%20diciembre%2C,cierra%20a%C3%B1o%20en%201%2C97%25&text=LIMA%2C%201%20ene%20(Reuters)
- Atkinson , P. (2004). Creating and Implementing Lean Strategies. Management Services , 18-21. Obtenido de <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=2bb556c3218748b9c285d17121a1a37f6e330bfl>
- B.KLIMAN, G. (2004). Handbook of electric motors. Boca Raton, Florida: CRC Press.
- Ball, D., & Maleyeff, J. (2003). Lean Management of Environmental Consulting. Journal of Managment in Engineering, 17-24. doi:[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0742-597X\(2003\)19:1\(17\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0742-597X(2003)19:1(17))
- Banco Central de Reserva del Perú. (19 de Febrero de 2022). PBI creció 13,3 por ciento en 2021. Obtenido de PBI creció 13,3 por ciento en 2021: <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Transparencia/Notas-Informativas/2022/nota-informativa-2022-02-19.pdf>
- BANCO CENTRAL DE RESERVA DEL PERÚ. (2024). Resumen Informativo Semanal . Obtenido de Resumen Informativo Semanal : <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Nota-Semanal/2024/resumen-informativo-2024-06-27.pdf>

- Barbará, Yamile. (2021). APUNTES DE CÁTEDRA: ELABORACIÓN DEL ÁRBOL DE PROBLEMAS Y DE OBJETIVOS.
- BCRP. (05 de Setiembre de 2024). Resumen Informativo Semanal. Lima: Banco Central de Reserva del Perú. Obtenido de <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Nota-Semanal/2024/resumen-informativo-2024-09-05.pdf>
- BCRP. (2018). Tipo de cambio. Guía Metodológica de la Nota Semanal, 1-30. Obtenido de <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Guia-Metodologica/Guia-Metodologica-05.pdf>
- BCRP. (2021). Reporte de Inflación: Panorama actual y proyecciones macroeconómicas. Lima: Banco Central de Reserva del Perú. Obtenido de <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Reporte-Inflacion/2021/diciembre/reporte-de-inflacion-diciembre-2021.pdf>
- BCRP. (2024). Informe macroeconómico: III Trimestre de 2024. Lima: Banco Central Reserva del Perú. Obtenido de <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Notas-Estudios/2024/nota-de-estudios-82-2024.pdf>
- BCRP. (2024). Reporte de estabilidad financiera. Lima: Banco Central de Reserva del Perú. Obtenido de <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Reporte-Estabilidad-Financiera/2024/mayo/ref-mayo-2024.pdf>
- BCRP. (2024). Reporte de Inflación: Panorama actual y proyecciones macroeconómicas 2024-2025. Lima: Banco Central de Reserva del Perú. Obtenido de <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Reporte-Inflacion/2024/junio/reporte-de-inflacion-junio-2024.pdf>
- BCRP. (2024). Resumen Informativo Semanal. Lima: Banco Central de Reserva del Perú. Obtenido de Resumen Informativo Semanal: 07 de marzo de 2024: <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Nota-Semanal/2024/resumen-informativo-2024-03-07.pdf>
- Bermúdez Tapia, M. (2021). Políticas públicas, pandemia y corrupción: El caso "vacunagate" en Perú. Unifafibe, 984-1008. doi:<https://doi.org/10.25245/rdspp.v9i1.1019>
- Bicheno, J. (2008). The Lean toolbox for service systems. Buckingham: Picsie Books.
- Bicheno, J., & Holweg, M. (2008). The Lean Toolbox. Buckingham: PICSIE Books.

- Bigio, S., & Ramírez Rondán, N. (2020). Corrupción e indicadores de desarrollo en el Perú y el mundo: una revisión empírica. Crecimiento económico en el Perú: causas y consecuencias , 118-151. Obtenido de <https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/8842/4CORRUPCI%C3%93N%20E%20INDICADORES%20DE%20DESARROLLO%20EN%20EL%20PER%C3%9A.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bizinotto Mota, J. (2023). Optimización de procesos de canales de servicio de compra remota para mejorar la satisfacción del Cliente: Estudio de caso en un Supermercado del Interior de Minas Gerais. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia: Faculdade de Gestão e Negócios da Universidade Federal de Uberlândia.
- Blanchard, D. (2010). Supply Chain Management Best Practices. John Wiley & Sons, 3-293. Obtenido de <https://books.google.com.pe/books?id=TPh4wW2k5UIC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
- Bonaccorsi, A., Carmignani, G., & Zammori, F. (2011). Service Value Stream Management (SVSM): Developing Lean Thinking in the Service Industry. *Journal of Service Science and Management*, 428-439. doi:10.4236/jssm.2011.44048
- Bowen , D., & Youngdahl, W. (1998). “Lean” service: in defense of a production-line approach. *International Journal of Service Industry Management*, 207 - 225. doi:<https://doi.org/10.1108/09564239810223510>
- Brealey, R., Myers, S., & Allen, F. (2010). Principio de Finanzas Corporativas. México: Mc Graw Hill. Obtenido de https://www.economicas.unsa.edu.ar/afinan/informacion_general/book/princ_de_finanzas_corporativas_9ed_myers.pdf
- Breyfogle , F. (2007). Herramientas Lean que mejoran los procesos: una visión general. *BPTrends*, 1-7. Obtenido de https://smartersolutions.com/orl/P_68_BPTrends_Lean_Tools_IP.pdf
- BVL. (Setiembre de 2025). Bolsa de Valores de Lima. Obtenido de Bolsa de Valores de Lima: <https://www.bvl.com.pe/emisores/detalle?companyCode=73600>
- Cachicatari Peña, M. (2019). Propuesta de mejora basada en Lean Service para incrementar el nivel de eficiencia del uso del presupuesto de adjudicación de servicios de tercerización

- en una empresa del sector minero. Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales, 1-142. Obtenido de <https://repositorio.ucsm.edu.pe/server/api/core/bitstreams/570c5631-37d3-4e60-b154-3d17c3b25e53/content>
- Capuñay Reátegui, C. (14 de Enero de 2025). Un reto para el 2025. *El Peruano*, pág. 1. Obtenido de <https://elperuano.pe/noticia/261143-un-reto-para-el-2025>
- Cardenas Gonzales, J., Alarcón Requejo, G., & Sánchez Pérez, L. (2024). La relación entre corrupción e inversión privada en Perú. *Revista científica en ciencias sociales*, 1-16. Obtenido de https://www.upacifico.edu.py:8043/index.php/PublicacionesUP_Sociales/article/view/579/983
- Castro Castillo, J., & Rodríguez Díaz, L. (2022). Diseño de un Plan de Seguimiento a los cargos de gestión de Recursos Humanos en Caminamos Juntos I.P.S. Departamento de Ingeniería Industrial. Universidad del Norte.
- Cavassa , F. (08 de Febrero de 2024). Las perspectivas tecnológicas para el 2024. *CTO Perú*. Obtenido de <https://ctoperu.pe/articulo/38376/las-perspectivas-tecnologicas-para-el-2024/>
- CEPLAN. (2020). Reporte 2020: Riesgos y oportunidades globales para el Perú. Lima: Centro Nacional de Planeamiento Estratégico. Obtenido de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3294092/CEPLAN.%20Riesgos%20y%20oportunidades%20globales%20para%20el%20Per%C3%BA%202020-2030%20%282da%20edici%C3%B3n%29.pdf>
- CEPLAN. (2023). Informe de análisis prospectivo Perú: Retos y desafíos globales al 2050. Lima: Centro Nacional de Planeamiento Estratégico. Obtenido de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4389419/CEPLAN%20-%20Informe%20de%20an%C3%A1lisis%20prospectivo%20al%202050%20Per%C3%BA.%20Retos%20y%20desaf%C3%ADos%20globales%202050%20.pdf>
- CEPLAN. (2023). Transformación digital: panorama actual y principales perspectivas. Ceplan, 9-86. Obtenido de Transformación digital: panorama actual y principales perspectivas: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/5623538/4984523-ceplan-transformacion-digital-panorama-actual-y-principales-perspectivas.pdf>
- César Loo Gil. (2021). Impacto de volatilidad del tipo de cambio del dólar en las monedas de países. *TecnoHumanismo*, 111-128. doi:<https://doi.org/10.53673/th.v1i3.62>

- Chambe Lupaca, R., García Gonzáles, O., Arambarri, J., & Rojas García, J. A. (2024). Management model using Lean service and digital transformation to increase profitability in a software development SME in the digital economy. 22nd LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology, 1-11. Obtenido de https://laccei.org/LACCEI2024-CostaRica/papers/Contribution_314_final_a.pdf
- Chapman, S. (2006). The Fundamentals of production planning and control. New Jersey: Pearson Education. Obtenido de http://Stephen_N._Chapman_The_Fundamentals_of_ProductioBook4You.pdf
- Chiavenato, I., & Sapiro, A. (2017). Planeación Estratégica: Fundamentos y Aplicaciones. México: McGraw-Hill Interamericana. Obtenido de <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/911563/127-Planeacion-estrategica-fundametos-chiavenato-idalberto.pdf>
- COMEXPERU. (02 de Junio de 2023). Sociedad de Comercio Exterior del Perú. Obtenido de Sociedad de Comercio Exterior del Perú: <https://www.comexperu.org.pe/articulo/analisis-economico-regional-del-primer-trimestre-de-2023-sectores-agropecuario-y-mineria-e-hidrocarburos#:~:text=La%20mayor%20parte%20de%20esta,del%20mismo%20per%C3%A9%ADodo%20de%202022>.
- Comexperu. (20 de Diciembre de 2024). Resultados macroeconómicos y perspectivas a 2025. Semanario 1238 - Economía. Obtenido de <https://www.comexperu.org.pe/articulo/resultados-macroeconomicos-y-perspectivas-a-2025>
- ComexPerú. (30 de Abril de 2021). Subida del tipo de cambio incrementaría los precios de las importaciones. Semanario 1072 - Actualidad, pág. 1. Obtenido de <https://www.comexperu.org.pe/articulo/subida-del-tipo-de-cambio-incrementaria-los-precios-de-las-importaciones>
- Congreso de la República del Perú. (19 de Febrero de 2021). Ley de disposición de los bienes, maquinaria pesada y otros equipos incautados en operativos realizados contra las actividades ilegales en la economía peruana (minería ilegal, tráfico ilícito de drogas, lavado de activos y otros). Obtenido de Ley de disposición de los bienes, maquinaria pesada y otros equipos incautados en operativos realizados contra las actividades ilegales

- en la economía peruana (minería ilegal, tráfico ilícito de drogas, lavado de activos y otros):
https://www.leyes.congreso.gob.pe/Documentos/2016_2021/Proyectos_de_Ley_y_de_Resoluciones_Legislativas/PL07229-20210226.pdf
- Congreso de la República del Perú. (2021). Ley N.º 30225, Ley de Contrataciones del Estado .
 Lima: Diario Oficial El Peruano. Obtenido de
https://www.mef.gob.pe/contenidos/comunicado/RLCE/Proyecto_Reglamento_LCE.pdf
- Cortés, José. (2017). Sistema de Gestión de Calidad (ISO9001:2015). Obtenido de Sistema de Gestión de Calidad (ISO9001:2015):
<https://books.google.com.co/books?id=RhkwDwAAQBAJ&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
- Cudney, E., Furterer, S., & Dietrich, D. (2014). LEAN SYSTEMS: Applications and Case Studies in Manufacturing, Service, and Healthcare. Boca Raton, FL: CRC Press.
- D'Alessio Ipinza, F. (2013). El proceso estratégico: Un enfoque de gerencia (2a edición). Lima: Pearson. Obtenido de <https://centrumthink.pucp.edu.pe/libroseinformestecnicos/el-proceso-estrategico-un-enfoque-de-gerencia-2a-edicion/>
- Dakic, D., Vrhovac, V., Milisavljevic, S., Celic, Đ., Stefanovic, D., & Jankovi, M. (2024). The Factors Influencing User Satisfaction in Last-Mile Delivery: The Structural Equation Modeling Approach. Novi Sad: MDPI Journal.
 doi:<https://doi.org/10.3390/math12121857>
- Dal Forno, A., Da Silva, R., & Kipper, L. (2024). Factores críticos de éxito en la implementación de S&OP: análisis de indicadores OTIF, OTD y costos de envío. International Journal of Scientific Management and Tourism, 1-20. doi:10.55905/ijsmtv10n3-029
- Damodaran. (05 de Enero de 2025). Beta, Unlevered beta and other risk measures. Obtenido de Beta, Unlevered beta and other risk measures:
https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html
- Damrath, F. (2012). Increasing competitiveness of service companies: developing conceptual models for implementing Lean Management in service companies. Politecnico di Milano, 1-63. Obtenido de <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:557034/FULLTEXT01.pdf>

- Daniel Encinas, Maritza Paredes. (26 de Agosto de 2020). Perú 2019: crisis política y salida institucional. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-090X2020005000116>
- Dávila Pinto, P., & García Salazar, M. (2017). Identificación de criterios relevantes para la toma de decisión multicriterio con aplicación del modelo AHP y escala de Saaty. Quito: FIGEMPA: Investigación Y Desarrollo,. doi:<https://doi.org/10.29166/revfig.v1i2.74>
- De Pablos, L. (2006). Lean Six Sigma in the service industries. , L. A. ().
- Decreto Supremo N.º 085-2023. (14 de Enero de 2024). Política Nacional de Transformación Digital. Obtenido de Política Nacional de Transformación Digital: <https://www.gob.pe/pntd>
- Decreto Supremo N° 024-2016. (2016). Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería. Lima: El Peruano. Obtenido de <https://faolex.fao.org/docs/pdf/per160277.pdf>
- Defensoría del Pueblo. (2023). El caso de la concesión vías nuevas de Lima y la afectación al interés público: Una aproximación a partir de la vulneración de los derechos fundamentales. Lima. Obtenido de <https://www.defensoria.gob.pe/wp-content/uploads/2023/07/ID-Rutas-de-Lima.pdf>
- Delgado, A., Sanchez, J., & Salas, R. (2022). Modelo para reducir los tiempos de entrega de proyectos aplicando TPM y SMED: Caso de estudio de una empresa metalmecánica. Lima: Facultad de Ingeniería. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas . Obtenido de <https://es.scribd.com/document/642954158/FP727-1-metalmecanica-pdf?>
- Delgado, A., Sanchez, J., & Salas, R. (2022). Modelo para reducir los tiempos de entrega de proyectos aplicando TPM y SMED: Caso de estudio en una empresa metalmecánica. 20th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology, 18-22. doi: <http://dx.doi.org/10.18687>
- Díaz Fernández, Ileana. (2009). Enfoque de Porter y de la teoría basada en los recursos en la identificación de la Ventaja. Economía y Desarrollo, 101-114. Obtenido de Enfoque de Porter y de la teoría basada en los recursos en la identificación de la Ventaja: <https://www.redalyc.org/pdf/4255/425541313005.pdf>
- Dinis Carvalho, J. (2020). The role of lean training in lean implementation. Production Planning & Control : The Management of Operations, 441-442. doi:<https://doi.org/10.1080/09537287.2020.1742376>

- EASA. (2025). EASA: The Electro Mechanical Authority. Obtenido de EASA: The Electro Mechanical Authority: <https://easa.com/>
- EASA. (Enero de 2019). Good Practice Guide to Maintain Motor Efficiency. Obtenido de Good Practice Guide to Maintain Motor Efficiency: <https://easa.com/resources/resource-library/good-practice-guide-to-maintain-motor-efficiency?>
- EASA. (Enero de 2019). The Effect of Repair/Rewinding on Premium Efficiency/IE3 Motors. Obtenido de The Effect of Repair/Rewinding on Premium Efficiency/IE3 Motors: <https://easa.com/resources/resource-library/the-effect-of-repairrewinding-on-premium-efficiencyie3-motors>
- El Peruano. (09 de Julio de 2024). Dólar no superaría los S/ 3.79. Empresa Peruana de Servicios Editoriales . Obtenido de <https://www.elperuano.pe/noticia/247350-dolar-no-superaria-los-s-379>
- El Peruano. (28 de Julio de 2023). PCM aprueba Política Nacional de Transformación Digital al 2030. Empresa Peruana de Servicios Editoriales, pág. 1. Obtenido de <https://www.elperuano.pe/noticia/219244-pcm-aprueba-politica-nacional-de-transformacion-digital-al-2030>
- Elizabeth A. Cudney, Sandra L. Furterer, & David M. Dietrich. (2014). *Lean System: Applications and Case Studies in Manufacturing, Service, and Healthcare*. Boca Raton, Florida: CRC Press.
- Emadi, A. (2005). *ENERGY-EFFICIENT ELECTRIC MOTORS*. Chicago, Illinois: MARCEL DEKKER, INC.
- Emiliani, M. (2004). Improving business school courses by applying lean principles and practices. *Quality Assurance in Education*, 175-187.
doi:<https://doi.org/10.1108/09684880410561596>
- ENAP. (2023). *Transformación Digital en el Perú*. Lima: Escuela Nacional de Administración Pública. Obtenido de https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/5554903/4937357-231958-guia-transformacion-digital_final_deposito_legal.pdf
- Energiminas. (04 de Marzo de 2025). ABB: US\$125 mil por hora son las pérdidas por paradas inesperadas. Obtenido de ABB: US\$125 mil por hora son las pérdidas por paradas inesperadas: <https://energiminas.com/2025/03/04/abb-us125-mil-por-hora-son-las-perdidas-por-paradas-inesperadas/>

- ESAN. (28 de Octubre de 2019). El modelo CAPM y su aplicación en las finanzas. Obtenido de El modelo CAPM y su aplicación en las finanzas: <https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/el-modelo-capm-y-su-aplicacion-en-las-finanzas>
- Fenner, S., & Netland, T. (2023). Lean service: a contingency perspective. Zurich: Operations Management Research - Springer. doi:<https://doi.org/10.1007/s12063-023-00350-7>
- Fillingham, D. (2007). Can lean save lives? *Leadership in Health Services*, 231-241. doi:10.1108/17511870710829346
- Forslund, H., Jonsson, P., & Mattsson, S.-A. (2009). Order-to-delivery process performance in delivery scheduling environments. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 41-53. doi:10.1108/17410400910921074
- Forslund, H., Jonsson, P., & Mattsson, S.-A. (2008). Order-to-delivery process performance in delivery scheduling environments. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 41-53. doi:10.1108/17410400910921074
- Forslund, H., Jonsson, P., & Mattsson, S.-A. (2009). Order-to-delivery process performance in delivery scheduling environments. *International Journal of Productivity and Performance Management*, pp. 41-53.
- França Canon, J., Rogério dos Santos, R., Heuer de Carvalh, V., da Silva Monte, M., & Lima de Barros, T. (2025). Integrated Logistics Management Through ERP System: A Case Study in an Emerging Regional Market. Brasil: MDPI. doi:<https://doi.org/10.3390/logistics9020059>
- Fred, R. (2013). *Conceptos de administración estratégica*. México: Pearson. Obtenido de <https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w25139w/conceptos-de-administracion-estrategica.pdf>
- Frieser, A. (16 de Diciembre de 2020). Guía para el mantenimiento de motores eléctricos. Obtenido de Guía para el mantenimiento de motores eléctricos: <https://datascope.io/es/blog/motores-electricos-claves-para-un-correcto-mantenimiento/>
- García Palencia, O. (2006). *El Mantenimiento General*. Administración de empresas. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, 1-85. Obtenido de El Mantenimiento General. Administración de empresas: <https://repositorio.uptc.edu.co/server/api/core/bitstreams/322db66d-4d43-47f8-a958-061f4296dec0/content>

- George, M. (2003). *Lean Six Sigma for Service: How to Use Lean Speed and Six Sigma*. McGraw-Hill, 1-381. doi:10.1036/0071418210
- Gómez Suarez, I. (2020). *Mantenimiento electromecánico de motores eléctricos*. Madrid: Paraninfo.
- Gómez Vega, R. (11 de Junio de 2024). *El País*. Obtenido de *El País*:
<https://elpais.com/america/2024-06-12/la-presidenta-dina-boluarte-cae-hasta-el-5-de-popularidad-record-historico-de-desaprobacion-en-peru.html>
- Gosselin, M. (1997). The effect of strategy and organizational structure on the adoption and implementation of activity-based costing. *Accounting, Organizations and Society*, 105-122.
- Gran tecnología de Hangzhou. (24 de Noviembre de 2011). *Grand*. Obtenido de *Grand*:
<https://www.grandslipring.com/es/wound-rotor-and-squirrel-cage/>
- Grupo Banco Mundial. (21 de Octubre de 2024). *Perú Panorama general*. *El Banco Mundial en Perú*, págs. 1-2. Recuperado el
<https://www.bancomundial.org/es/country/peru/overview#:~:text=En%20el%202024%2C%20la%20econom%C3%ADa,expanda%20en%203.1%25%20durante%202024.>
- Grzelczak , A., & Werner-Lewandowska, K. (2016). Eliminating Muda (Waste) in Lean Management by Working Time. *Arabian Journal of Business and Management Review*, 1-11. doi:10.4172/2223-5833.1000216
- Gupta, S., Sharma, M., & Sunder, V. (2016). Lean services: a systematic review. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 1025-1055. doi:10.1108/IJPPM-02-2015-0032
- Hadid , W. (2019). Lean service, business strategy and ABC and their impact on firm performance. *Production Planning & Control*, 1-15.
doi:<https://doi.org/10.1080/09537287.2019.1599146>
- Hadid , W., Mansouri , A., & Gallear, D. (2016). "Is lean service promising? A socio-technical perspective". *International Journal of Operations & Production Management*, 1-7.
doi:<https://doi.org/10.1108/IJOPM-01-2015-0008>
- Hadid, W., & Mansouri , S. (2014). The lean-performance relationship in services: a theoretical model. *International Journal of Operations & Production Management*, 750-785.
doi:<https://doi.org/10.1108/IJOPM-02-2013-0080>

- Haryanto, E., & Ikatrinasari, Z. (2014). Implementation of Lean Service with Value Stream Mapping at Directorate Airworthiness and Aircraft Operation, Ministry of Transportation Republic of Indonesia. *Journal of Service Science and Management*, 291-301. doi:10.4236/jssm.2014.74026
- Hautamäki, K. (2023). Development of a new expandable Andon light system into lean manufacturing production using MQTT and smart bulbs. Department of Computing, Faculty of Technology Robotics and Autonomous systems, 1-51. Obtenido de https://www.utupub.fi/bitstream/handle/10024/175948/Hautamaki_masters_thesis_2023.pdf?sequence=1
- Heinonen, K. (2015). Reducing the Delivery Time of Order-to-Delivery.
- Hernández Matías, J., & Vizán Idoipe, A. (2013). Lean manufacturing : Conceptos, técnicas e implantación. *Fundación EOI*, 5-171. Obtenido de https://fabricacion.industriales.upm.es/wp-content/uploads/2022/04/EOI_LeanManufacturing_2013.pdf
- Hernández-Hernández, N., & Garnica-Gonzales, J. (Julio de 2015). Árbol de Problemas del Análisis al Diseño y Desarrollo de Productos. *Conciencia Tecnológica*, 38-46. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/944/94443423006.pdf>
- Hernández-Sampieri , R., & Mendoza Torres, C. (2018). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGRAW-HILL INTERAMERICANA. Obtenido de http://www.biblioteca.cij.gob.mx/archivos/materiales_de_consulta/drogas_de_abuso/articulos/sampierilasrutas.pdf
- Huarac Rosell, A., & Collanqui Torres,, R. (2023). Modelo de mejora para disminuir el índice de pedidos no conformes en una empresa distribuidora mediante Herramientas Lean Service. Lima. Obtenido de https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/671347/Huarac_RA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Hummer, J., & Daccarett, C. (2009). Improvement in prescription renewal handling by application of the Lean process. *Nursing Economic*, 197-201. Obtenido de <https://www.proquest.com/openview/839c19a0bd6340fd1e716f12153a8f50/1?pq-origsite=gscholar&cbl=30765>

- Hussain, M., & Malik, M. (2016). Prioritizing lean management practices in public and private hospitals. *Journal of Health Organization and Management*, 457-474 .
doi:<https://doi.org/10.1108/JHOM-08-2014-0135>
- Hussain, S. (2021). Lean and Process Optimization Training Program. Technische Hochschule Ingolstadt, 1-87. Obtenido de <https://opus4.kobv.de/opus4-haw/frontdoor/index/index/year/2023/docId/3330>
- IEEE Industry Applications Society. (2025). Standard for the Repair and Rewinding of AC Electric Motors in the Petroleum, Chemical, and Process Industries. Obtenido de Standard for the Repair and Rewinding of AC Electric Motors in the Petroleum, Chemical, and Process Industries: <https://standards.ieee.org/ieee/1068/11141/>
- IEEE Power Engineering Society. (2004). IEEE Standard Test Procedure for Polyphase Induction Motors and Generators. New York: Institute of Electrical and Electronics Engineers .
- Imai, M. (1986). Kaizen (Ky'zen), the Key to Japan's Competitive Success. Random House Business Division, 1- 259. Obtenido de <https://books.google.com.pe/books?id=XsAkgTGo5ncC>
- Inducom . (19 de Julio de 2022). Motores eléctricos en Perú, eficiencia IE3 para ahorro energético. Obtenido de Motores eléctricos en Perú, eficiencia IE3 para ahorro energético: <https://inducom.com.pe/motores-electricos-en-peru-eficiencia-ie3-para-ahorro-energetico/>
- INEI. (2024). Perú: Percepción Ciudadana sobre Gobernabilidad, Democracia y Confianza en las Instituciones. Lima: Instituto Nacional de Estadísticas e Informática. Obtenido de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/6868891/5940688-peru-percepcion-ciudadana-sobre-gobernabilidad-democracia-y-confianza-en-las-instituciones-enero-junio-2024.pdf>
- Instituto Peruano de la Economía. (18 de Febrero de 2024). La inversión privada habría crecido 8.4% en el inicio del 2024. Obtenido de La inversión privada habría crecido 8.4% en el inicio del 2024: <https://www.ipe.org.pe/portal/la-inversion-privada-habria-crecido-8-4-en-el-inicio-del-2024/#:~:text=Tal%20como%20anticip%C3%B3%20el%20IPE,seis%20trimestres%20de%20ca%C3%ADdas%20consecutivas.>

- IPE. (2023). ¿Qué estamos perdiendo como país? El impacto económico de los conflictos sociales y la tramitología en la minería. Lima: Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía. Obtenido de <https://www.ipe.org.pe/portal/wp-content/uploads/2023/09/2023-SNMPE-El-impacto-economico-los-conflictos-sociales-y-la-tramitologia-en-la-mineria.pdf>
- Janampa Huaccharaque, J., & Morales Reyes, M. (2022). Propuesta de aplicación de Lean Service para mejorar la gestión de proyectos. Facultad de Ingeniería, 1-147. Obtenido de <https://repositorio.urp.edu.pe/server/api/core/bitstreams/1799b79f-43d5-4161-8462-8fb7c51fbec0/content>
- Jara Vega, Emilia. (2021). Gestión de Conflictos Sociales en Torno a las Actividades. Lima: UCV. Obtenido de Gestión de Conflictos Sociales en Torno a las Actividades: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/71826/Jara_VE-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Jimena López. (10 de Mayo de 2024). El Perú ha tenido 24,000 protestas sociales entre 1980 y 2023. Conoce sus datos en esta plataforma creada por investigadores PUCP. Obtenido de El Perú ha tenido 24,000 protestas sociales entre 1980 y 2023. Conoce sus datos en esta plataforma creada por investigadores PUCP: <https://puntoedu.pucp.edu.pe/investigacion-y-publicaciones/investigacion/peru-24000-protestas-sociales-entre-1980-y-2023-conoce-sus-datos/>
- Jiménez, B., & Vanegas, R. (2003). Mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo de los bancos de motores de inducción y síncronos del laboratorio de máquinas eléctricas de la C.U.T.B. Cartagena de Indias: Corporación Universitaria Tecnológica de Bolívar. Obtenido de Mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo de los bancos de motores de inducción y síncronos del laboratorio de máquinas eléctricas de la C.U.T.B: <https://repositorio.utb.edu.co/bitstream/handle/20.500.12585/2053/0019036.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Kabst, R., Holt Larsen , H., & Brammin, P. (1996). How do lean management organizations behave regarding training and development? *The International Journal of Human Resource Management* , 618-639. doi:<https://doi.org/10.1080/09585199600000147>
- Kamali Abbas , A. (2018). The way to optimize On-Time Delivery (OTD) in Logistics - Firms in Bahrain. *CiiT International Journal of Artificial Intelligent Systems and Machine*, 2-11.

- Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Ali-Kamali-4/publication/329253375_The_way_to_optimize_On-Time_Delivery_OTD_in_Logistics-Firms_in_Bahrain/links/5bfce94492851c63caafb32a/The-way-to-optimize-On-Time-Delivery-OTD-in-Logistics-Firms-in-Bahrain.pdf?_sg%5B
- Kennedy, F., & Widener, S. (2008). A control framework: Insights from evidence on lean accounting. *Management Accounting Research* , 301-323.
doi:10.1016/j.mar.2008.01.001.
- Kishimoto, K., Medina, G., Sotelo, F., & Raymundo, C. (2020). Application of Lean Manufacturing Techniques to Increase On-Time Deliveries: Case Study of a Metalworking Company with a Make-to-Order Environment in Peru. *Springer Nature Switzerland* , 952–958. Obtenido de https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-25629-6_148
- Krafcik, J. (1988). Triumph Of The Lean Production System. *Sloan Management Review*, 41-52.
Obtenido de https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/6889199/mod_resource/content/4/krafcik_TEX_TO_INTEGRAL.pdf
- Kumar, A., & Telang, R. (2011). Product Customization and Customer Service Costs: An Empirical Analysis. *Manufacturing & Service Operations Management*. Institute for Operations Research and the Management Sciences, 347-360.
doi:<https://doi.org/10.1287/msom.1100.0325>
- Lean Enterprises Institute . (2008). *Lean Lexicon: A Graphical Glossary for Lean Thinkers*. Lean Enterprises Institute , 1-58.
- Lei, D., Hitt, M., & Goldhar, J. (1996). Advanced Manufacturing Technology: Organizational Design and Strategic Flexibility. *Organization Studies* , 501-523.
doi:<https://doi.org/10.1177/017084069601700307>
- Ley N° 26272. (30 de Diciembre de 1993). Ley del Servicio Nacional de Adiestramiento en Trabajo Industrial -SENATI. Ley N° 26272. Obtenido de Ley del Servicio Nacional de Adiestramiento en Trabajo Industrial -SENATI. Ley N° 26272:
<https://docs.peru.justia.com/federales/leyes/26272-dec-30-1993.pdf>

- Ley N° 29783. (25 de Abril de 2012). Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo. Obtenido de Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo:
<https://diariooficial.elperuano.pe/Normas/obtenerDocumento?idNorma=38>
- Ley N° 28611. (13 de Octubre de 2005). Ley General del Ambiente. Obtenido de Ley General del Ambiente: <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Ley-N%C2%B0-28611.pdf>
- Liker, J. (2004). The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer. *Action Learning: Research and Practice*, 109-111.
doi:<https://doi.org/10.1080/14767330701234002>
- Linck , J., & Cochran, D. (2018). The Importance of Takt Time in Manufacturing System Design. *Massachusetts Institute of Technology* , 1-6. Obtenido de <https://www.sae.org/publications/technical-papers/content/1999-01-1635/>
- Lisiecka, K., & Burka, I. (2016). Lean Service Implementation Success Factors in Polish. *QUALITY INNOVATION PROSPERITY*.
- Lladó , J., & Concha, M. (2012). ¿Cuál es el retorno mínimo exigido por invertir en una entidad financiera peruana? *Moneda - BCR*, 19-22. Obtenido de <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Revista-Moneda/moneda-151/moneda-151-04.pdf>
- Llosa, G. (10 de Julio de 2024). ¿Qué esperar para la economía peruana en el 2024 y más adelante? *Centro de Investigación - Universidad del Pacífico*, págs. 1-2. Obtenido de <https://ciup.up.edu.pe/analisis/gonzalo-llosa-que-esperar-para-la-economia-peruana-en-el-2024/>
- Loaiza Cerón, W., Reyes Trujillo, A., & Carvajal Escobar, Y. (2011). Modelo para el monitoreo y seguimiento de indicadores de sostenibilidad del recurso hídrico en el sector agrícola. Bogotá, Colombia: Cuadernos de Geografía - Revista Colombiana. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/2818/281821988007.pdf>
- López, A., González-Requena, & Sanz-Lobera. (2015). Lean Service: Reassessment of Lean Manufacturing for Service Activities. *ScienceDirect*.
- Maesazshandy, D., & Tohir, M. (2024). The Effect of Delivery Time on Customer Satisfaction in Cargo. *Yakarta: Trisakti Institute of Transportation and Logistics*.
doi:<https://doi.org/10.38035/sjtl.v2i3>

- Malamud, A. (11 de Setiembre de 2024). La Paradoja Peruana: Estabilidad Económica en Medio de la Inestabilidad Política en América Latina. Pontificia Universidad Católica del Perú, pág. 1. Obtenido de <https://facultad-ciencias-sociales.pucp.edu.pe/noticias/la-paradoja-peruana-estabilidad-economica-en-medio-de-la-inestabilidad-politica-en-america-latina/>
- Maleyeff, J. (2006). Exploration of internal service systems using lean principles. *Management Decision*, 674-689. doi: <https://doi.org/10.1108/00251740610668914>
- Mantas Vilkas, Jurga Duobienė, Rimantas Rauleckas, Aušra Rūteliūnė, & Beata Šeinauskienė. (2023). *Organizational Models for Industry 4.0. Lean, Agile and Service-Oriented Organizations*. Gewerbestrasse: Springer Nature Switzerland AG.
- Martin, K., & Osterling, M. (2007). *The Kaizen Event Planner: Achieving Rapid Improvement in Office, Service, and Technical Environments*. New York: Productivity Press. doi:<https://doi.org/10.1201/b16808>
- McLean, T. (2017). *ON TIME, IN FULL. Achieving Perfect Delivery with Lean Thinking in Purchasing, Supply Chain, and Production Planning*. Boca Raton, Florida: CRC Press.
- Medeiros, F., Di Serio, L., & Moreira, A. (2021). Avon Brazil: Optimization of Logistics Processes in a Direct Selling Company. *Revista de Administração Contemporânea Journal of Contemporary Administration*, 1-16. doi:doi.org/10.1590/1982-7849rac2021190212.en
- MEF. (19 de Setiembre de 2025). Marco Macroeconómico Multianual (MMM). Obtenido de Marco Macroeconómico Multianual (MMM): https://www.mef.gob.pe/es/?option=com_content&language=es-ES&Itemid=100869&lang=es-ES&view=article&id=3731
- MEF. (27 de Agosto de 2013). MEF realiza emisión de bonos soberanos. Obtenido de MEF realiza emisión de bonos soberanos: https://www.mef.gob.pe/es/?option=com_content&language=es-ES&Itemid=101108&view=article&catid=100&id=3321&lang=es-ES
- MEF. (27 de Agosto de 2013). MEF realiza emisión de bonos soberanos. Obtenido de MEF realiza emisión de bonos soberanos: https://www.mef.gob.pe/es/?option=com_content&language=es-ES&Itemid=101108&view=article&catid=100&id=3321&lang=es-ES

- Miklosik , A., & Bernhard Krah, A. (2023). Perspectives on Digital Transformation Initiatives in the Mechanical Engineering Industry. Bratislava, Slovakia: MDPI. Obtenido de <https://www.mdpi.com/2076-3417/13/22/12386>
- MINAM. (13 de junio de 2025). Régimen Especial de Gestión y Manejo de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos. Obtenido de Régimen Especial de Gestión y Manejo de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos: <https://www.gob.pe/institucion/minam/informes-publicaciones/1503643-regimen-especial-de-gestion-y-manejo-de-residuos-de-aparatos-electricos-y-electronicos>
- MINAM. (2011). Plan Nacional de Acción Ambiental. Lima: Ministerio del Ambiente. Obtenido de Plan Nacional de Acción Ambiental: https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/08/plana_2011_al_2021.pdf
- MINAM. (2019). Reglamento Nacional para la Gestión y Manejo de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos. Lima: Ministerio del Ambiente. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/minam/normas-legales/354138-009-2019-minam>
- MINDER. (24 de Agosto de 2024). WEG Perú, Innovaciones tecnológicas y soluciones en motores eléctricos y transformadores para el sector minero. Portal de Proveedores Mineros. Obtenido de WEG Perú, Innovaciones tecnológicas y soluciones en motores eléctricos y transformadores para el sector minero: <https://portal.minder.pe/2024/08/20/weg-peru-innovaciones-tecnologicas-y-soluciones-en-motores-electricos-y-transformadores-para-el-sector-minero/>
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2024). Informe de Actualización de Proyecciones Macroeconómicas 2024 -2027. Obtenido de https://www.mef.gob.pe/contenidos/pol_econ/marco_macro/IAPM_2024-2027.pdf
- Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo. (2018). Brechas de habilidades y dificultades de la demanda laboral. Lima: Dirección General de Formación Profesional y Capacitación Laboral. Obtenido de https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/31171/brecha_DDL_2018.pdf?v=1530907125
- Montesinos Nolasco, E. (14 de Enero de 2025). Dólar se mantendría estable en 2025, pero estos factores podrían presionar la moneda en Perú. Infobae, págs. 1-2. Obtenido de <https://www.infobae.com/peru/2025/01/07/dolar-se-mantendria-estable-en-2025-pero->

estos-factores-podrian-presionar-la-
moneda/#:~:text=%E2%80%9CEI%202025%20el%20d%C3%B3lar%20depende%C3%A1,Inversiones%20de%20Prima%2C%20para%20Infobae

Morales, V. (2019). Revisión de la literatura sobre el Modelo Financiero CAPM. Universidad Panamericana, 1-18. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Victor-Morales-18/publication/337464209_Revisión_de_la_Literatura_sobre_el_Modelo_Financiero_CAPM/links/5dd8bb6c458515dc2f459f21/Revision-de-la-Literatura-sobre-el-Modelo-Financiero-CAPM.pdf

Morrison, D. (2003). E-learning Strategies. How to get implementation and delivery right first time. Chichester: Wiley.

MTPE. (2025). Horas extras o trabajo en sobretiempo. Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo, 1-2. Obtenido de https://www2.trabajo.gob.pe/archivos/dgt/dgpit/dipecticos/13_Dipectico_HorasExtras.pdf

Muñoz Guevara, J., Zapata Urquijo, C., & Medina Varela, P. (2022). Lean Manufacturing Modelos y herramientas. Colección de Textos Académicos - Facultad Ciencias Empresariales, 10-228. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Pedro_Varela8/publication/359604417_Lean_Manufacturing_Modelos_y_herramientas/links/639cb337e42faa7e75cb0dbd/Lean-Manufacturing-Modelos-y-herramientas.pdf

Murakami, Y., & Pozsgai-Alvarez, J. (2024). Un análisis de la democracia peruana durante la crisis política. Oficina de Procesos Electorales, 106-133. Obtenido de <https://revistas.onpe.gob.pe/index.php/elecciones/article/view/326/879>

Myerson, P. (2018). Lean Demand-Driven Procurement: How to Apply Lean Thinking to Your Supply Management Processes. New York: Productivity Press.
doi:<https://doi.org/10.4324/9780429442582>

MYSSA. (10 de Julio de 2024). Innovaciones Tecnológicas en el Mantenimiento Industrial. Mantenimiento y Supervisión, págs. 1-2. Obtenido de <https://myssa.com.pe/innovaciones-tecnologicas-en-el-mantenimiento-industrial/>

Narayanamurthy, G., Gurumurthy, A., & Chockalingam, R. (2017). Applying lean thinking in an educational institute – an action research. International Journal of Productivity and Performance, 598-629 . doi:<https://doi.org/10.1108/IJPPM-07-2016-0144>

- Nascimento, A., & Francischini, P. (2004). Caracterización del sistema de operaciones de servicio Lean. PIC-EPUSP, 1104 -1137. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Paulino-Francischini/publication/265941705_CHARACTERIZACAO_DE_SISTEMA_DE_OPERACOES_DE_SERVICO_ENXUTO/links/551bea130cf20d5fbde222a3/CARACTERIZACAO-DE-SISTEMA-DE-OPERACOES-DE-SERVICO-ENXUTO.pdf
- Navarro-Huamani, E., & Salazar-Vega, G. (2024). Implementing a Lean Production Model to Increase OTIF Rate: A Case Study in Textile SMEs. Lima: Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management. doi:10.46254/IN04.20240016
- Ng, D., Peñalba, V., Blanco, L., & Álvarez, H. (2024). Aplicación del método AHP para la priorización de proyectos de inversión social en la Comarca NGÄBE-BUGLÉ. I+D Tecnológico. Obtenido de <https://revistas.utp.ac.pa/>
- Noceda, W. (03 de Febrero de 2023). El impacto de las protestas en la economía peruana. AmChamNews Perú, pág. 1. Obtenido de <https://amcham.org.pe/news/los-impactos-de-las-protestas-en-la-economia-peruana/>
- Nolasco-Mamani, M., Espinoza Vidaurre, S., & Choque-Salcedo, R. (2023). Innovación y Transformación Digital en el Empresa. Research Gate, 1-81. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/376210760_Innovacion_y_Transformacion_Digital_en_el_Empresa
- Nor Azian , A., Sariwati Mohd , S., & Mashitah Mohamed , E. (2013). Lean Manufacturing Case Study with Kanban System Implementation. Procedia Economics and Finance, 174-180. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212567113002323>
- Ñaupas, H., Mejía , E., Trujillo , I., Romero , H., Medina , W., & Novoa , E. (2023). Metodología de la investigación total: cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis. Bogotá: Ediciones de la U. Obtenido de https://api.pageplace.de/preview/DT0400.9789587924664_A47035222/preview-9789587924664_A47035222.pdf
- Oeser, G. (2015). Risk-Pooling Essentials. Reducing Demand and Lead-Time Uncertainty. Neuss: Springer.
- Ohno, T. (1988). Toyota Production System. Productivity Press.

- OSCARSON, G. (1983). El ABC de la teoría y aplicación de motores eléctricos polifásicos en la industria. Ciudad de México: Grupo Fuerza.
- Osterwalder , A., & Pigneur, Y. (2009). Business Model Generation. Amsterdam: ISBN.
Obtenido de https://www.camarabaq.org.co/wp-content/uploads/2020/11/Generacion-de-Modelos-de-Negocio-2010.en_es_.pdf
- Peña Roa, A., & Manrique Robayo, L. (2001). DISEÑO DE UN TALLER INDUSTRIAL PARA DIAGNOSTICO, PRUEBAS Y REPARACION DE MOTORES ELECTRICOS.
- Pérez Morales, G., & Morato Gómez, J. (2021). Lean Service, Managment Total. Barcelona: Gestión 2000. Obtenido de <https://forodelogistica.com/wp-content/uploads/2022/11/LIBRO-BLANCO-Version-Gratis.pdf>
- Piercy, N., & Rich, N. (2009). Lean transformation in the pure service environment: the case of the call service centre. International Journal of Operations & Production Management, 54-76. doi:<https://doi.org/10.1108/01443570910925361>
- Piercy, N., & Rich, N. (2009). Lean Transformation in the pure service environment: the case of the call service centre. International Journal of Operations & Production Management, 54-76. doi:<https://doi.org/10.1108/01443570910925361>
- Pinedo Moreno, J., & Polo Alvarez, M. (2024). Modelo de mejora del nivel de entrega de pedidos en el canal mayorista de una empresa de la industria plástica usando Lean Manufacturing. Lima. Obtenido de https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/682726/Pinedo_MJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- PMI. (2021). Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK). Newtown Square, Pennsylvania: Project Management Institute, Inc. Obtenido de <https://www.demosidea.com/wp-content/uploads/2023/12/PMBOK-7Ed.pdf>
- Porter, M. (2008). Las cinco fuerzas competitivas. Harvard Business School Publishing Corporation. Obtenido de https://utecno.wordpress.com/wp-content/uploads/2014/05/las_5_fuerzas_competitivas-_michael_porter-libre.pdf
- Quiñones Siccha, E. (2016). Diseño de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad basado en el análisis causa raíz para aumentar la disponibilidad de los motores eléctricos jaula ardilla de la empresa Alicorp S.A.A. Lima. Obtenido de <https://revistas.ucv.edu.pe/index.php/innovacion/article/view/1749/1551>

- Quiroz-Flores, J., & Vega-Alvites, M. (2022). Revisión del modelo Lean Manufacturing de gestión de la producción bajo el enfoque de mantenimiento preventivo para mejorar la eficiencia en Pymes de la industria del plástico: un estudio de caso. *South African Journal of Industrial Engineering* , 143-156. doi:<http://dx.doi.org//10.7166/33-2-2711>
- Radnor , Z., & Boaden, R. (2008). Lean in Public Services—Panacea or Paradox? *Journal Compilation*, 3-7. Obtenido de <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1111/j.1467-9302.2008.00610.x>
- Rafael Abad, A., Ancalle-Polanco, A., Quiroz-Flores, J., Collao-Diaz, M., & Flores-Perez, A. (2023). Production Model to Increase the Level of Order Fulfillment through the Implementation of Lean Tools and Ergonomics in SMEs of the Textile Sector. Lima: *International Journal of Innovation, Management and Technology*, Vol. 14, No. 3, August 2023. doi: 10.18178/ijimt.2023.14.3.943
- Rao Pabolu, V., Shrivastava, D., & Kulkarni, M. (2024). Controlling and Optimization of On-time Delivery for Assemble-to-order. *ScienceDirect*.
- Rauch, E., Damian, A., Holzner, P., & Matt, D. (2016). Lean Hospitality - Application of Lean Management Methods in the Hotel Sector. *Procedia CIRP*, 614-619. doi:<https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.01.019>
- Reis Leitea, H., & Ernani Vieira, G. (2015). Lean philosophy and its applications in the service industry: a review of the current knowledge. *Production*, 529-541. doi:<https://doi.org/10.1590/0103-6513.079012>
- Reis Leitea, H., & Ernani Vieirab, G. (2015). Lean philosophy and its applications in the service industry: a review of the current knowledge. *Production*, 529-541. doi:<https://doi.org/10.1590/0103-6513.079012>
- Rengifo, L., & Rosales, L. (2020). El outsourcing y su influencia en las estrategias de Marketing de las PyMes para llegar a la internacionalización. Lima. Obtenido de https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/3858/Lucero%20Rengifo_Laura%20Rosales_Trabajo%20de%20Investigacion_Bachiller_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Rezende de Oliveira, R., & de Barros Araújo , R. (2009). OTIMIZANDO OS PROCESSOS LOGÍSTICOS PELA IMPLANTAÇÃO DO OTIF COM LEAN SEIS SIGMA. São Paulo: SEMINÁRIO DE LOGÍSTICA. doi:10.4322/tmm.00504009

- Robinson, S., Radnor, Z., Burgess, N., & Worthington, C. (2012). SimLean: Utilising simulation in the implementation of lean in healthcare. *European Journal of Operational Research*, 188-197. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ejor.2011.12.029>
- Rodríguez-Chacón, J., Huaranca Contreras, P., Cárdenas Ayala, P., Ríos Zegarra, W., & Magallanes Carrillo, A. (2023). Ahorro energético en motores eléctricos y dióxido de carbono utilizando variadores de frecuencia sector agroindustrial Ica-Perú. *Eidec*, 48-67. Obtenido de <https://editorialeidec.com/wp-content/uploads/2023/04/CAPITULO-2-CONVOCATORIA-VOL-13.pdf>
- Roldán Vilorio, J. (2005). *Motores eléctricos - Automatismos de Control*. Magallanes: International Thompson.
- Roldán, J. (2005). *Motores Eléctricos. Automatismos de Control*. Madrid: THOMSON .
- Rosenberg, R. (1983). *Reparaciones de Motores Eléctricos*. Querétaro: G.Gili S.A.
- Ross, K. (2019). *How to Coach for Creativity and Service Excellence. A Lean Coaching Workbook*. Boca Raton, Florida: CRC Press.
- Rother, M., & Shook, J. (2003). *Learning to See: Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda*. Lean Enterprise Institute, 1-102. Obtenido de https://books.google.com.pe/books/about/Learning_to_See.html?id=mrNIH6Oo87wC&redir_esc=y
- S. Vinodh. (2023). *Lean Manufacturing Fundamentals, Tools, Approaches, and Industry 4.0 Integration*. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Sánchez, I., & López, M. (2019). El nuevo rol estratégico de la educación superior en el desarrollo sostenible de América Latina y el Caribe. Bogotá: ISSN - VI Congreso Internacional. Obtenido de [http://Sexto%20congreso%20internacional_Cap_1%20\(2\).pdf](http://Sexto%20congreso%20internacional_Cap_1%20(2).pdf)
- Sandjaja, E., Panjaitan, T., & Nasution, H. (2024). ENHANCING SPARE PARTS SALES BY IMPROVED CUSTOMER SERVICE LEVELS MEASURED BY OTIF (ON-TIME IN-FULL) THROUGH NEW SUPPORT POINTS AND SUPPLY CHAIN DISTRIBUTION DESIGN: A CASE STUDY AT PT XYZ MEDAN BRANCH. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri* . Obtenido de https://repository.petra.ac.id/21532/1/Publikasi1_05006_11557.pdf
- SAP Concur . (05 de Enero de 2023). *Reestructuración empresarial: qué es y cómo hacer con éxito*. Obtenido de *Reestructuración empresarial: qué es y cómo hacer con éxito*: <https://www.concur.pe/blog/article/reestructuracion-empresarial>

- Sapag Chain, N. (2011). *Proyectos de Inversión: Formulación y Evaluación*. Santiago de Chile: 2da edición Pearson Educación. Obtenido de https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w25784w/Nassir_proyectos_de_inversion.pdf
- Sarkar, D. (2008). *Lean for Service Organizations and Offices*. Milwaukee, Wisconsin: American Society for Quality.
- Sarkar, D. (2017). *Building a Lean Service Enterprise*. Boca Raton - Florida: CRC Press Taylor & Francis Group.
- SBS. (2024). *Informe de Estabilidad del Sistema Financiero*. Lima: Superintendencia de Banca, Seguros y AFP. Obtenido de <https://www.sbs.gob.pe/Portals/0/IESF-2024-1.pdf>
- Scarpino, M. (2016). *MOTORS for MAKERS A Guide to Steppers, Servos, and Other Electrical Machines*. Indianapolis: Pearson Education.
- Sebastián Castro. (2022). *Corrupción, riesgo país, inversión y crecimiento: un análisis VAR bayesiano para el Perú*. *Management Solutions Peru*, 13-34.
doi:<https://doi.org/10.26439/ddee2023.n003.6058>
- Sector Minero Energético. (18 de Julio de 2024). *Brecha entre oferta educativa y demanda laboral en minería según Diana Rake del IIMP*. págs. 1-2. Obtenido de <https://sectorminero.com.pe/brecha-entre-oferta-educativa-y-demanda-laboral-en-mineria-segun-diana-rake-del-iimp/noticias/>
- SEFREL. (2025). *Servicios, Fabricaciones y Reparaciones Electromecánicas SAC*. Obtenido de *Servicios, Fabricaciones y Reparaciones Electromecánicas SAC*: <https://sefrel.com.pe/#>
- Sengazhani, V., Rajkumar, R., Boobalan, K., & Sequeira, A. (2021). *Impact of lean service, workplace environment, and social practices on the operational performance of India post service industry*. *BUSINESS ANALYTICS AND OPERATIONS RESEARCH*.
- Sergio Balmaceda Castillo. (15 de Diciembre de 2022). *Bloqueo de carreteras: Millonarias pérdidas en el sector productivo*. Obtenido de *Bloqueo de carreteras: Millonarias pérdidas en el sector productivo*: <https://economica.pe/bloqueo-de-carreteras-millonarias-perdidas/>
- SGS. (18 de Diciembre de 2023). *Economía circular: redefiniendo el futuro sostenible*. Obtenido de *Economía circular: redefiniendo el futuro sostenible*: <https://www.sgs.com/es-pe/noticias/2023/12/que-es-economia-circular>

- Shah , R., & Ward, P. (2003). Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance. *Journal of Operations Management* , 129–149. doi:10.1016/S0272-6963(02)00108-0
- Shah, R., & Ward, P. (2003). Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance. *Journal of Operations Management*, 129–149. doi:10.1016/S0272-6963(02)00108-0
- Shamsuzzaman, M., Alzeraif, M., & Alsyo, I. (2018). Using Lean Six Sigma to improve mobile order fulfilment process in a telecom service sector. *Production Planning & Control*, 1-14. doi: <https://doi.org/10.1080/09537287.2018.1426132>
- Simões, E., De Moura, V., & Tsugio Okano, M. (2019). Tecnologia aplicada à logística de distribuição para melhoria do otd (on time delivery). *Brazilian Journal of Development*, 16574-16603. doi:<https://doi.org/10.34117/bjdv5n9-201>
- SINEACE. (2017). Normas de competencia del profesional técnico en Mecánica. Obtenido de Normas de competencia del profesional técnico en Mecánica.
- Singh Sarai, S. (2016). *Lean Service*. Oslo: Spring. Obtenido de <https://nmbu.brage.unit.no/nmbu-xmlui/handle/11250/2406503>
- SKF. (2016). Rodamientos y sellos en motores eléctricos y generadores. Grupo SKF. Obtenido de https://cdn.skfmediahub.skf.com/api/public/0901d19680523351/pdf_preview_medium/0901d19680523351_pdf_preview_medium.pdf
- Slack, N., Brandon-Jones, A., & Burge, N. (2022). *Operations Managment*. Londres: Pearson Education . Obtenido de https://api.pageplace.de/preview/DT0400.9781292408217_A43165390/preview-9781292408217_A43165390.pdf
- Slomp, J., Bokhorst , J., & Germs, R. (2009). A lean production control system for high-variety/lowvolume environments: a case study implementation. *Production Planning & Control: The Management of Operations*, 586-595. doi:<https://doi.org/10.1080/09537280903086164>
- Smadi, S. (2009). Kaizen strategy and the drive for competitiveness: Challenges and opportunities. *Competitiveness Review: An International Business Journal*, 203–211. doi:10.1108/ 10595420910962070
- Socconini, L. (2019). *Lean Company. Más allá de la manufactura*. Barcelona: Marge Books. Obtenido de

https://books.google.com.pe/books?id=SDKeDwAAQBAJ&printsec=frontcover&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

Sociedad Nacional de Minería Petróleo y Energía. (2023). ¿Qué estamos perdiendo como país? Obtenido de <https://www.snmpe.org.pe/informes-y-publicaciones/%C2%BFqu%C3%A9-estamos-perdiendo-como-pa%C3%ADs-el-impacto-econ%C3%B3mico-de-los-conflictos-sociales-y-la-tramitolog%C3%ADa-en-la-miner%C3%ADa-ipe.html>

STARSOFT. (2024). STARSOFT. Obtenido de STARSOFT:

<https://www.starsoft.com.pe/index.html>

Suárez-Barraza, M., Smith, T., & Dahlgaard-Park, S. (2012). Lean Service: A literature analysis and classification . *Total Quality Management & Business Excellence*, 359-380.

doi:<http://dx.doi.org/10.1080/14783363.2011.637777>

Sudha, N., & Mahalakshmi , P. (2014). Enhancing the Performance of the Supply Chain Using On Time Delivery. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, 579-585.

Swank, C. (2003). The Lean Service Machine. *Operations Managment*, 123-129. Obtenido de https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5610979/mod_resource/content/1/The%20Lean%20Service%20Machine.pdf

Swank, C. (2003). The Lean Service Machine. *Operations Managment*, 1-11. Obtenido de https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5610979/mod_resource/content/1/The%20Lean%20Service%20Machine.pdf

Taipe, S., & Rivera , A. (2025). Mejora de los tiempos de entrega con un eficiente proceso productivo de bocinas de acero bajo enfoque Lean Manufacturing en una empresa del sector metalmecánico. Lima: Facultad de Ingeniería, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Obtenido de https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/685454/Taipe_VS.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Tapping, D., & Shuker, T. (2003). Value Stream Management for the Lean Office: 8 Steps to Planning, Mapping, and Sustaining Lean Improvements in Administrative Areas. 1-157.

Obtenido de

<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=KlihAwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Value+Stream+Management+for+the+Lean+Office:+8+Steps+to+Planning,+Mapping,+a>

nd+Sustaining+Lean+Improvements+in+Administrative+Areas&ots=DRFWY-Z6K7&sig=afVqfYqGuqWFwny51Q2YIJyuS7I#v=o

- Tarrillo Montenegro, J. (2024). Análisis comparativo de mecanismos para dar celeridad a la inversión. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 8-322. Obtenido de <https://orcid.org/0000-0002-1239-7290>
- Tello Condor, Á., Ulloa Enríquez, M., & Allayca Guambo, F. (2023). Metodología Deming (PHVA) en el mejoramiento de procesos productivos en la Empresa "Inoxidables Élite" de la ciudad de Riobamba – Ecuador. Asunción, Paraguay: LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades,.
doi:<https://doi.org/10.56712/latam.v4i3.1124>
- Tezel, A., Koskela, L., & Aziz, Z. (2018). Lean thinking in the highways construction sector: motivation, implementation and barriers. *Production Planning & Control*, 247–269.
doi:<https://doi.org/10.1080/09537287.2017.1412522>
- Thomas, A., Antony, J., Haven-Tang, C., & Fisher, R. (2017). Implementing lean six sigma into curriculum design and delivery – a case study in higher education. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 577-597.
doi:<https://doi.org/10.1108/IJPPM-08-2016-0176>
- Torres Rodríguez, P., & Álvarez, J. (2021). Evaluación y propuesta para la implementación de herramientas Lean Service con el objetivo de mejorar la productividad del servicio, en una empresa local dedicada al rubro de consultoría ambiental. 19 th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology, 1-10. doi:
<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2021.1.1.296>
- Tovar , F. (2017). Gerencia de Proyectos. Bogotá: Escuela Superior de Administración Pública – ESAP y la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Obtenido de <https://repositoriocdim.esap.edu.co/bitstream/handle/20.500.14471/28303/MONITOREO%20Y%20CONTROL%20DE%20PROYECTOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Trejo García, J., Soto Rosales, M., & Olivares Aguayo, H. (2023). Optimización del Net Promoter Score (NPS) con factores de expansión, una medición de experiencia de clientes en riesgo reputacional. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México. doi:<http://dx.doi.org/10.22201/fca.24488410e.2023.4626>

- Valarezo Beltrón, C. (2022). Diagnóstico situacional para la gestión estratégica de la Asociación Asopapropie en Membrillo, Ecuador. Manabí: Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí. Carrera de Administración de Empresas. doi:doi.org/10.5281
- Valenzuela, N. (09 de enero de 2024). Minam está implementando dos estrategias: Perú Limpio y Perú Natural para promover la sostenibilidad en el país. Lima: Corresponsables. Obtenido de <https://publicaciones.corresponsables.com/publication/6deefa67/mobile/>
- Vargas-Machuca Saldarriaga, F. (1990). Máquinas eléctricas rotativas. Lima: Megaprint. Obtenido de <http://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/28690>
- Vasquez-Quispe, M., Calcina-Flores, A., Quiroz-Flores, J., & Collao-Diaz, M. (2023). Implementing Lean Warehousing model to increase on time and in full of an SME commercial company: A research in Perú. Lima: ICIEAEU '23: Proceedings of the 2023 10th International Conference on Industrial Engineering and Applications. doi:<https://doi.org/10.1145/3587889.3587899>
- Villaroel Zurita, A. (10 de Junio de 2024). El Comercio. Obtenido de El Comercio: <https://elcomercio.pe/politica/gobierno/dina-boluarte-aprobacion-de-la-presidenta-cae-a-5-en-junio-segun-encuesta-datum-internacional-se-marca-un-record-historico-negativo-desde-los-1980-fernando-belaunde-alan-garcia-alberto-fujimori-noticia/>
- Vlachos, I., & Bogdanovic, A. (2013). Lean thinking in the European hotel industry. *Tourism Management*, 354-363. doi:<https://doi.org/10.1016/j.tourman.2012.10.007>
- VMR. (Febrero de 2025). Electromechanical Switch Market Insights. (V. M. Reports, Editor) Obtenido de <https://www.verifiedmarketreports.com/product/electromechanical-switch-market/>
- Vorecol. (28 de Agosto de 2024). ¿Cuáles son los principales desafíos en la adopción de tecnologías emergentes en las organizaciones? Vorecol, págs. 1-2. Obtenido de <https://vorecol.com/es/articulos/articulo-cuales-son-los-principales-desafios-en-la-adopcion-de-tecnologias-emergentes-en-las-organizaciones-76835>
- Wan, K. (29 de Julio de 2023). Los 10 principales fabricantes de motores eléctricos en Perú – ¿Quién lidera la carga? DongChun, págs. 1-3. Obtenido de <https://iecmotors.com/es/top-10-electric-motor-manufacturers-in-peru/>

- Womack, J., & Jones, D. (1996). Beyond Toyota: How to Root Out Waste and Pursue Perfection. *Harvard Business Review*, 4-16. Obtenido de <https://conroyquick.wordpress.com/wp-content/uploads/2011/02/beyond-toyota.pdf>
- Womack, J., & Jones, D. (2003). *Lean Thinking: Cómo utilizar el pensamiento Lean para eliminar los despilfarros y crear valor en la empresa*. New York: Gestión 2000. Obtenido de <https://todoproyecto.wordpress.com/wp-content/uploads/2021/03/lean-thinking.pdf>
- Womack, J., & Jones, D. (2010). *Lean Solutions: How Companies and Customers Can Create Value and Wealth Together*. Free Press, 1-337.
- World Report. (2024). Perú Events of 2023. Obtenido de <https://www.hrw.org/es/world-report/2024/country-chapters/peru>
- Xiaofeng Wang, Nour Ali, Isidro Ramos, & Richard Vidgen. (2013). *Agile and Lean ServiceOriented Development: Foundations, Theory, and Practice*. Hershey: Information Science Reference.
- Zevallos Roncagliolo, J. (2020). *Disecionando los Conflictos Mineros en el Perú: Breve Análisis, Deficiencias, problemas de gestión, propuestas de mejora y su efecto inmediato en la captación de inversión minera*. Obtenido de <https://agnitio.pe/articulo/disecionando-los-conflictos-mineros-en-el-peru-breve-analisis-deficiencias-problemas-de-gestion-propuestas-de-mejora-y-su-efecto-inmediato-en-la-captacion-de-inversion-minera/>

ANEXOS

Anexo 1. Certificaciones internacionales de la empresa de estudio

 <p>EASA</p>	 <p>WEG</p>
 <p>TECO Westinghouse</p>	 <p>SIEMENS - INNOMOTICS</p>

Nota: Información proporcionada por la empresa en estudio.

Anexo 2. Análisis de indicador IFD, periodo 2024

Mes	Informe completo y enviado (%)	Informe regularizado (%)	Total general (%)
Enero	100%	0%	100%
Febrero	100%	0%	100%
Marzo	80%	20%	100%
Abril	100%	0%	100%
Mayo	89%	11%	100%
Junio	75%	25%	100%
Julio	100%	0%	100%
Agosto	100%	0%	100%
Setiembre	88%	13%	100%
Octubre	100%	0%	100%
Noviembre	100%	0%	100%
Diciembre	100%	0%	100%
Promedio	94%	6%	100%

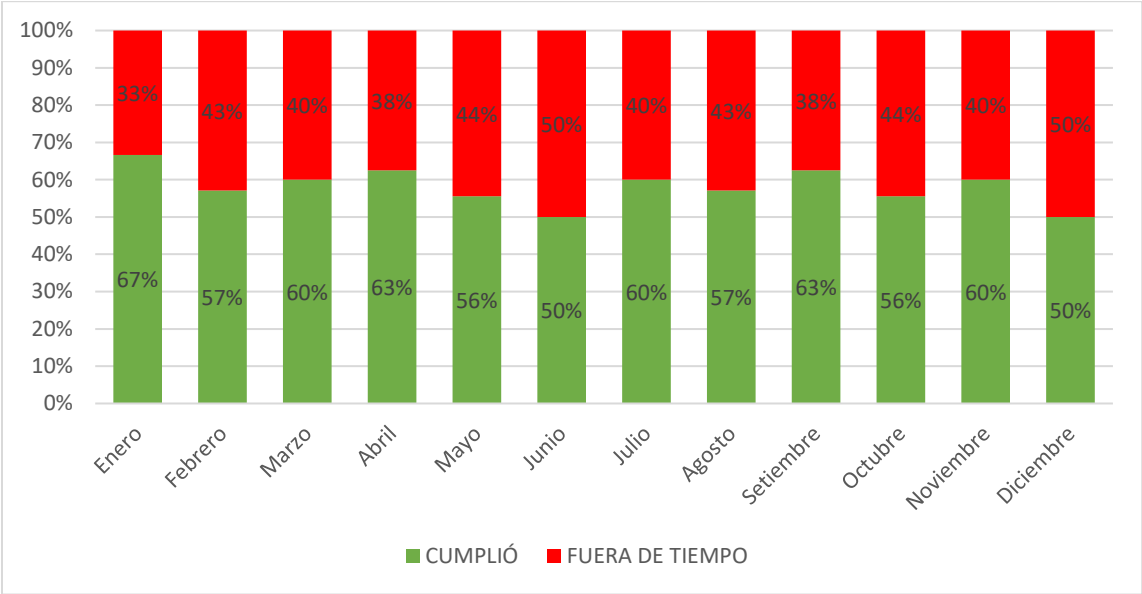
Nota. Se muestra el desempeño de las entregas realizadas completas (In full Delivery, IFD) en el periodo 2024, proporcionando un indicador clave de cumplimiento y eficiencia en los procesos operativos.

Anexo 3. Análisis de indicador OTIF, periodo 2024

Mes	Dentro del plazo y completo	Incumplió	Total general
Enero	66.67%	33.33%	100.00%
Febrero	57.14%	42.86%	100.00%
Marzo	40.00%	60.00%	100.00%
Abril	62.50%	37.50%	100.00%
Mayo	44.44%	55.56%	100.00%
Junio	50.00%	50.00%	100.00%
Julio	60.00%	40.00%	100.00%
Agosto	57.14%	42.86%	100.00%
Setiembre	62.50%	37.50%	100.00%
Octubre	55.56%	44.44%	100.00%
Noviembre	60.00%	40.00%	100.00%
Diciembre	50.00%	50.00%	100.00%
Total general	56.18%	43.82%	100.00%

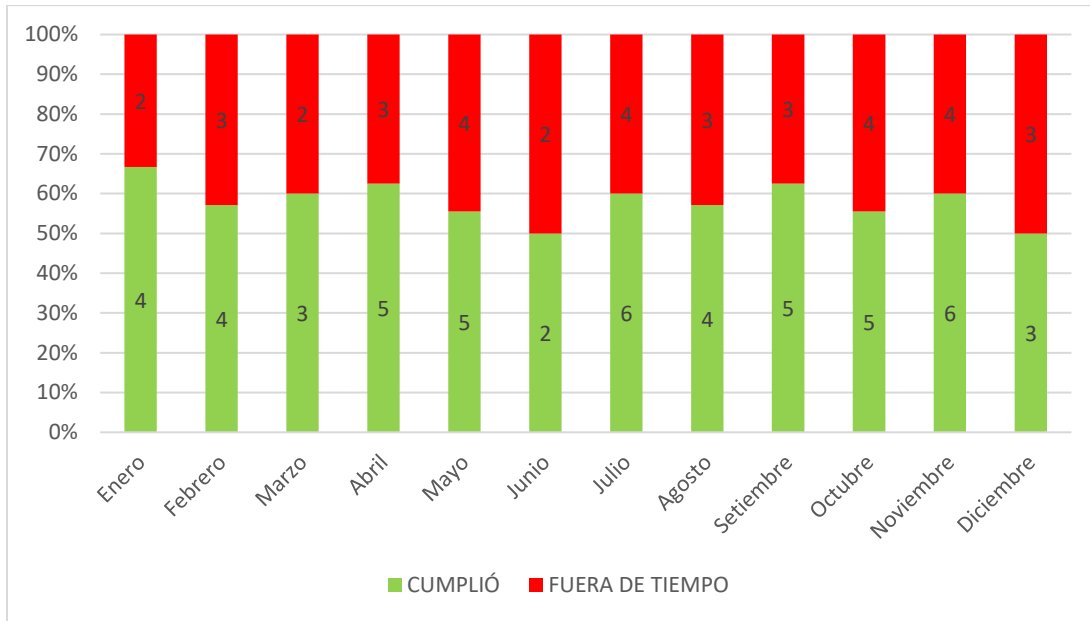
Nota. Se muestra el desempeño de las entregas realizadas dentro del plazo y completas (On Time In full Delivery, OTIF) en el periodo 2024, proporcionando un indicador clave de cumplimiento y eficiencia en los procesos operativos.

Anexo 4. Gráfico de barras de OTD



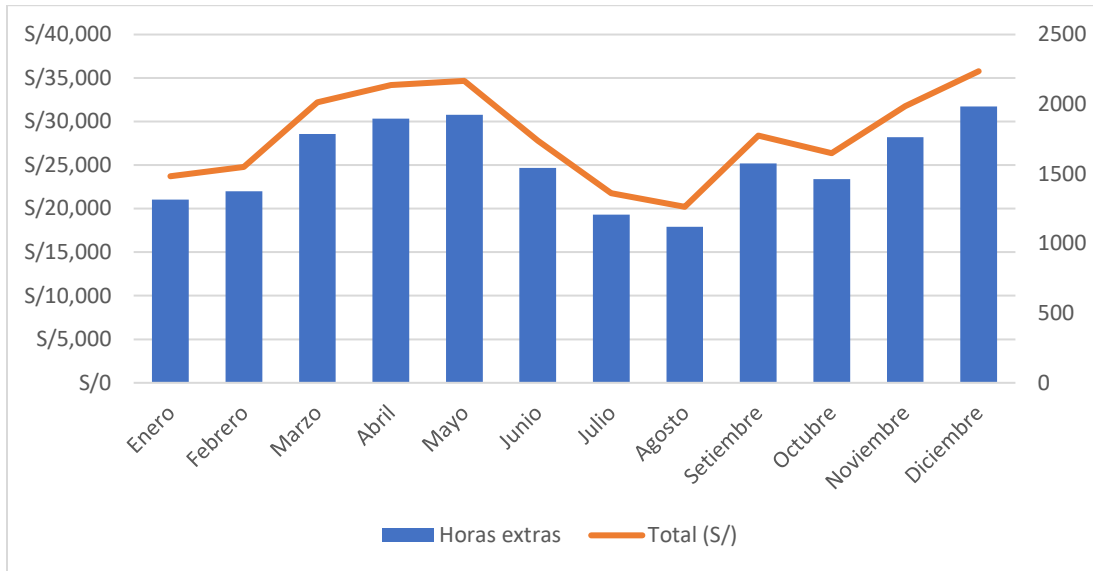
Nota. Comportamiento de entregas dentro del plazo (OTD), periodo 2024

Anexo 5. Gráfico de barras de órdenes de trabajo



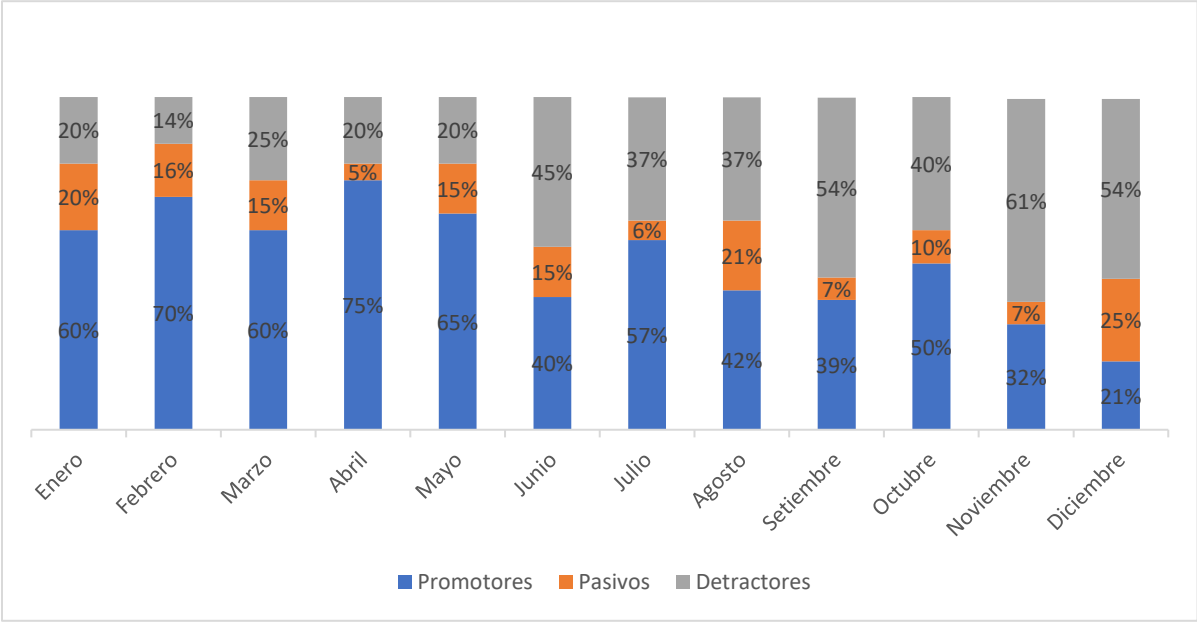
Nota. Motores por reparación de media tensión entregados dentro y fuera de plazo, periodo 2024

Anexo 6. Costo total de horas extras mensual, periodo 2024



Nota. Se muestra la correlación entre las horas extras registradas mensualmente y el costo total asociado en soles, representando las horas mediante barras azules y el costo mediante una línea naranja.

Anexo 7. Net Promoter Score (NPS %) desagregado, periodo 2024



Nota. Elaboración propia.

Anexo 8. Método AHP

Viabilidad económica							
	Estudio de Tiempos	Lean Service	Ciclo de Deming	MATRIZ NORMALIZADA			VECTOR PROMEDIO
Estudio de Tiempos	1	0.14	0.33	0.09	0.11	0.05	0.08
Lean Service	7.00	1	5.00	0.64	0.74	0.79	0.72
Ciclo de Deming	3.00	0.20	1	0.27	0.15	0.16	0.19
SUMA	11.00	1.34	6.33				

Tiempo de aplicación							
	Estudio de Tiempos	Lean Service	Ciclo de Deming	MATRIZ NORMALIZADA			VECTOR PROMEDIO
Estudio de Tiempos	1	5.00	3.00	0.65	0.45	0.71	0.61
Lean Service	0.20	1	0.20	0.13	0.09	0.05	0.09
Ciclo de Deming	0.33	5.00	1	0.22	0.45	0.24	0.30
SUMA	1.53	11.00	4.20				

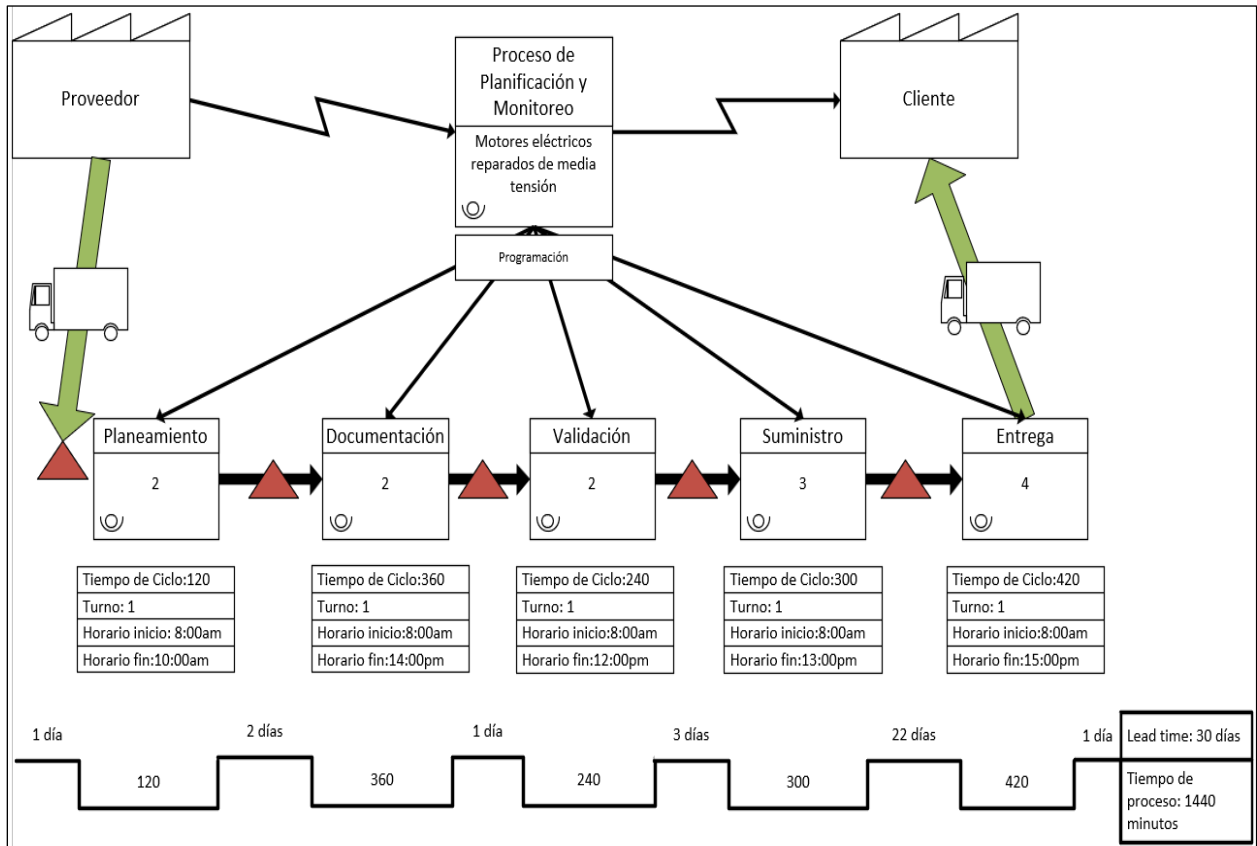
Alcance							
	Estudio de Tiempos	Lean Service	Ciclo de Deming	MATRIZ NORMALIZADA			VECTOR PROMEDIO
Estudio de Tiempos	1	0.14	7.00	0.12	0.11	0.41	0.22
Lean Service	7.00	1	9.00	0.86	0.80	0.53	0.73
Ciclo de Deming	0.14	0.11	1	0.02	0.09	0.06	0.05
SUMA	8.14	1.25	17.00				

MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES - CRITERIO							
	Viabilidad económica	Tiempo de aplicación	Alcance	Matriz Normalizada			Vector Promedio
Viabilidad económica	1	5.00	0.14	0.12	0.45	0.11	0.23
Tiempo de aplicación	0.20	1	0.20	0.02	0.09	0.15	0.09
Alcance	7.00	5.00	1	0.85	0.45	0.74	0.68
SUMA	8.20	11.00	1.34				

	Viabilidad económica	Tiempo de aplicación	Alcance	TOTAL	%
Estudio de Tiempos	0.08	0.61	0.22	0.22035	22%
Lean Service	0.72	0.09	0.73	0.67133	67%
Ciclo de Deming	0.19	0.30	0.05	0.10832	11%
PONDERACION	0.23	0.09	0.68		

Nota. Elaboración propia.

Anexo 9. Value Street Map (VSM) actual



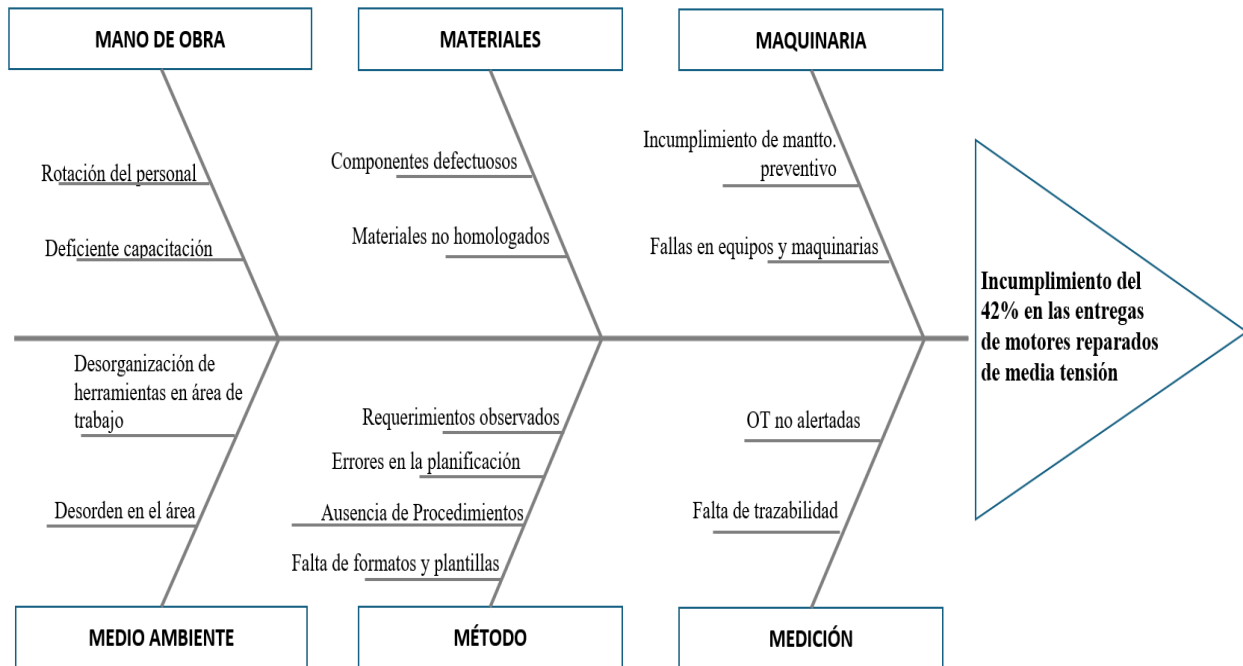
Nota. Elaboración propia

Anexo 11. Diagrama de actividades del proceso

DIAGRAMA ASME								
ope demora inspe								
AV/NAV	Actividades	○	D	→	□	▽	Tiempo MIN	Comentarios
NAV	1. Revisar hoja de conformidad (HC)					●	60	
AV	2. Comunicar observaciones a Planeamiento	●					25	
NAV	3. Generar orden de trabajo (OT) manual	●					35	
NAV	4. Elaborar la hoja de seguimiento de procesos (HSP)	●					140	
AV	5. Distribuir las hojas de seguimiento de proceso (HSP)	●		●			40	
NAV	6. Generar RQ de componentes manual	●					180	
AV	7. Validar solicitudes de componentes					●	45	
NAV	8. Elaborar del Ticket de Salida de Componentes	●					165	
AV	9. Confirmar llegada del componente para la ejecución	●					30	
AV	10. Solicitar reabastecimiento de componente faltante	●					80	
AV	11. Entregar de Componentes al Usuario Solicitante			●			30	
NAV	12. Actualizar excel de seguimiento de órdenes de trabajo	●					190	
AV	13. Revisar órdenes de trabajo en proceso					●	160	
AV	14. Convocar reuniones para coordinación de trabajos	●					100	
AV	15. Coordinar entrega de motor eléctrico	●					80	
AV	16. Validar entrega de motor eléctrico reparado					●	50	
AV	17. Entregar motor eléctrico reparado al área de almacén			●			30	
PASOS		11	0	3	4	0	1440.00	Factor de Productividad
								46.53%
AV	11 pasos agregan valor						670.00	Factor de Improductividad
NV	6 pasos no agregan valor						770.00	53.47%

Nota. Elaboración propia

Anexo 12. Diagrama de Ishikawa



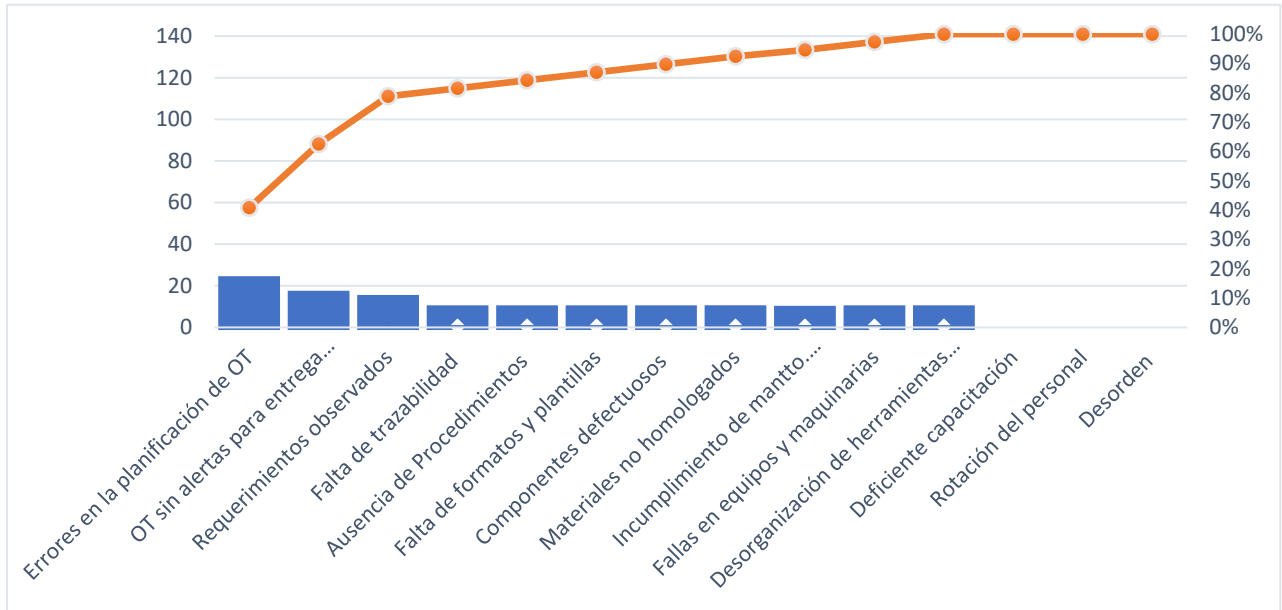
Nota. Elaboración propia

Anexo 13. Análisis de Pareto

Nº	Causas	Frecuencia	Frecuencia acumulada	Frecuencia porcentual parcial	Frecuencia porcentual acumulada
C1	Errores en la planificación de OT	15	15	41%	41%
C2	Ot sin alertas para entrega oportuna	8	23	22%	63%
C3	Requerimientos observados	6	29	16%	79%
C4	Falta de trazabilidad	1	30	3%	82%
C5	Ausencia de Procedimientos	1	31	3%	84%
C6	Falta de formatos y plantillas	1	32	3%	87%
C7	Componentes defectuosos	1	33	3%	90%
C8	Materiales no homologados	1	34	3%	92%
C9	Incumplimiento de mantto. Preventivo	1	35	2%	95%
C10	Fallas en equipos y maquinarias	1	36	3%	97%
C11	Desorganización de herramientas en área de trabajo	1	37	3%	100%
C12	Deficiente capacitación	0	37	0%	100%
C13	Rotación del personal	0	37	0%	100%
C14	Desorden y limpieza (tiempos muertos)	0	37	0%	100%
	TOTAL	37		100%	

Nota. Elaboración propia

Anexo 14. Gráfico de Pareto



Nota. Elaboración propia

Anexo 15. Manual del Usuario Mopex

	MANUAL DE USUARIO MOPEX	Fecha: 26/05/2025 Código: GRMT- MU Versión: 1.0
---	--------------------------------	---

MANUAL DE USUARIO APLICATIVO MOPEX PARA PLANIFICACIÓN Y MONITOREO DE LAS OPERACIONES



Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Firma: 	Firma:  GERENCIA DE OPERACIONES	Firma:  GERENCIA GENERAL
Jefatura de Operaciones	Gerencia de Operaciones	Gerencia General

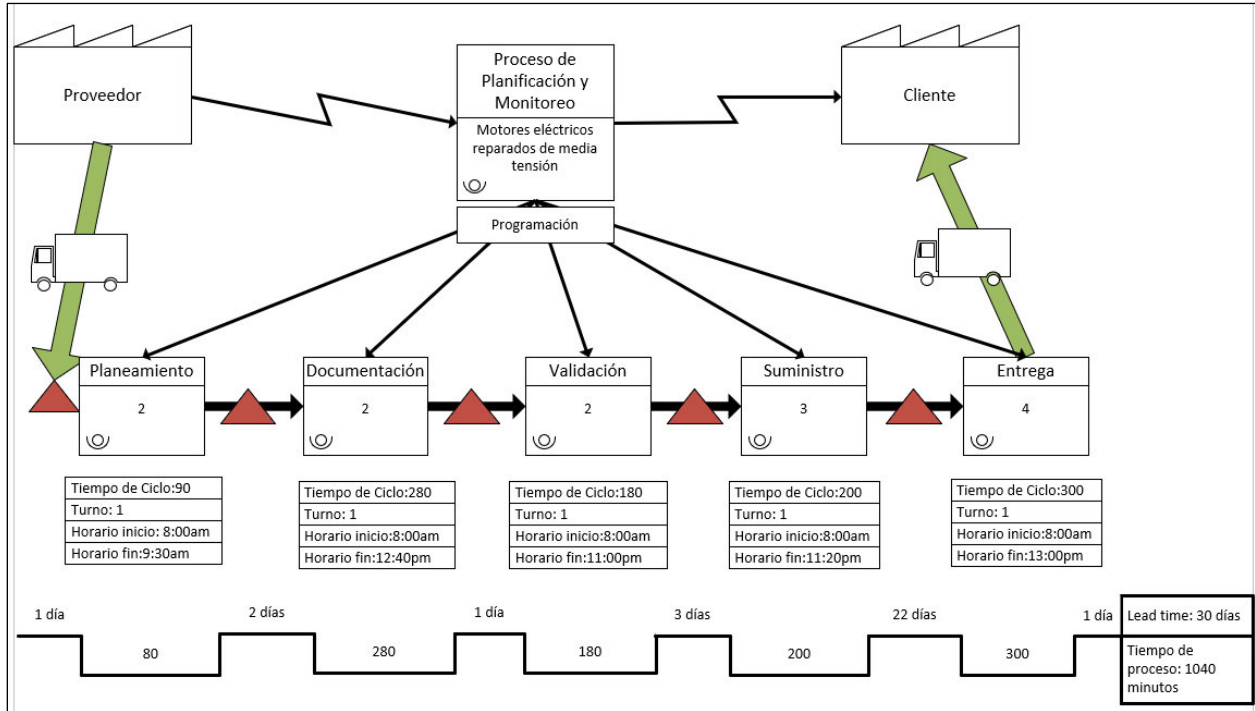


Página 3 de 14

Rev.01

Nota. Elaboración propia

Anexo 16. Value Street Map (VSM) futuro



Nota. Elaboración propia.

Anexo 17. Matriz de Riesgos

ID Riesgo	Elemento de la EDT	Producto o Entregable	Tipo de riesgo	Riesgo		Síntoma	Impacto	Probabilidad	Evaluación		Estrategia aplicada	Respuesta	Responsable de la acción de respuesta
				Fuente	Consecuencia				Valor	Nivel			
RIE - 01	1.1 Análisis Preliminar	Acta de constitución	Administrativo	Falta de aprobación a tiempo por parte de la gerencia	Esto puede conducir a retrasos en el inicio del proyecto.	Retraso en las actividades de inicio de proyecto	0.2	0.3	0.06	Bajo	Evitar	Programar reuniones anticipadas y revisión previa del acta.	Gerente general
RIE - 02	1.2 Planificación	Cronograma del proyecto	Planificación	Falta de coordinación	Retraso en la elaboración de las actividades	Tareas sin responsables claros y definidos	0.2	0.5	0.1	Medio	Mitigar	Asignar un responsable por actividad y establecer una fecha límite de entrega.	Jefe de Operaciones
RIE - 03	1.2 Planificación	Presupuesto del proyecto	Financiero	Sobrecostos por falta de estimación adecuada	Incremento de costos no contemplados	Costos por encima del presupuesto	0.4	0.7	0.28	Alto	Mitigar	Revisar costos con especialistas y considerar un margen para imprevistos.	Gerente de Operaciones
RIE - 04	1.3 Desarrollo	Establecer base Lean	Organizacional	Resistencia del equipo al cambio	Falta de implementación de metodologías Lean	Actitud negativa del equipo	0.4	0.3	0.12	Medio	Mitigar	Capacitar al personal y comunicar los beneficios de la implementación de Lean Service.	Jefe de Operaciones
RIE - 05	1.3 Desarrollo	Estabilización y mejora del personal	Organizacional	Falta de compromiso del equipo	Desempeño bajo y retrasos en procesos	Falta de interés en las tareas	0.4	0.3	0.12	Medio	Mitigar	Incentivar la participación del equipo con reconocimientos y realizar evaluaciones constantes del desempeño.	Jefe de Operaciones
RIE - 06	1.3 Desarrollo	Mejora continua	Operativo	Identificación tardía de problemas críticos	Problemas no resueltos durante la ejecución	Aumentos de Cuellos de botella	0.4	0.5	0.2	Alto	Mitigar	Implementar revisiones periódicas y herramientas de monitoreo constante como KPI y auditorías	Gerente de Operaciones
RIE - 07	1.4 Pruebas	Ejecución de prueba piloto	Técnico	Fallas en procesos nuevos	Resultados no satisfactorios en la prueba piloto	Errores recurrentes	0.4	0.7	0.28	Alto	Aceptar	Ejecutar pruebas preliminares y ajustar los procesos antes de la implementación general.	Jefe de Operaciones
RIE - 08	1.4 Pruebas	Cronograma de capacitación	Organizacional	Falta de asistencia o baja participación	Personal no capacitado y entrenado	Baja asistencia en capacitaciones	0.2	0.5	0.1	Medio	Mitigar	Coordinar horarios flexibles y enviar recordatorios a los participantes.	Jefe de Planta
RIE - 09	1.5 Despliegue	Documentación del proyecto	Técnico	Documentación incompleta	Dificultad para validar procesos	Documentación inconsistente	0.4	0.7	0.28	Alto	Mitigar	Definir responsables específicos y contenido obligatorio para la entrega de documentos.	Jefe de Operaciones
RIE - 10	1.5 Despliegue	Comunicación de resultados a los equipos	Comunicación	Comunicación limitada entre los equipos	Malentendidos sobre resultados o avances	Feedback negativo de equipos	0.2	0.5	0.1	Medio	Transferir	Establecer canales de comunicaciones via formal e informal.	Jefe de Operaciones
RIE - 11	1.6 Cierre	Acta de aceptación del proyecto	Administrativo	Retraso en la aprobación por los stakeholders	Proyecto no puede cerrarse completamente	Falta de aprobación por los stakeholders	0.2	0.5	0.1	Medio	Mitigar	Coordinar de forma programada con los stakeholders	Jefe de Operaciones
RIE - 12	1.6 Cierre	Evaluación de indicadores de éxito	Técnico	Indicadores no cumplen con los objetivos esperados	No se cumplen los objetivos planteados	Indicadores fuera de meta	0.4	0.7	0.28	Alto	Explotar	Revisar y ajustar indicadores de desempeño durante la ejecución.	Gerente de Operaciones

Nota. Elaboración propia.