

Universidad Católica de Santa María
Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales
Escuela Profesional de Ingeniería Industrial



**Propuesta de mejora en la gestión del Mantenimiento Centrado en la
Confiabilidad (RCM) para reducir los costos operativos de la flota de una
empresa de transportes de Arequipa, 2025**

Tesis presentada por la Bachiller:

Laura Luque, Kelly Kimberly

ORCID: 0009-0009-1101-1446

para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

Asesor:

Dr. Valencia Becerra, Rolardi Mario

ORCID: 0000-0002-6641-0323

Arequipa - Perú

2025

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

INGENIERIA INDUSTRIAL

TITULACIÓN CON TESIS

DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 17 de Abril del 2025

Dictamen: 012557-C-EPII-2025

Visto el borrador del expediente 012557, presentado por:

2017801632 - LAURA LUQUE KELLY KIMBERLY

Titulado:

**PROPUESTA DE MEJORA EN LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA
CONFIABILIDAD (RCM) PARA REDUCIR LOS COSTOS OPERATIVOS DE LA FLOTA DE UNA
EMPRESA DE TRANSPORTES DE AREQUIPA,2025**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

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

INGENIERO INDUSTRIAL

**29388008 - TICSE VILLANUEVA EDWING JESUS
DICTAMINADOR**



**29434502 - MURILLO QUISPE EFRAIN RAFAEL
DICTAMINADOR**



**41922787 - FLORES SANCHEZ MARIELA ROSA
DICTAMINADOR**



Propuesta de mejora en la gestión del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) para reducir los costos operativos de la flota de una empresa de transportes de Arequipa, 2025

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	5%
2	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	1%
4	Submitted to Universidad Tecnológica del Perú Trabajo del estudiante	1%
5	repositorio.usil.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	www.coursehero.com Fuente de Internet	1%

DEDICATORIA

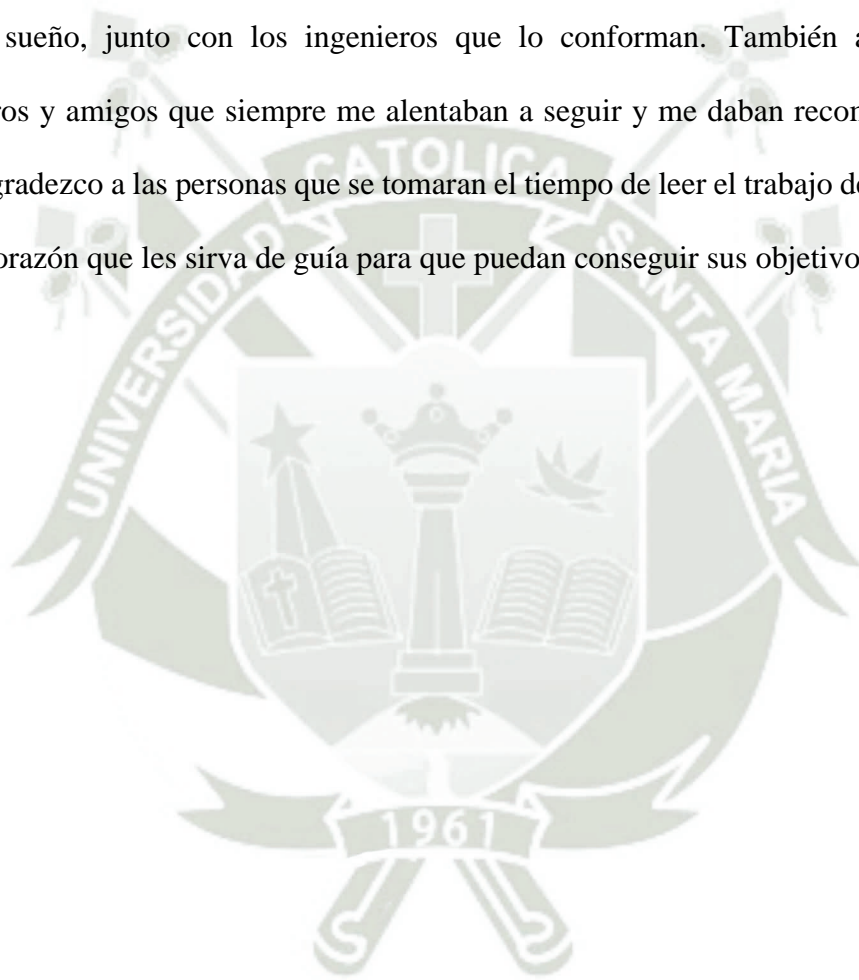
A mis padres que en todo momento me apoyaron para poder cumplir con este objetivo que tenía muchos deseos de hacerlo realidad y a Dios por guiarme en este camino, también a la Universidad Católica de Santa María junto con los ingenieros de la facultad.



AGRADECIMIENTOS

Ante todo, doy gracias a nuestro padre Dios por la vida y a mi alma mater, la universidad Católica de Santa María junto con los docentes que me apoyaron para poder lograr este objetivo a la cual siempre estaré agradecida.

Gracias a mi familia por siempre apoyarme y estar junto a mí en los momentos en el que tenía incertidumbre, también agradezco a la empresa de transporte que me apoyo a cumplir con este sueño, junto con los ingenieros que lo conforman. También agradezco a mis compañeros y amigos que siempre me alentaban a seguir y me daban recomendaciones. Por último, agradezco a las personas que se tomaran el tiempo de leer el trabajo de tesis que espero de todo corazón que les sirva de guía para que puedan conseguir sus objetivos.



RESUMEN

El presente trabajo, tiene como objetivo reducir los costos operativos al proponer mejoras en la gestión del mantenimiento centrado en la confiabilidad en la empresa de transporte, diseñar una propuesta mejora que reduzca los costos operativos mediante la evaluación de la situación actual la gestión del mantenimiento y poder determinar la viabilidad económica de la propuesta. Los capítulos describen el estudio realizado a la empresa, primero el análisis de la problemática que a pesar de que las unidades reciben el respectivo mantenimiento preventivo presentan inconvenientes en ruta, lo que implica el incremento de los costos, e indicadores de confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad en descenso debido a ello se aplica el RCM que será elaborado por medio de los registros de fallas de las unidades e información brindada por el personal de mantenimiento. Se utilizó la investigación no experimental ya que no se tiene como objetivo manipular las variables, se aplicó un método cuantitativo ya que es a partir de la información numérica analizada y recolectada también se consideró un muestreo no probabilístico y por conveniencia tanto del personal de operaciones y mantenimiento. Se identificaron las marcas críticas por medio del diagrama de Pareto, siendo estos el Isuzu, Kenworth, Internacional, Mitsubishi los que ocasionaban altos costos. Por medio del RCM se realizó el análisis de criticidad, el AMEF y la hoja de decisión del RCM de las marcas críticas. Seguido se elaboraron planes de mantenimiento, cronogramas de mantenimiento y se analizaron los indicadores. Respecto a los resultados encontrados después de culminar con la investigación se obtuvo reducciones en los costos de mantenimiento, además de un B/C de 1.28, un VAN de 307,549.27 y TIR de 78.17%, los cuales demuestran la viabilidad de la propuesta y nos sugiere su implementación para la mejora al área de mantenimiento.

Palabras claves: Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad, Análisis de Modo y Efecto de Fallas, Costos Operativos.

ABSTRACT

The objective of this study is to reduce operating costs by proposing improvements in reliability – centered maintenance management in the transportation company, designing an improvement proposal that reduces operating costs by evaluating the current maintenance management situation, and determining the economic viability of the proposal. The chapters describe the study carried out on the company, first analyzing the problem that, despite the fact that the units receive the respective preventive maintenance, they experience problems on the road, which implies increased costs and declining reliability, availability, and maintainability indicators. As a result, RCM is applied, which will be developed using the unit's failure records and information provided by maintenance personnel. Non – experimental research was used since the objective was not to manipulate the variables. A quantitative method was applied since it is based on the numerical information analyzed and collected. Non – probabilistic sampling was also considered for the convenience of both operations and maintenance personnel. Critical brands were identified using the Pareto chart, with Isuzu, Kenworth, International and Mitsubishi causing high costs. Criticality analysis, FMEA and the RCM decision sheet for critical brands were performed using RCM. Maintenance plans and schedules were then drawn up, and indicators were analyzed. Regarding the results found after completing the research, reductions in maintenance costs were obtained, in addition to a B/C of 1.28, VAN of 307,549.27 and an TIR of 78.17% which demonstrate the viability of the proposal and suggest its implementation for the improvement of the maintenance area.

Keywords: Reliability Centered Maintenance, Failure Mode and Effects Analysis, Operating Costs.

INDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN 1

CAPITULO I 2

1 Planteamiento operacional 2

1.1. Descripción de la Realidad problemática 2

1.2. Formulación del Problema 10

1.2.1. Problema General 10

1.2.2. Problemas Específicos 10

1.3. Objetivos de la Investigación 10

1.3.1. Objetivo general 10

1.3.2. Objetivos específicos 10

1.4. Justificación 11

1.4.1. Justificación Teórica 11

1.4.2. Justificación Metodológica	11
1.4.3. Justificación Práctica.....	11
1.5. Delimitación de la Investigación	13
1.5.1. Delimitación Espacial	13
1.5.2. Delimitación Social.....	13
1.5.3. Delimitación Temporal	13
1.5.4. Delimitación Conceptual.....	13
1.6. Hipótesis de la Investigación	13
1.7. Variables	13
1.8. Limitaciones.....	15
1.9. Metodología de la Investigación.....	15
1.9.1. Método de la Investigación.....	16
1.9.2. Tipo de Investigación.....	16
1.9.3. Nivel de la Investigación	16
1.10. Cobertura de estudio	16
1.10.1. Población	16
1.10.2. Muestra	16
1.10.3. Muestreo	16

1.11. Técnicas e instrumentos	17
1.11.1. Técnicas de la investigación	17
1.11.2. Instrumentos de la Investigación.....	17
1.12. Procesamiento Estadístico de la Información	18
1.12.1. Estadísticos	19
1.13. Matriz de Consistencia.....	19
CAPITULO II.....	22
2. Marco teórico	22
2.1. Antecedentes de la Investigación y Bases Teóricas.....	22
2.2. Marco Referencial.....	28
2.3. Marco Conceptual	38
2.3.1. Principales Conceptos de la Investigación.....	38
2.3.2. Herramientas de Diagnóstico.....	44
2.3.3. Herramientas de Mejora.....	48
CAPITULO III.....	60
3. Diagnóstico de la situación actual.....	60
3.1. Descripción general de la empresa.....	60
3.1.1. Descripción	60

3.1.2. Ubicación	60
3.1.3. Actividades principales	61
3.1.4. Clasificación de la empresa.....	64
3.1.5. Organigrama.....	66
3.1.6. Clientes, rubro.....	67
3.1.7. Características Actuales del Sistema de Mantenimiento	68
3.1.8. Diagnóstico del Sistema de mantenimiento actual de la Empresa.....	80
3.1.9. FODA del Área de Mantenimiento	86
3.1.10. Descripción de la maquinaria para el mantenimiento.....	88
3.1.11. Cantidad de servicios brindados	92
3.2. Control de Combustible	95
3.3. Infraestructura del área de mantenimiento.....	98
3.3.1. Análisis de Problemas Críticos en la Gestión de Mantenimiento	104
3.3.2. Análisis de las fallas más comunes por tipo de vehículo o equipo.....	104
3.3.3. Diagrama Ishikawa	108
3.4. Costos Actuales de Mantenimiento.....	125
3.5. Análisis de Criticidad y Confiabilidad de los Componentes de la Flota	126
3.5.1. Evaluación de Criticidad de Componentes Clave.....	126

3.6. Indicadores de Confiabilidad Actuales	130
3.6.1. Tiempo de parada Preventivo Mayo 2021- Abril 2022	134
3.6.2. Tiempo de parada Correctivo Mayo 2021- Abril 2022 (Tiempo de Incidencia de Parada) 135	
3.6.3. Tiempos de parada por mes de las unidades Mayo 2022- Abril 2023 Correctivo (Tiempo de Incidencia de Parada)	136
3.6.4. Índices de fallos y análisis de tendencias históricas de fallas periodo Mayo 2021 – Abril 2022	137
CAPITULO IV	139
4. Propuesta de Mejora	139
4.1. Resumen de Hallazgos Críticos	139
4.2. Justificación para la Implementación del Mantenimiento RCM	139
4.3. Propuesta de Mejora en el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM).....	140
4.3.1. Introducción al Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM)	140
4.4. Desarrollo del Plan RCM para la Empresa de Transporte	141
4.4.1. Definición de Objetivos del Plan de Mantenimiento RCM	141
4.4.2. Metas específicas para mejorar la disponibilidad, confiabilidad y reducción de costos. 142	

4.4.3. Identificación y Clasificación de Equipos Críticos.....	142
4.5. Implementación del Proceso RCM Paso a Paso	142
4.5.1. Definición de Funciones y Especificaciones de los Componentes	142
4.6. Identificación de Modos de Falla y Análisis de Consecuencias	144
4.7. Análisis de Criticidad y Priorización de Fallas.....	144
4.8. Determinación de Tareas de Mantenimiento Apropriadas.....	145
4.9. Desarrollo de Indicadores Clave para el Mantenimiento RCM.....	146
4.9.1. Confiabilidad de Equipos Críticos (MTBF).....	146
4.10. Mantenibilidad (MTTR)	150
4.10.1. Tiempo medio total de reparación de falla (MTTR) - año 2021-2022	150
4.10.2. Disponibilidad Operacional	150
4.11. Elaboración de Procedimientos y Capacitación del Personal	151
4.11.1. Procedimientos de Mantenimiento Específicos	151
4.11.2. Capacitación en Prácticas de Mantenimiento y Uso del RCM	151
4.12. Planificación y Cronograma de Implementación del RCM	152
4.12.1. Calendario de Implementación por Fases	152
4.12.2. Recursos Necesarios para la Implementación del Plan RCM.....	153
4.12.3. Esquema de los componentes de los sistemas que conforman las unidades.....	153

4.13. Análisis de Criticidad.....	160
4.14. Procedimiento aplicado en el RCM	163
4.14.1. Análisis de modo de falla y efecto de falla del Isuzu.....	164
4.14.2. Análisis de modo de falla y efecto de falla del Kenworth	167
4.14.3. Análisis de modo de falla y efecto de falla del International.....	170
4.14.4. Análisis de modo de falla y efecto de falla de Mitsubishi	174
4.15. Hoja de decisión RCM del Isuzu	177
4.15.1. Hoja de decisión RCM del Kenworth.....	178
4.15.2. Hoja de decisión RCM del International.....	179
4.15.3. Hoja de decisión de RCM del Mitsubishi	180
4.16. Plan de mantenimiento de las unidades	181
4.17. Cronograma de mantenimiento.....	185
CAPITULO V.....	186
5.Análisis Económico de la Propuesta de Mantenimiento RCM.....	187
5.1. Inversión de la Propuesta en el mantenimiento de la RCM.....	187
5.2. Costo anual de la propuesta del mantenimiento preventivo interno - externo.....	187
5.3. Costos de inversión para Equipos y Herramientas al area de mantenimiento	193
5.4. Costo de inversión de Capacitacion del Personal:	195

5.5. Costo anual de materiales de oficina.....	197
5.6. Costos incurridos en el sistema actual -Mantenimiento correctivo	197
5.7. Beneficios de la propuesta	202
5.8. Comparación de Indicadores.....	208
5.9. Análisis de Beneficio-Costo (B/C)	209
5.10. Indicadores Financieros de Rentabilidad	210
5.10.1. Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR)	210
CONCLUSIONES	211
RECOMENDACIONES.....	213
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	214

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Operacionalización de Variables</i>	14
Tabla 2 <i>Factores Ponderados para el Análisis de Criticidad</i>	51
Tabla 3 <i>Clasificación de la Empresa</i>	64
Tabla 4 <i>Clientes de la Empresa en Estudio</i>	67
Tabla 5 <i>Tipo de Servicio - Descripción de la flota</i>	69
Tabla 6 <i>Plan de Unidades Motrices</i>	70
Tabla 7 <i>Cantidad de Unidades Según la Marca</i>	72
Tabla 8 <i>Años de Antigüedad de las Unidades Motrices</i>	75
Tabla 9 <i>Unidades Adquiridas Según los Años establecidos</i>	77
Tabla 10 <i>Número de Plataformas, Barandas y Cama Baja de la Empresa en Estudio</i>	78
Tabla 11 <i>Número de Plataformas</i>	79
Tabla 12 <i>Distancias de Mantenimiento Preventivo</i>	84
Tabla 13 <i>Kilometraje Recorrido por Mantenimiento</i>	84
Tabla 14 <i>Tiempos de Adquisición de Repuestos</i>	85
Tabla 15 <i>Equipos Usados por el Área de Mantenimiento</i>	88
Tabla 16 <i>Herramientas de Mantenimiento</i>	90

Tabla 17 <i>Servicios Realizados</i>	93
Tabla 18 <i>Cantidad de Servicios Realizados</i>	94
Tabla 19 <i>Registro de Combustible</i>	96
Tabla 20 <i>Registro de Combustible por Marca</i>	97
Tabla 21 <i>Fallas más Comunes por Tipo de Vehículo o Equipo</i>	104
Tabla 22 <i>Tiempos de Reparación de las Unidades en General</i>	105
Tabla 23 <i>Costos del Mantenimiento Correctivo Periodo Mayo 2021 - Abril 2022</i>	106
Tabla 24 <i>Costos de los Servicios de la Mano de Obra (Externo- Interno) Periodo Mayo 2021 - Abril 2022</i>	107
Tabla 25 <i>Tiempos de Reparación del Kenworth</i>	110
Tabla 26 <i>Tiempos de Reparación del Isuzu</i>	111
Tabla 27 <i>Tiempos de Reparación del Hyundai</i>	112
Tabla 28 <i>Tiempos de Reparación del Hilux - Toyota</i>	113
Tabla 29 <i>Tiempos de Reparación del International</i>	114
Tabla 30 <i>Tiempos de Reparación del Mercedes</i>	115
Tabla 31 <i>Tiempos de Reparación del Nissan</i>	116
Tabla 32 <i>Tiempos de Reparación del Mack</i>	117
Tabla 33 <i>Tiempos de Reparación del Mitsubishi</i>	118

Tabla 34	<i>Tiempos de Reparación del Freightliner</i>	119
Tabla 35	<i>Tiempos de Reparación del Volvo</i>	120
Tabla 36	<i>Tiempos de Reparación del Chevrolet</i>	121
Tabla 37	<i>Tiempos de Reparación del Scania</i>	122
Tabla 38	<i>Tiempos de Reparación del Changan</i>	123
Tabla 39	<i>Tiempos Muertos por Marca</i>	124
Tabla 40	<i>Costos Actuales de Mantenimiento</i>	125
Tabla 41	<i>Tiempo en Minutos Tipo Preventivo - Correctivo realizado durante el periodo Mayo 2021 - Abril 2022 (Número de Paradas 216)</i>	131
Tabla 42	<i>Tiempos en Minutos del Mantenimiento tipo Preventivo - Correctivo Realizado Durante el Periodo Mayo 2022 - Abril 2023 (Número de Paradas 269)</i>	133
Tabla 43	<i>Tiempo en Minutos del Mantenimiento Preventivo Periodo Mayo 2021 - Abril 2022(Número de Paradas 90)</i>	134
Tabla 44	<i>Tiempo en Mantenimiento Tipo Correctivo Realizado Durante el Periodo Mayo 2021 - Abril 2022 (Tip) (Número de Paradas 126)</i>	135
Tabla 45	<i>Tiempo de Mantenimiento Correctivo Realizado Durante el Periodo Mayo 2022 - Abril 2023 (Tip)(Número de Paradas 159).</i>	136
Tabla 46	<i>Cantidad de Mantenimiento Correctivos Realizados Mayo 2021 - Abril 2022</i> 137	
Tabla 47	<i>Tabla Resumen de Indicadores</i>	147

Tabla 48	<i>Tiempo Medio de Buen Funcionamiento Mayo 2021- Abril 2022</i>	148
Tabla 49	<i>Confiabilidad Periodo 2021 - 2022</i>	149
Tabla 50	<i>Tiempo Medio Total de Reparación de Falla (MTTR) año 2021 -2022</i>	150
Tabla 51	<i>Comparación de Indicadores 2021-2022</i>	151
Tabla 52	<i>Calendario de Implementación por Fases</i>	152
Tabla 53	<i>Recursos Necesarios para la Implementación del Plan RCM</i>	153
Tabla 54	<i>Componentes del Sistema Eléctrico</i>	154
Tabla 55	<i>Sistema de Neumáticos</i>	154
Tabla 56	<i>Sistema de Suspensión</i>	155
Tabla 57	<i>Sistema de Transmisión</i>	155
Tabla 58	<i>Sistema de Dirección</i>	156
Tabla 59	<i>Sistema de Frenos</i>	156
Tabla 60	<i>Sistema de Combustible</i>	157
Tabla 61	<i>Sistema Motriz</i>	157
Tabla 62	<i>Sistema Automotriz</i>	158
Tabla 63	<i>Sistema Hidráulico</i>	159
Tabla 64	<i>Autopartes</i>	159
Tabla 65	<i>Resumen del Análisis de Criticidad de las Marcas</i>	162

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Ranking de las Empresas y Transporte más Grande del Mundo Según Beneficios Netos a la Fecha de mayo 2023</i>	3
Figura 2 <i>Evolución del Comercio Exterior por Via Terrestre (US\$ millones)</i>	4
Figura 3 <i>Comercio Neto</i>	5
Figura 4 <i>Representación Gráfica de Empresas Dedicadas al Rubro del Transporte de Carga en Arequipa Según el Distrito - Domicilio Fiscal</i>	8
Figura 5 <i>Metodología de la Investigación</i>	15
Figura 6 <i>Técnicas e Instrumentos</i>	18
Figura 7 <i>Matriz de Consistencia</i>	20
Figura 8 <i>Proceso de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad</i>	29
Figura 9 <i>Pasos Adicionales Propuestos para la Metodología de RCM</i>	30
Figura 10 <i>Diagrama de Decisión RCM</i>	32
Figura 11 <i>Hoja de Decisión del RCM</i>	33
Figura 12 <i>Modelo Básico de Criticidad</i>	43
Figura 13 <i>Diagrama de Ishikawa</i>	44
Figura 14 <i>Análisis FODA</i>	46
Figura 15 <i>Diagrama de Pareto</i>	47

Figura 16 <i>Flujograma</i>	48
Figura 17 <i>Matriz de Criticidad</i>	52
Figura 18 <i>Análisis de Modo y Efecto de Fallas</i>	53
Figura 19 <i>Tabla de Escalas Para el Índice de Ocurrencia</i>	54
Figura 20 <i>Tabla de Escalas Para el Índice de Severidad</i>	55
Figura 21 <i>Tabla de Escalas Para el Índice de No Detección</i>	56
Figura 22 <i>Localización de la Empresa en Estudio</i>	61
Figura 23 <i>Transporte de Carga</i>	62
Figura 24 <i>Descarga</i>	63
Figura 25 <i>Proceso de Carga</i>	63
Figura 26 <i>Organigrama de la Empresa</i>	66
Figura 27 <i>Total de Unidades Motrices</i>	73
Figura 28 <i>Grafico de Barras de Unidades Motrices</i>	74
Figura 29 <i>Tipos de Carretas - Plataformas</i>	79
Figura 30 <i>Programa de Mantenimiento Preventivo de la Empresa de Transporte en Estudio</i>	81
Figura 31 <i>Matriz FODA del Área de Mantenimiento</i>	87
Figura 32 <i>Grafica de Servicios Brindados Periodo Mayo 2021 – Abril 2022</i>	93

Figura 33 <i>Número de Servicios Realizados por Mes</i>	94
Figura 34 <i>Gráfico de los Servicios Brindados</i>	95
Figura 35 <i>Registro de Combustible por Mes</i>	98
Figura 36 <i>Área de Mantenimiento Anterior</i>	99
Figura 37 <i>Almacén del Área de Mantenimiento Anterior</i>	100
Figura 38 <i>Área de Mantenimiento Actual</i>	101
Figura 39 <i>Almacén del Área de Mantenimiento Actual y Propuesto</i>	102
Figura 40 <i>Distribución de la Área de Mantenimiento Propuesto</i>	103
Figura 41 <i>Tiempo Total de Reparación por Marcas periodo Mayo 2021 - Abril 2022</i>	106
Figura 42 <i>Costos de Mantenimiento Realizados de Forma Interna -</i>	<i>Externa</i>
<i>Mayo 2021 - Abril 2022</i>	108
Figura 43 <i>Diagrama de Ishikawa</i>	109
Figura 44 <i>Pastilla de Freno</i>	127
Figura 45 <i>Muelle</i>	127
Figura 46 <i>Amortiguador</i>	127
Figura 47 <i>Neblinero</i>	128
Figura 48 <i>Plumilla</i>	128
Figura 49 <i>Luz Led</i>	128

Figura 50 <i>Embrague</i>	129
Figura 51 <i>Neumático</i>	129
Figura 52 <i>Alineamiento</i>	129
Figura 53 <i>Filtro de Combustible</i>	130
Figura 54 <i>Pistón</i>	130
Figura 55 <i>Número de Mantenimientos Correctivos Mayo 2021 – Abril 2022 ;Mayo 2022- Abril 2023</i>	138
Figura 56 <i>Diagrama de Pareto de las Marcas de las Unidades</i>	160
Figura 57 <i>AMEF del Isuzu</i>	164
Figura 58 <i>AMEF del Kenworth</i>	168
Figura 59 <i>AMEF del Internacional</i>	171
Figura 60 <i>AMEF del Mitsubishi</i>	174
Figura 61 <i>RCM del Isuzu</i>	177
Figura 62 <i>RCM del Kenworth</i>	178
Figura 63 <i>RCM del Internacional</i>	179
Figura 64 <i>RCM del Mitsubishi</i>	180
Figura 65 <i>Plan de Mantenimiento del Isuzu</i>	181
Figura 66 <i>Plan de Mantenimiento del Kenworth</i>	182

Figura 67 <i>Plan de Mantenimiento del International</i>	183
Figura 68 <i>Plan de Mantenimiento del Mitsubishi</i>	184
Figura 69 <i>Cronograma de Mantenimiento del Isuzu - Mitsubishi – RCM</i>	185
Figura 70 <i>Cronograma de Mantenimiento del (International - Kenworth) - RCM</i>	186
Figura 71 <i>Resumen de Costos Incurridos en la Aplicación del RCM</i>	187
Figura 72 <i>Repuestos Necesarios para la Aplicación del RCM de forma Anual Interno - Externo</i>	189
Figura 73 <i>Costos Anuales de Repuestos Propuestos para el Mantenimiento Externo</i>	191
Figura 74 <i>Costos Anuales de Repuestos Propuestos del Mantenimiento Preventivo Interno</i>	192
Figura 75 <i>Equipos y Herramientas Propuestas para el Área de Mantenimiento</i>	193
Figura 76 <i>Materiales Adicionales para el Área de Mantenimiento</i>	194
Figura 77 <i>Costo Anuales de los Epp's Asignados al Área de Mantenimiento</i>	195
Figura 78 <i>Cronograma de Capacitaciones Propuestas</i>	195
Figura 79 <i>Personal de Mantenimiento Propuesto</i>	196
Figura 80 <i>Costos Totales Anuales de los Equipos de Oficina</i>	197
Figura 81 <i>Costos Incurridos en el Mantenimiento Correctivo</i>	198
Figura 82 <i>Costos de Parada no Programadas que se Incurre por Marca</i>	199
Figura 83 <i>Costos de Parada por Marca Según el Tiempo</i>	200

Figura 84 <i>Resumen de Costos Incurridos en el Sistema Actual</i>	202
Figura 85 <i>Tiempo de Parada del Mantenimiento Correctivo Mayo 2024 - Abril 2025 (Tiempo de Incidencia de Parada)(Número de Paradas 44)</i>	203
Figura 86 <i>Tiempo de Parada del Mantenimiento Preventivo Mayo 2024 - Abril 2025(Número de Paradas 75)</i>	204
Figura 87 <i>Minutos de Paradas del Mantenimiento Preventivo - Correctivo Periodo Mayo 2024 - Abril 2025(Número de Paradas 119)</i>	205
Figura 88 <i>Cuadro Comparativo del Tiempo Medio de Buen Funcionamiento Mayo 2021 - Abril 2022; Mayo 2024 - Abril 2025</i>	206
Figura 89 <i>Tiempo Medio Total de Reparación de Falla Periodo Mayo 2021 - Abril 2022 y Mayo 2024 - Abril 2025</i>	207
Figura 90 <i>Disponibilidad de Unidades Mayo 2021 - Abril 2022 y Mayo 2024 - Abril 2025</i>	208
Figura 91 <i>Comparación de Indicadores Mayo 2021 - Abril 2022 y Mayo 2024 - Abril 2025</i>	208
Figura 92 <i>Valor Actual Neto</i>	210
Figura 93 <i>Tasa Interna de Retorno</i>	211

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 <i>Ficha Técnica del International Transtar</i>	226
Anexo 2 <i>Ficha Técnica del Mack CXU613E</i>	227
Anexo 3 <i>Ficha Técnica del Kenworth T- 660</i>	227
Anexo 4 <i>Ficha Técnica del Freightliner</i>	229
Anexo 5 <i>Ficha Técnica del Nissan Navara</i>	230
Anexo 6 <i>Ficha Técnica del Mercedes Benz Atego 818</i>	231
Anexo 7 <i>Ficha Técnica del Kenworth T800</i>	232
Anexo 8 <i>Ficha Técnica del Isuzu NPR75L</i>	233
Anexo 9 <i>Ficha Técnica del Mitsubishi L200</i>	234
Anexo 10 <i>Ficha Técnica del Internacional 92001 SBA 6X4</i>	235
Anexo 11 <i>Ficha Técnica del Volvo FE 6X2R</i>	236
Anexo 12 <i>Ficha Técnica del Isuzu FVR34UL</i>	237
Anexo 13 <i>Ficha Técnica del Isuzu FRR90SL</i>	237
Anexo 14 <i>Ficha Técnica del Nissan NP300</i>	239
Anexo 15 <i>Ficha Técnica del Mercedes Benz Accelo</i>	240
Anexo 16 <i>Ficha Técnica del Toyota Hilux</i>	241
Anexo 17 <i>Ficha Técnica del Kenworth T - 460</i>	242

Anexo 18 <i>Ficha Técnica del Volvo VNL64T</i>	243
Anexo 19 <i>Ficha Técnica del Scania Opticruse</i>	244
Anexo 20 <i>Ficha Técnica del Hyundai Mighty</i>	245
Anexo 21 <i>Ficha técnica del Toyota Etios</i>	246
Anexo 22 <i>Ficha Técnica de la Plataforma</i>	247
Anexo 23 <i>Ficha Técnica de la Baranda</i>	248
Anexo 24 <i>Ficha Técnica de la Cama Baja</i>	249
Anexo 25 <i>Inventario de Mantenimiento</i>	250
Anexo 26 <i>Kardex de la Empresa en Estudio</i>	251
Anexo 27 <i>Costos de Herramienta</i>	252
Anexo 28 <i>Flujograma de la Empresa en Estudio</i>	253
Anexo 29 <i>Análisis de Criticidad del Isuzu</i>	254
Anexo 30 <i>Matriz de Criticidad del Isuzu</i>	255
Anexo 31 <i>Análisis de Criticidad del Kenworth</i>	256
Anexo 32 <i>Matriz de Criticidad del Kenworth</i>	257
Anexo 33 <i>Análisis de Criticidad del Internacional</i>	257
Anexo 34 <i>Matriz de Criticidad del Internacional</i>	258
Anexo 35 <i>Análisis de Criticidad del Mitsubishi</i>	259

Anexo 36 <i>Matriz de Criticidad del Mitsubishi</i>	260
Anexo 37 <i>Análisis de Criticidad del Mercedes Benz</i>	260
Anexo 38 <i>Matriz de Criticidad del Mercedes</i>	261
Anexo 39 <i>Análisis de Criticidad del Nissan</i>	262
Anexo 40 <i>Matriz de Criticidad del Nissan</i>	263
Anexo 41 <i>Análisis de Criticidad del Mack</i>	263
Anexo 42 <i>Matriz de Criticidad del Mack</i>	264
Anexo 43 <i>Análisis de Criticidad del Volvo</i>	265
Anexo 44 <i>Matriz de Criticidad del Volvo</i>	266
Anexo 45 <i>Análisis de Criticidad del Freightliner</i>	266
Anexo 46 <i>Matriz de Criticidad del Freightliner</i>	267
Anexo 47 <i>Análisis de Criticidad del Toyota</i>	268
Anexo 48 <i>Matriz de Criticidad del Toyota</i>	269
Anexo 49 <i>Análisis de Criticidad del Hyundai</i>	269
Anexo 50 <i>Matriz de Criticidad del Hyundai</i>	270
Anexo 51 <i>Check List del Área de Mantenimiento</i>	271
Anexo 52 <i>Formato de Implementación en las Unidades</i>	272
Anexo 53 <i>Cronograma de Compras</i>	273

Anexo 54 <i>Pronóstico de Servicios Hasta el Periodo 2024</i>	274
Anexo 55 <i>Pauta de Mantenimiento del Mighty - Hyundai</i>	275
Anexo 56 <i>Mantenimiento Preventivo - Intervalos de Lubricación del Kenworth</i>	276
Anexo 57 <i>Correlación del VAN y TIR</i>	277



INTRODUCCIÓN

El rubro del transporte de mercancías es adoptado por varias empresas, esto debido al incremento de la demanda transportando los bienes de un punto a otro, este se realiza de forma segura garantizando que el bien llegue en condiciones óptimas – de la forma en la que fue recibido y en el periodo establecido brindando de esta forma confianza al cliente y atrayendo nuevos clientes potenciales. Por ende, la empresa debe contar con unidades que garanticen un buen servicio, este conlleva a no presentar paradas en ruta debido a fallas de los sistemas. La aplicación del RCM (Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad) ayuda a incrementar la disponibilidad de las unidades, reducir los costos de mantenimiento identificando los modos y causa de fallas.

En esta investigación se analiza la empresa de transporte que cuenta con una flota conformada por diferentes marcas como son el Isuzu, Kenworth, International, Mitsubishi, Scania, Navara, Nissan, Mack, Volvo, Freightliner, Mercedes y Hyundai, de las cuales las cuatro primeras marcas presentan un mayor número de mantenimiento correctivo correspondiente al periodo mayo 2021- abril 2022.

Debido a ello se propuso la aplicación del RCM, para con ello diseñar un plan de mantenimiento para reducir las fallas en las unidades y costos en pro de la empresa.

En el capítulo I, se muestra el planteamiento de la problemática y el marco metodológico.

En el capítulo II, se menciona los antecedentes internacionales, nacionales y locales de los temas relacionados a la investigación.

En el capítulo III, abarca sobre información detallada de la empresa en estudio, recolección de los datos.

En el capítulo IV, se aborda la propuesta de mejora a la problemática.

En el capítulo V, se aborda el análisis económico financiero.

CAPITULO I

1 Planteamiento operacional

1.1. Descripción de la Realidad problemática

A nivel mundial, las empresas están organizadas de tal modo que los productos ya no son elaborados en una sola empresa y en muchas ocasiones tampoco en el mismo país, por lo que las necesidades y los requerimientos de los sistemas de transporte pueden variar enormemente en función del tipo de industria, de ahí la necesidad de aplicar principios comunes a la concepción del sistema de transporte por sus posibilidades de movimientos e independencia operativa, y por sus características de transportar cargas donde no llega el ferrocarril, donde el transporte por carreteras se ha convertido en el complemento del modo de transporte ferroviario para los servicios puerta a puerta, entregas directas, entre otros. (Cedeño-Millares & González-Velázquez, 2020). La globalización e internacionalización de mercados conducen a las empresas a implementar procesos logísticos con la finalidad de hacer llegar los productos al cliente en condiciones óptimas, en el tiempo establecido y al menor costo admisible.

En este sentido, por ejemplo, en la zona oriental de Cuba, especialmente la provincia Santiago de Cuba cuenta con entidades transportistas, que, en el último año, se enfrentaron a un conjunto de verificaciones por los diversos órganos de inspección, supervisión y control de la actividad del transporte, donde se verificó el cumplimiento de la política establecida por el Ministerio del Transporte. Entre las principales deficiencias detectadas en las inspecciones al transporte, y que limitan el desempeño eficaz y eficiente del transporte de carga por carreteras en empresas transportistas se encuentran: el bajo coeficiente de disposición técnica, y de aprovechamiento del parque, baja durabilidad de neumáticos y baterías, insuficiente control del consumo de aceites de relleno, mal llenado de los modelos en las órdenes de trabajo del taller, e incumplimiento de lo establecido para la confección y el llenado de las hojas de ruta y las cartas porte. Estas deficiencias justifican la necesidad en este sector, de herramientas de control encaminadas a la búsqueda de las acciones y mecanismos que proporcionen mayor eficiencia,

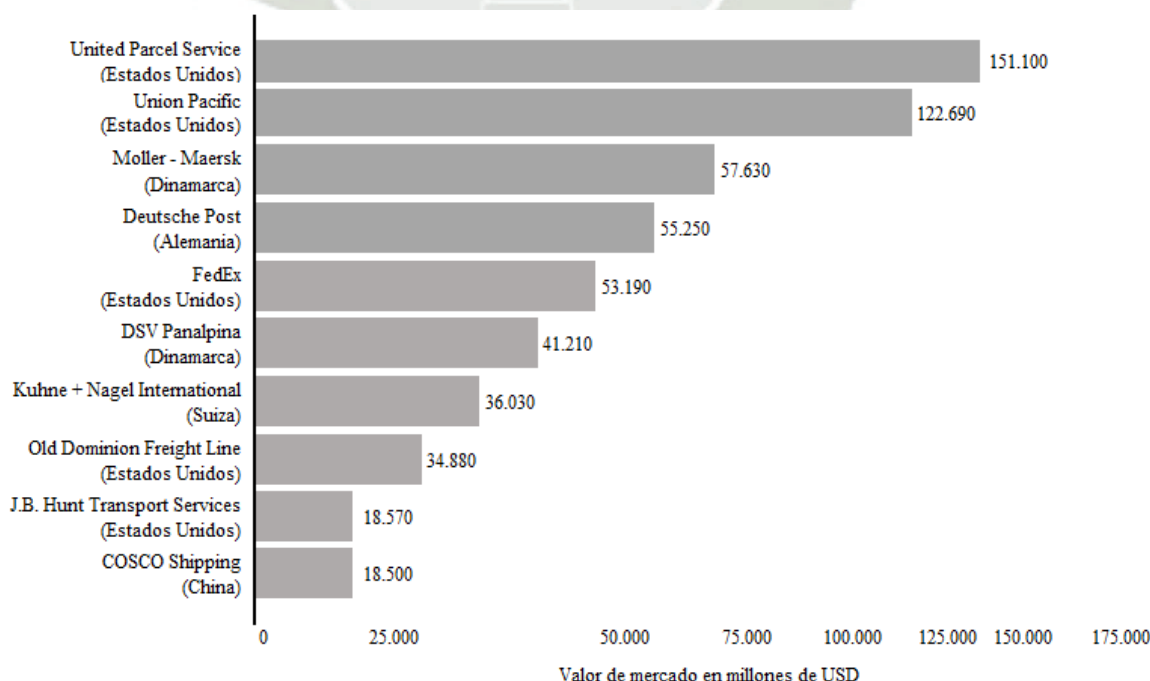
eficacia y efectividad en las empresas de transporte de carga por carreteras (Cedeño-Millares & González-Velázquez, 2020).

El transporte forma parte de una gran área del sector económico y este se encuentra de manera creciente, es de vital importancia ya que permite hacer llegar los productos en mayores cantidades y de mejor calidad de un punto a otro, logrando que tengan acceso de este los consumidores que podrán adquirirlo con facilidad. El transporte multimodal se origina a raíz de que el producto o bien no puede llegar mediante un solo medio de transporte y requiere de otro tipo de medio que no afecte o dañe la mercadería cuando llegue a su destino y permitir la reducción de los costes (Abril, 2022).

A continuación, se presenta el ranking de las empresas de logística y transporte más grandes del mundo con sus respectivos beneficios netos, quienes ocupan una gran parte del mercado internacional:

Figura 1

Ranking de las Empresas y Transporte más Grande del Mundo Según Beneficios Netos a la Fecha de mayo 2023



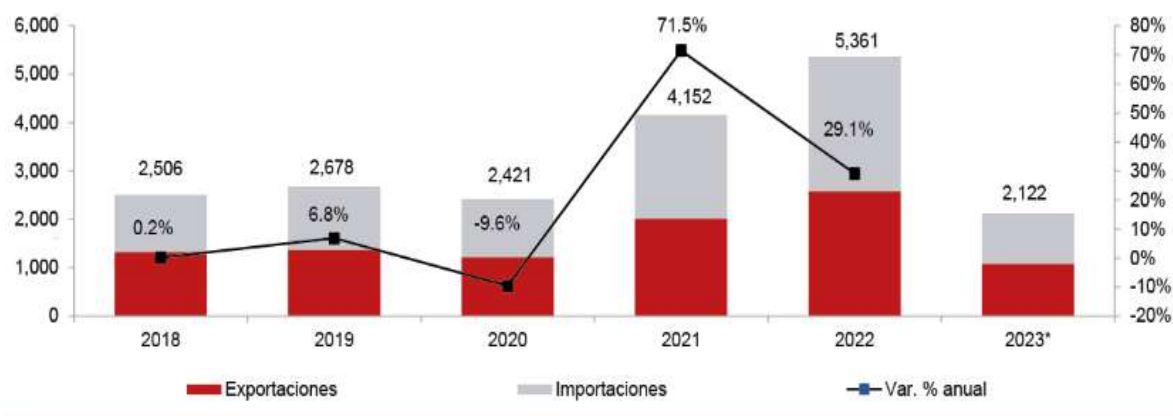
Nota. Extraído de la investigación, Statista (2023)

Como se observa, la gráfica representa a las empresas de logística y transporte más grandes del mundo encabezando este Estados Unidos con un beneficio neto de 151.100 millones, abarcando una gran área del mercado en comparación con otros países.

A continuación, se muestra como fue la evolución del comercio exterior por vía terrestre:

Figura 2

Evolución del Comercio Exterior por Vía Terrestre (US\$ millones)



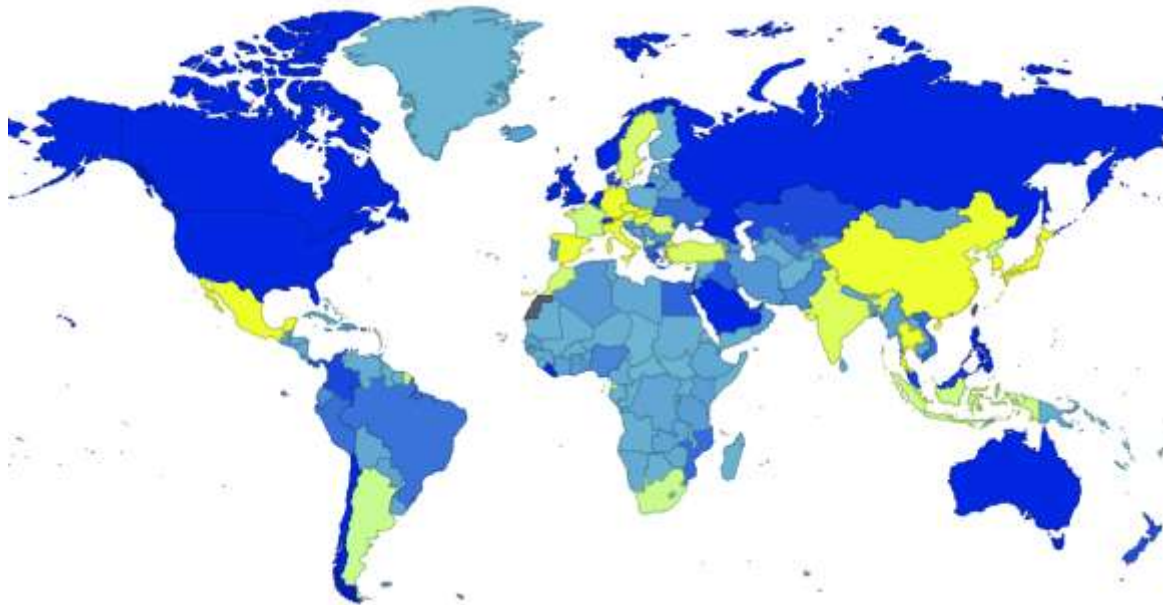
Nota. Extraído de Sociedad de Comercio Exterior del Perú (COMEXPERU, 2023)

Como se muestra en la gráfica, el transporte terrestre en uno de los medios que se utiliza para el comercio internacional, según la SUNAT en 2022 el movimiento del comercio exterior por este medio se estimó en US\$ 5.361 millones lo que representó un aumento del 29.1% en comparación al año anterior, este fue debido a la demanda que se incrementó en 9.3% a diferencia del año 2021.

A continuación, se muestra en el mapa mundial los países que realizaron más movimientos de importación y exportación, siendo estos resaltados para su diferenciación con otros países:

Figura 3

Comercio Neto



Nota. Extraído de Indicadores de Complejidad Económica (OEC, 2022)

Como se observa, el mapa muestra los países que exportan o importan Material de transporte, los países que tuvieron más movimientos respecto a exportación fueron Alemania (\$139 MM), Japón (\$127MM), China (\$105MM), Corea del Sur (\$76,1MM) y México(\$73.1MM). Los países que más realizaron importaciones de Material de transporte fueron Estados Unidos (\$172MM), Australia (\$39,7 MM), Canadá (\$27 MM), Reino Unido (\$26,9 MM), y Arabia Saudita (\$22,5 MM). Asimismo, en América Latina el medio de transporte más popular que se usa es por carretera siendo el transporte marítimo y aéreo escaso en comparación con este.

En el Perú, el transporte de mercaderías en general es un pilar que permite el crecimiento económico del país que cuenta con una diversidad geográfica y demanda comercial, el transporte nacional se puede dar de diferentes formas, sin embargo, el más

popular es por medio de la carretera que representa la mayor parte del movimiento, sin embargo, se cuenta con desafíos como es la infraestructura inadecuada en diferentes regiones o zonas que dificultan el traslado de la mercadería hacia su destino final (Plasencia, 2023).

La Gerencia de Estudios Económicos y Estadísticas (GEEE,2024) por otra parte, respecto a los vehículos pesados, la comercialización de camiones y tractocamiones se situó en 1,161 unidades en el último mes del 2023, expandiéndose en 10.9% a tasa interanual; mientras que el resultado anual fue de 15,095 unidades, cifra menor en -1.4% respecto al 2022. Cabe precisar que, en los últimos meses del año que acaba de culminar, la venta de dichos vehículos ha mostrado una reactivación, la cual se explicaría por una renovación de flotas en empresas, principalmente del sector minero; una de las pocas actividades económicas que han podido sostener un buen comportamiento en el 2023.

Las empresas dedicadas al rubro del transporte de cargas en la región de Arequipa se encuentran en constante crecimiento al tener un mercado que demanda de estos servicios tanto de empresas públicas y privadas, estas transportan combustible, herramientas, maquinarias, materiales peligrosos, mercancías en general que deben estar colocadas y aseguradas con herramientas de amarre con la finalidad de garantizar que la carga llegue al destino en condiciones óptimas.

A continuación, se observará el número de empresas dedicadas al rubro del transporte de carga que hay en los diferentes distritos que conforman a la región de Arequipa.

Tabla 1

Número de Empresas de la Región de Arequipa Dedicadas al Rubro del Transporte de Carga Según el Distrito del Domicilio Fiscal

Distrito domicilio fiscal	Número de empresas
Alto Selva Alegre	5
Arequipa	10
Cayma	12
Cerro Colorado	57
Chiguata	1
Jacobo Hunter	2
José Luis Bustamante	17
Y Rivero	
Mariano Melgar	10
Miraflores	5
Paucarpata	36
Sachaca	6
Socabaya	7
Uchumayo	4
Yanahuara	4
Yura	13
Total, de Empresas	189

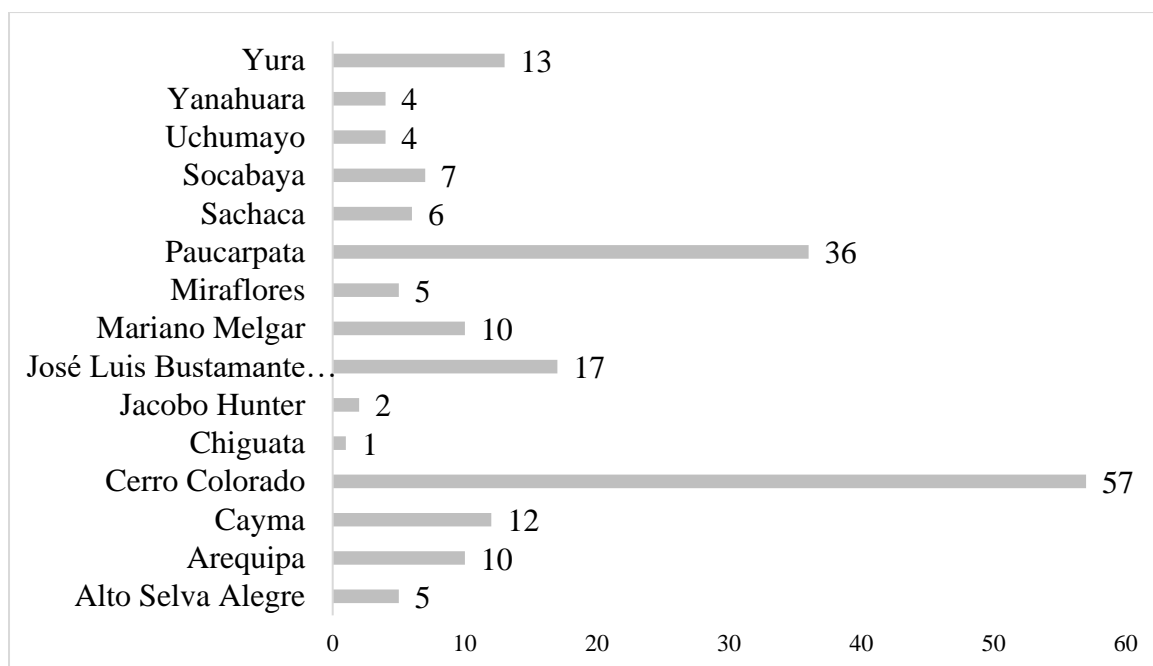
Nota. Adaptado de los Usuarios vigentes en el Registro para el Control de Bienes Fiscalizados 19.03.2024 (SUNAT, 2024).

La figura anterior muestra el número de empresas dedicadas al rubro del transporte según el distrito de domicilio fiscal, donde se observa que el distrito que cuenta con más empresas es Cerro Colorado donde se encuentran 57 empresas y el distrito donde hay un menor número de empresas es chiguata que solo tiene 1, sin embargo, a la fecha anterior mencionada hay un total de 189 empresas registradas.

A continuación, se realizará una representación por medio del gráfico de barras del número de empresas registradas en cada distrito.

Figura 4

Representación Gráfica de Empresas Dedicadas al Rubro del Transporte de Carga en Arequipa Según el Distrito - Domicilio Fiscal



Nota. Adaptado de los Usuarios vigentes en el Registro para el Control de Bienes Fiscalizados 19.03.2024 (SUNAT, 2024).

Se observa la representación gráfica del número de empresas según los distritos que conforman la región de Arequipa a la fecha 19 de marzo del presente año 2024.

Euroclima (2022) Se tiene una problemática que no es solo del Perú sino de todas las ciudades del mundo, este se puede observar fácilmente en la ciudad de Arequipa al ver las carreteras que se encuentran transitadas por flotas antiguas que ocasionan daños a la sociedad con las emisiones de gases que provocan el efecto invernadero, por ello se plantearon soluciones como la renovación del parque automotriz , monitoreo de consumo energético (combustible) para que se genere una buena distribución de carga y mantenimiento adecuado de los vehículos.

En Arequipa el parque automotriz está en constante crecimiento debido a la demanda creciente, existen diversas empresas que se dedican a diferentes rubros como puede ser el

transporte carga en general, cargas perecederas, cargas peligrosas, debido a esto la empresa debe de adoptar diferentes medidas de control y prevención dependiendo del tipo de producto a transportar.

La empresa se dedica al servicio de transporte en carretera brindando servicio a diferentes empresas reconocidas, cuenta con una flota de 34 unidades destinados al traslado de materiales peligrosos (MATPEL), cargas diversas, y carga frágil, además cuenta con un taller de mantenimiento para realizar las operaciones y refacciones según sea la necesidad. La empresa de momento aplica solo mantenimiento preventivo según el kilometraje y en mayor magnitud el mantenimiento correctivo, las principales fallas se manifiestan en los neumáticos, las baterías y luces, ocasionando paros en la ruta, lo que genera demoras en la entrega de la carga, incumpliendo con los términos de sus clientes. Además, no se tiene un suficiente stock para el área de mantenimiento en relación con las herramientas y equipos esto debido a que algunas de ellas presentan desgaste o fracturas. También se observan inconvenientes en la programación puesto que algunas unidades tienen algún mantenimiento pendiente, y por ello se realiza un mantenimiento correctivo en el instante, sin el debido diagnóstico y revisión, ante la urgencia de la unidad por salir a ruta.

Mediante la propuesta de mejora en el área de mantenimiento para la reducción de los costos operativos se tendrá que aplicar diferentes métodos, estrategias para lograr la optimización de los recursos, en caso no se abordará el problema de manera oportuna resultaría en un incremento en los costos operativos, siendo este una pérdida para la empresa, además de generaría retrasos o demoras en el proceso lo que provocaría la insatisfacción del cliente, también se involucraría otros gastos en referencia a las horas hombre, combustible e inversión en caso los paros sean prolongados y constantes.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema General

¿Cómo se reducen los costos operativos al proponer mejoras en la gestión del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) en la empresa de transporte, Arequipa, 2025?

1.2.2. Problemas Específicos

- a) ¿Cómo se encuentra la situación actual de la gestión del mantenimiento y los costos operativos de la flota de una empresa de transportes, Arequipa, 2025?
- b) ¿Qué se propone en la mejora de la gestión del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) para reducir los costos operativos de la flota de una empresa de transportes, Arequipa, 2025?
- c) ¿Cuál es el resultado de la evaluación económica de la propuesta de mejora de la gestión del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) para reducir los costos operativos de la flota de una empresa de transportes, Arequipa, 2025?

1.3. Objetivos de la Investigación

1.3.1. Objetivo general

Diseñar una propuesta de mejora en la gestión del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) para reducir los costos operativos de la flota de una empresa de transportes, Arequipa, 2025.

1.3.2. Objetivos específicos

- a) Evaluar la situación actual de la gestión del mantenimiento de la flota de una empresa de transportes, Arequipa, 2025.
- b) Elaborar propuestas de mejora en la gestión del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) para reducir los costos operativos de la flota de una empresa de transportes, Arequipa, 2025.

c) Determinar la viabilidad económica de la propuesta de mejora en la gestión del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), aplicando indicadores de gestión.

1.4. Justificación

1.4.1. Justificación Teórica

La investigación nos permitirá identificar y reducir la inconsistencias teórica sobre el área en estudio en la cual se notó que no existen investigaciones que abarquen a la mejora de la gestión del mantenimiento por medio de las herramientas de ingeniería como la que se aplicara en la presente investigación siendo esta la RCM (Mantenimiento centrado en la confiabilidad), con este se lograra la optimización de los procesos de gestión del mantenimiento, debido a que otras investigaciones abarcan también la reducción de los costos operativos por otras metodologías en empresas de transporte, siendo esta una novedad en el aporte teórico de la investigación.

1.4.2. Justificación Metodológica

Por medio de la metodología RCM se logrará una mejora continua en los procesos del área de mantenimiento, siendo este más eficiente, seguro y confiable, también permitirá identificar, corregir las fallas en el proceso. La RCM permitirá alcanzar los objetivos y metas de la empresa en estudio, mejorando así el indicador de costos operativos, adicional a ello se realizará el diagnóstico de la situación de la gestión del área de mantenimiento, lo que permitirá desarrollar la propuesta de mejora para reducir los costos operativos, para luego analizar el costo beneficio de la propuesta y demostrar su viabilidad económica.

1.4.3. Justificación Práctica

Mediante la presente investigación la empresa en estudio logrará optimizar los procesos garantizando el cumplimiento y seguridad del transporte de mercancías, además de promover una cultura de adaptabilidad de acuerdo a la demanda del mercado cambiante, y lograr reducir las brechas de las fallas que se pueda presentar y afectar a las operaciones de la empresa, mejorando así los resultados económicos.

a) *Política, Económica y/o Social*

La presente investigación sobre la mejora de la gestión del mantenimiento de la empresa de transporte ayudara desde el punto de vista político a establecer una base o normativa política en la gestión del mantenimiento de los vehículos, que tiene la finalidad de fomentar las buenas prácticas con el objetivo de poder conservar los recursos de manera óptima, mejorando así las operaciones de la empresa, esperando a la vez incentivos por parte del gobierno para mejorar los procesos y hacer más competitivo al sector transporte en nuestro país, desde el punto de vista económico es beneficio para la empresa y para los trabajadores, ya que al reducir los costos se obtiene una mayor utilidad, la cual puede ser invertida en la empresa, y repartida entre los trabajadores, desde el punto de vista social, la investigación ayudara a reducir las fallas y accidentes en la carretera evitando así la desintegración de familias y las pérdidas humanas, generando un mayor bienestar y seguridad a los trabajadores.

b) *Profesional Académica y/o Personal*

Desde la perspectiva profesional, el presente trabajo analizará el sector de transporte que está en constante crecimiento y demanda como es el transporte que abarca diferentes rubros u operaciones, en el caso de la ingeniería industrial que tiene como objetivo la optimización de procesos, se optará por aplicar la metodología RCM en el área de mantenimiento de la presente empresa de transporte.

Se aplicarán las diferentes herramientas aprendidas en la carrera enfocándose en el área de mantenimiento para lograr la reducción de los costos operativos y lograr su integración en la realidad actual.

Sobre la justificación personal es satisfactorio poder aplicar diversas técnicas o metodología en la empresa que labore para poder aportar mejoras en la organización y reducir los costos operativos, siendo este trabajo una nueva experiencia que podrá permitir obtener el título profesional a la tesis y a la vez se brindará una retribución a la empresa que permitió crecer profesionalmente.

1.5. Delimitación de la Investigación

1.5.1. Delimitación Espacial

El estudio se aplicará en la empresa Transportes, ubicada en el distrito de Cerro Colorado, Arequipa.

1.5.2. Delimitación Social

La investigación abarca la participación de, 3 trabajadores del área de mantenimiento y 58 trabajadores del área de operaciones de la empresa, de los cuales se tiene 16 administrativos.

1.5.3. Delimitación Temporal

El estudio se aplicará en la empresa Transportes, ubicada en el distrito de Cerro Colorado, Arequipa durante el periodo de Mayo 2021 a Abril del 2022.

1.5.4. Delimitación Conceptual

La presente investigación aborda la gestión de mantenimiento, análisis de fallas, confiabilidad, análisis de causa – efecto, gestión de costos operativos.

1.6. Hipótesis de la Investigación

Es probable que al aplicar el RCM, se reducirá los costos operativos de la flota correspondiente a la empresa de transportes, Arequipa, 2025.

1.7. Variables

Para la realización de la propuesta de mejora es necesario identificar las variables, dimensiones e indicadores que mostraremos a continuación:

Tabla 1

Operacionalización de Variables

Variable	Concepto	Dimensiones	Indicadores
Variable dependiente Costos operativos	Los costos operativos abarcan los gastos relacionados con el funcionamiento de la organización como puede ser materiales, salarios, impuestos.	Rentabilidad de la propuesta Costos de mantenimiento	Valor Actual Neto (VAN) Tasa Interna de Retorno (TIR) Beneficio Costo (B/C) Inversión de costos Actuales Inversión de costos Propuestos
Variable Independiente Gestión del Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM)	Permite conservar los activos de manera adecuada con el objetivo de asegurar la competitividad de la empresa.	Criticidad Confiabilidad Mantenibilidad Disponibilidad Evaluación y seguimiento de procesos Orden y limpieza Capacitación	Criticidad: Frecuencia x Consecuencia Consecuencia: (Impacto Operacional x Flexibilidad) + Costo + Impacto Seguridad y Ambiente Índice de probabilidad de funcionamiento sin fallas de máquina C: $T_{tt}-T_{tp}/T_{ip}$ T_{tt} : Tiempo total de trabajo T_{tp} : Tiempo total de parada T_{ip} : Tiempo de incidencia de parada Índice de tiempo de reparación de máquina M: T_{tr}/T_{ip} T_{tr} : Tiempo total de reparación T_{ip} : Tiempo de incidencia de parada Índice de disponibilidad de máquina D: $MTBF/MTBF+MTTR$ MTBF : Tiempo medio de buen funcionamiento MTTR : Tiempo medio total de reparación de falla Plan del mantenimiento Productos deteriorados, almacenados (Nº de trabajadores capacitados / Total de trabajadores) x 100

Nota. Elaboración Propia

Podemos observar en la tabla las variables, dimensiones y sus respectivos indicadores que se aplicaran en el proyecto. Se tiene en las variables dependientes los costos de mantenimiento, son en base al costo de los repuestos – mano de obra, los costos actuales y costos mejorados, las variables independientes están conformadas por la criticidad que se basa en reconocer los riesgos potenciales, confiabilidad que es la probabilidad que un equipo funcione sin la presencia de eventos disruptivos, además de la mantenibilidad que permite la conservación de los equipos, la disponibilidad que es la probabilidad de que un equipo este apto en cualquier momento para la realización de servicios.

1.8.Limitaciones

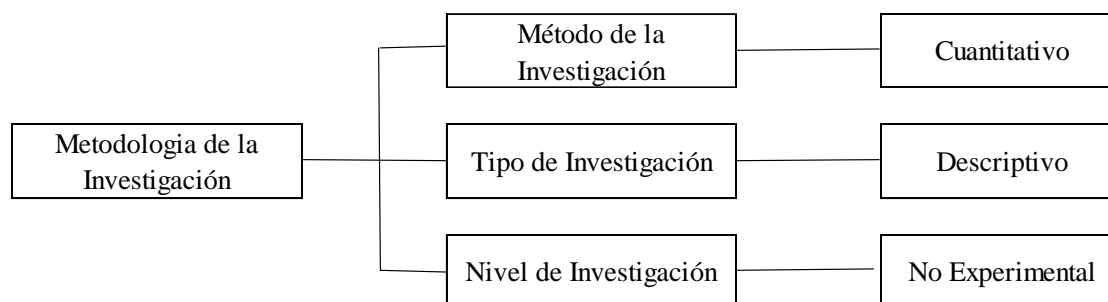
Entre las principales limitaciones que se tendrán en cuenta son las siguientes: el no tener una correcta supervisión de cada mantenimiento realizado debido a que la unidad tiene que salir a ruta, limita el correcto registro de la información, en referencia al mantenimiento de las unidades en algunos casos se realizaron en un taller multimarca con la finalidad de dar solución al problema y poder disponer de la unidad en un menor tiempo, es decir se realizó una tercerización y no se registró al detalle.

1.9. Metodología de la Investigación

A continuación, se muestra la figura correspondiente a la metodología de la investigación:

Figura 5

Metodología de la Investigación



Nota. Elaboración Propia

El tipo de metodología de investigación que se aplicara para la propuesta de mejora es cuantitativo, descriptivo y no experimental que son de gran utilidad para la elaboración de la investigación. Es cuantitativo debido a que los datos son obtenidos de la información numérica, descriptivo ya que se describe la situación del área de mantenimiento y no experimental ya que se observara y se analizara la información, además de poner a prueba la hipótesis.

1.9.1. Método de la Investigación

La presente investigación es de enfoque cuantitativo ya que será a partir de la información numérica analizada y recolectada previo diagnóstico realizado para poder corroborar los resultados, además de presentar las evidencias de mejora una vez implementada la propuesta de mejora en la presente empresa de transporte (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

1.9.2. Tipo de Investigación

El tipo de investigación que se realizará será de tipo descriptiva ya que se describirá la situación de la empresa y su problemática. Adicionalmente, la investigación es de tipo explicativa ya que se analizarán las causas de la problemática para en base a ello ejecutar la propuesta de mejora (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

1.9.3. Nivel de la Investigación

El diseño de la investigación es de tipo no experimental.

1.10. Cobertura de estudio

1.10.1. Población

La población de la presente investigación será la empresa Transportes.

1.10.2. Muestra

Se tomará como muestra de la investigación a los 61 trabajadores del área de operaciones y mantenimiento de la empresa Transportes.

1.10.3. Muestreo

El muestreo será no probabilístico y por conveniencia, es decir se seleccionarán los trabajadores que laboren en el área de mantenimiento y operaciones, donde se elaborará la propuesta de mejora.

1.11. Técnicas e instrumentos

1.11.1. Técnicas de la investigación

Para la recopilación de los datos necesarios sobre el área en estudio Mantenimiento se utilizará diferentes instrumentos como: Las encuestas, cuestionarios, entrevistas, análisis documental y observación. Mediante estas herramientas lograremos obtener la información necesaria para poder cumplir con el objetivo.

a) Observación: Este se realizará sobre el área en estudio que es el área de mantenimiento de la empresa de transportes con la finalidad de poder identificar los problemas o fallas, nos apoyaremos de instrumentos como una agenda, laptop, lapicero, un celular para poder tomar fotos, USB, hojas bond.

También se observará el estado de las herramientas que usa esta área para poder verificar las condiciones en el que se encuentra.

b) Entrevistas: Las entrevistas serán dirigidas al personal involucrado tales como los conductores, mecánico y ayudantes.

Esta técnica es importante para poder tener una información detallada y profunda ya que este personal interviene directamente en este proceso donde nos podrán dar información basada en su experiencia, conocimiento u opiniones.

c) Análisis Documental: En este caso examinaremos la información con la que contamos como informes, registros referida a la gestión de mantenimiento perteneciente a los años 2021-2022 para poder obtener información relevante o necesaria para la investigación.

1.11.2. Instrumentos de la Investigación

Los instrumentos que se usarán en la investigación nos permitirán recolectar información en campo.

a) **Fichas de Observación:**

Se usarán fichas de observación para registrar eventos, lugares o comportamientos detallados para poder registrar la información de forma objetiva y consistente.

b) Guías de Entrevistas:

Se realizarán preguntas abiertas o semiestructuradas relacionadas al tema en estudio al personal involucrado.

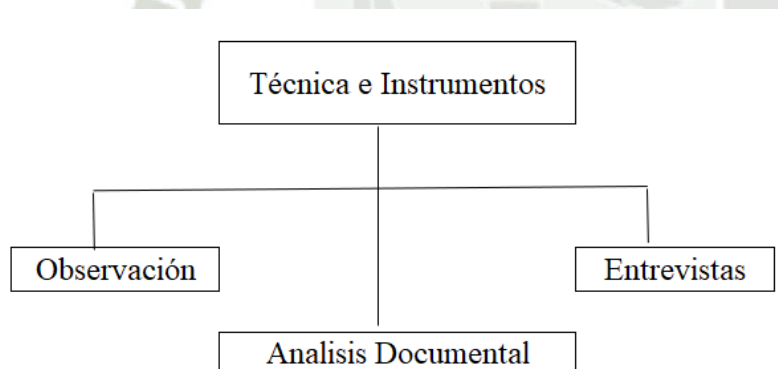
c) Instrumentos de Análisis Documental:

En este caso analizaremos documentos con la finalidad de organizar y clasificar la información, poder interpretarla y aplicarlo en la investigación.

A continuación, se observa las técnicas e instrumentos que utilizaremos para la elaboración del trabajo de investigación

Figura 6

Técnicas e Instrumentos



Nota. Elaboración Propia

Las técnicas e instrumentos que se utilizara son la observación, entrevistas y análisis documental para la obtención de información que sea requerida.

1.12. Procesamiento Estadístico de la Información

Se procesará la información obtenida de la empresa, en hojas de Excel mediante la elaboración de tablas dinámicas y gráficos estadísticos.

1.12.1. Estadísticos

Se analizará la información cuantitativa obtenida mediante estadísticos de Excel.

1.13. Matriz de Consistencia

A continuación, se observa la matriz de consistencia de acuerdo al tema escogido:



Figura 7

Matriz de Consistencia

PROPUESTA DE MEJORA EN LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD (RCM) PARA REDUCIR LOS COSTOS OPERATIVOS DE LA FLOTA DE UNA EMPRESA DE TRANSPORTES DE AREQUIPA, 2025										
Identificación del problema	Formulación del problema		Objetivos		Hipótesis	Variables	Definición	Dimensión	Indicadores	Aspectos metodológicos
	Problema principal	Problemas específicos	Objetivo Principal	Objetivos Específicos	Hipótesis Principal					
Area de Mantenimiento	Algunas unidades que salen a ruta presentan inconvenientes a pesar de haber recibido mantenimiento preventivo.	a)¿Cómo se encuentra la situación actual de la gestión del mantenimiento y los costos operativos de la flota de una empresa de transportes, Arequipa, 2025?	Diseñar una propuesta de mejora en la gestión del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) para reducir los costos operativos de la flota de una empresa de transportes, Arequipa, 2025.	a)Evaluar la situación actual de la gestión del mantenimiento de la flota de una empresa de transportes, Arequipa, 2025	Es probable que al aplicar el RCM, se reducirá los costos operativos de la flota correspondiente a la empresa de transportes, Arequipa ,2025.	VD :Costos operativos	Los costos operativos abarcan los gastos relacionados con el funcionamiento de la organización como puede ser materiales, salarios.	Rentabilidad de la propuesta	Valor Actual Neto (VAN)	Diseño y tipo de investigación: Descriptivo Población y Muestra: La población de la presente investigación sera de la empresa de Transporte, con una muestra de 61 trabajadores del area de operaciones y mantenimiento. Técnicas e instrumentos: Respecto a las tecnicas e instrumentos sera mediante la observacion del area en estudio,entrevistas al personal involucrado, analisis documental - informes,registros.
		Tasa Interna de Retorno (TIR)								
		Beneficio Costo (B/C)								
		Costos de mantenimiento		Inversion de costos actuales						
				Inversion de costos propuestos						
		Críticidad		Críticidad: Frecuencia x Consecuencia						
				Consecuencia: (Impacto Operacional x Flexibilidad) + Costos + Impacto Seguridad y Ambiente						
		Confiabilidad		Indice de probabilidad de funcionamiento sin fallas de maquina C: Ttt - Ttp / Tip						
		Mantenibilidad		Indice de tiempo de reparacion de maquina M: Ttr/Tip						
		Disponibilidad		Indice de disponibilidad de maquina D:MTBF/MTBF+MTTR						
Evaluacion y seguimiento de procesos	Plan de Mantenimiento									
Orden y limpieza	Productos deteriorados, almacenados									
Capacitación	(Nº de trabajadores capacitados / Total de trabajadores) x 100									

Nota. Elaboración propia.

La matriz de consistencia es una representación de forma resumida para la elaboración del proyecto de tesis que se realizara, este incluye la problemática, objetivo principal y los objetivos específicos, las variables dependientes e independientes con sus respectivas dimensiones como son los costos de mantenimiento, las dimensiones provenientes de la variable independiente que son la criticidad, confiabilidad, mantenibilidad, disponibilidad y capacitación Por medio de la matriz se logrará evaluar la relación o coherencia del trabajo de investigación.



CAPITULO II

2. Marco teórico

2.1. Antecedentes de la Investigación y Bases Teóricas

a) Internacional

En la investigación desarrollada en Cuenca – Ecuador por Tinoco y Vargas (2022), Titulado “Elaboración de un Plan de Mantenimiento para el parque automotor del grupo camaronero Sufalyng S.A”, se desarrolló un plan de mantenimiento para disminuir los costos operativos de la empresa camaronera, la investigación tuvo un enfoque cuantitativo y cualitativo con la finalidad de conocer el costo beneficio de implementación de nuevas herramientas como el GMAO - herramientas ofimáticas. Como conclusión se obtuvo un plan de mantenimiento técnico de los vehículos pudiendo incrementar la disponibilidad de las unidades reduciendo así el número de fallas que generen retrasos o pérdidas. La investigación descrita es importante, debido a que se ha logrado desarrollar los procesos de forma efectiva y ordenada por medio de los registros que fueron de ayuda para el correcto control de mantenimientos de las maquinarias, lo que genero la disminución de paradas y pérdidas durante el proceso.

García (2022) en su tesis titulada “Propuesta de educación al plan de mantenimiento para el taller diez internacional camiones sucursal banderilla”, donde se dio la adaptación del plan de mantenimiento y aplicación de la metodología UpTime, RCM. La investigación tuvo un enfoque basado en la confiabilidad, AMEF y RCM con el objetivo de identificar las causas que generaban las demoras en el área de mantenimiento. Como conclusión logró identificar las diferentes causas y necesidades que originaba paradas en el área como son los tiempos muertos y el origen de las fallas respecto a los equipos. Siendo la metodología UpTime primordial para localizar de manera eficiente el origen de la problemática ya que este describe cada proceso del mantenimiento de inicio a fin, logrando la disminución de tiempos o tiempos muertos que se

generaban en el área. La investigación descrita aplicó técnicas innovadoras como el UpTime que analiza paso a paso los procesos que se realizan para el mantenimiento de los vehículos para determinar las fallas, siendo este primordial para evitar incurrir en retrasos que conlleva a pérdidas de clientes y liquidez económica a la empresa.

En la investigación desarrollada en Guatemala por Orellana (2021), titulada “Plan de mantenimiento preventivo para una impulsadora de concreto Putzmeister BSF36Z.16H en camión volvo 400 i-shift”. Desarrolló un plan de mantenimiento preventivo y de seguridad para una marca Putzmeister BSF36Z.16H, la investigación tuvo alcance descriptivo. Con la finalidad de reconocer la problemática por medio de técnicas de recolección, se realizaron análisis de los equipos por medio de análisis de falla y efecto, árbol de fallos entre otros. Como conclusión se obtuvo información fehaciente que proporcione el debido control y seguimiento para los mantenimientos correctivos de las unidades, además de reducir los gastos para la mano de obra e incurrir en horas extra. La investigación descrita ha sido de utilidad, debido a que refuerza la idea de diseñar un plan de mantenimiento para los vehículos que permita asegurar en las operaciones la calidad, seguridad y los costos operativos correspondientes de la empresa.

En la investigación desarrollada en Copiapó - Chile por Flores y Urrea (2023), en su tesis titulada “Optimizar la gestión de disponibilidad y planes de mantenimiento de la flota de 20 camiones de transporte articulados modelo MT – 65 epiroc en la compañía minera Pucobre S.A.”, los investigadores han estudiado como se desarrolló el análisis del estado actual del mantenimiento y flota con la finalidad de proponer estrategias que permitan la identificación de las principales fallas y optimización de procesos, se aplicó la metodología FMECA (Metodología de Análisis de Fallas, Efectos y Criticidad), y análisis de Jack-Knife que permitió reconocer los eventos disruptivos para poder actuar de manera eficiente y lograr una mejor disponibilidad de los equipos. Como conclusión, se obtuvo que, por medio del análisis de la variabilidad de su desempeño, se realizó la toma de decisiones de forma independiente de

acuerdo a cada caso y no de forma general, este es de acuerdo al número de horas que se encuentra operando la máquina. La investigación descrita fue de utilidad debido a que se pudo conocer las estrategias que permitieron mejorar los indicadores de mantenimiento y reducción de los gastos referidos a las reparaciones de los vehículos permitiendo el incremento de la operatividad de forma eficiente.

b) Nacional

Sifuentes (2021) en su tesis titulada “Propuesta de mejora en el área de mantenimiento para reducir los costos operacionales en una empresa de Transportes Trujillo 2021”. El investigador indico una propuesta de mejora en el área de mantenimiento de la empresa Transportes aplicando herramientas de ingeniería, la investigación tuvo un enfoque Diagnostico y Propositiva, se aplicaron herramientas como: TPM, adquisición de equipos predictivos, Metodología 5s, Gestión de Inventarios, EOQ. Kardex, Gestión de la documentación y Plan de Capacitaciones. Como conclusión las mejoras propuestas ocasionaron un impacto satisfactorio en relación a los costos operacionales ya que se redujeron en un monto considerable, se aplicaron diferentes metodologías para reducir los costos generados en relación a falta de stock, respecto a la documentación y capacitaciones los cuales ocasionaban pérdidas a la empresa. La investigación descrita fue de utilidad debido a que este un modelo de negocio rentable y competitivo en el mercado además se debe de aplicar diversas estrategias que permitan a la empresa crecer con el tiempo.

Antón (2022) en su tesis titulada “Propuesta de implementación de un sistema de gestión de mantenimiento centrado en la confiabilidad en una planta de producción de productos laminados de zinc para reducir costos por mantenimiento” donde se desarrolló el plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad destinado a la elaboración de productos laminados de zinc con la finalidad de reducir los costos de mantenimiento, la investigación tuvo un enfoque cualitativo y semicuantitativo donde se aplicó el mantenimiento centrado en

la confiabilidad RCM junto con el análisis de diagramas como Ishikawa y Pareto con la finalidad de evaluar los problemas que afecten el sistema y de esta forma reducir las paradas y horas hombre perdidas por el evento disruptivo. Como conclusión se aplicaron herramientas de análisis y lograron identificar las problemáticas para poder actuar de acuerdo a la situación, además al aplicar la metodología RCM se concluyó que la rentabilidad es mayor ya que este supera al costo de la inversión. La investigación fue interesante ya que se aplicó la metodología RCM para poder establecer las tareas o actividades más óptimas, además de mejorar los procesos con la finalidad de disminuir el número de fallas o paradas que se presentaban en la elaboración de laminación de productos planos de zinc, y que fueron exportados para que puedan ser adquiridos por sus clientes en condiciones óptimas y de calidad logrando satisfacer las necesidades del mercado.

Medina (2022) En la investigación desarrollada en Lima, Perú “Estrategias de gestión de mantenimiento para mejorar los indicadores de mantenimiento de equipos de transporte de carga terrestre”, donde indico que se implementó estrategias de gestión de mantenimiento, teniendo un enfoque cuantitativo relacional, cuasi experimental ex post facto, con la finalidad de aplicar estrategias que reduzcan los costos de mantenimiento de los equipos de la empresa de transporte, se designó como población a la totalidad de parte de fallas y reparaciones que se dieron a los equipos en el periodo de un año y en referencia a la muestra lo conforman 30 equipos que presentaron menos operatividad, al de mayor tiempo de reparación y el de mayor costo de mantenimiento. Como conclusión se ha incrementado el número de unidades de transporte ya que se encontraban aptos para salir en tránsito, además se redujo los tiempos en el mantenimiento de los equipos. La investigación descrita fue de gran utilidad ya que se conoció la aplicación del mantenimiento de Calidad que abarca el cuidado del equipo con la finalidad de prevenir paradas, accidentes.

Flores, (2020) En su tesis titulada “Propuesta de mejora al área de mantenimiento para incrementar la rentabilidad de la empresa Green Care del Perú S.A. Callao-2020”, indico que se desarrolló la mejora de los indicadores del mantenimiento preventivo en la empresa Green Care del Perú S.A. para mejorar la rentabilidad de esta, la investigación tuvo un enfoque descriptivo – aplicativo. En el desarrollo del presente trabajo se aplicaron métodos como la observación inmediata a la población que consta de seis vehículos de transporte que son parte de la flota de la empresa, además se utilizó los registros correspondientes a fallas y averías, inspecciones diarias (check list) para que se realice una revisión de forma eficiente. Como conclusión la propuesta de mejora obtuvo resultados favorables siendo estos eficientes y reflejándose en las horas totales de operatividad de las unidades, junto con el número de unidades disponibles que incrementaron la liquidez de la empresa. La investigación fue de utilidad ya que por medio del mantenimiento preventivo se logró incrementar el tiempo de operatividad de los camiones y la reducción de los costos que son beneficioso para la empresa Green Care del Perú S.A.

c) Regional

Gonzales (2023) En su tesis titulada “Optimización de costos mediante la mejora de gestión de mantenimiento de la empresa Transmdicas S.R.L. Arequipa 2022” donde indico que se desarrolló el análisis situacional del área en estudio con la finalidad de la implementación de procedimientos que ayuden a optimizar los procesos, la investigación tuvo un enfoque cuantitativo , no experimental transversal con la finalidad de establecer controles y reducción de tiempos en los procesos, se aplicaron KPI´s, análisis económicos. Como conclusión se logró la identificación de diferentes procesos como es el caso de demoras en recepción, la inspección visual, retraso en los programas de mantenimiento. Por medio del Ciclo de Deming se aportaron mejoras en el plan de mantenimiento por medio de controles y su respectivo seguimiento con la finalidad de lograr su viabilidad económica. La investigación desarrollada fue de utilidad,

debido a que se logró establecer controles a los diferentes procesos, sin embargo, estos deben de ser adaptados periódicamente de acuerdo a los cambios que se puedan presentar para poder tomar una mejor decisión en pro de la empresa.

Vargas (2022) En la investigación desarrollada en Arequipa, Perú “Análisis y propuesta de mejora de los procesos mediante la aplicación de la mejora continua en el área de mantenimiento de una empresa de transporte de materiales peligrosos”, donde se desarrolló un plan de mantenimiento correctivo y preventivo para el transporte de materiales peligrosos, la investigación tuvo un enfoque cuantitativo con la finalidad de incrementar las capacidades del área, siendo la población en estudio las empresas de transportes de materiales peligrosos, también se aplicaron técnicas de análisis como Diagrama de Pareto, espina de pescado y flujo de procesos. Como conclusión al identificar las fallas encontradas en el área de mantenimiento para reducir los tiempos, se realizó capacitaciones al personal con la finalidad de poder identificar fallas y de esta forma reducir los tiempos de mantenimiento de las unidades. La investigación fue interesante ya que no solo se enfocó en el mantenimiento de unidades sino también en reforzar en temas de mantenimiento al personal con la finalidad de poder ubicar el problema de forma rápida y efectiva, también es importante mencionar que todo tipo de vehículo requiere de mantenimiento correctivo ya que sabemos que nuestra región es accidentada, además de contar con carreteras que no se encuentran en buenas condiciones y que de esta forma afectan a la unidad.

Figuroa (2020) en la investigación desarrollada en Arequipa – Perú “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la flota vehicular de una empresa dedica al rubro transporte”, donde el investigador ha desarrollado un plan de mantenimiento preventivo para aumentar la disponibilidad de los vehículos de la empresa de transporte y determinar su viabilidad, la investigación tuvo un enfoque aplicativo – proyectivo y su alcance fue descriptivo. Con la finalidad de conocer la situación actual de la empresa, así como realizar la evaluación

económica para determinar la viabilidad de la propuesta, se aplicaron técnicas para recolectar información como entrevistas, análisis documental e instrumentos como fichas técnicas, historial de fallas para poder obtener mayor información sobre el mismo. Como conclusión se obtuvo que el diseñar un plan de mantenimiento proporcionará información necesaria para el ahorrar del tiempo, reducción de costos y el aumento de la disponibilidad de las unidades. La investigación fue de utilidad debido a que en todo tipo de empresa se requieren los registros correspondientes a mantenimiento, cronogramas y presupuesto ya que por medio de este se podrá realizar un control de la flota permitiendo la reducción de los costos.

Mendoza (2020) en la investigación desarrollada en Arequipa – Perú, titulado “Propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) para un puente Grúa de 15 Ton a la empresa San Martín Contratistas Generales S.A.”, donde se desarrolló una propuesta de mejora basado en confiabilidad para un puente grúa de 15 Ton, la investigación tuvo un enfoque cuantitativo. Con la finalidad de definir fallas, optimizar los procesos e implementar mejoras. Como conclusión se logró mantener la disponibilidad del puente grúa y los equipos restantes de la empresa y de esta forma se disminuyó el número de fallas que provocan las paradas y pérdidas en el proceso. La investigación descrita fue de utilidad, debido a que se logró identificar las respectivas fallas en los diferentes procesos permitiendo analizar cada una de estas antes que tuvieran un gran impacto en el proceso ocasionando pérdidas en horas hombre y a nivel económico.

2.2. Marco Referencial

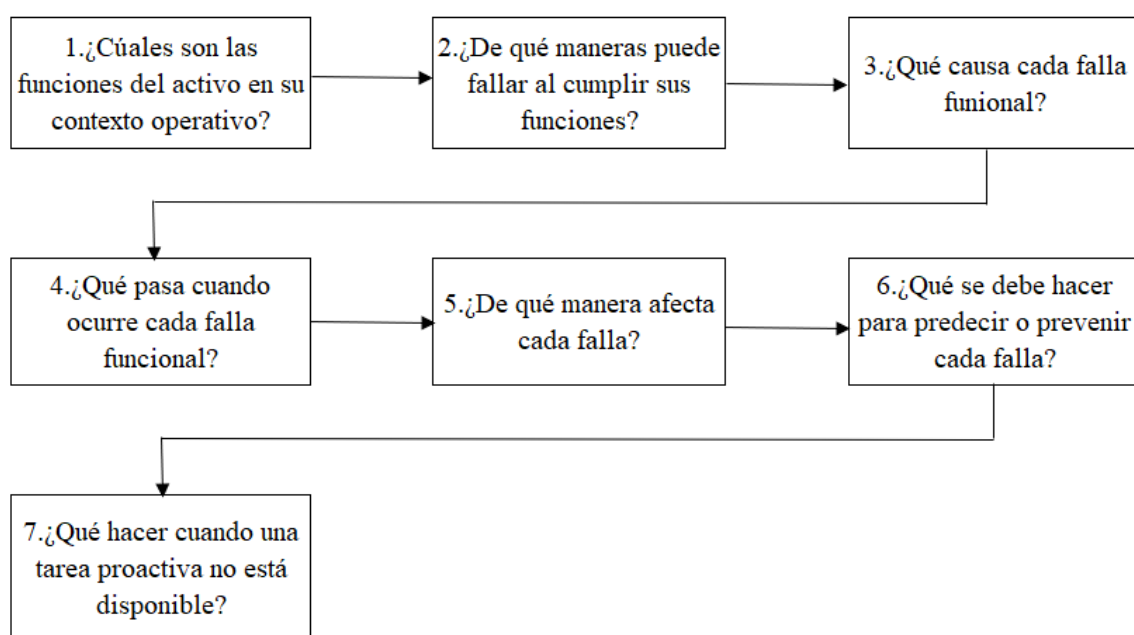
- **RCM**

Es una herramienta de vital importancia para el área de mantenimiento, este ayuda a reconocer los modos de fallo y las causas principales de las paradas (Mendez, 2023).

Maya (2018) indica que el mantenimiento centrado en confiabilidad se basa en el análisis de fallos tanto las pasadas como las que se trata de evitar por medio del mantenimiento preventivo, los que tienen la mínima probabilidad de ocurrencia y los que generen fallas con consecuencias potenciales, por ello se deben de realizar las siguientes seis preguntas que se muestran a continuación:

Figura 8

Proceso de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad



Nota. Extraído de la revista científica (Campos et al.,2019).

SAEJA1011 especifica los criterios mínimos que debe de cumplir la RCM respondiendo a las preguntas que se muestran en la figura para su correcta elaboración.

A continuación, se observan los pasos adicionales para la metodología de RCM:

Figura 9

Pasos Adicionales Propuestos para la Metodología de RCM

Antes de aplicar RCM	Durante el análisis de RCM	Después del análisis
* Recopilar información. * Elaborar taxonomía del equipo/sistema. * Documentar contexto operativo.	* Normalizar el análisis de modos y causas de falla. * Categorizar efectos de falla.	* Implementar el plan de mantenimiento. * Recomendaciones o acciones predeterminadas. * Medir el desempeño.

Nota. Extraído de la revista científica (Campos et al.,2019).

La norma SAEJA1011 propone comenzar con la recopilación y análisis del activo con el respectivo análisis, durante el proceso se debe de determinar los modos y causas de fallas por medio de los números de prioridad de riesgos, después de obtener los resultados se asignan responsabilidades con la finalidad de asegurar la implementación y ejecución del plan de mantenimiento junto con las recomendaciones propuestas.

- **Fallas Relacionadas con la Edad y Mantenimiento Preventivo**

De acuerdo a la teoría que se agrega en el Anexo 57 las fallas se relacionan con los años de uso, estos se aplican tanto en componentes simples y complejos, mayormente estos se encuentran bajo condiciones de desgaste, fatiga, corrosión, oxidación u evaporación de los bienes o equipos, la fatiga afecta principalmente a las piezas metálicas que se encuentran sujetas a carga, debido a ello se opta por tomar medidas preventivas con la finalidad de reducir las fallas ya sea por un reacondicionamiento cíclico y tareas de sustitución cíclica (Mounbray, 1991,p.151).

- **Diagrama de decisión de RCM**

Está conformado por todos los procesos de decisión y plasmados en el diagrama que está conformado por 16 columnas. Las primeras 3 columnas se usa para reconocer el modo de falla en caso sea Función (F), Falla Funcional (FF), Modo de Falla (MF).

Las siguientes cuatro columnas designan la evaluación de consecuencias.

H: Consecuencia de Falla Oculta

S: Consecuencia para la Seguridad y el Medio Ambiente

E: Consecuencias Operacionales

O: Consecuencias No Operacionales

Las siguientes columnas del 8 al 10 registran las diferentes tareas o actividades de la siguiente manera:

- H1/S1/O1/N1: Se usa para poder registrar si se pudo encontrar una tarea a condición apropiada.
- H2/S2/O2/N2: Se usa para registrar si se pudo encontrar una tarea de reacondicionamiento cíclico.
- H3/S3/O3/N3: Se usa para registrar si se pudo encontrar una tarea de sustitución cíclica.

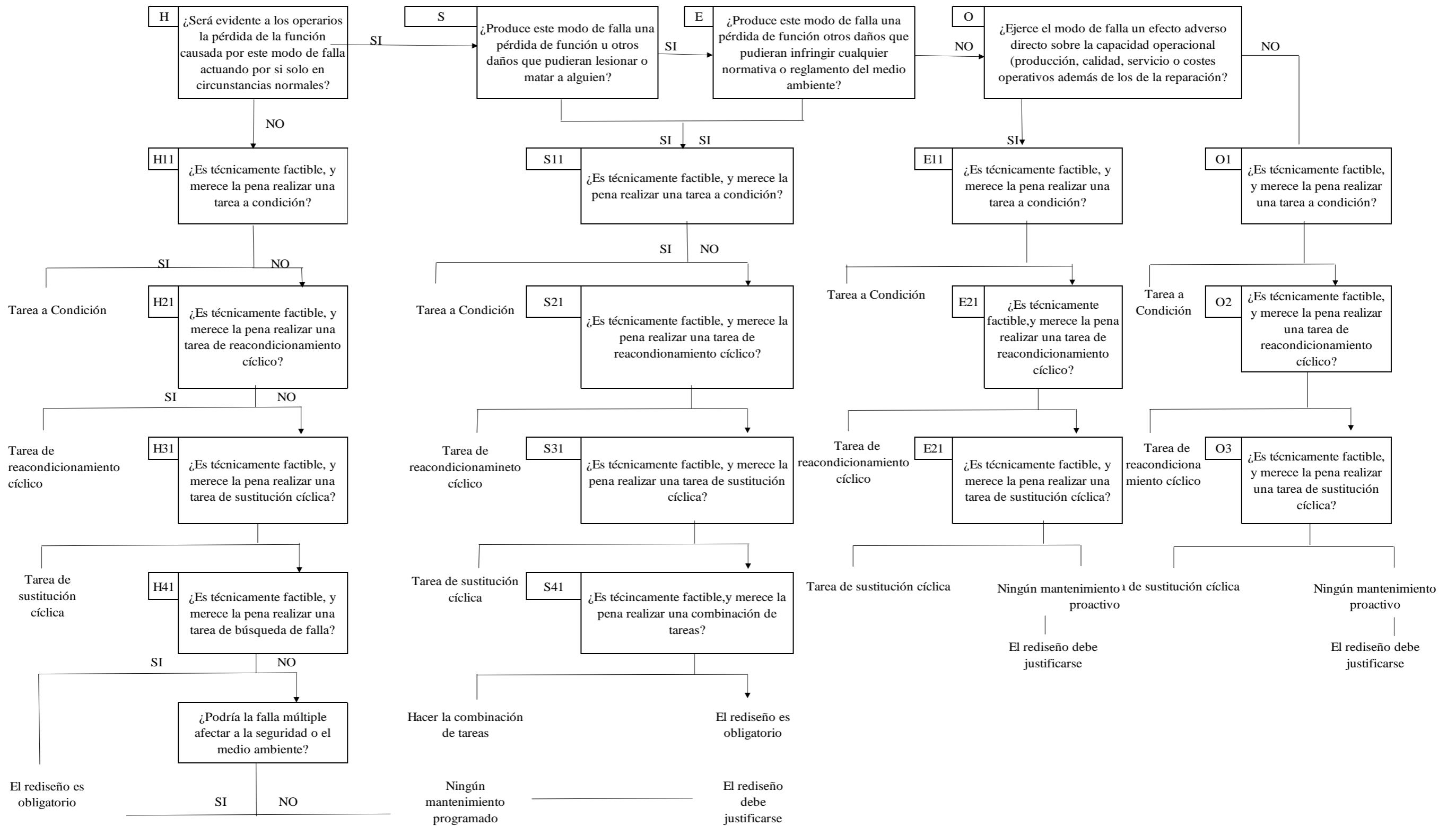
La columna 11 al 13 son usadas para registrar las respuestas en referencia a la pregunta “a falta de”, que busca un nuevo rediseño o combinación.

Las últimas tres columnas registran la tarea propuesta, el intervalo y la asignación del personal encargado a realizar la actividad.

A continuación, se observa el diagrama de decisión RCM

Figura 10

Diagrama de Decisión RCM



Nota. Extraído de la investigación, (Mounbray,1991 citado por Campos Vera I. , 2018,p.33).

Por medio del diagrama de decisión se completará la hoja de decisión respondiendo cada pregunta independientemente en cada caso, de derecha a izquierda y de arriba hacia abajo.

A continuación, se observa la hoja de decisión del RCM.

Figura 11

Hoja de Decisión del RCM

HOJA DE DECISIÓN RCM II		SISTEMA											Sistema N°	Facilitador:	Fecha	Hoja N°
		SUBSISTEMA											Subsistema N°	Auditor:	Fecha	De
Referencia de información			Evaluación de las consecuencias				H1 S1	H2 S2	H3 S3	Acción de falta de			Tarea Propuesta	Intervalo Inicial	A realizarse por	
F	FF	FM	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	H6				

Nota. Extraído de la investigación, (Mounbray,1991 citado por Campos Vera I. , 2018,p.34).

La hoja de decisión está conformada por las tareas o actividades propuestas para la mejora de la operación u optimización de este.

- **Indicadores del RCM**

Dentro de los indicadores de la RCM (Gestión del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad) se encuentra conformado por tres dimensiones (Ríos & Sánchez, 2022).

- ❖ Índice de probabilidad de funcionamiento sin fallas de máquina (Confiabilidad).

C:Ttt-Ttp/ Tip

Donde:

Ttt: Tiempo total de trabajo

Ttp: Tiempo total de parada

Tip: Tiempo de incidencias de parada

- ❖ Índice de tiempo de reparación de maquina (**Mantenibilidad**).

M: Ttr/Tip

Donde:

Ttr: Tiempo total de reparación

Tip: Tiempo de incidencias de parada

- ❖ Índice de disponibilidad de máquina (**Disponibilidad**).

D: $MTBF/MTBF+MTTR$

Donde:

MTBF: Tiempo medio de buen funcionamiento

MTTR: Tiempo medio total de reparación de falla

Fases de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad

- **Fase 1:** Definición de Indicadores clave

Definir claramente los indicadores para el RCM para el inicio del proceso.

- **Fase 2:** Listado de equipos

Mediante la codificación o lista de los equipos con los que cuenta la organización o planta, además de contar con diagramas o esquemas que ayudan a identificar de forma oportuna el problema.

- **Fase 3:** Listado de Funciones y sus especificaciones

La importancia de reconocer las funciones primarias y secundarias de los sistemas y de subsistemas.

- **Fase 4:** Determinación de fallos principales y secundarios

Análisis de los fallos funcionales y técnicos.

- **Fase 5:** Determinación de los modos de fallo

En base a la problemática que presente el equipo se establecerá el plan de mantenimiento, identificando los modos de fallo.

- **Fase 6:** Estudio de criticidad de los fallos

Se da en referencia al estudio de las consecuencias de cada modo de fallo, estos se pueden clasificar en críticos, significativos, tolerables o insignificantes en función a lo siguiente:

- Evidencias del fallo
- Consecuencia del fallo para la seguridad de las personas
- Consecuencia de fallo para el medioambiente
- Consecuencia de fallo para la producción y costes de reparación

Probabilidad de fallo

Criticidad de fallos

- **Fase 7:** Determinación de las medidas preventivas

- Mediante estos podremos determinar:
- Medidas preventivas
- Cambios en los procedimientos de las operaciones
- Cambios en los procedimientos de mantenimiento (Rios & Sanchez, 2022).
- La RCM clasifica las consecuencias de las fallas en cuatro grupos:
- Consecuencias de las fallas no evidentes o fallas ocultas

Estas fallas no tienen una afectación muy directa, pero expone a la organización a otro tipo de fallas que conllevan consecuencias graves, por ello la RCM reconoce el tipo de falla que no es evidente otorgando la prioridad debida de acuerdo a la magnitud del problema que podría ocasionar para adoptar una estrategia en pro de su mantenimiento.

- Consecuencias sobre la seguridad y el medio ambiente

El mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) reconoce el valor e importancia tanto de las personas como del medio ambiente, estando estos por encima de la operación o producción de la organización.

- Consecuencias operacionales

Las fallas en las consecuencias operacionales afectan en la producción empezando por los costos, capacidad, calidad que conllevan a gastos de mantenimiento o reparación.

- Consecuencias que no son operacionales

Para la RCM es primordial hacerse la pregunta si cada falla conlleva una consecuencia significativa para tomar la decisión de tomar acciones, caso contrario se continua con los mantenimientos cotidianos o de rutina como lubricación, limpieza los básicos.

Sin embargo, si las fallas ponen en riesgo tanto la seguridad de las personas, medio ambiente o producción se requiere de acciones proactivas para solucionarlo (Moubray & Network, 2021).

- Costos Operativos

Los costos operativos son necesarios para la producción o movimientos de la organización, tanto los ingresos y salidas de liquides en esta conformaran los costos operativos (Sánchez, 2021).

- Principales características de los costos operativos

- Infraestructura

Referido a los costes de compra o alquiler de bienes muebles o inmuebles.

- Prestaciones Energéticas

En base a la contratación de servicios como la luz, agua, internet, etc. que permita el desarrollo de las tareas en la organización.

- Carácter Laboral

Relacionado a los servicios de contratación de personal y la retribución periódica(salario).

- Periodicidad

Se registran de forma continua tanto como costos fijos y variables

- Durabilidad

Los gastos rutinarios se dan en cuanto a la duración de la actividad.

2.3. Marco Conceptual

2.3.1. Principales Conceptos de la Investigación

Costos

Etecé (2020) indica que el costo es el gasto económico que es destinado para la elaboración de un bien o servicio. Este puede incluir la compra de insumos, mano de obra, gastos relacionados como administrativos y de producción que forman parte del proceso del producto o servicio final.

- Gestión

Está relacionado a la forma en que la empresa organiza y dirige las operaciones, flujo de trabajo con la finalidad de cumplir con los objetivos de la organización. Además de permitir un entorno que motive a los empleados a trabajar de forma eficiente (Coursera Staff, 2023).

- Mantenimiento

El mantenimiento es el acto y el resultado de poder mantener o conservar aquello para poder continuar con sus funciones de forma continua sin interrupciones (Pérez & Gardey, 2019).

- Rentabilidad

La rentabilidad son los beneficios que se obtienen de realizar una inversión, este se mide como ratio para conocer las ganancias o pérdidas que la empresa obtuvo en un periodo de tiempo, con este la organización evalúa si es necesario realizar otra inversión o no (ANDBANK, 2012).

- Planificación

Se refiere al proceso y efecto de poder organizar ya sea con diferentes métodos o estructuras los objetivos esperados por la organización y este será en un determinado tiempo (Chen, 2019).

- Evaluación

Es un juicio cuyo objetivo es considerar diferentes criterios para determinar el valor o importancia de un bien o servicio (Significados Equipo, 2023).

- Procedimiento

Es el método en el cual se plantean diferentes acciones para la realización de un proceso, se propone acciones específicas para cumplir con el objetivo (Equipo editorial Etecé, 2024).

- Personal

Es el conjunto de personas que laboran en una misma organización que desempeñan diferentes funciones en la organización, que se encuentran comprometidas con la misma (Pérez & María, 2021).

- Seguimiento

Es la supervisión y monitoreo de un proceso para poder alcanzar con los objetivos de la organización, se aplican diferentes acciones tanto preventivas como correctivas con la finalidad de optimizar los procesos (Santos, 2023).

- Control

Consiste en supervisar las diferentes actividades, además de cumplir con ciertos estándares o criterios, este en referencia a la evaluación continua de los diferentes procesos con el objetivo de poder identificar desviaciones para lograr el objetivo trazado (Significados Equipo, 2023).

- Disponibilidad

Probabilidad en que un equipo o sistema pueda realizar sus funciones de forma óptima en el momento que se requiera (Rosales, 2023).

- Orden

Es la secuencia en las que se acomodan los equipos, personas, espacio y tiempo de forma organizada (Editorial Equipo, 2016).

- Transporte

Acto y consecuencias de poder trasladar de un punto de inicio a un lugar o punto final (Pérez & Gardey, 2021).

- Stock

Es la cantidad de materiales o productos que se almacenan a la espera de ser requeridos para la venta (Editorial Equipo, 2017).

- Capacitación

Conjunto de dinámicas o actividades que permitan el mejoramiento de capacidades para realizar las diferentes labores de una empresa, adoptando aptitudes, habilidades y conocimientos (Editorial Etecé, 2020).

- Inspección

Procede de latín inspectio, que conlleva a examinar, investigar y revisar. Este mayormente se realiza de manera visual y física verificando el correcto funcionamiento del proceso, herramienta o equipo (Pérez & Merino, 2021).

- Economía

Se encarga del estudio de los procesos y al análisis de los bienes y servicios dentro de una organización (Pérez & Gardey, 2024).

- Recursos Humanos

Gestiona todo lo relacionado con las personas que laboran en la organización, se encarga del reclutamiento, selección, contratación y despidos del personal con la finalidad lograr el desarrollo del individual y grupal dentro de la empresa (Gamarra, 2023).

- Supervisión

Es el acto de vigilar e inspeccionar lo que realizan las demás personas, verificando que se cumpla con las actividades de forma correcta y segura (Navicelli, 2022).

- Mantenimiento Preventivo

Es primordial para que los sistemas se encuentren en correcto funcionamiento y evitar paradas o interrupciones en los procesos, disminuyendo la aparición de averías (Stel Order, 2023).

- Mantenimiento Correctivo

Tiene como objetivo la corrección de las fallas sobre el funcionamiento de algún activo o proceso con la finalidad de corregirlo para la continuidad de la operación (Stel Order, 2021).

- Mantenimiento Predictivo

Ayuda a determinar el momento exacto cuando se requiera realizar el mantenimiento de los equipos con el objetivo de ahorrar recursos y tiempo (SafetyCulture, 2024).

- Análisis de Criticidad

Es la asignación por medio de calificaciones en función del riesgo potencial de los activos o sistemas (Trout & Noria, 2022).

- Confiabilidad

Es la mayor o menor tendencia a obtener errores en un proceso por medio de diferentes instrumentos o procedimientos (Editorial Etecé, 2023).

- Riesgo

Posibilidad de la aparición de acontecimientos que afecten los objetivos de la empresa (COPYRIGHT FINANCIAL CRIME ACADEMY [FCA] , 2024).

- Defecto

Falla o error que es susceptible ante los sentidos (Pérez& Merino, 2022).

- Activo

Es un bien que tiene como finalidad generar valor o beneficios para la organización (Llorente & Pareja, 2024).

- Análisis de Pareto

De acuerdo a la teoría que se agrega en el Anexo 58 denominado análisis ABC, por medio de este se ordena los costos de forma decreciente y se representan gráficamente, la zona A representa el 20% de las fallas que producen el 80% de los costos, donde estas fallas deben ser claramente priorizados (Gestión Moderna del Mantenimiento, 2021).

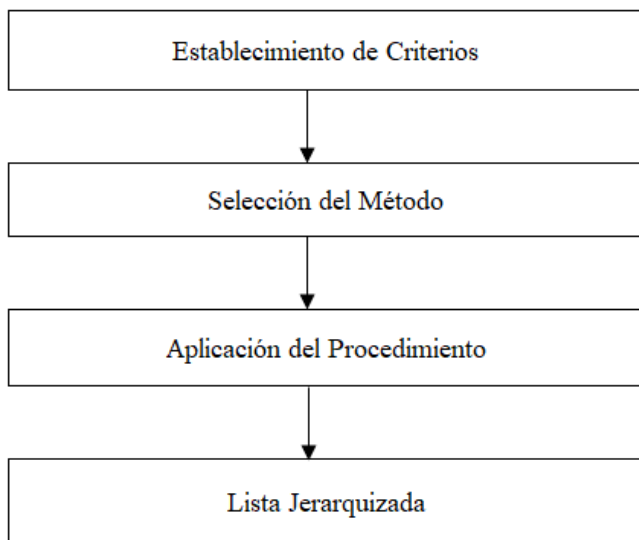
- Análisis de Criticidad

El análisis de criticidad es una metodología que permite la reorganización de las prioridades de la empresa en referencia a equipos, sistema con la finalidad de una mejor toma de decisión reduciendo los sobrecostos e invertir los recursos en los procesos u operaciones que sean más importantes.

Dentro de los criterios para la elaboración del análisis de criticidad tenemos la seguridad, ambiente, producción, costos de operación y mantenimiento.

Para la realización de las ponderaciones respecto a la criticidad de los equipos se tiene diferentes variables como la producción, daños consecuenciales al personal, procesó y máquina, valor técnico económico, la dependencia logística y de la mano de obra, probabilidad de falla, facilidad de reparación y flexibilidad. Por medio del análisis de criticidad se logrará identificar el tipo de mantenimiento además de los equipos críticos (Huerta, 2000).

A continuación, se muestra el modelo básico de criticidad:

Figura 12*Modelo Básico de Criticidad*

Nota. Extraído del análisis de criticidad de grupos electrógenos de la tecnología fuel oíl en Cuba, Castillo et al. (2021).

Para la elaboración del modelo de criticidad se requiere establecer criterios, métodos, procedimientos y una lista jerarquizada que examinaremos para su respectiva aplicación.

- **Cuantificable**

Es la acción de convertir la información en datos numéricos con la finalidad de obtener datos que puedan ser medidos y poder obtener resultados exactos (Bembibre, 2010).

- **Categorización**

Es de utilidad para organizar todo tipo de información para una mejor comprensión (Orientacionandujar, 2023).

- **Mantenibilidad**

Es la seguridad, precisión de realizar mantenimiento al activo que presenta algún desperfecto con el objetivo que siga cumpliendo con sus funciones con normalidad (Infraspeak Team, 2024).

- Disponibilidad

Es la capacidad de un equipo o sistema de estar en condiciones óptimas para cumplir con sus funciones cuando sea requerido (Rodríguez, 2024).

2.3.2. Herramientas de Diagnóstico

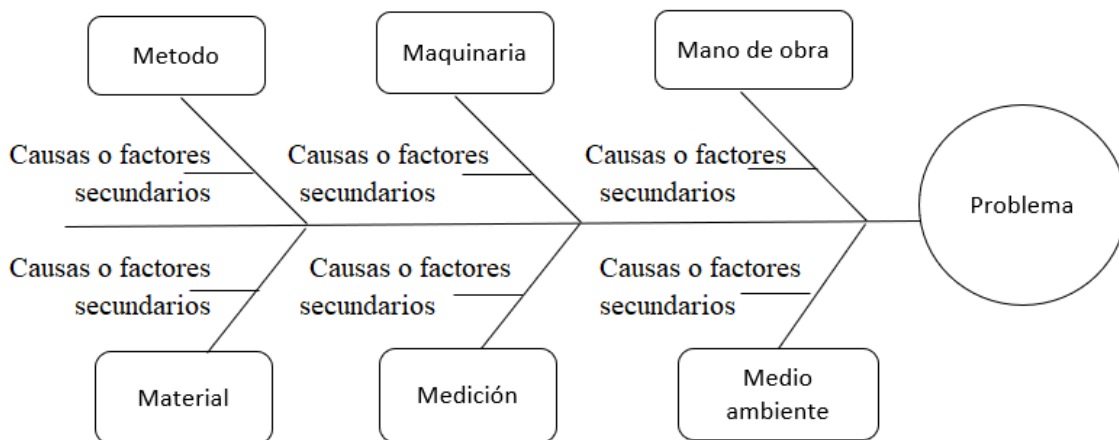
- Diagrama de Causa y Efecto (Diagrama de Ishikawa)

Con el diagrama de Ishikawa se logrará identificar las causas de la problemática, con la finalidad de encontrar los eventos que lo generaron, además de permitir su fácil comprensión y reconocimiento. Cuando se detecta el origen de la problemática es más fácil poder proponer una solución para lograr la optimización del proceso.

A continuación, se observa el diagrama de Ishikawa con sus respectivas causas:

Figura 13

Diagrama de Ishikawa



Nota. Extraído de (Editorial Etecé, 2024)

La aplicación del diagrama de Ishikawa para la solución del problema es primordial ya que permite visualizar, analizar y controlar los diferentes factores que originaron la problemática, este se reconocerá mediante las diversas causas (Giani, 2024).

- Análisis FODA

Es una metodología destinada al estudio de la empresa u organización para determinar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas con la finalidad de obtener un diagnóstico de la situación en la organización y poder evaluarlo tanto de forma interna (fortaleza, debilidad) como de externa (Oportunidad y Amenaza).

Definición de Variables:

- Fortaleza

Son las capacidades que definen a cada área de la organización, lo que le otorga una posición privilegiada en referencia a los demás.

- Oportunidades

Referido a los factores externos que son beneficiosos para la organización permitiendo la obtención de nuevas oportunidades y experiencias.

- Debilidades

Son los factores que generan una posición desfavorable que entorpece o retrasa los procesos para poder alcanzar los objetivos propuestos.

- Amenazas

Referido a las situaciones que provienen del entorno y capaz de generar riesgos significativos potenciales en la organización (Ballesteros et al., 2010).

Para obtener un mejor diagnóstico en referencia a la problemática, se requiere la elaboración del análisis FODA como se muestra a continuación:

Figura 14

Análisis FODA

		Interno	
Positivo	Fortalezas	Debilidades	Negativo
	*¿Qué hacemos bien? *¿Qué dicen nuestros clientes o socios que les gusta sobre nosotros? *¿En qué área superamos a nuestros competidores? *¿Qué es único en nuestro negocio, productos o servicios? *¿Qué activos poseemos?(Propiedad intelectual, tecnología propia, capital)	*¿Qué podemos mejorar? *¿Con qué no están satisfechos nuestros clientes o socios? *¿En qué áreas nos quedamos atrás respecto a nuestros competidores? *¿En qué carecemos de conocimientos o recursos?	
		Externo	
	Oportunidades	Amenazas	
	*¿De qué tendencias emergentes podríamos aprovecharnos? *¿Qué fortalezas pueden ser valiosas para socios potenciales? *¿De qué mercados adyacentes podríamos aprovecharnos? *¿Hay localizaciones geográficas con una competencia menor?	*¿Qué está haciendo tu competencia? *¿Cómo podrían nuestras debilidades dejarnos vulnerables? *¿Para qué tendencias del mercado no estamos preparados? *¿Qué problemas económicos o políticos podrían afectar a nuestro negocio?	

Nota. Extraído de la investigación (Zhukova, 2022).

El análisis FODA o DAFO es fundamental para analizar la situación de la empresa tanto interna como externamente con la finalidad de aclarar las ideas y proponer soluciones de acuerdo a la situación de la organización.

- Diagrama de Pareto

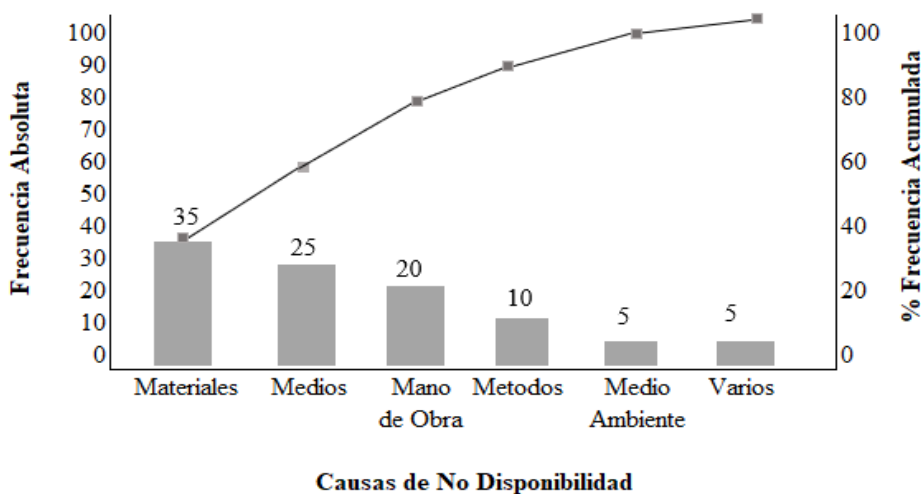
Permite asignar de acuerdo a un orden de prioridades para la toma de decisiones dentro de la organización, se representa mediante barras organizadas de mayor a menor de dirección izquierda a derecha, cuya finalidad es de poder visibilizar la problemática que afecta el desarrollo de empresa y poder disminuir las pérdidas.

Las ventajas de aplicar el diagrama de Pareto son: Promover la mejora continua, la priorización de los problemas, mostrar de forma sencilla los problemas.

Para una mejor toma de decisiones se requiere de herramientas que muestren las causas u ocurrencias como es el uso del diagrama de Pareto que se muestra a continuación:

Figura 15

Diagrama de Pareto



Nota. Extraído de la investigación (Souza, 2019) .

El diagrama de Pareto aplica la regla 80/20 que representa el 80% de los defectos de un producto son originados por el 20% de las causas. El diagrama se encuentra dividido en 3 partes: El eje de las Y del lado izquierdo que representa la frecuencia de la ocurrencia de la problemática, el eje de la Y del lado derecho que se encuentra el porcentaje acumulado del número total de las ocurrencias y por último el eje X que muestra los diversos problemas.

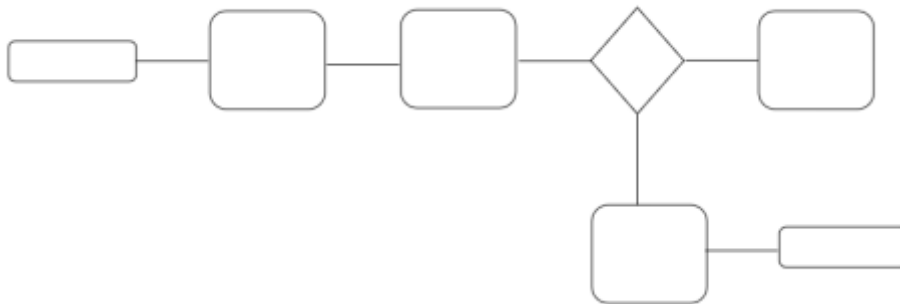
- Flujograma

Es una representación gráfica por medio de simbologías que registran cada proceso, con la finalidad de organizar de manera sencilla las operaciones que se realizan (Giani, 2024).

A continuación, se puede observar un modelo de flujograma:

Figura 16

Flujograma



Nota. Elaboración propia

El flujograma registra cada proceso de manera ordenada, mostrando de manera visual cada etapa de la operación, además de ayudar a visualizar los documentos que se requieran.

2.3.3. *Herramientas de Mejora*

Es importante realizar mantenimientos periódicos a los equipos de con la finalidad de evitar mayores costos que afecte a la operación y organización. El mantenimiento basado en la RCM toma como punto de inicio los manuales elaborados por los fabricantes con el objetivo de tomar medidas preventivas, Al igual que mejorar en la capacitación del personal y actualización periódica de los procedimientos.

El mantenimiento centrado en la confiabilidad responde a las 7 preguntas representadas en la figura número 9 que son requerimientos para la norma SAE JA 1011.

- Las Funciones del activo en el contexto operativo

Todo activo, elemento tiene una función o propósito específico, si este no cumpliera con ello afectaría o generaría retrasos a la organización tanto en la calidad del producto, servicio al

cliente, costos operacional o aun mayor que es la afectación al medio ambiente y seguridad del hombre.

- Maneras de falla al cumplir las funciones

Relacionado a la incapacidad del activo y el cumplimiento de sus funciones.

- Causa de la falla funcional

Es la identificación de los modos de falla que generen consecuencias potenciales en el proceso, es necesario la identificación de la causa real de la falla con la finalidad de no malgastar los recursos en los síntomas sino en el origen.

- Qué pasa cuando ocurre cada falla funcional

Cuando se da la causa funcional, estas deben de ser registradas para reconocer la importancia de cada falla y de esta manera realizar una intervención necesaria.

- Manera que afecta cada falla

Según la RCM se tiene que preguntar cómo y cuánto importa cada falla, ya que de este depende si es necesario la intervención de manera proactiva, estas fallas pueden ser:

- No evidentes o fallas ocultas
- Que afecte la seguridad y medio ambiente
- Consecuencias operacionales
- Consecuencias no operacionales

- Que se debe hacer para predecir o prevenir cada falla

Es necesario aplicar el mantenimiento predictivo este requiere de inspecciones periódicas, revisión del estado o cambio de componentes que conforman al sistema.

- Qué hacer cuando una tarea proactiva no está disponible

En estos casos se utiliza el activo hasta que falle y seguido se realiza la reparación o sustitución de la parte afectada (Moubray & Network , 2021).

- Herramientas para la metodología RCM

Análisis de Criticidad

Es una metodología que permite establecer las prioridades en los diferentes procesos con la finalidad de una buena toma de decisiones que tiene que ser basado en la situación o realidad de la empresa u organización, los criterios para este tipo de análisis están relacionados con la seguridad, ambiente, producción, costos de operación y de mantenimiento, los tiempos de ocio en las reparaciones de los equipos (Huerta, 2000).

Para la aplicación del análisis de criticidad se tiene que tomar los siguientes criterios:

- Flexibilidad operacional
- Impacto a la producción
- Costos de mantenimiento
- Impacto a la seguridad y medio ambiente
- Frecuencia de fallas

Seguido observamos la forma detallada para usar las siguientes expresiones:

- $CRITICIDAD = FRECUENCIA \times CONSECUENCIA$
- $Consecuencia = ((Impacto\ operacional \times Flexibilidad) + Costo\ mantenimiento + Impacto\ a\ seguridad\ ambiental\ e\ higiene)$

Donde la frecuencia se relaciona al número de fallas que se da en el proceso o sistemas y la consecuencia se refiere al producto del impacto y flexibilidad junto con la suma del mantenimiento más los impactos de seguridad e higiene.

El máximo valor de la criticidad que se da por medio de los factores evaluados será igual a 200.

A continuación, mostramos algunos factores para el análisis de criticidad:

Tabla 2

Factores Ponderados para el Análisis de Criticidad

Frecuencia de Fallas:		Costos de Mttto:	
Pobre mayor a 2 fallas/año	4	Mayor o igual a S/.2000	2
Promedio 1 - 2 fallas/año	3	Inferior a S/.2000	1
Buena 0.5 - 1 fallas/año	2		
Excelente menos de 0.5 fallas/año	1		
Impacto Operacional:		Impactos en Seguridad, Ambiente e Higiene (SAH):	
Pérdida de todo el despacho	10		
Parada del sistema o subsistema y tiene repercusión en otros sistemas.	7		
Impacta en niveles de inventario o calidad	4		
No genera ningún efecto significativo Sobre operaciones y producción	1		
Flexibilidad Operacional		Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere la notificación a entes externos de la organización.	
No existe opción de producción y no hay función de repuesto	4	Afecta el ambiente/instalaciones	7
Hay opción de repuesto compartido/almacén	2	Afecta las instalaciones causando daños severos.	5
Función de repuesto disponible	1	Provoca daños menores(ambiente - seguridad)	3
		No provoca ningún tipo de daños a personas, instalaciones o al ambiente.	1

Nota. Extraído de la Investigación (Grupo de consultoría inglesa The Woodhouse Partnership Limited citado por Campos Vera I. , 2018, p.36)

Se observa un modelo de análisis de criticidad que es evaluado de acuerdo al grado de fallas o consecuencias que cuenta, se realiza de igual forma con otros factores como son el costo de mantenimiento, Impacto Operacional, Frecuencia de Fallas, flexibilidad operacional y el impacto en Seguridad, Ambiente e Higiene.

Por medio de estos resultados se presenta la matriz de criticidad:

Figura 17

Matriz de Criticidad

FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	MC	C	C
	1	NC	NC	NC	MC	C
		10	20	30	40	50
		CONSECUENCIA				

Nota. Extraído de la Investigación (Grupo de consultoría inglesa The Woodhouse Partnership Limited citado por Campos Vera I. , 2018, p.37)

Por medio del análisis de Criticidad se obtiene una lista jerarquizada según el grado de importancia de los diferentes equipos, herramientas que fueron evaluados según criterios específicos.

- Análisis de los modos de fallos (AMEF)

Esta herramienta es usada para la realización de análisis preventivos además de evaluar los riesgos de fallo en el sistema, este ayuda a la mejora del diseño por medio de alternativas adaptables, motiva la aplicación de los modos de fallo, así como los efectos, adiciona información

para la mejora por medio de ensayos. Cuenta con herramientas preventivas que disminuye la probabilidad de fallos, la sistematización que proporciona la estructuración de la organización, la priorización que se da por medio de la aplicación de acciones y la participación que genera conocimiento a los participantes.

- Ventajas del AMEF
 - Identificación de fallas del proceso o producto
 - Conocimiento del sistema
 - Establece los niveles de confiabilidad para la detección de las diversas fallas
 - Documentación de los diferentes planes de acción para otros casos
 - Oportunidad de mejora
 - Establecer los diferentes niveles de criticidad (Fernández, 2019)

A continuación, se observa el formato del análisis de modo y efecto de falla:

Figura 18

Análisis de Modo y Efecto de Fallas

AMEF del sistema de:	Análisis de Modo y Efecto de Fallas				Área				
	AMEF N°		Fecha de revisión	dd/mm/aa	Resp.Área				
	Descripción	Nombre de la Pieza		Código					
Descripción	Función que desempeña	Modo de falla	Efecto de falla	Situación Actual				Acciones recomendadas	Responsable
				Controles actuales	Severidad	Ocurrencia	Detección		

Nota. Extraído de la Investigación (La casa de Madera Sociedad Limitada citado por Campos Vera I. , 2018, p.31)

Dentro del análisis de modo y efecto de falla encontramos los procesos que se realizan en la operación, donde se reconoce las fallas de forma independiente y la manera de realizar el control, se asignara valores dependiendo de cada caso donde los valores varían del 1 al 10 y se asignara tanto en severidad, ocurrencia y detección.

- Determinación de la Probabilidad de Ocurrencia(O)

A continuación, se observa la tabla de escala para la evaluación de ocurrencias en el FMEA.

Figura 19

Tabla de Escalas Para el Índice de Ocurrencia

Índice de Ocurrencia (O)		Valor
Escasa	Probabilidad de que ese Modo de Fallo se produzca por esa causa.	1
	Esta establecido Mantenimiento Preventivo	
	Experiencia no concurrente o muy remota.	
Baja	Probabilidad de que ese Modo de Fallo se produzca por esa causa.	2. - 3
	Esta establecido Mantenimiento Preventivo y Auto Control.	
	Experiencia no concurrente o muy remota.	
Mediana	Probabilidad de que ese Modo de Fallo se produzca por esa causa.	4. - 5
	Esta establecido Mantenimiento Preventivo y Auto Control no eficaz.	
	Experiencias Concurrentes	
Alta	Probabilidad de que ese Modo de Fallo se produzca por esa causa.	6. - 7 - 8
	No hay establecido Auto Control	
	Experiencias Concurrentes	
Muy Alta	Probabilidad de que ese Modo de Fallo se produzca por esa causa.	9. - 10
	No hay establecido mantenimiento Preventivo y Auto Control	
	Experiencias Concurrentes	

Nota. Extraído de la Investigación (Moubray,2004 citado por Campos Vera I. , 2018, p.27).

El índice de ocurrencia se mide por medio de una escala cuyos valores son del 1 al 10, asignando al menor “Escasa” y al mayor valor “Muy Alta”, este varía según cada situación.

- Determinación de la severidad del Fallo

A continuación, se observa la tabla de severidad en el FMEA.

Figura 20

Tabla de Escalas Para el Índice de Severidad

Índice de Severidad (S)		Valor
Escasa	La Falla del Equipo podría no causar problemas de seguridad o al medio ambiente del área circundante	1
	La Falla del Equipo no afecta a la especificación del producto o su rendimiento.	
	No hay tiempo de interrupción	
Baja	La Falla del Equipo podría causar algunos problemas leves de seguridad o al medio ambiente del área circundante.	2. - 3
	La falla del Equipo afectará levemente la especificación del producto o su rendimiento.	
	El tiempo de interrupción debido a la falla es de menos	
Moderada	La Falla del Equipo podría causar algunos problemas de seguridad o al medio ambiente del área circundante. La falla del Equipo podría causar un volumen moderado de la producción fuera de especificación o afectar moderadamente el rendimiento.	4. - 5 - 6
	El tiempo de interrupción debido a la falla del equipo puede ser desde 15 minutos hasta 1 hora máximo.	
Alta	La Falla del Equipo podría causar algunos problemas de seguridad o al medio ambiente del área circundante.	7. - 8
	La falla del Equipo podría causar un volumen moderado de la producción fuera de especificación o afectar moderadamente el rendimiento.	
	El tiempo de interrupción debido a la falla del equipo puede ser desde 1 hora hasta 4 horas máximo.	
Muy Alta	La Falla del Equipo podría causar serios problemas de seguridad o al medio ambiente del área circundante.	9. - 10
	La falla del Equipo podría causar un volumen de producción importante fuera de especificación o afectar el rendimiento.	
	El tiempo de interrupción debido a la falla del equipo puede ser de 4 horas a más.	

Nota. Extraído de la Investigación (Moubray,2004 citado por Campos Vera I. , 2018, p.28).

La severidad de fallo se mide según sea el caso, donde el valor 1 representa una severidad escasa y la severidad muy alta será representado por los valores 9 - 10.

- Determinación de la Probabilidad de no Detección

A continuación, se observa la tabla de probabilidad de no detección en el FMEA.

Figura 21

Tabla de Escalas Para el Índice de No Detección

Índice de No Detección (D)		Valor
Remota	Probabilidad de que ese Modo de Fallo no sea detectado.	1
	Controles están concebidos para detectarlos pero puede pasar desapercibido.	
	Puede ser reparado sin afectación a la producción	
Poca	Probabilidad de que el defecto no se detecte.	2. - 3
	Controles están concebidos para detectarlos pero puede pasar desapercibido.	
	Puede ser reparado afectando la producción.	
Mediana	Probabilidad de que el defecto no se detecte.	4. - 5 - 6
	Existen controles para detectarlo,pero no se aplica.	
	Puede ser reparado afectando la producción.	
Alta	Probabilidad de que el defecto,es posible su detección	7. - 8
	Los controles no están concebidos para detectarlo,pero el defecto puede detectarse.	
	Puede ser reparado afectando la producción.	
Muy Alta	Probabilidad de que el defecto,es posible su detección	9. - 10
	Los controles no están concebidos para detectarlo y con toda seguridad el efecto pasa.	
	Puede ser reparado afectando la producción.	

Nota. Extraído de la Investigación (Moubray,2004 citado por Campos Vera I. , 2018, p.29).

Para la evaluación de la detección será dependiendo de cada caso, si es fácil de detectar o si no es fácil su detección colocando valores del 1 al 10.

- Determinación del Índice de Prioridad de Riesgo (IPR)

El IPER se calcula por medio de la siguiente formula:

$$IPR = P \times G \times D$$

Donde:

P: Probabilidad de ocurrencia

G: Gravedad de fallo

D: Probabilidad de no detección

El IPR permite identificar y ordenar los riesgos según sus prioridades, y de acuerdo a ello tomar acciones correctivas.

500 -1000 Alto Riesgo de falla

125 - 499 Riesgo de falla Medio

1 - 124 Riesgo de falla bajo

0 No existe riesgo de falla

De acuerdo a los resultados obtenidos se evaluará los riesgos ya sea alto, medio o bajo y de esta forma se asignará acciones correctivas (Campos , 2018).

- Valor actual neto (VAN)

También denominado como valor presente neto (VPN), es usado para evaluar la rentabilidad de la inversión. Se calcula mediante la diferencia de la inversión inicial más los flujos netos de efectivo sobre la tasa de descuento.

$$VAN = -I + \frac{FNE}{(1+i)^n}$$

Donde:

- I: Inversión Inicial
- FNE: Flujos netos de caja

- $(1 + i)^n$: Tasa de descuento

- Interpretación del Van y los criterios de decisión

- VAN (Positivo): Rentable y se recomienda llevar al cabo.
- VAN (Cero): Se generará un retorno igual al costo de capital.
- VAN (Negativo): No será rentable, es recomendable continuar.

- Ventajas y desventajas de VAN

- Ventajas:
 - Respalda las decisiones y halla la disminución de los riesgos.
 - Permite realizar una mejor toma de decisiones.
- Desventajas:
 - Propenso a cambios por el flujo de caja en el transcurso del tiempo.
 - Los flujos de caja futuro pueden variar, lo que afecta la toma de decisión de forma adecuada (Simisterra et al., 2018).
- Tasa interna de retorno (TIR)

Refleja el crecimiento del capital por periodos, midiendo el rendimiento del dinero mantenido en el proyecto.

$$TIR = i_1 \frac{[(i_2 - i_1)(VAN_1)]}{[ABS (VAN_2 - VAN_1)]}$$

Donde:

- i_1 = Tasa de interés con el VAN positivo.
- i_1 = Tasa de interés con el VAN negativo.
- VAN_1 = Valor actual neto positivo.

- VAN_2 =Valor actual neto negativo.
- ABS: Valor absoluto de los VAN
- Interpretación del TIR y los criterios
 - **TIR > 0:** Se obtendrá ganancias de la inversión, aceptable.
 - **TIR < 0:** Ocasionara perdidas, disminución de la liquides.
 - **TIR = 0:** No tendrá ni ganancias ni perdidas.
- Beneficio Costo (B/C)

Tiene la finalidad de comparar los beneficios (ventas), junto con los costos (gastos).

$$B/C = \frac{\text{Beneficios Totales}}{\text{Costos Totales}}$$

- **B/C > 1:** Los beneficios superan a los costes, es recomendable.
- **B/C = 1:** Los beneficios son iguales a los costes.
- **B/C < 1:** Los costos son mayores a los beneficios, no es recomendable (Ucañan ,2020).

CAPITULO III

3. Diagnóstico de la situación actual

3.1. Descripción general de la empresa

3.1.1. Descripción

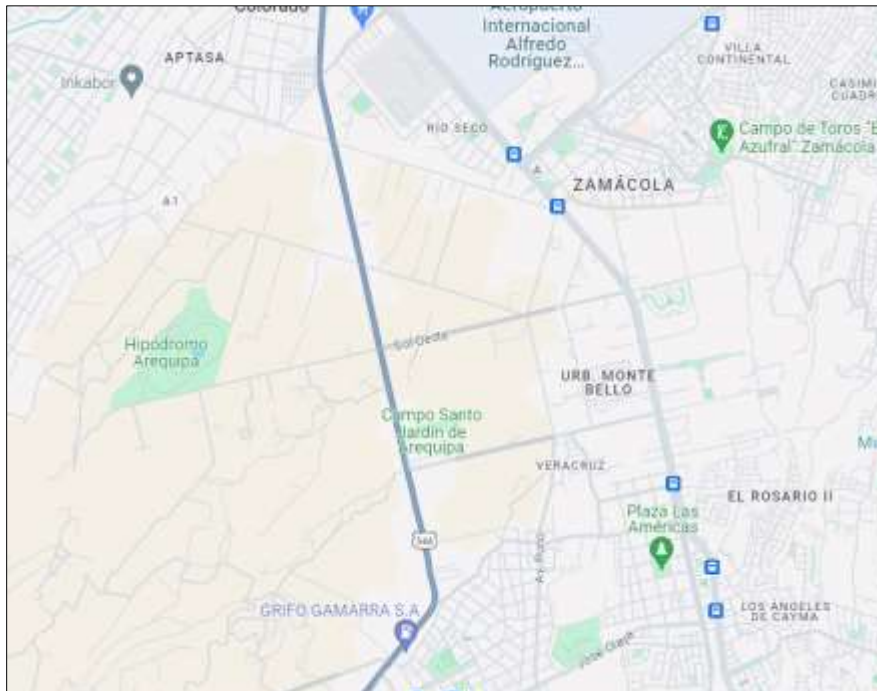
La empresa de transporte fue fundada el 09 de enero del año 2007 en la ciudad blanca (Arequipa), brindando los servicios de transporte, carga y descarga de mercancías a diferentes empresas nacionales del centro y sur del país. Además de contar con una flota variada de unidades para poder transportar los diferentes tipos de cargas de forma segura y eficiente. La empresa se encuentra homologada con diferentes sites mineros por ende cumple con los requisitos primordiales y necesarios para brindar servicios de calidad, de igual forma cuenta con profesionales calificados y capacitados para actuar ante los diversos eventos que se puedan presentar en las operaciones

3.1.2. Ubicación

A continuación, se observa la ubicación de la empresa de transporte en estudio por medio del aplicativo de Google Maps.

Figura 22

Localización de la Empresa en Estudio



Nota. (Google Maps, 2024)

La empresa en estudio se encuentra ubicado en la Vía de Evitamiento, distrito de Cerro Colorado, Arequipa.

3.1.3. Actividades principales

La empresa en estudio al brindar el servicio de transporte de carga cumple con 3 requisitos fundamentales como son carga, descarga y transporte como se muestra a continuación.

A continuación, se observa uno de los servicios que brinda la empresa a sus clientes.

- Transporte

Figura 23

Transporte de Carga



Nota. Obtenido de la empresa en estudio

Como se observa en la imagen la unidad se encuentra haciendo el servicio de carga de un motor que se encuentra sujeto en las bases con cadenas y trinquetes para asegurar la carga.

- Descarga

A continuación, se observa el proceso final que es la descarga que realiza la empresa en estudio.

Figura 24

Descarga



Nota. Obtenido de la empresa en estudio

La descarga del producto se realiza en la zona de descarga que se encuentra debidamente señalizada, donde la unidad debe de fijar sus conos y tacos para poder realizar la descarga correspondiente.

- Carga

A continuación se observa el proceso de carga del producto.

Figura 25

Proceso de Carga



Nota. Obtenido de la empresa en estudio.

El proceso de carga debe ser coordinado tanto por el cliente como por la empresa que brinda sus servicios, este será subido a la unidad por medio de la ayuda del pato si las dimensiones y peso de la carga son elevadas, caso contrario será de forma manual, una vez colocado al interior de la unidad este será asegurado con fajas, cadenas, trinquetes, cubiertas con protectores según sea el tipo de carga frágil o no.

3.1.4. Clasificación de la empresa

A continuación, se observa la clasificación de la empresa según el rubro al que se dedica.

Tabla 3

Clasificación de la Empresa

Tipo de clasificación	Según su Actividad	Sector Terciario: Tiene la finalidad de ofrecer servicios: Transporte
	Según el Tamaño	Mediana entre 50 – 249 trabajadores: Lo conforman 61 trabajadores
	Según su Propiedad de Capital	Privado: Capital proporcionado por los socios.
	Según el ámbito de actividad	Empresa Regional: Abarca ciertas regiones o provincias.
	Según su forma Jurídica	SRL: Conformado por mínimo 2 socios y máximo 20, empresa familiar.

Nota. Elaboración propia

Podemos observar en la tabla de clasificación que esta se dividió en base a 5 criterios que son por su actividad, tamaño, propiedad capital, ámbito de actividad, forma jurídica.

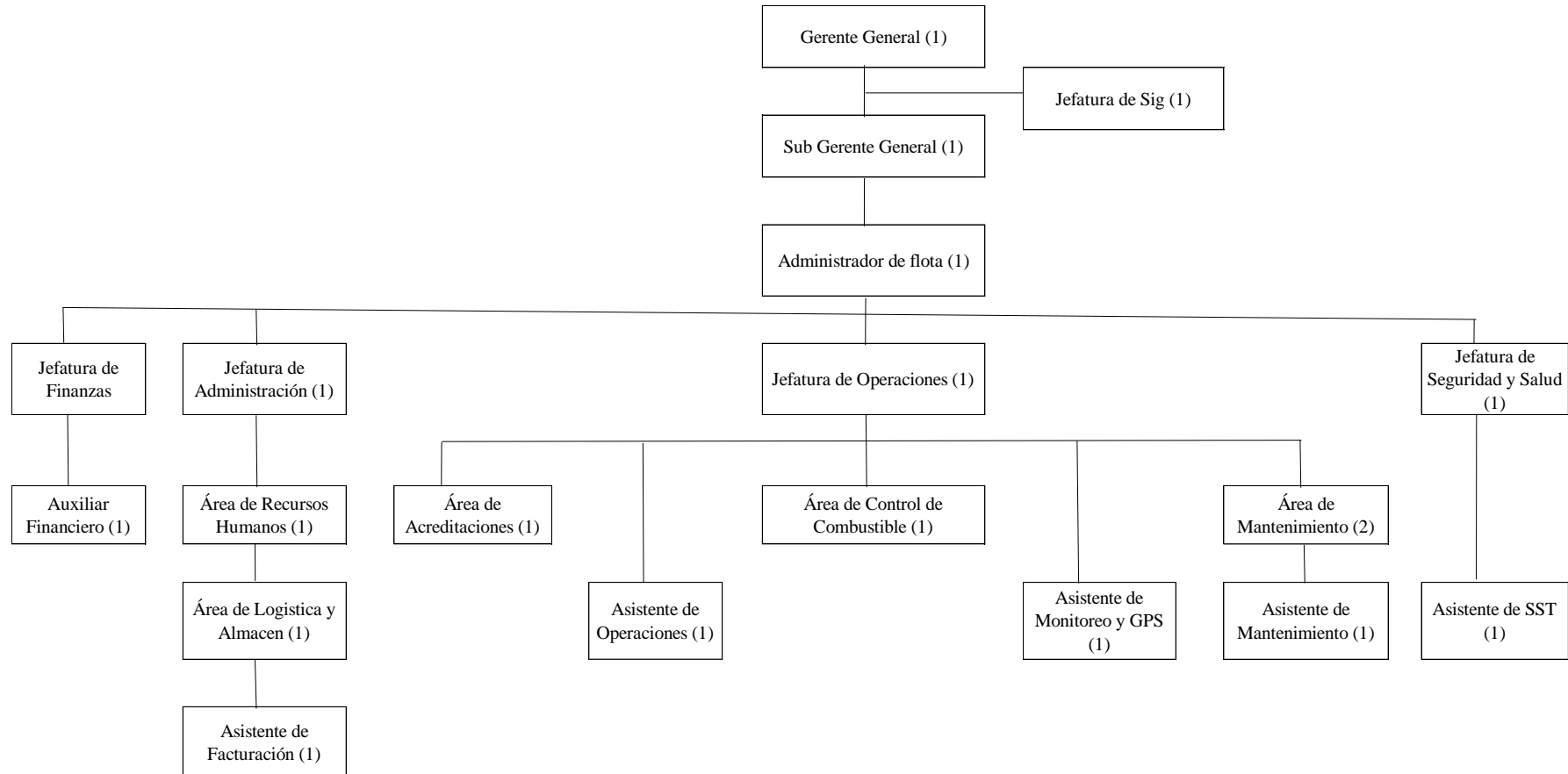
A continuación, se muestra el organigrama correspondiente a la empresa en estudio:



3.1.5. Organigrama

Figura 26

Organigrama de la Empresa



Nota. Modificado de la empresa en estudio

El organigrama anterior está conformado por todos los miembros de la empresa en estudio, empezando por el gerente general, subgerente y el administrador de flota. Seguido de las jefaturas, áreas y los respectivos asistentes, la función del SIG es identificar, controlar y mejorar la eficiencia de la empresa.

3.1.6. Clientes, rubro.

Tabla 4

Clientes de la Empresa en Estudio

Tipo de Clientes	Rubro	Descripción del servicio
Sociedad Anónima S.A	Comercialización	Comercialización y reparación de equipo de maquinaria pesada para diferentes sectores como minería, pesca y construcción.
Sociedad Anónima S. A	Extracción de minerales	Su principal función es la extracción de minerales como el cobre.
Empresa Individual de Responsabilidad Limitada E.I.R. L	Extracción de minerales	Es una empresa metalúrgica productora de Cu.
Sociedad Anónima S. A	Extracción de minerales	Se encarga de producir cobre y transportar a diferentes partes de nuestra región.
Sociedad Anónima Abierta S.A. A	Producción de cobre y Molibdeno	Producción de cátodos de cobre y molibdeno.

Nota. Elaboración propia

Se observa en la tabla los principales tipos de empresas que forman parte de los clientes de la empresa de transporte.

3.1.7. Características Actuales del Sistema de Mantenimiento

3.1.7.1. Descripción de la flota

A continuación, se observa el tipo de servicio y descripción de la flota de la empresa en estudio.



Tabla 5

Tipo de Servicio - Descripción de la flota

<p>Tipo de servicio</p>	<p>La empresa realiza el transporte de mercancías (repuestos, cajonería, componentes) por medio de las carreteras.</p>
<p>Transporte de mercancías</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Kenworth T-460 capacidad de 59200 a 66000 lbs -International Transtar capacidad de 46000 lb -Mack CXU613E capacidad de 55 toneladas -International 9200 capacidad de 60000 lb -Isuzu FRR90SL capacidad 7020 kg -Isuzu NPR75L capacidad de 6796 lb -Nissan NP300 1445 kilogramos -Mercedes Benz capacidad de 4911 kg -Freightliner M2 106 capacidad de 77528 lb -Changan minivan capacidad de 375 kg -Chevrolet camioneta capacidad de 725 kg -Hyundai camión de capacidad de 6500 kg -Mitsubishi camioneta de capacidad de 1035 kg. -Scania camión de capacidad de 7106 kg -Toyota hilux camioneta de capacidad de 900 kg. -Volvo camión de capacidad de 38 toneladas.

Nota. Elaboración propia

Se observa en la tabla anterior el tipo de servicio que ofrece la empresa, junto con los modelos de unidades con conforman la flota.

A continuación, se observa las unidades motrices que conforman la flota de la empresa en estudio durante el periodo en estudio Mayo 2021- Abril 2022.

Tabla 6

Plan de Unidades Motrices

Plan de unidades motrices						
N°	Placa	Marca	Modelo	Año	Tipo vehículo	Anexo
1	V4M-821	International	TRANSTAR	2011	Tracto-remolcador	Anexo 1
2	V5C-834	Mack	CXU613E	2011	Tracto-remolcador	Anexo 2
3	V4F-795	Kenworth	T-660	2012	Tracto-remolcador	Anexo 3
4	AEU-754	Freightliner	M2 106	2013	Camión baranda	Anexo 4
5	F4E-717	Mercedes Benz	ATTEGO 818	2013	N2-furgon	Anexo 5
6	F9D-740	Nissan	NAVARA	2014	Camioneta	Anexo 6
7	ACR-882	Kenworth	T800	2014	Tracto-remolcador	Anexo 7
8	F8W-812	Kenworth	T800	2014	Tracto-remolcador	
9	F8W-814	Kenworth	T800	2014	Tracto-remolcador	
10	ACR-924	Kenworth	T800	2014	Tracto-remolcador	
11	AJM-836	Isuzu	NPR75L- HL5VAYPEN	2015	N2-furgon	Anexo 8
12	ANH-771	Mitsubishi	L200	2015	Camioneta	Anexo 9
13	AKI-781	International	9200I SBA 6X4	2016	Tracto-remolcador	Anexo 10
14	ANP-808	Volvo	FE 6X2R	2016	Camión baranda	Anexo 11
15	V8X-722	Isuzu	NPR75L- HL5VAYPEN	2016	N2-furgon	Anexo 8
16	AKI-799	International	9200I SBA 6X4	2016	Tracto-remolcador	Anexo 10
17	V9G-860	Isuzu	NPR75L- HL5VAYPEN	2017	N2-furgon	Anexo 8
18	V9J-854	Kenworth	T660	2017	N2-furgon	Anexo 3
19	V9S-871	Isuzu	NPR75L- HL5VAYPEN	2017	N2-furgon	Anexo 8
20	V0C-792	Isuzu	NPR75L- HL5VAYPEN	2018	N2-furgon	Anexo 8
21	V0C-703	Isuzu	FVR34UL-QDPES	2018	N3-furgon	Anexo 12
22	V9Y-856	Isuzu	FVR34UL-QDPES	2018	N3-furgon	Anexo 12
23	V0B-948	Isuzu	NPR75L- HL5VAYPEN	2018	N2-furgon	Anexo 8

24	V0V-928	Kenworth	T800	2019	Tracto-remolcador	Anexo 7
25	V0X-871	Isuzu	FRR90SL-MAPEN	2019	N2-furgon	Anexo 13
26	AXH-799	Nissan	NP300 FRONTIER	2019	Camioneta	Anexo 14
27	AXT-875	Mercedes Benz	ACCELO	2019	N2-furgon	Anexo 15
28	VAH904	Toyota	HILUX	2019	Camioneta	Anexo 16
29	BFA-892	Kenworth	T-460	2020	Tracto-remolcador	Anexo 17
30	V0T-805	Isuzu	NPR75L- HL5VAYPEN	2020	N2-furgon	Anexo 8
31	BMU- 238	Toyota	ETIOS	2021	Camioneta	Anexo 21
32	V6E-715	Volvo	VNL64T	2021	N3-furgon	Anexo 18
33	VBB-838	Scania	OPTICRUSE	2022	Tracto-remolcador	Anexo 19
34	VBV-817	Hyundai	MIGHTI	2022	N2-furgon	Anexo 20

Nota. Obtenido de la empresa en estudio

Se ordeno la tabla de acuerdo al año de adquisición de las unidades, donde se observa que es variada la flota vehicular ya que este dependerá del tipo de servicio.

- Tabla de flota

La tabla representa solo las unidades motrices de la empresa en estudio, donde se observa que su flota está conformada por diferentes modelos.

A continuación, se muestra la tabla correspondiente a la cantidad de unidades que conforman la flota de la empresa según la marca.

Tabla 7

Cantidad de Unidades Según la Marca

Marca	Cantidad
Isuzu	10
Kenworth	8
International	3
Mercedes Benz	2
Nissan	2
Toyota	2
Volvo	2
Freightliner	1
Hyundai	1
Mack	1
Mitsubishi	1
Scania	1
Total, General	34

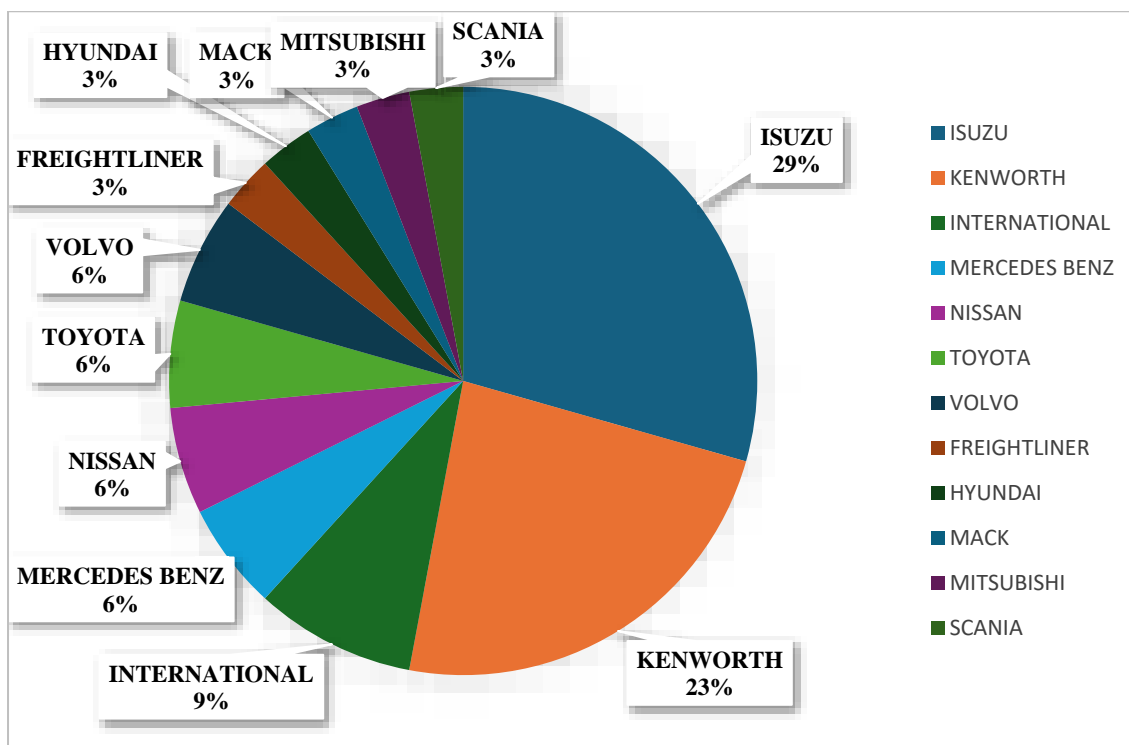
Nota. Elaboración propia

Por medio de la tabla se observa que la marca más popular de la empresa es el ISUZU con 10 unidades, seguido de la marca KENWORTH con 8 unidades y en tercer lugar se tiene al International con 3 unidades.

A continuación, se muestra la gráfica correspondiente al total de unidades motrices:

Figura 27

Total de Unidades Motrices



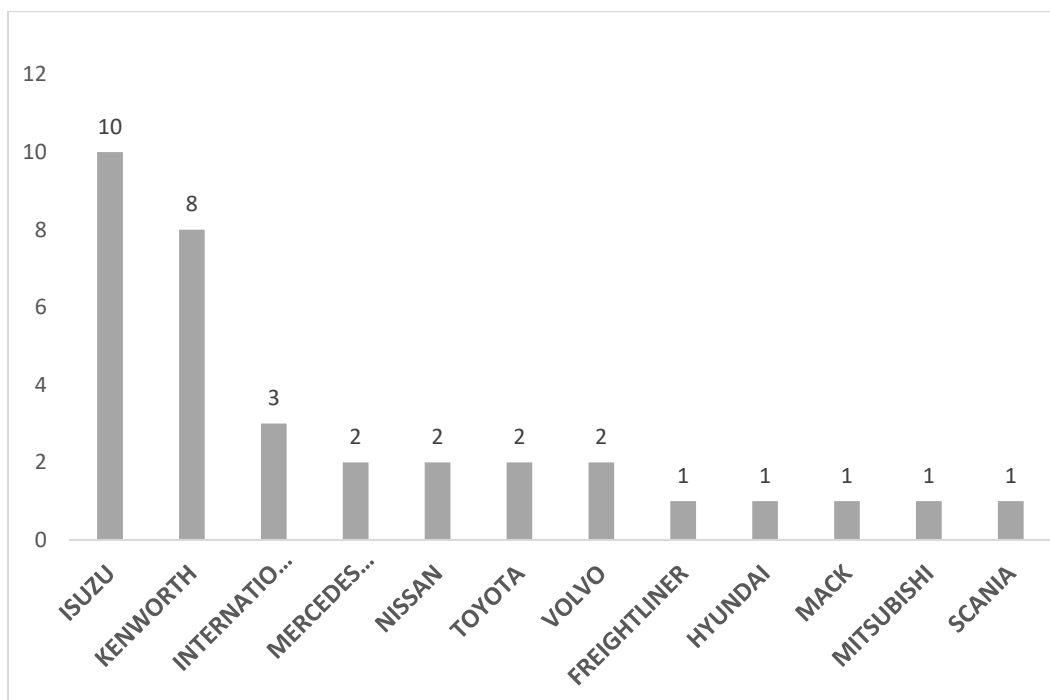
Nota. Elaboración Propia

El grafico circular o de anillos representa al total de unidades motrices en porcentajes, se puede observar que el ISUZU representa el 29% del total de la flota, seguido del KENWORTH con un porcentaje del 23%, en tercer lugar, se tiene INTERNATIONAL con el 9%.

A continuación, se observa el diagrama de barras del total de unidades motrices:

Figura 28

Grafico de Barras de Unidades Motrices



Nota.Elaboracion propia

Se tiene el diagrama de barras con las diferentes marcas y cantidades de unidades que forman parte de la flota de la empresa.

A continuación, se observa los años de antigüedad de la flota:

Tabla 8

Años de Antigüedad de las Unidades Motrices

Placa	Modelo	Año	Años de antigüedad
V4M-821	Transtar	2011	13
V5C-834	Cxu613e	2011	13
V4F-795	T-660	2012	12
AEU-754	M2 106	2013	11
F4E-717	Attego 818	2013	11
F9D-740	Navara	2014	10
ACR-882	T800	2014	10
ACR-924	T800	2014	10
F8W-812	T800	2014	10
F8W-814	T800	2014	10
AJM-836	Npr75l-Hl5vaypen	2015	9
ANH-771	L200	2015	9
AKI-781	9200i Sba 6x4	2016	8
ANP-808	Fe 6x2r	2016	8
V8X-722	Npr75l-Hl5vaypen	2016	8
AKI-799	9200i Sba 6x4	2016	8
V9J-854	T660	2017	7
V9G-860	Npr75l-Hl5vaypen	2017	7
V9S-871	Npr75l-Hl5vaypen	2017	7
V9Y-856	Fvr34ul-Qdpes	2018	6
V0B-948	Npr75l-Hl5vaypen	2018	6
V0C-792	Npr75l-Hl5vaypen	2018	6
V0C-703	Fvr34ul-Qdpes	2018	6
V0V-928	T800	2019	5
V0X-871	Frr90sl-Mapen	2019	5
AXH-799	Np300 Frontier	2019	5
VAH-904	Hilux	2019	5
AXT-875	Accelo	2019	5
BFA-892	T-460	2020	4
V0T-805	Npr75l-Hl5vaypen	2020	4
VAC-530	N400	2022	2
VBB-838	Opticruse	2022	2
VBM-927	Mighti	2022	2
VBL-882	Npr75l-Hl5vaypen	2022	2
VBV-817	Mighti	2022	2
VAQ-610	New Supervan	2023	1
VBW-721	P450 6x4	2023	1
VCC-800	Accelo	2023	1
VCC-819	Atego1419	2023	1
BVW-791	T880	2023	1

Nota. Adaptado de la empresa en estudio

La empresa cuenta con una flota variada donde se encuentra unidades que tienen hasta 10 años de antigüedad, según la tabla anterior los equipos más antiguos corresponden al año 2011 siendo los modelos Mack Cxu613e y el International Transtar con 13 años de antigüedad.

A continuación, se observa la tabla correspondiente al número de unidades adquiridos por la empresa según los años.



Tabla 9*Unidades Adquiridas Según los Años establecidos*

Marca	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Total, general
Kenworth				1			1						2
Freightliner			1										1
Hyundai												1	1
International	1					2							3
Isuzu					1	1	2	4	1	1			10
Kenworth		1		3					1	1			6
Mack	1												1
Mercedes benz			1						1				2
Mitsubishi					1								1
Nissan				1					1				2
Scania												1	1
Toyota									1		1		2
Volvo						1					1		2
Total, general	2	1	2	5	2	4	3	4	5	2	2	2	34

Nota. Elaboración propia

En la tabla anterior se observa el total de unidades compradas según las marcas, siendo el ISUZU el tipo de unidad que abarca la mayor parte de la flota, seguido del KENWORTH, se debe a que este tipo de unidades son los que mayormente son requeridos para realizar más servicios.

A continuación, se observa la tabla de las plataformas, barandas y cama baja de la empresa en estudio:

Para el transporte de diferentes tipos de cargas se usan elementos importantes que brinden soportes como la plataforma que se muestra en el (Ver anexo 22), Baranda (Ver anexo 23), cama baja (Ver anexo 24).

Tabla 10

Número de Plataformas, Barandas y Cama Baja de la Empresa en Estudio

N°	Placa	Tipo De Unidad
1	V0B995	Plataforma
2	V5J997	Baranda
3	V6L989	Plataforma
4	VDC980	Cama Baja
5	VDX989	Plataforma
6	VES995	Carreta
7	VFT971	Baranda
8	VGC996	Baranda
9	VGE995	Baranda
10	VGS974	Baranda
11	V9G973	Carreta

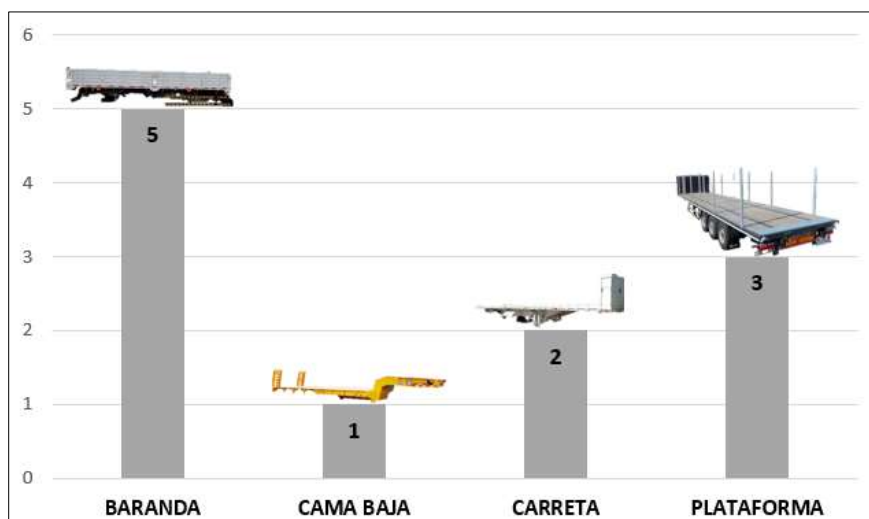
Nota. Elaboración propia

Según la tabla anterior la empresa en estudio tiene un mayor número de barandas, seguido, plataformas, carretas y cama baja.

A continuación, se observa el grafico de barras correspondiente a los tipos de carretas y plataformas:

Figura 29

Tipos de Carretas - Plataformas



Nota. Elaboración propia

Se observa los tipos de carretas que son una parte primordial en la flota de la empresa para poder trasladar la carga de un punto hacia otro, siendo la baranda la más popular ya que brinda una mejor protección a la carga.

A continuación, se observa la tabla resumen de los tipos de carreta:

Tabla 11

Número de Plataformas

Tipo de unidad	Cantidad
Baranda	5
Cama baja	1
Carreta	2
Plataforma	3
Total	11

Nota. Elaboración propia

Según la tabla se observa que hay un mayor número de barandas que son parte de la flota de la empresa, seguido de las plataformas, siendo 11 el número total de carrocerías.

3.1.8. Diagnóstico del Sistema de mantenimiento actual de la Empresa

El tipo de mantenimiento que aplica la empresa en estudio es el preventivo por kilometraje que tiene una duración de 4 horas, este se aplica a todas las unidades con la finalidad de mantenerlos en buenas condiciones y funcionales, también se aplica el mantenimiento correctivo que es la respuesta al mal funcionamiento del equipo, de acuerdo al problema genera una paralización de la unidad por un periodo de 12 horas a 30 minutos.

A continuación, se observa el mantenimiento preventivo de la empresa de transporte:

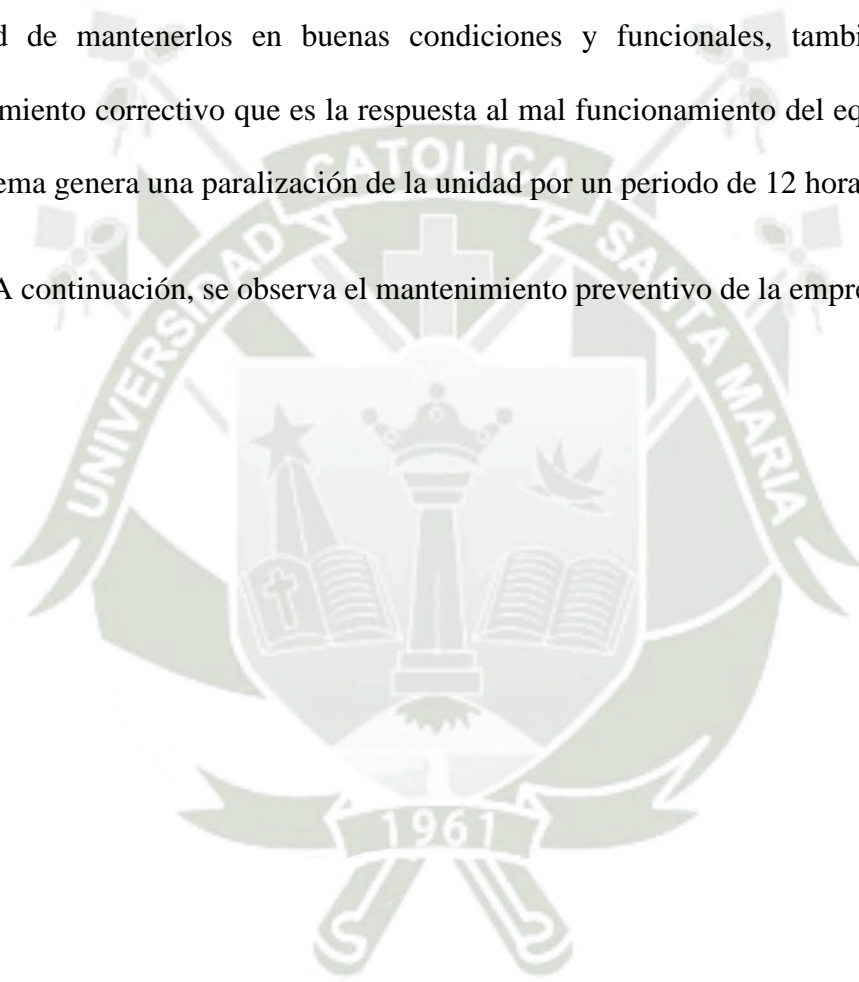


Figura 30

Programa de Mantenimiento Preventivo de la Empresa de Transporte en Estudio

N	PLACA	MARCA	MODELO	AÑO FAB	FREC.KILOMETRAJE	RACO			KILOMETRAJE DEL ULTIMO DE PM		KILOMETRAJE ACTUAL	ENGRASE UNIDADES		PROXIMO PM	ACEITE CAJAS Y CORONAS		
						ALERTA PM	F.RACO ULTIMO CAMBIO	ALERTA DE CAMBIO DE RACO	KM	FECHA		ENGRASE	KM DE ENGRASE	KM DE PM	ALERTA	KM DE CAMBIO	KM DE PROXIMO CAMBIO
1	BFA-892	KENWORTH	T-460	2020	15000	ESPERA	165790	ATENCION	165790	19/06/2023	175156	ATENCION	149648	180790	ESPERA	132653	182653
2	V4F-795	KENWORTH	T-660	2012	15000	ESPERA	613428	ATENCION	766419	4/07/2023	775370	ATENCION	766419	781419	ESPERA	766419	816419
3	V4M-821	INTERNATIONAL	TRANSTAR	2011	15000	ATENCION	781978	ATENCION	814688	25/07/2023	830835	ATENCION	799130	829688	ATENCION	774795	824795
4	V5C-834	MACK	CXU613E	2011	15000	ESPERA	797895	ATENCION	814102	7/09/2023	816736	ATENCION	792244	829102	ESPERA	814102	864102
5	AKI-781	INTERNACIONAL	9200I SBA 6X4	2016	15000	ESPERA			425556	1/03/2023	436011	ESPERA	429590	440556	ESPERA	422479	472479
6	V0V-928	KENWORTH	T800	2019	15000	ESPERA	93914		211092	5/07/2023	222292	ATENCION	211092	226092	ESPERA	194406	244406
7	V9J-854	KENWORTH	T660	2017	15000	ESPERA	214198		333396	31/05/2023	346702	ATENCION	333396	348396	ESPERA	318408	368408
8	ANP-808	VOLVO	FE 6X2R	2016	15000	ESPERA			252690	31/08/2023	258131	ESPERA	252690	267690	ESPERA	214685	264685
9	AJM-836	ISUZU	NPR75L-HL5VAYPEN	2015	10000	ESPERA			269680	11/10/2022	277121	ATENCION	269680	279680	ESPERA	273063	323063
10	V8X-722	ISUZU	NPR75L-HL5VAYPEN	2016	10000	ESPERA	325958		567500	31/08/2023	569023	ESPERA	567500	577500	ESPERA	538355	588355
11	V9G-860	ISUZU	NPR75L-HL5VAYPEN	2017	10000	ESPERA			556782	2/09/2023	559300	ESPERA	556782	566782	ESPERA	532252	582252
12	V9S-871	ISUZU	NPR75L-HL5VAYPEN	2017	10000	ATENCION			512256	14/08/2023	523681	ATENCION	512256	522256	ESPERA	512256	562256
13	V9Y-856	ISUZU	FVR34UL-QDPES	2018	10000	ESPERA	222464		403661	11/09/2023	406392	ESPERA	403661	413661	ESPERA	387787	437787
14	V0B-948	ISUZU	NPR75L-HL5VAYPEN	2018	10000	ESPERA	197052		465607	18/08/2023	467635	ESPERA	465607	475607	ESPERA	465607	515607
15	V0C-792	ISUZU	NPR75L-HL5VAYPEN	2018	10000	ATENCION	187185		469887	19/08/2023	479435	ATENCION	469887	479887	ESPERA	459748	509748
16	V0C-703	ISUZU	FVR34UL-QDPES	2018	10000	ATENCION			312038	17/08/2023	321049	ATENCION	307746	322038	ESPERA	298314	348314
17	V0T-805	ISUZU	NPR75L-HL5VAYPEN	2020	10000	ATENCION			411886	11/08/2023	426844	ATENCION	411886	421886	ESPERA	402046	452046
18	V0X-871	ISUZU	FRR90SL-MAPEN	2019	10000	ATENCION	140103		382408	14/08/2023	395443	ATENCION	382408	392408	ESPERA	358167	408167
19	AXH-799	NISSAN	NP300 FRONTIER	2019	5000	ESPERA			144320	18/08/2023	148431	ATENCION	138549	149320	ESPERA	115771	165771
20	VAH-904	TOYOTA	HILUX	2019	5000	ATENCION			112436	25/07/2023	118016	ATENCION	107071	117436	ESPERA	93954	143954
21	F9D-740	NISSAN	NAVARA	2014	5000	ATENCION	242242		302955	6/05/2023	310227	ATENCION	302955	307955	ESPERA	292102	342102
22	ANH-771	MITSUBISHI	L200	2015	5000	ESPERA			223646	30/06/2023	226625			228646	ESPERA	203373	253373
23	AXT-875	MERCEDES BENZ	ACCELO	2019	7500	ESPERA	56789		300091	7/09/2023	303810	ATENCION	290323	307591	ESPERA	281839	331839
24	AEU-754	FREIGHTLINER	M2 106	2013	15000	ESPERA	45294		76012	10/06/2023	82532	ATENCION	70036	91012	ESPERA	63705	113705
25	AKI-799	INTERNACIONAL	9200I SBA 6X4	2016	15000	ESPERA	45294		360240	16/08/2023	361473	ESPERA	360240	375240	ESPERA	360240	410240
26	VAC-530	CHEVROLET	N400	2022	5000	ATENCION			49081	22/07/2023	55447			54081	ESPERA	49081	99081
27	VBB-838	SCANIA	OPTICRUSE	2022	30000	ESPERA			109875	19/09/2023	109892	ESPERA	109875	139875	ESPERA	84768	134768
28	VBM-927	HYUNDAI	MIGHTI	2022	10000	ESPERA			121373	27/07/2023	123048	ATENCION	105792	131373	ESPERA	121373	171373
29	VBL-882	ISUZU	NPR75L-HL5VAYPEN	2022	10000	ESPERA			150553	8/09/2023	155303	ESPERA	150553	160553	ESPERA	123612	173612
30	ACR-882	KENWORTH	T800	2014	15000	ATENCION			433007	22/07/2023	446652	ESPERA	443007	448007	ATENCION	399520	449520
31	VAQ-610	CHANGAN	NEW SUPERVAN	2023	5000	ESPERA			13843	14/06/2023	18168	ATENCION	10534	18843	ESPERA	10534	60534
32	F4E-717	MERCEDES BENZ	ATTEGO 818	2013	7500	ESPERA			321095	3/09/2023	326196	ATENCION	314009	328595	ESPERA	304192	354192
33	VBV-817	HYUNDAI	MIGHTI	2022	10000	ESPERA			111219	4/09/2023	119738	ATENCION	95959	121219	ESPERA	95959	145959
34	VBW-721	SCANIA	P450 6X4	2023	30000	ESPERA			42781	23/08/2023	45703	ESPERA	42781	72781	ESPERA	24747	74747
35	ACR-924	KENWORTH	T800	2014	15000	ESPERA			398057	4/09/2023	400738	ATENCION	371297	413057	ESPERA	398057	448057
36	F8W-812	KENWORTH	T800	2014	15000	ESPERA			440853	19/09/2023	440864	ATENCION	420255	455853	ESPERA	401884	451884
37	VCC-800	MERCEDES BENZ	ACCELO	2023	7500	ATENCION			81299	28/08/2023	89631	ATENCION	81299	88799	ESPERA	477475	527475
38	F8W-814	KENWORTH	T800	2014	15000	ATENCION			397501	6/07/2023	419360	ATENCION	397501	412501	ATENCION	365156	415156
39	VCC-819	MERCEDES BENZ	ATEGO1419	2023	10000	ESPERA			55102	24/08/2023	63928	ATENCION	55102	65102	ESPERA	55102	105102
40	VCK-854	TOYOTA	HILUX	2024	5000	ESPERA			6574	24/08/2023	8831	ESPERA	6574	11574	ESPERA		
41	BVW-791	KENWORTH	T880	2023	15000	ESPERA			1098	6/08/2023	9656	ATENCION		16098	ESPERA		

				ENGRASE DE TEMPLADORES E INSPECCIONES DE CORREAS			INSPECCION DE BATERIAS			INSPECCION DE ARRANCADOR Y ALTERNADOR			INSPECCION DE TANQUE DE COMBUSTIBLE 10K			LIMPIEZA DE FILTRO DE AIRE	
N	PLACA	MARCA	MODELO	ALERTA	KM DE ENGRASE	KM DE PROXIMO ENGRASE	ALERTA	KM DE INSPECCION	KM DE PROXIMA INSPECCION	ALERTA	KM DE INSPECCION	PROXIMA INSPECCION	ALERTA	KM DE INSPECCION	PROXIMA INSPECCION	ALERTA	KM DE INSPECCION
1	BFA-892	KENWORTH	T-460	ESPERA	132653	182653	ESPERA	165790	185790	ESPERA	165790	200790	ESPERA	165790	175790	SUCIO	165790
2	V4F-795	KENWORTH	T-660	ESPERA	766419	816419	ESPERA	766419	786419	ESPERA	766419	801419	ESPERA	766419	776419	SUCIO	766419
3	V4M-821	INTERNATIONAL	TRANSTAR	ATENCION	776855	826855	ATENCION	799118	819118	ATENCION	814688	849688	ATENCION	814688	824688	SUCIO	814614
4	V5C-834	MACK	CXU613E	ESPERA	768286	818286	ESPERA	797528	817528	ESPERA	814102	849102	ESPERA	814102	824102	LIMPIO	814102
5	AKI-781	INTERNACIONAL	9200I SBA 6X4	ATENCION		50000	ESPERA	422447	442447	ESPERA	422447	457447	ESPERA	442447	452447	SUCIO	425556
6	V0V-928	KENWORTH	T800	ESPERA	194406	244406	ATENCION	194406	214406	ESPERA	211092	246092	ATENCION	211092	221092	SUCIO	211092
7	V9J-854	KENWORTH	T660	ATENCION	297343	347343	ATENCION	318408	338408	ESPERA	333396	368396	ATENCION	333396	343396	SUCIO	333396
8	ANP-808	VOLVO	FE 6X2R	ESPERA	252690	302690	ESPERA	252690	272690	ESPERA	252690	287690	ESPERA	252690	262690	SUCIO	252690
9	AJM-836	ISUZU	NPR75L-HL5VAYPEN	ESPERA	273063	323063	ESPERA	273063	293063	ESPERA	273778	308778	ESPERA	273778	283778	SUCIO	
10	V8X-722	ISUZU	NPR75L-HL5VAYPEN	ESPERA	545901	595901	ATENCION	538355	558355	ATENCION	538355	573355	ATENCION	536162	546162	LIMPIO	567500
11	V9G-860	ISUZU	NPR75L-HL5VAYPEN	ESPERA	532252	582252	ESPERA	556782	576782	ESPERA	556782	591782	ESPERA	556782	566782	LIMPIO	556782
12	V9S-871	ISUZU	NPR75L-HL5VAYPEN	ATENCION	473196	523196	ESPERA	512256	532256	ESPERA	512256	547256	ATENCION	512256	522256	SUCIO	512256
13	V9Y-856	ISUZU	FVR34UL-QDPES	ESPERA	387787	437787	ESPERA	403661	423661	ESPERA	403661	438661	ESPERA	403661	413661	LIMPIO	403661
14	V0B-948	ISUZU	NPR75L-HL5VAYPEN	ESPERA	422409	472409	ESPERA	454378	474378	ESPERA	454378	489378	ATENCION	465607	475607	LIMPIO	465607
15	V0C-792	ISUZU	NPR75L-HL5VAYPEN	ESPERA	459748	509748	ATENCION	459748	479748	ATENCION	459748	494748	ATENCION	459748	469748	SUCIO	469887
16	V0C-703	ISUZU	FVR34UL-QDPES	ESPERA	298314	348314	ESPERA	307746	327746	ATENCION	298314	333314	ESPERA	312038	322038	SUCIO	312038
17	V0T-805	ISUZU	NPR75L-HL5VAYPEN	ESPERA	402046	452046	ATENCION	402046	422046	ATENCION	402046	437046	ATENCION	402046	412046	SUCIO	411886
18	V0X-871	ISUZU	FRR90SL-MAPEN	ESPERA	370375	420375	ESPERA	382408	402408	ESPERA	382408	417408	ATENCION	382408	392408	SUCIO	382408
19	AXH-799	NISSAN	NP300 FRONTIER	ESPERA	115771	165771	ESPERA	138549	158549	ATENCION	133458	168458	ESPERA	144320	154320	SUCIO	144320
20	VAH-904	TOYOTA	HILUX	ESPERA	93954	143954	ATENCION	93954	113954	ESPERA	112436	147436	ATENCION	107071	117071	SUCIO	112436
21	F9D-740	NISSAN	NAVARA	ESPERA	292102	342102	ESPERA	292102	312102	ATENCION	292102	327102	ESPERA	302955	312955	SUCIO	302955
22	ANH-771	MITSUBISHI	L200	ESPERA	203373	253373	ESPERA	223646	243646	ESPERA	223646	258646	ESPERA	217367	227367	LIMPIO	223646
23	AXT-875	MERCEDES BENZ	ACCELO	ESPERA	281836	331836	ATENCION	24/08/2671	301839	ESPERA	300091	335091	ESPERA	300091	310091	SUCIO	300091
24	AEU-754	FREIGHTLINER	M2 106	ESPERA	63705	113705	ESPERA	63705	83705	ATENCION	63705	98705	ESPERA	76012	86012	SUCIO	76012
25	AKI-799	INTERNACIONAL	9200I SBA 6X4	ESPERA	360240	410240	ESPERA	360240	380240	ESPERA	360240	395240	ESPERA	360240	370240	LIMPIO	360240
26	VAC-530	CHEVROLET	N400	ESPERA	49081	99081	ESPERA	42660	62660	ESPERA	42660	77660	ATENCION	42660	52660	SUCIO	49081
27	VBB-838	SCANIA	OPTICRUSE	ESPERA	84768	134768	ESPERA	109875	129875	ESPERA	109875	144875	ESPERA	109875	119875	LIMPIO	109875
28	VBM-927	HYUNDAI	MIGHTI	ESPERA	121373	171373	ESPERA	121373	141373	ESPERA	121373	156373	ESPERA	121373	131373	LIMPIO	121373
29	VBL-882	ISUZU	NPR75L-HL5VAYPEN	ESPERA	123612	173612	ESPERA	150553	170553	ESPERA	150553	185553	ESPERA	150553	160553	SUCIO	150553
30	ACR-882	KENWORTH	T800	ESPERA	433007	483007	ESPERA	433007	453007	ESPERA	433007	468007	ATENCION	433007	443007	SUCIO	433007
31	VAQ-610	CHANGAN	NEW SUPERVAN	ESPERA	10534	60534	ESPERA	10534	30534	ESPERA	10534	45534	ESPERA	10534	20534	SUCIO	13843
32	F4E-717	MERCEDES BENZ	ATTEGO 818	ESPERA	314009	364009	ESPERA	314009	334009	ESPERA	314009	349009	ESPERA	321095	331095	SUCIO	321095
33	VBV-817	HYUNDAI	MIGHTI	ESPERA	111219	161219	ATENCION	95959	115959	ESPERA	111219	146219	ESPERA	111219	121219	SUCIO	111219
34	VBW-721	SCANIA	P450 6X4	ESPERA	24747	74747	ATENCION	24747	44747	ESPERA	42781	77781	ESPERA	42781	52781	LIMPIO	42781
35	ACR-924	KENWORTH	T800	ESPERA	398057	448057	ESPERA	398057	418057	ESPERA	398057	433057	ESPERA	398057	408057	LIMPIO	398057
36	F8W-812	KENWORTH	T800	ESPERA	401884	451884	ESPERA	440853	460853	ESPERA	440853	475853	ESPERA	440853	450853	LIMPIO	440853
37	VCC-800	MERCEDES BENZ	ACCELO	ESPERA	74285	124285	ESPERA	81299	101299	ATENCION	74285	109285	ATENCION	74285	84285	SUCIO	81299
38	F8W-814	KENWORTH	T800	ATENCION	365156	415156	ATENCION	397501	417501	ATENCION	397501	432501	ATENCION	397501	407501	SUCIO	397501
39	VCC-819	MERCEDES BENZ	ATEGO1419	ATENCION	12535	62535	ATENCION	41691	61691	ESPERA	55102	90102	ESPERA	55102	65102	SUCIO	55102
40	VCK-854	TOYOTA	HILUX	ESPERA			ESPERA			ESPERA			ATENCION			LIMPIO	6574
41	BVW-791	KENWORTH	T880	ESPERA			ESPERA			ESPERA			ATENCION			SUCIO	

Nota. Adaptado de la empresa en estudio

Por medio de la tabla se identifica el mantenimiento preventivo por kilometraje del año 2023 que se da a las unidades donde se realizan inspecciones , mantenimientos tanto de las coronas y aceite de caja cada 50000 kilómetros, inspección de baterías cada 20000 kilómetros, arrancador y alternador cada 35000 kilómetros, tanque de combustible cada 10000 kilómetros, engrase de templadores e inspección de coronas cada 50000 también se observa que varias unidades requerían mantenimiento de acuerdo a la fecha establecida, sin embargo debido a la demanda de las unidades por los servicios no se realiza el mantenimiento a su debido tiempo.

Se saco el porcentaje de cumplimiento de cada mantenimiento , del cual se asignó 100% como el porcentaje total de cumplimiento , resultando de esta forma un 7.31% del total de unidades que no recibieron un cambio de aceite de caja y corona en el kilometraje establecido, el 14.63% del total no realizo a tiempo el engrase de templadores e inspección de correas, al 29.26% del total no se le hizo una inspección de baterías de acuerdo al kilometraje, el 24.39% del total no se le realizo la inspección de arrancador y alternador, al 39.02% del total no se le realizo la inspección del tanque de combustible y el 68.29% del total no se le realizo la limpieza del filtro de aire.

Estos mantenimientos preventivos no son suficientes debido a que siguen presentando fallas las unidades generando retrasos o paradas, debido a ello el personal de mantenimiento debe actuar de manera rápida para dar solución a estas.

A continuación, se observa la tabla resumen de los mantenimientos específicos realizados:

Tabla 12

Distancias de Mantenimiento Preventivo

Mantenimiento preventivo	Distancia en el que se realiza el Mantenimiento Preventivo (km)
Aceite cajas y coronas	50000
Inspección de baterías	20000
Inspección de arrancador y alternador	35000
Tanque de combustible	10000
Limpieza de filtro raco	7500
Engrase de Templadores e Inspecciones de coronas	50000

Nota. Datos obtenidos del área de mantenimiento

En la tabla se muestra los diferentes tipos de mantenimiento preventivo que se realizan a las unidades de acuerdo al kilometraje.

A continuación, se muestra los kilometrajes recorridos para la realización del mantenimiento preventivo:

Tabla 13

Kilometraje Recorrido por Mantenimiento

Marca	Pm(kilometraje)
Kenworth	15000
International	15000
Mack	15000
Volvo	15000
Isuzu	10000

Nissan	5000
Toyota	5000
Mitsubishi	5000
Mercedes Benz	7500
Freightliner	15000
Scania	15000
Hyundai	10000
Nissan	5000

Nota. Datos obtenidos por el área de mantenimiento

El mantenimiento preventivo varía por marca ya que estos cuentan con dimensiones diferentes, número de ejes, estilo de conducción, historial de confiabilidad debido a que hay problemas comunes por marca, de esta forma requerirían un mantenimiento de forma constante.

A continuación, se observa los tiempos para la Adquisición de repuestos.

Tabla 14

Tiempos de Adquisición de Repuestos

Repuesto	Tiempo de espera
Rodaje de templador	40
Manguera de aire	40
Plumilla	15
Amortiguador	40
Faro	25
Neblinero	25

Nota. Elaboración propia

El tiempo de espera para la adquisición de repuestos varían según la marca, ya que algunos repuestos son adquiridos en las concesionarias de las mismas y otros repuestos en tiendas multimarca.

3.1.9. FODA del Área de Mantenimiento

A continuación, se observa las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas del área de mantenimiento de la empresa.



Figura 31

Matriz FODA del Área de Mantenimiento

MATRIZ FODA	FORTALEZA	DEBILIDADES
	<ul style="list-style-type: none"> - Empresa con trayectoria y objetivos definidos - Equipo competitivo y comprometido. - Conocimiento del personal sobre los repuestos o posibles fallas que presente la unidad. - Experiencia del personal de mantenimiento en resolución de problemas. - Realizar los servicios de manera confiable, que brinde y garantice el transporte del bien mueble. - Unidades equipadas y con equipos de rastreo para poder localizarlo de forma segura en caso que aparezca un evento disruptivo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de renovación de la flota vehicular. - Debido al número de unidades se tiene inconvenientes en lograr cubrir con la demanda de los servicios. - No cuenta con stock de repuestos - autopartes. - Eventos de transbordo de unidades. - Aparición de fallas mecánicas en las unidades cuando están en ruta. - Limitado recurso económico destinado al área de mantenimiento. - Falta de personal de apoyo en el área de mantenimiento.
OPORTUNIDADES	ESTRATEGIA FO	ESTRATEGIA DO
<ul style="list-style-type: none"> - Capacitación al personal de mantenimiento y conductores. - Creación de un plan de mantenimiento preventivo - Planes de mejora continua en el área de mantenimiento. - Contar con registros digitales de las fallas o mantenimiento de las unidades, de esta forma poder aplicar el mantenimiento predictivo con apoyo de este. 	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar una mejora continua en los diferentes procesos. - Contar con personal capacitado para dar una atención óptima. - Realizar implementaciones de nuevas maquinarias o herramientas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Uso de estrategias para actuar cuando se tiene programado un mantenimiento preventivo. - Uso de formatos para cada marca con la finalidad de obtener una mejor inspección. - Evaluar realizar convenios con organizaciones u instituciones donde ambos puedan obtener beneficios. - Evaluar la compra de repuestos para tener en stock, cuando se requiera.
AMENAZAS	ESTRATEGIA FA	ESTRATEGIA DA
<ul style="list-style-type: none"> - Incremento de empresas dedicadas al mismo rubro, generando más competencia en el mercado. - Aumento de precio de la materia prima (combustible), autopartes, mano de obra de personal tercerizado que ocasiona más gastos a la empresa. - Mal estado de las vías de transporte. - Demorar en la adquisición de repuestos. - Antigüedad de las unidades que conforman la flota. 	<ul style="list-style-type: none"> - Capacitar al personal en temas de manejo defensivo y sujeción de la carga. - Brindar a los clientes seguridad durante el transporte de la carga mediante reportes. - Contar con los repuestos que constantemente fallan. 	<ul style="list-style-type: none"> - Reforzar la seguridad en la empresa debido al incremento de la delincuencia. - Realizar más publicidad, este sería por diferentes medios para llegar a los clientes potenciales y atraer más colaboradores. - Renovación de forma constante la flota. - Contar con un número limitado de los repuestos más demandados.

Nota. Elaboración propia

La matriz FODA es necesaria para reconocer de forma resumida la situación de la empresa.


3.1.10. Descripción de la maquinaria para el mantenimiento




Las máquinas para el área de mantenimiento son de vital importancia debido a que estas facilitan las reparaciones, instalación.

A continuación, se muestra la tabla correspondiente a los equipos que se tienen en el área de manteniendo.

Tabla 15

Equipos Usados por el Área de Mantenimiento

Equipo	Cantidad	Uso
<p>Comprensora</p> 	<p>1</p>	<p>Su principal función es para el pintado y retocado de las unidades, este se da al comprimir el aire en el tanque para que después sea expulsado al exterior.</p>
<p>Esmeril</p> 	<p>2</p>	<p>Su función principal es cortar, desbastar las partes que no sean uniformes.</p>

<p>Taladro atornillador inalámbrico</p> 	<p>2</p>	<p>Usado de forma manual para asegurar los tornillos y extracción.</p>
<p>Soldadura autógena</p> 	<p>2</p>	<p>Produce un cordón de soldadura para unir piezas.</p>
<p>Soldadura eléctrica</p> 	<p>2</p>	<p>Por medio del calor une las piezas metálicas.</p>

Nota. Elaboración propia





En la tabla se observa los equipos que son usados por el área de mantenimiento – soldadura, estos facilitan los trabajos a realizar en caso se necesite soldar, esmerilar, unir o realizar orificios.






3.1.10.1. Descripción de las herramientas para el mantenimiento


A continuación, se observa las herramientas que encontramos en el área de mantenimiento, estos son usados para la reparación - mantenimiento de las diferentes unidades.

Tabla 16

Herramientas de Mantenimiento

Herramientas	Uso
<p>Llave universal</p> 	<p>Tiene como función principal aflojar y apretar las tuercas que tienen la función de unir dos objetos.</p>
<p>Alicate universal</p> 	<p>Tiene como función principal presionar o presionar, doblar, estirar piezas.</p>
<p>Llave francesa</p> 	<p>Usado para ajustar o aflojar mayormente los tornillos o tuercas que tienen cabeza hexagonal.</p>
<p>Desarmador plano</p> 	<p>Usado para aflojar - ajustar tornillos, presenta un mango de plástico que es aislante de electricidad, usado mayormente por el personal de mantenimiento.</p>

<p>Desarmador estrella</p> 	<p>Usado para apretar u aflojar los tornillos que tengan cabezal con forma de estrella.</p>
<p>Dados</p> 	<p>Usado para aflojar y ajustar tornillos de diferentes medidas, que presenten cabeza hexagonal,</p>
<p>Martillo</p> 	<p>Usado para golpear uno o más objetos con la finalidad de unir, separar o fracturarlos.</p>
<p>Gata hidráulica</p> 	<p>Su función principal es levantar objetos pesados de manera segura.</p>
<p>Multímetro digital</p> 	<p>Permite medir valores eléctricos de la corriente como la resistencia, frecuencia.</p>

<p>Arco y sierra</p> 	<p>Sirve para cortar, separara materiales con ayuda de la sierra que se encuentra ajustado en el arco.</p>
--	--

Nota. Elaboración propia

Los equipos correspondientes al área de mantenimiento son para el uso de reparaciones de las unidades de la flota de la empresa.

El área de mantenimiento cuenta con un Stock de reserva en caso falte alguna herramienta para realizar trabajos de corte, soldado, pintado o empernado, este se muestra en el (Ver anexo 25).

Respecto al Kardex, en este se observa el inventario de cada herramienta a usar en caso sea requerido por el personal de mantenimiento, de esta forma se tendrá un registro de ingresos y salidas, este se muestra en el (Ver anexo 26).

El costo de las herramientas empleadas por el área de mantenimiento se encuentra registradas en (Ver Anexo 27).

3.1.11. Cantidad de servicios brindados

El número de servicios brindados que la empresa ha realizado durante el periodo determinado, permitirá medir la operatividad de las unidades y la demandan de estos.

A continuación, se observa la tabla de servicios brindados durante el periodo Mayo 2021- Abril 2022.

Tabla 17

Servicios Realizados

Año	Camioneta	Furgón c2 4tn	Furgón c2 8tn	Furgón c3	Plataforma t3s3	Volvo	Total, general
2021	164	447	85	210	381	6	1293
2022	32	170	54	96	164		516
Total, general	196	617	139	306	545	6	1809

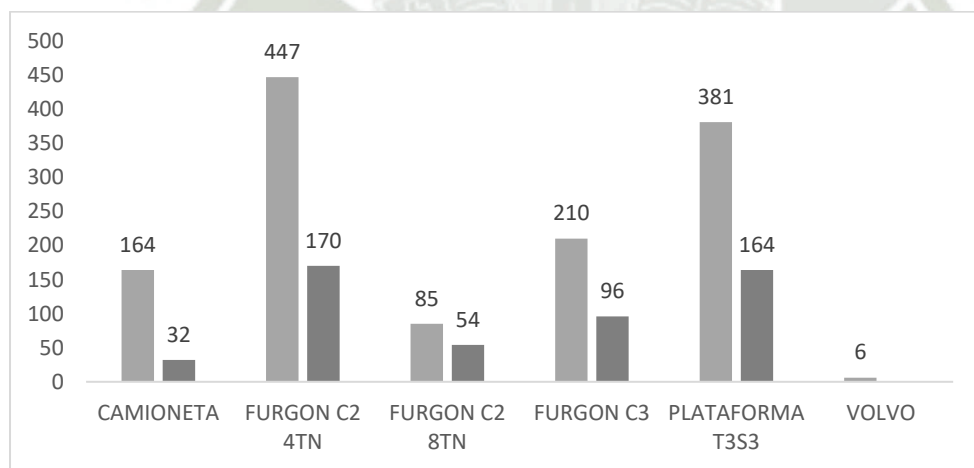
Nota. Obtenido de la empresa

Se observa la tabla de forma global del periodo establecido, donde se brindaron en total 1809 servicios que fueron realizados en su mayoría por el Furgón C2 4TN, Plataforma T3S3 y Furgón C3.

A continuación, se observa el grafico de barras de los servicios brindados por año:

Figura 32

Grafica de Servicios Brindados Periodo Mayo 2021 – Abril 2022



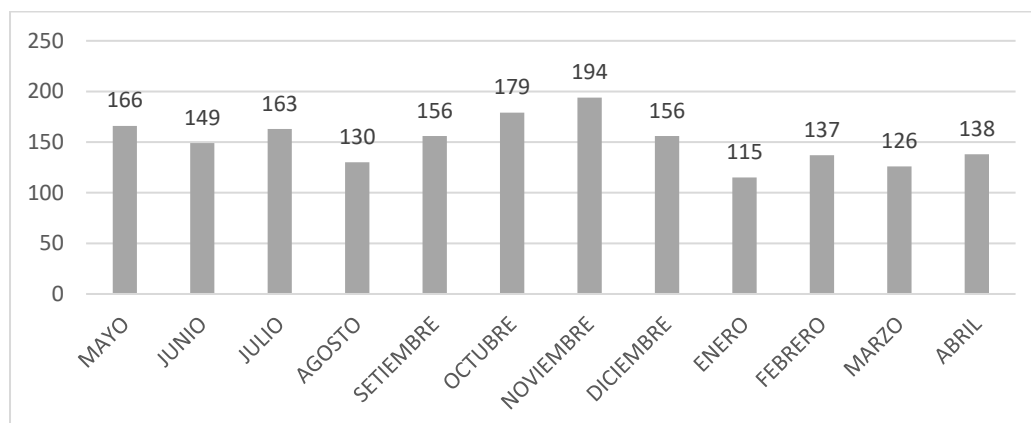
Nota. Elaboración propia

El grafico de barras es la representación de la tabla anterior donde se evidencia que el tipo de unidad que brinda más servicios es el Furgón C2 4TN con un total de 447, seguido de las plataformas con un valor de 381.

A continuación, se observa el diagrama de barras correspondiente al número de servicios de forma general brindados durante los meses Mayo 2021 – Abril 2022.

Figura 33

Número de Servicios Realizados por Mes



Nota. Elaboración propia

A continuación, se observa la tabla correspondiente a los servicios brindados por cada marca que conforma la flota de la empresa en estudio durante el periodo Mayo 2021 – Abril 2022.

Tabla 18

Cantidad de Servicios Realizados

Año	Mes	Furgón c2 4tn	Plataforma t3s3	Furgón c3	Camioneta	Furgón c2 8tn	Volvo	Total, general	
2021	Mayo	54	49	27	27	6	3	166	
	Junio	61	27	19	33	7	2	149	
	Julio	54	38	26	31	13	1	163	
	Agosto	45	31	23	16	15		130	
	Setiembre	59	52	23	14	8		156	
	Octubre	52	70	24	15	18		179	
	Noviembre	63	66	37	17	11		194	
	Diciembre	59	48	31	11	7		156	
	2022	Enero	45	29	20	10	11		115
		Febrero	46	45	22	8	16		137
		Marzo	40	36	30	9	11		126
		Abril	39	54	24	5	16		138
Total, de servicios		617	545	306	196	139	6	1809	

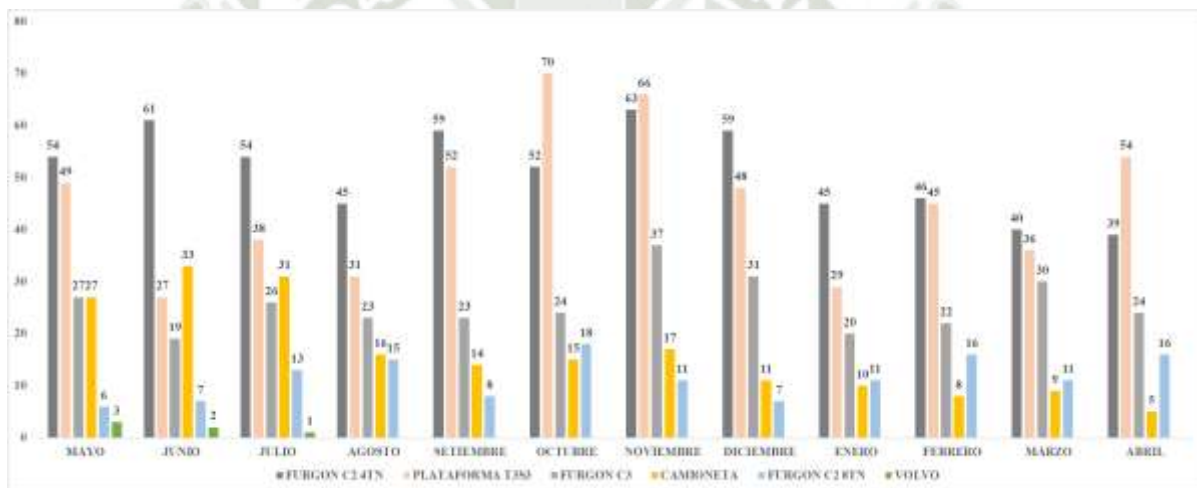
Nota. Obtenido de la empresa

La tabla representa el número total de los servicios ofrecidos por cada tipo de unidades que conforman la flota, donde las unidades tipo Furgón C2 4TN son los que más servicios realizaron, seguido de las plataformas. Esto debido a que de acuerdo a la carga se opta por decidir qué tipo de unidad usar.

A continuación, se observa la representación gráfica de la tabla anterior de los servicios brindados:

Figura 34

Gráfico de los Servicios Brindados



Nota. Elaboración propia

Por medio de la gráfica se muestra que la plataforma y el furgón tipo C2 4TN son los que realizan más servicios en comparación a las otras marcas, siendo este de forma constante como se muestra en comparación a los demás.

3.2. Control de Combustible

El control de combustible permite realizar el monitoreo del consumo de las unidades, este dependerá de acuerdo al punto de inicio y fin.

A continuación, se muestra los galones de combustible consumido por las diferentes unidades en relación al periodo Mayo 2021 – Abril 2022:

Tabla 19

Registro de Combustible

	Mes	Suma galones
2021	Mayo	6479.70
	Junio	7464.63
	Julio	4016.85
	Agosto	1783.07
	Septiembre	6118.58
	Octubre	10243.46
	Noviembre	2402.93
	Diciembre	2607.29
2022	Enero	2916.44
	Febrero	2266.84
	Marzo	2699.94
	Abril	2860.29
	Total	51860.01

Nota. Elaboración propia

A continuación, se muestra los galones consumidos por marca, siendo estos 3.785 litros.

Se observa las cantidades de galones consumidos por las unidades en general correspondiente a los meses de Mayo - Diciembre del año 2021 y Enero – Abril del año 2022.

Tabla 20

Registro de Combustible por Marca

Marca	Suma de Galones
Isuzu	21464.22
Kenworth	9412.13
International	5185.65
Volvo	4043.43
Mercedes Benz	3410.61
Mack	2624.30
Scania	2273.99
Toyota	1340.18
Freightliner	1177.25
Nissan	889.53
Mitsubishi	38.73
TOTAL	51860.01

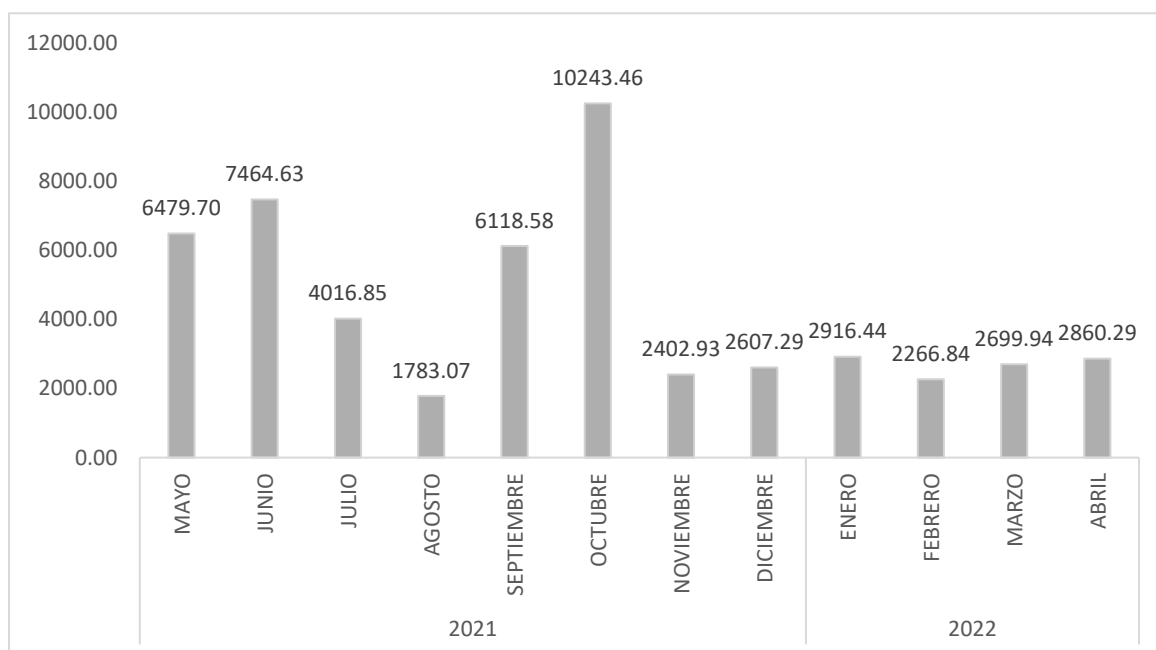
Nota. Elaboración Propia

Se muestra en la tabla que la marca Isuzu consumió más galones respecto a las demás marcas, debido a que este conforma un mayor número de la cantidad de la flota en comparación a las demás, seguido del Kenworth e International.

A continuación, se muestra de forma gráfica la cantidad de combustible que se consumió en cada mes por los servicios que se realizaron:

Figura 35

Registro de Combustible por Mes



Nota. Elaboración propia

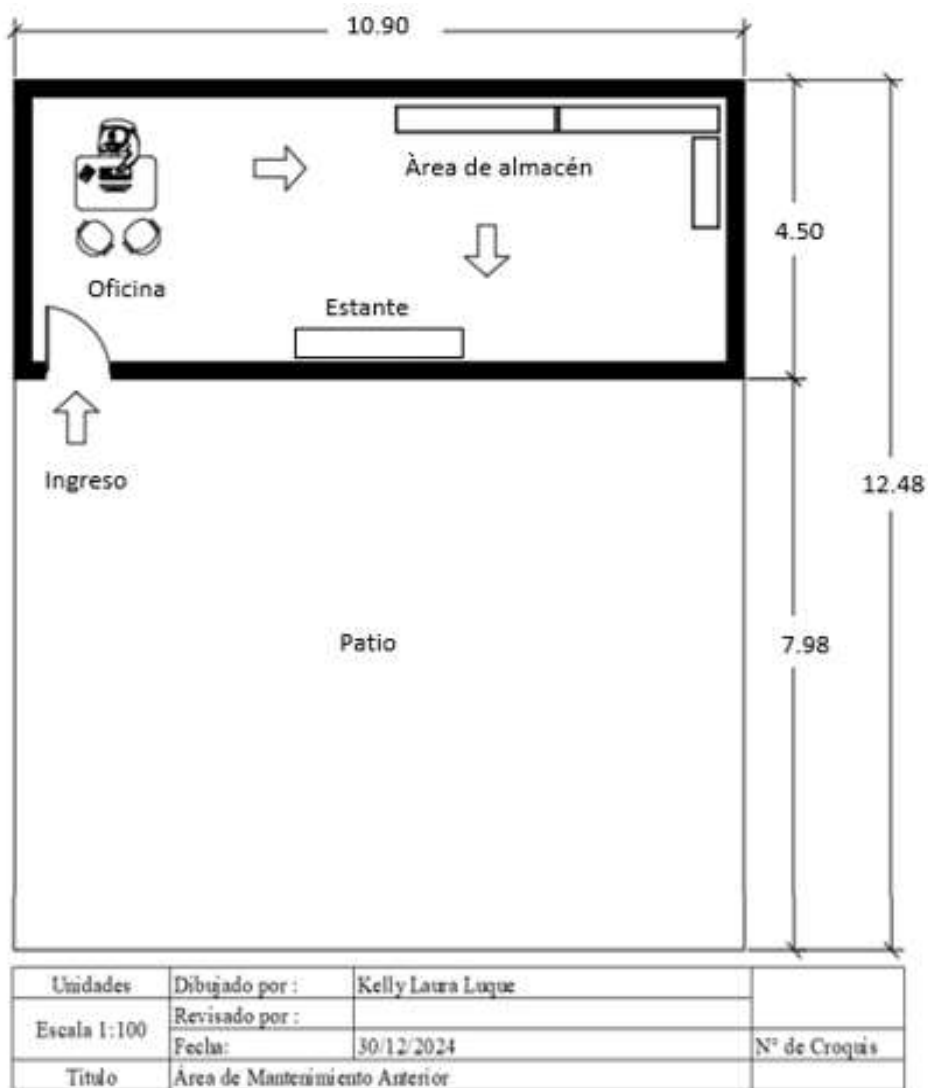
Se observa en forma gráfica la cantidad de galones consumidos de las unidades de forma general durante el periodo de Mayo - Diciembre del año 2021 y Enero – Abril del año 2022, siendo el mes de octubre del año 2021 el más elevado debido a la cantidad de servicios brindados.

3.3. Infraestructura del área de mantenimiento

A continuación, se observa el croquis del área de mantenimiento anterior:

Figura 36

Área de Mantenimiento Anterior



Nota. Elaboración propia

El croquis representa al área de mantenimiento anterior de la empresa de transporte correspondiente al año 2023, donde las medidas de largo son 10 metros con 90 cm y de ancho 4 metros con 50 centímetros.

El área de mantenimiento es el área en el cual se realiza tanto las reparaciones, cambios en las unidades, en el almacén se encuentran las herramientas, equipos para la realización de los trabajos.

A continuación, se observa el anterior almacén de mantenimiento de la empresa en estudio, donde el personal deposita las herramientas - equipos a utilizar para los respectivos mantenimientos o reparaciones en las unidades.

Figura 37

Almacén del Área de Mantenimiento Anterior



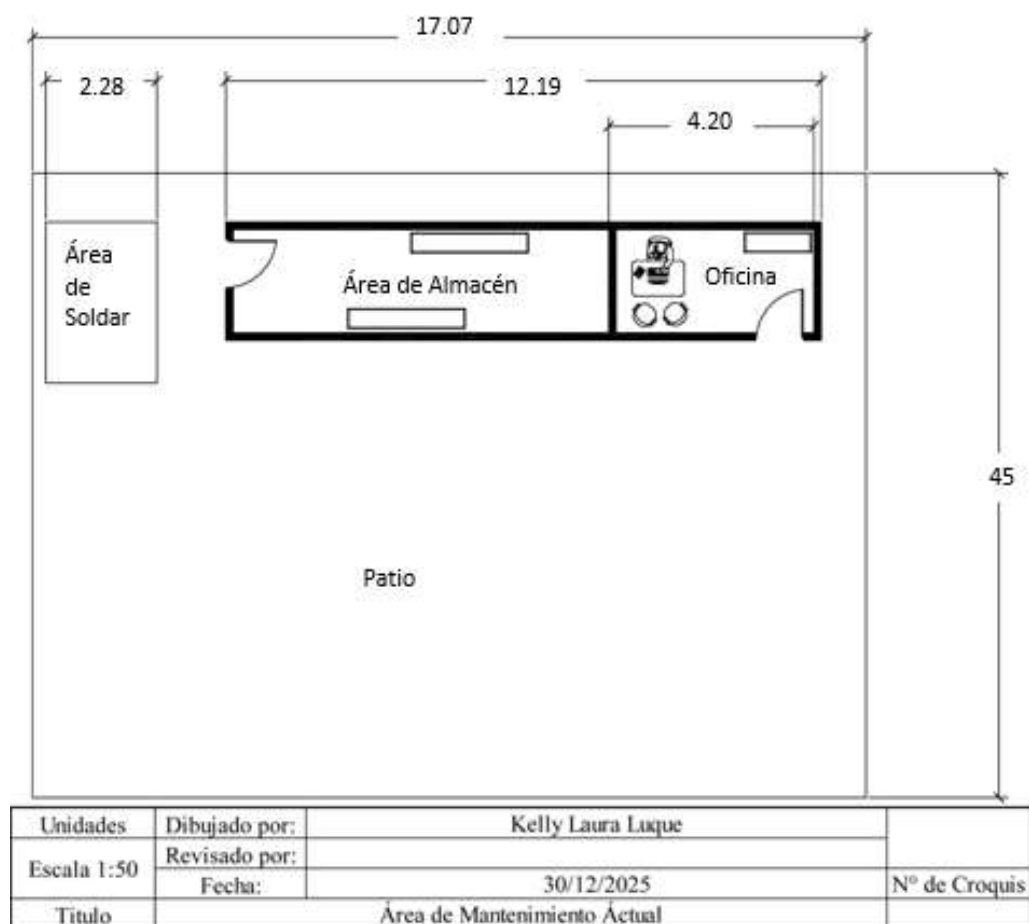
Nota. Obtenido de la empresa en estudio

En la imagen se observa el almacén del área de mantenimiento, este presenta áreas donde se encuentran apiladas las herramientas, el cual ocasiona la demora al personal en la ubicación de las herramientas – equipos que son necesarias para la ejecución de los diferentes mantenimientos. Estos se encuentran a disposición del personal y serán usados y guardados para ser emplearlos posteriormente.

A continuación, se observa el croquis del área de mantenimiento actual:

Figura 38

Área de Mantenimiento Actual



Nota. Elaboración propia

Se observa el croquis del área de mantenimiento de la empresa de transporte, el cual se dividió un container para una mejor distribución de los espacios correspondientes al almacén y oficina, también cuenta con un espacio determinado para los trabajos de soldadura. El container tiene una medida de 12.19 metros de largo y 2.4 metros de ancho. El área de mantenimiento en general tiene una medida de 45 metros de largo y 17.07 metros de ancho, como se observa en la figura el área no se encuentra bien señalizado para los diferentes trabajos que se realizan, el cual no permite una buena distribución de espacios.

A continuación, se observa el almacén del área de mantenimiento actual:

Figura 39*Almacén del Área de Mantenimiento Actual y Propuesto*

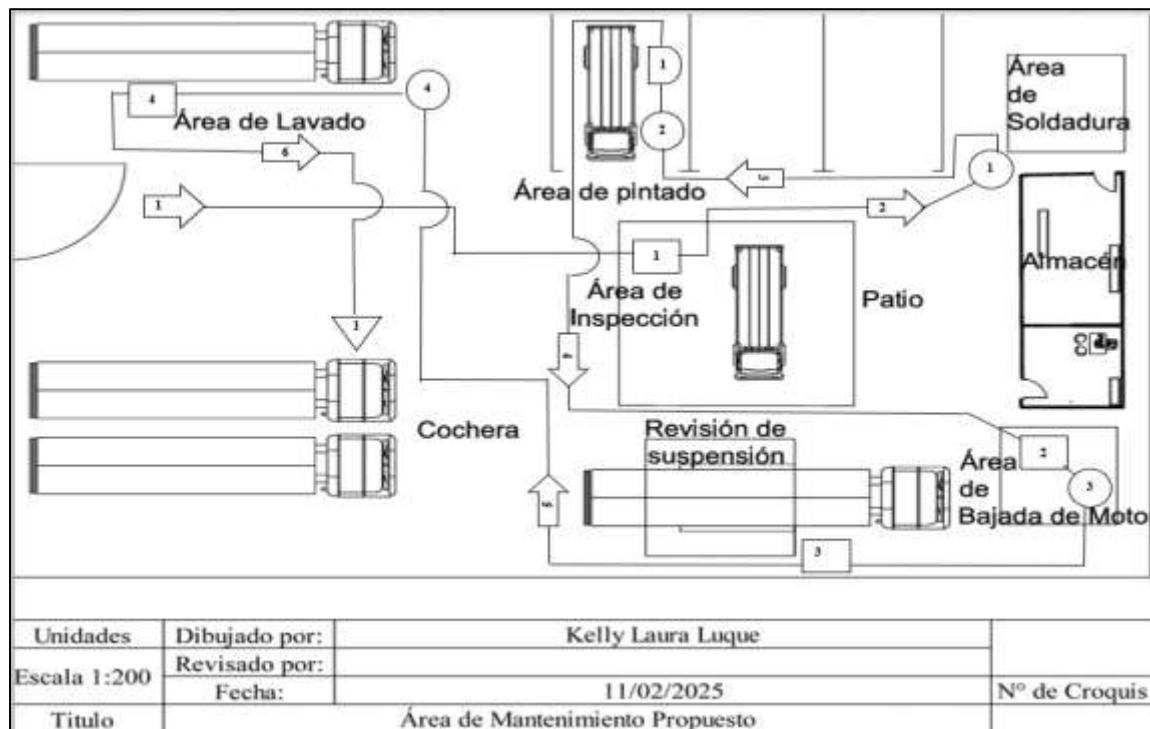
Nota. Obtenido de la empresa en estudio

En la figura se observa el almacén actual y propuesto para el área de mantenimiento, la imagen del almacén actual se observa que las herramientas se encuentran aún desordenadas y acumuladas, este no es beneficioso para el personal ya que no permite acceder de forma rápida a las herramientas, sin embargo se observa que en la imagen propuesta se tienen las herramientas ordenadas, junto con los dados, cables, serrucho, llave francesa, pistola de pintar, de tal forma que permita que el personal acceda fácilmente a las herramientas.

A continuación, se observa la distribución del área de mantenimiento propuesto a la empresa en estudio con un área de 200 metros de largo y 50 metros de ancho.

Figura 40

Distribución de la Área de Mantenimiento Propuesto



*Nota.*Elaboración Propia

La distribución del area de mantenimiento esta conformado por diferentes areas destinadas a la reparación de las unidades, inicia con la inspeccion de la unidad ,seguido se destina según sea la problemática a las diferentes areas tales como el área de soldado ,pintado,lavado, suspension y bajada de motor donde se realizan las reparaciones – mantenimiento , por ultimo se destina a la cochera en espera de servicio.

3.3.1. Análisis de Problemas Críticos en la Gestión de Mantenimiento

3.3.1.1. Identificación de Fallas Frecuentes

La empresa al contar con una flota conformada por diferentes marcas, estas presentan diferentes fallas ya que cada marca es fabricada y diseñada de forma diferente, este influye en la durabilidad y rendimiento de las unidades que son propensos a fallas comunes.

3.3.2. Análisis de las fallas más comunes por tipo de vehículo o equipo.

A continuación, se observa las fallas más comunes por marca.

Tabla 21

Fallas más Comunes por Tipo de Vehículo o Equipo

Marca	Fallas	Tiempo de Reparación (min)	Repeticiones
Isuzu	Neumático (llanta)	30	10
	Batería (cambio)	15	6
	Luces	15	5
	Cambio de filtro	20	5
Kenworth	Batería	15	2
	Neumático	15	2
	Manguera de suspensión-aire	180	2
Internacional	Amortiguadores	55	2
	Base de llanta de repuesto	35	2
	Luces	25	2
Mitsubishi	Amortiguador	30	2
	Radiador	120	2
	Termostato	40	2
Mercedes Benz	Neumático	30	1
	Plumilla	10	1
	Fusible de vidrio	10	1
Nissan	Pastillas	30	3
	Radiador	120	1
	Batería	10	1
Mack	Filtro de secador	15	1
	Neumático	30	1
	Goma de templador	120	1
Volvo	Batería	15	1

Freightliner	Batería	10	1
	Disco de embrague	360	1

Nota. Elaboración propia

En la tabla se observa las fallas más ocurrentes que se dan por marca, de igual forma se cuenta con los tiempos de reparación de cada falla y el número de veces que se presentó durante el periodo establecido.

3.3.2.1. Identificación de los tiempos de reparación

A continuación, se observa la tabla de los tiempos de reparación de las unidades en general.

Tabla 22

Tiempos de Reparación de las Unidades en General

Repuestos cambiados	Tiempo (min)
Se reparo motor por falla de cigüeñal	28880
Se cambio kit de disco de embrague	2160
Se pinto furgón	1920
Pintado general	1440
Cambio de collarín	960
Reparación de caja de cambios	960
Se cambio collarín	960
Se cambio sincronizador triple	960
Se cambio disco de embrague	840
Se cambio kit de reparación de secador de aire	510
Cambio de sistema de embrague	480
Se cambio el disco de embrague	480
Cambio de pastillas	360
Se cambio disco de embrague de segundo uso	360
Se cambio fajas de los tres ejes	360
Se cambio kit de embrague en ruta	360
Se cambio tina inferior por uno de aluminio	360
Se hizo soldar radiador	360
Se instalo cortador de corriente	360
Se repuso tableros	360
Mantenimiento de egr	320
Cambio de goma de pulmón de freno delantero derecho	300

Nota. Elaboración Propia

La tabla de tiempos de reparación es un tiempo estimado en dar solución a las diferentes problemáticas que se puedan presentar en las unidades, donde el personal de mantenimiento actuará de forma eficiente y dará solución.

A continuación, se observa el registro de tiempo de reparaciones por marca de acuerdo a cada acción del periodo correspondiente a mayo 2021- abril 2022 en minutos.

Figura 41

Tiempo Total de Reparación por Marcas periodo Mayo 2021 - Abril 2022

Acción	Freightliner	International	Isuzu	Kenworth	Mack	Mercedes Benz	Mitsubishi	Nissan	Toyota	Volvo	Total general
Cambio	550	1415	2480	2100	1215	330	845	850	60	125	9970
Engrase			120	180			15	15			330
Implementación	5	130	37			65			15		252
Incremento			15								15
Mantenimiento		1440	2640	240		120	65	30		30	4565
Reparación				40							40
Total general	555	2985	5292	2560	1215	515	925	895	75	155	15172

Nota. Elaboración propia

Se observa los tipos de acciones que se realizaron a las diferentes unidades y los tiempos representados en minutos que se invirtió para dar solución a la problemática.

3.3.2.2. Costos Operativos de mantenimiento

A continuación, se observa los costos de mantenimiento correctivo incurridos del periodo Mayo 2021 – Abril 2022.

Tabla 23

Costos del Mantenimiento Correctivo Periodo Mayo 2021 - Abril 2022

Marca		Costo
Isuzu	s/	45,062.58
Kenworth	s/	18,633.91
International	s/	14,088.94
Mack	s/	8,455.00
Mitsubishi	s/	5,997.89
Freightliner	s/	3,627.96
Mercedes benz	s/	3,530.00
Nissan	s/	2,623.59
Volvo	s/	2,345.09
Toyota	s/	340.84
Total	s/	104,705.79

Nota. Elaboración propia

Se observa los costos de mantenimiento incurridos respecto a cada marca durante el periodo de Mayo 2021- Abril 2022, estos referidos a costos del material o repuesto, tales como (templadores, válvulas, neumáticos, amortiguadores), resultando un total de 104,705.79 soles, del cual la marca que más mantenimiento demandó es el Isuzu con 45,062.58 soles.

Tabla 24

Costos de los Servicios de la Mano de Obra (Externo- Interno) Periodo Mayo 2021 - Abril 2022

Trabajo realizado en	Costo total de servicio de mano de obra
Internamente	S/.2,560.95
Externo	S/.32,107.96
Total, general	S/.34,668.91

Nota. Elaboración propia

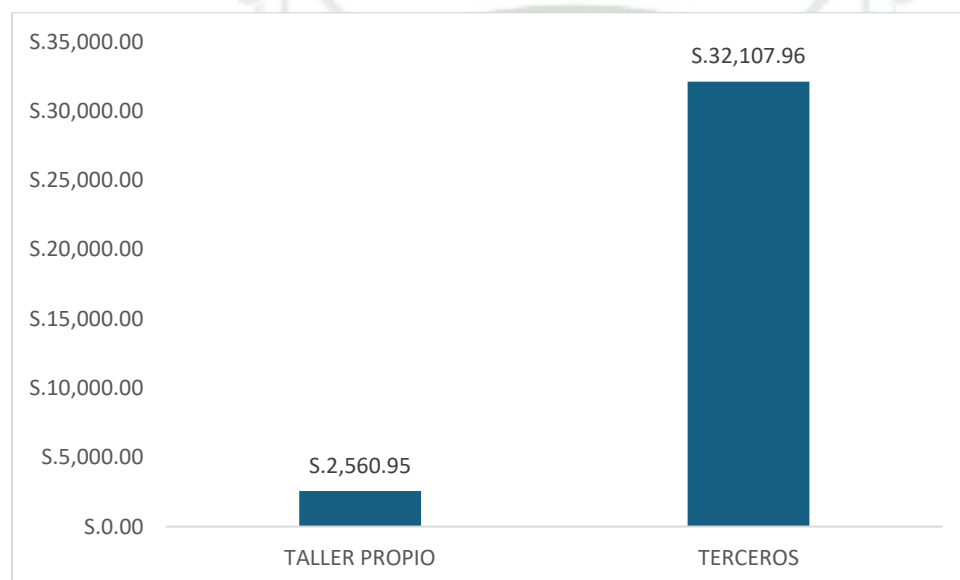
La diferencia entre los costos de servicios que son externos y los que se realizan en el taller propio – interno, para realizar reparaciones o mantenimiento es de S/.29,547.01. Para

hallar el costo del mantenimiento o reparación realizada por el propio personal de la empresa, se multiplico el tiempo de reparación en minutos por el costo de la mano de obra por minuto invertido en dar solución. Sobre el costo del servicio de externos, estos son de forma independiente de acuerdo a la problemática.

A continuación, se observa la gráfica de los costos de los servicios realizados.

Figura 42

Costos de Mantenimiento Realizados de Forma Interna - Externa Mayo 2021 - Abril 2022



Nota. Elaboración propia.

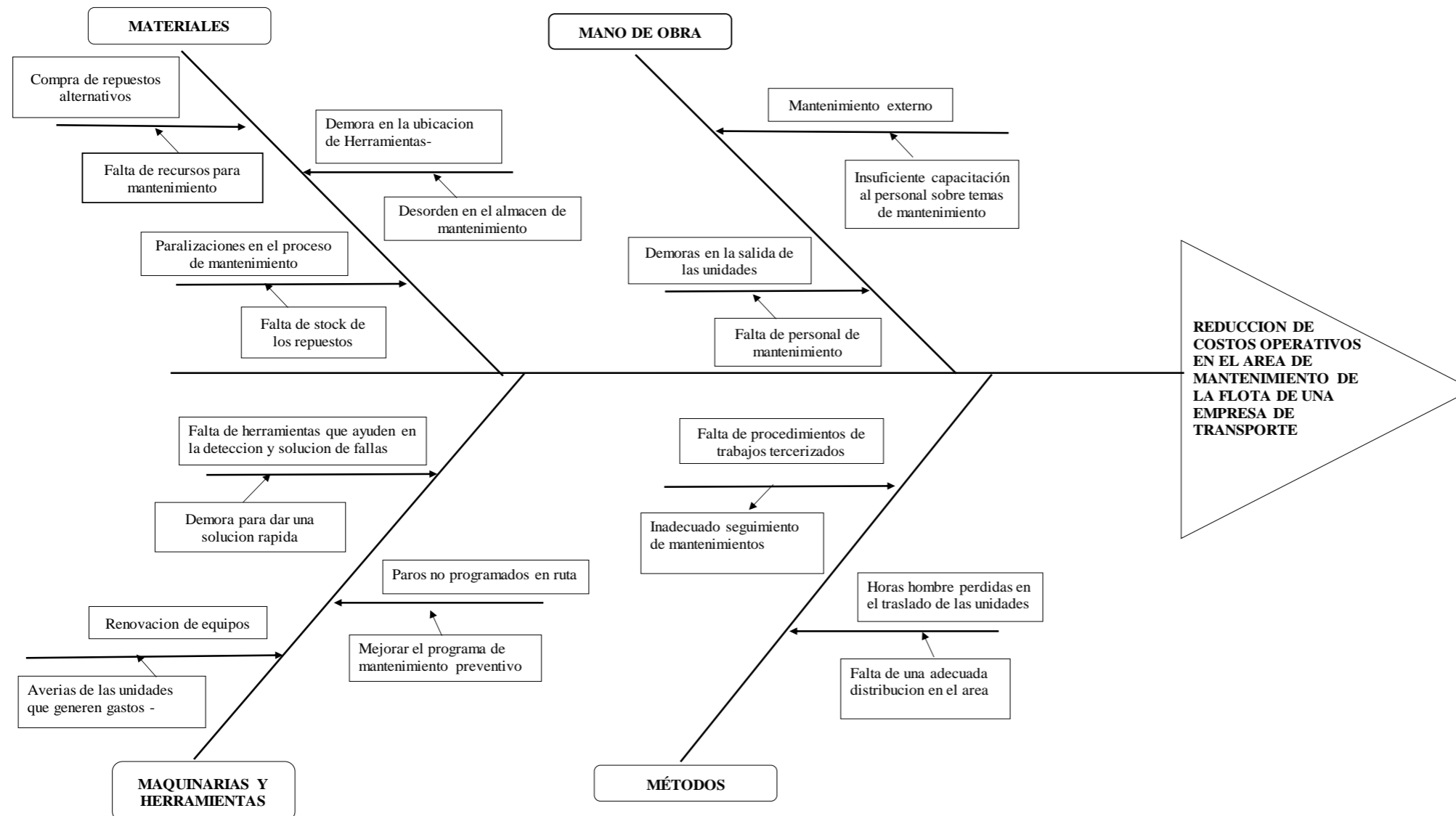
Se observa la gráfica de los costos en referencia a los mantenimientos realizados internamente, así como los externos del periodo Mayo 2021- Abril 2022.

3.3.3. Diagrama Ishikawa

A continuación, se observa el diagrama Ishikawa:

Figura 43

Diagrama de Ishikawa



Nota. Elaboración propia

Se utilizó el diagrama de Ishikawa para determinar los orígenes - causas pertenecientes a las problemáticas del área de mantenimiento de la empresa en estudio. Siendo uno de estos los materiales (repuestos), debido a la falta de equipos-herramientas. Sobre la mano de obra, al contar con 3 miembros del área de mantenimiento, en ocasiones no se logra cumplir con el tiempo de reparación, por ende, se genera un retraso en la entrega - traslado del bien. Respecto a las maquinarias y herramientas se requiere una renovación – mantenimientos y compra de nuevos equipos que ayuden a la detección de fallas en las unidades, respecto a los métodos se tiene una mala distribución en el área de mantenimiento lo que genera horas hombre perdidas, y un inadecuado registro de los mantenimientos realizados, tanto interno como externo.

3.3.3.1. Impacto económico

Cuantificación del impacto por deficiencias en el mantenimiento

3.3.3.2. Indicadores actuales de mantenimiento

A continuación, se tiene la tabla de los tiempos promedios de cada marca que conforman la flota de la empresa.

Tabla 25

Tiempos de Reparación del Kenworth

Kenworth		
Sistema de la Unidad	Motivo de Parada	Tiempo promedio para reparar (min)
Sistema de Lubricación	Fuga de aceite de las mangueras	60
	Obstrucción de los conductos de manguera del agua	60
	Falla en el termostato	180
	Falla en los sensores	120
Aceite cajas y coronas	Fuga de aceite en el reten	180
	Reten de la corona	120
	Problemas en el rodamiento	240
Baterías	Las conexiones sueltas	60
	Bornes en mal estado	120
Combustible	Fisuras producidas por corrosión o desgaste	120
	Obstrucción de las líneas de combustible	60
Motor	Cambio de aceite	240
	Fuga de refrigerante	180
	Problemas en el sistema de escape	300
	Sobrecalentamiento	480
Sistema de enllante y des enllante	Presión inadecuada	15
	Pinchazo de la llanta	40
Sistema de frenos	Desgaste de fajas de freno	60
	Fuga de aire	30
	Desgaste de tambor	60
Sistema de suspensión	Problemas en la bolsa de aire	30
	Fallas de los amortiguadores	30
	Problemas en los bujes	60
Sistema Eléctrico	Conexiones sueltas	30
	Fusibles quemados o defectuoso	15
	Cortocircuito	60
Sistema de escape	Desgaste del silenciador	180
	Fuga de gases por el tubo de escape	180
	Obstrucción del tubo de escape	120
Sistema de embrague	Desgaste del disco de embrague	480
	Collarín en mal estado	480

Nota. Elaboración propia, datos brindados por el área de mantenimiento.

En la tabla se muestra los sistemas que conforman a la unidad con los respectivos tiempos promedios que con lleva la reparación de cada uno de ellos.

A continuación, se observa los tiempos promedios de reparación del Isuzu.

Tabla 26

Tiempos de Reparación del Isuzu

Isuzu		
Sistema de la Unidad	Motivo de Parada	Tiempo promedio para reparar (min)
Sistema de Lubricación	Fuga de aceite de las mangueras	60
	Fallo en la bomba de aceite	360
	Obstrucción de conductos	360
Aceite cajas y coronas	Bajo nivel de aceite	15
	Aceite de mala calidad	30
	Desgaste de engranajes	480
Baterías	Las conexiones sueltas o desgastadas	60
	Desgaste de la batería	120
Combustible	Fisuras producidas por corrosión o desgaste	120
	Obstrucción de las líneas de combustible	60
Motor	Fuga de aceite	240
	Fuga de refrigerante	180
	Problemas en el sistema de escape	300
	Sobrecalentamiento	480
	Fuga de refrigerante	180
Sistema de enllante y des enllante	Presión inadecuada	15
	Pinchazo de la llanta	40
Sistema de frenos	Desgaste de fajas de freno	60
	Fugas de líquidos	120
Sistema de suspensión	Fuga de líquidos de los amortiguadores	30
	Desgaste de muelles	180
	Problemas en los bujes	60
Sistema Eléctrico	Conexiones sueltas	30
	Problemas en el arranque por el solenoide	120
	Fusibles quemados o defectuoso	15
	Cortocircuito	60
Sistema de escape	Desgaste de freno de motor	120
	Obstrucciones del tubo de escape	60
	Falla de los sensores	30
Sistema de embrague	Desgaste del disco de embrague	480
	Fugas del líquido de embrague	120

Nota. Elaboración propia, datos brindados por el área de mantenimiento.

En la tabla anterior se muestra los sistemas que conforman a la unidad con los respectivos tiempos promedios que con lleva la reparación de cada motivo de parada.

A continuación, se observa los tiempos promedios de reparación del Hyundai.

Tabla 27

Tiempos de Reparación del Hyundai

Hyundai		
Sistema de la Unidad	Motivo de Parada	Tiempo promedio para reparar (min)
Sistema de Lubricación	Fuga de aceite de las mangueras	60
	Obstrucción de los conductos	360
	Fallo en la bomba de aceite	360
Aceite cajas y coronas	Bajo nivel de aceite	15
	Aceite de mala calidad	30
	Desgaste de engranajes	480
Baterías	Las conexiones sueltas o desgastadas	60
	Desgaste de la batería	120
Combustible	Fisuras producidas por corrosión o desgaste	120
	Obstrucción de las líneas de combustible	60
Motor	Fuga de aceite	240
	Problemas en el sistema de escape	300
	Sobrecalentamiento	480
	Fuga de refrigerante	180
Sistema de enllante y des enllante	Presión inadecuada	15
	Pinchazo de la llanta	40
Sistema de frenos	Desgaste de pastillas de freno	60
	Fugas de líquidos	120
Sistema de suspensión	Fuga de líquidos de los amortiguadores	30
	Desgaste de muelles	180
	Problemas en los bujes	60
Sistema Eléctrico	Conexiones sueltas	30
	Problemas en el arranque por el selenoide	120
	Fusibles quemados o defectuosos	15
	Cortocircuito	60
Sistema de escape	Desgaste de freno de motor	120
	Obstrucciones del tubo de escape	60
	Falla de los sensores	30
Sistema de embrague	Desgaste del disco de embrague	480
	Fugas del líquido de embrague	120

Nota. Elaboración propia, datos brindados por el área de mantenimiento.

En la tabla anterior se muestra los sistemas que conforman a la unidad con los respectivos tiempos promedios que con lleva la reparación de cada motivo de parada.

A continuación, se observa los tiempos promedios de reparación de cada sistema de la unidad de marca Hilux - Toyota.

Tabla 28

Tiempos de Reparación del Hilux - Toyota

Hilux-Toyota		
Sistema de la Unidad	Motivo de Parada	Tiempo promedio para reparar (min)
Sistema de Lubricación	Fuga de aceite de las mangueras	90
	Obstrucción de las mangueras de agua	40
	Falla en el termostato	120
	Falla en los sensores	240
Aceite cajas y coronas	Bajo nivel de aceite	15
	Desgaste de engranajes	240
	Fuga de aceite por el retén de corona	120
Baterías	Las conexiones sueltas o desgastadas	60
	Desgaste de la batería	120
Combustible	Fisuras producidas por corrosión o desgaste	120
	Obstrucción de las líneas de combustible	60
Motor	Fuga de aceite	240
	Problemas en el sistema de escape	300
	Sobrecalentamiento	480
Sistema de enllante y des enllante	Presión inadecuada	15
	Pinchazo de la llanta	40
Sistema de frenos	Desgaste de pastillas de freno	60
	Desgaste de fajas	60
	Desgaste de los discos	180
Sistema de suspensión	Desgastes de muelles	120
	Fallas de los amortiguadores	30
	Problemas en los bujes	60
Sistema Eléctrico	Conexiones sueltas	30
	Problemas en el arranque por el selenoide	120
	Problemas en el alternador	180
	Fusibles quemados o defectuoso	15
	Cortocircuito	60
Sistema de escape	Desgaste del silenciador	120
	Obstrucciones del tubo de escape	120
	Falla de los sensores	60
Sistema de embrague	Desgaste del disco de embrague	480
	Fugas del líquido de embrague	120

Nota. Elaboración propia, datos brindados por el área de mantenimiento.

En la tabla anterior se muestra los sistemas que conforman a la unidad con los respectivos tiempos promedios que con lleva la reparación de cada motivo de parada.

A continuación, se observa los tiempos promedios de reparación del International.

Tabla 29

Tiempos de Reparación del International

International		
Sistema de la Unidad	Motivo de Parada	Tiempo promedio para reparar (min)
Sistema de Lubricación	Fuga de aceite de las mangueras	60
	Obstrucción de los conductos de manguera del agua	60
	Falla en el termostato	180
	Falla en los sensores	120
Aceite cajas y coronas	Fuga de aceite en el retén	180
	Reten de la corona	120
	Problemas en el rodamiento	240
Baterías	Las conexiones sueltas	60
	Bornes en mal estado	120
Combustible	Fisuras producidas por corrosión o desgaste	120
	Obstrucción de las líneas de combustible	60
Motor	Cambio de aceite	240
	Problemas en el sistema de escape	300
	Sobrecalentamiento	480
Sistema de enllante y des enllante	Presión inadecuada	15
	Pinchazo de la llanta	40
Sistema de frenos	Desgaste de fajas de freno	60
	Fuga de aire	30
	Desgaste de tambor	60
Sistema de suspensión	Problemas en la bolsa de aire	30
	Fallas de los amortiguadores	30
	Problemas en los bujes	60
Sistema Eléctrico	Conexiones sueltas	30
	Problemas en el arranque por el selenoide	120
	Fusibles quemados o defectuoso	15
	Cortocircuito	60
Sistema de escape	Desgaste del silenciador	180
	Fuga de gases por el tubo de escape	180
	Obstrucción del tubo de escape	120
Sistema de embrague	Desgaste del disco de embrague	480
	Collarín en mal estado	480

Nota. Elaboración propia, datos brindados por el área de mantenimiento.

En la tabla anterior se muestra los sistemas que conforman a la unidad con los respectivos tiempos promedios que con lleva la reparación de cada motivo de parada.

A continuación, se observa los tiempos promedios de reparación de cada sistema de la unidad de marca Mercedes.

Tabla 30

Tiempos de Reparación del Mercedes

Mercedes		
Sistema de la Unidad	Motivo de Parada	Tiempo promedio para reparar (min)
Sistema de Lubricación	Fuga de aceite de las mangueras	60
	Fallo en la bomba de aceite	360
	Obstrucción de conductos	360
Aceite cajas y coronas	Bajo nivel de aceite	15
	Aceite de mala calidad	30
	Desgaste de engranajes	480
Baterías	Las conexiones sueltas o desgastadas	60
	Desgaste de la batería	120
Combustible	Fisuras producidas por corrosión o desgaste	120
	Obstrucción de las líneas de combustible	60
Motor	Fuga de aceite	240
	Problemas en el sistema de escape	300
	Sobrecalentamiento	480
	Fuga de refrigerante	180
Sistema de enllante y des enllante	Presión inadecuada	15
	Pinchazo de la llanta	40
Sistema de frenos	Desgaste de fajas de freno	60
	Fugas de líquidos	120
Sistema de suspensión	Fuga de líquidos de los amortiguadores	30
	Desgaste de muelles	180
	Problemas en los bujes	60
Sistema Eléctrico	Conexiones sueltas	30
	Problemas en el arranque por el selenoide	120
	Fusibles quemados o defectuoso	15
	Cortocircuito	60
Sistema de escape	Desgaste de freno de motor	120
	Obstrucciones del tubo de escape	60
	Falla de los sensores	30
Sistema de embrague	Desgaste del disco de embrague	480
	Fugas del líquido de embrague	120

Nota. Elaboración propia, datos brindados por el área de mantenimiento.

En la tabla anterior se muestra los sistemas que conforman a la unidad con los respectivos tiempos promedios que con lleva la reparación de cada motivo de parada.

A continuación, se observa los tiempos promedios de reparación del Nissan.

Tabla 31

Tiempos de Reparación del Nissan

Nissan		
Sistema de la Unidad	Motivo de Parada	Tiempo promedio para reparar (min)
Sistema de Lubricación	Fuga de aceite de las mangueras	90
	Obstrucción de las mangueras de agua	40
	Falla en el termostato	120
	Falla en los sensores	240
Aceite cajas y coronas	Bajo nivel de aceite	15
	Desgaste de engranajes	240
	Fuga de aceite por el retén de corona	120
Baterías	Las conexiones sueltas o desgastadas	60
	Desgaste de la batería	120
Combustible	Fisuras producidas por corrosión	120
	Obstrucción de las líneas de combustible	60
Motor	Fuga de aceite	240
	Fuga de refrigerante	180
	Problemas en el sistema de escape	300
	Sobrecalentamiento	480
Sistema de enllante y des enllante	Presión inadecuada	15
	Pinchazo de la llanta	40
Sistema de frenos	Desgaste de pastillas de freno	60
	Desgaste de fajas	60
	Desgaste de los discos	180
Sistema de suspensión	Desgastes de muelles	120
	Fallas de los amortiguadores	30
	Problemas en los bujes	60
Sistema Eléctrico	Conexiones sueltas	30
	Problemas en el arranque por el selenoide	120
	Problemas en el alternador	180
	Fusibles quemados o defectuoso	15
	Cortocircuito	60
Sistema de escape	Desgaste del silenciador	120
	Obstrucciones del tubo de escape	120
	Falla de los sensores	60
Sistema de embrague	Desgaste del disco de embrague	480
	Fugas del líquido de embrague	120

Nota. Elaboración propia, datos brindados por el área de mantenimiento.

En la tabla anterior se muestra los sistemas que conforman a la unidad con los respectivos tiempos promedios que con lleva la reparación de cada motivo de parada.

A continuación, se observa los tiempos promedios de reparación del Mack.

Tabla 32

Tiempos de Reparación del Mack

Mack		
Sistema de la Unidad	Motivo de Parada	Tiempo promedio para reparar (min)
Sistema de Lubricación	Fuga de aceite de las mangueras	60
	Obstrucción de los conductos de manguera del agua	60
	Falla en el termostato	180
	Falla en los sensores	120
Aceite cajas y coronas	Fuga de aceite en el reten	180
	Reten de la corona	120
	Problemas en el rodamiento	240
Baterías	Las conexiones sueltas	60
	Bornes en mal estado	120
Combustible	Fisuras producidas por corrosión o desgaste	120
	Obstrucción de las líneas de combustible	60
Motor	Cambio de aceite	240
	Fuga de refrigerante	180
	Problemas en el sistema de escape	300
	Sobrecalentamiento	480
Sistema de enllante y des enllante	Presión inadecuada	15
	Pinchazo de la llanta	40
Sistema de frenos	Desgaste de fajas de freno	60
	Fuga de aire	30
	Desgaste de tambor	60
Sistema de suspensión	Problemas en la bolsa de aire	30
	Fallas de los amortiguadores	30
	Problemas en los bujes	60
Sistema Eléctrico	Conexiones sueltas	30
	Problemas en el arranque por el selenoide	120
	Fusibles quemados o defectuoso	15
	Cortocircuito	60
Sistema de escape	Desgaste del silenciador	180
	Fuga de gases por el tubo de escape	180
	Obstrucción del tubo de escape	120
Sistema de embrague	Desgaste del disco de embrague	480
	Collarín en mal estado	480

Nota. Elaboración propia, datos brindados por el área de mantenimiento.

En la tabla anterior se muestra los sistemas que conforman a la unidad con los respectivos tiempos promedios que con lleva la reparación de cada motivo de parada.

A continuación, se observa los tiempos promedios de reparación de cada sistema de la unidad de marca Mitsubishi.

Tabla 33

Tiempos de Reparación del Mitsubishi

Mitsubishi		
Sistema de la Unidad	Motivo de Parada	Tiempo promedio para reparar (min)
Sistema de Lubricación	Fuga de aceite de las mangueras	90
	Obstrucción de las mangueras de agua	40
	Falla en el termostato	120
	Falla en los sensores	240
Aceite cajas y coronas	Bajo nivel de aceite	15
	Desgaste de engranajes	240
	Fuga de aceite por el retén de corona	120
Baterías	Las conexiones sueltas o desgastadas	60
	Desgaste de la batería	120
Combustible	Fisuras producidas por corrosión o desgaste	120
	Obstrucción de las líneas de combustible	60
Motor	Fuga de aceite	240
	Problemas en el sistema de escape	300
	Sobrecalentamiento	480
Sistema de enllante y des enllante	Presión inadecuada	15
	Pinchazo de la llanta	40
Sistema de frenos	Desgaste de pastillas de freno	60
	Desgaste de fajas	60
	Desgaste de los discos	180
Sistema de suspensión	Desgastes de muelles	120
	Fallas de los amortiguadores	30
	Problemas en los bujes	60
Sistema Eléctrico	Conexiones sueltas	30
	Problemas en el arranque por el selenoide	120
	Problemas en el alternador	180
	Fusibles quemados o defectuoso	15
	Cortocircuito	60
Sistema de escape	Desgaste del silenciador	120
	Obstrucciones del tubo de escape	120
	Falla de los sensores	60
Sistema de embrague	Desgaste del disco de embrague	480
	Fugas del líquido de embrague	120

Nota. Elaboración propia, datos brindados por el área de mantenimiento.

En la tabla anterior se muestra los sistemas que conforman a la unidad con los respectivos tiempos promedios que con lleva la reparación de cada motivo de parada.

A continuación, se observa los tiempos promedios de reparación de cada sistema de la unidad de marca Freightliner.

Tabla 34

Tiempos de Reparación del Freightliner

Freightliner		
Sistema de la Unidad	Motivo de Parada	Tiempo promedio para reparar (min)
Sistema de Lubricación	Fuga de aceite de las mangueras	60
	Fallo en la bomba de aceite	360
	Obstrucción de conductos	360
Aceite cajas y coronas	Bajo nivel de aceite	15
	Aceite de mala calidad	30
	Desgaste de engranajes	480
Baterías	Las conexiones sueltas o desgastadas	60
	Desgaste de la batería	120
Combustible	Fisuras producidas por corrosión o desgaste	120
	Obstrucción de las líneas de combustible	60
Motor	Fuga de aceite	240
	Problemas en el sistema de escape	300
	Sobrecalentamiento	480
	Fuga de refrigerante	180
Sistema de enllante y des enllante	Presión inadecuada	15
	Pinchazo de la llanta	40
Sistema de frenos	Desgaste de fajas de freno	60
	Fugas de líquidos	120
Sistema de suspensión	Fuga de líquidos de los amortiguadores	30
	Desgaste de muelles	180
	Problemas en los bujes	60
Sistema Eléctrico	Conexiones sueltas	30
	Problemas en el arranque por el selenoide	120
	Fusibles quemados o defectuoso	15
	Cortocircuito	60
Sistema de escape	Desgaste de freno de motor	120
	Obstrucciones del tubo de escape	60
	Falla de los sensores	30
Sistema de embrague	Desgaste del disco de embrague	480
	Fugas del líquido de embrague	120

Nota. Elaboración propia, datos brindados por el área de mantenimiento.

En la tabla anterior se muestra los sistemas que conforman a la unidad con los respectivos tiempos promedios que con lleva la reparación de cada motivo de parada.

A continuación, se observa los tiempos promedios de reparación de cada sistema de la unidad de marca Volvo.

Tabla 35

Tiempos de Reparación del Volvo

Volvo		
Sistema de la Unidad	Motivo de Parada	Tiempo promedio para reparar (min)
Sistema de Lubricación	Fuga de aceite de las mangueras	60
	Fallo en la bomba de aceite	360
	Obstrucción de conductos	360
Aceite cajas y coronas	Bajo nivel de aceite	15
	Aceite de mala calidad	30
	Desgaste de engranajes	480
Baterías	Las conexiones sueltas o desgastadas	60
	Desgaste de la batería	120
Combustible	Fisuras producidas por corrosión o desgaste	120
	Obstrucción de las líneas de combustible	60
Motor	Fuga de aceite	240
	Problemas en el sistema de escape	300
	Sobrecalentamiento	480
	Fuga de refrigerante	180
Sistema de enllante y des enllante	Presión inadecuada	15
	Pinchazo de la llanta	40
Sistema de frenos	Desgaste de los frenos de disco	60
Sistema de suspensión	Fuga de líquidos de los amortiguadores	30
	Desgaste de muelles	180
	Problemas en los bujes	60
Sistema Eléctrico	Conexiones sueltas	30
	Problemas en el arranque por el selenoide	120
	Fusibles quemados o defectuoso	15
	Cortocircuito	60
Sistema de escape	Desgaste de freno de motor	120
	Obstrucciones del tubo de escape	60
	Falla de los sensores	30
Sistema de embrague	Desgaste del disco de embrague	480
	Fugas del líquido de embrague	120

Nota. Elaboración propia, datos brindados por el área de mantenimiento.

En la tabla anterior se muestra los sistemas que conforman a la unidad con sus tiempos promedios de reparación, a diferencia de las demás marcas este tipo de unidad tiene un sistema de frenos de disco.

A continuación, se observa los tiempos promedios de reparación del Chevrolet.

Tabla 36

Tiempos de Reparación del Chevrolet

Chevrolet		
Sistema de la Unidad	Motivo de Parada	Tiempo promedio para reparar (min)
Sistema de Lubricación	Fuga de aceite de las mangueras	90
	Obstrucción de las mangueras de agua	40
	Falla en el termostato	120
	Falla en los sensores	240
Aceite cajas y coronas	Bajo nivel de aceite	15
	Desgaste de engranajes	240
	Fuga de aceite por el retén de corona	120
Baterías	Las conexiones sueltas o desgastadas	60
	Desgaste de la batería	120
Combustible	Fisuras producidas por corrosión o desgaste	120
	Obstrucción de las líneas de combustible	60
Motor	Fuga de aceite	240
	Problemas en el sistema de escape	300
	Sobrecalentamiento	480
Sistema de enllante y des enllante	Presión inadecuada	15
	Pinchazo de la llanta	40
Sistema de frenos	Desgaste de pastillas de freno	60
	Desgaste de fajas	60
	Desgaste de los discos	180
Sistema de suspensión	Desgastes de muelles	120
	Fallas de los amortiguadores	30
	Problemas en los bujes	60
Sistema Eléctrico	Conexiones sueltas	30
	Problemas en el arranque por el selenoide	120
	Problemas en el alternador	180
	Fusibles quemados o defectuoso	15
	Cortocircuito	60
Sistema de escape	Desgaste del silenciador	120
	Obstrucciones del tubo de escape	120
	Falla de los sensores	60
Sistema de embrague	Desgaste del disco de embrague	480
	Fugas del líquido de embrague	120

Nota. Elaboración propia, datos brindados por el área de mantenimiento.

En la tabla anterior se muestra los sistemas que conforman a la unidad con los respectivos tiempos promedios de reparación, este modelo de unidad es gasolinero.

A continuación, se observa los tiempos promedios de reparación de cada sistema del modelo de marca Scania.

Tabla 37

Tiempos de Reparación del Scania

Scania		
Sistema de la Unidad	Motivo de Parada	Tiempo promedio para reparar (min)
Sistema de Lubricación	Fuga de aceite de las mangueras	90
	Obstrucción de los conductos de manguera del agua	90
	Falla en el termostato	210
	Falla en los sensores	150
Aceite cajas y coronas	Fuga de aceite en el reten	210
	Reten de la corona	150
	Problemas en el rodamiento	270
Baterías	Las conexiones sueltas	90
	Bornes en mal estado	150
Combustible	Fisuras producidas por corrosión	150
	Obstrucción de las líneas de combustible	90
Motor	Cambio de aceite	270
	Fuga de refrigerante	210
	Problemas en el sistema de escape	330
	Sobrecalentamiento	510
Sistema de enllante y des enllante	Presión inadecuada	45
	Pinchazo de la llanta	70
Sistema de frenos	Desgaste de fajas de freno	90
	Fuga de aire	60
	Desgaste de tambor	90
Sistema de suspensión	Problemas en la bolsa de aire	60
	Fallas de los amortiguadores	60
	Problemas en los bujes	90
Sistema Eléctrico	Problemas en el arranque por el selenoide	150
	Fusibles quemados o defectuoso	25
	Cortocircuito	90
Sistema de escape	Desgaste del silenciador	210
	Fuga de gases por el tubo de escape	210
	Obstrucción del tubo de escape	150

Nota. Elaboración propia, datos brindados por el área de mantenimiento.

En la tabla anterior se muestra los sistemas que conforman a la unidad con los respectivos tiempos promedios de parada, este tipo de unidad es automático, no lleva embrague.

A continuación, se observa los tiempos promedios de reparación del Changan.

Tabla 38

Tiempos de Reparación del Changan

Changan		
Sistema de la Unidad	Motivo de Parada	Tiempo promedio para reparar (min)
Sistema de Lubricación	Fuga de aceite de las mangueras	70
	Obstrucción de las mangueras de agua	20
	Falla en el termostato	100
	Falla en los sensores	220
Aceite cajas y coronas	Bajo nivel de aceite	15
	Desgaste de engranajes	220
	Fuga de aceite por el retén de corona	100
Baterías	Las conexiones sueltas o desgastadas	40
	Desgaste de la batería	100
Combustible	Fisuras producidas por corrosión o desgaste	100
	Obstrucción de las líneas de combustible	40
Motor	Fuga de aceite	220
	Problemas en el sistema de escape	280
	Sobrecalentamiento	460
Sistema de enllante y des enllante	Presión inadecuada	15
	Pinchazo de la llanta	20
Sistema de frenos	Desgaste de pastillas de freno	40
	Desgaste de fajas	40
	Desgaste de los discos	160
Sistema de suspensión	Desgastes de muelles	100
	Fallas de los amortiguadores	30
	Problemas en los bujes	60
Sistema Eléctrico	Conexiones sueltas	30
	Problemas en el arranque por el selenoide	100
	Problemas en el alternador	160
	Fusibles quemados o defectuoso	15
Sistema de escape	Desgaste del silenciador	100
	Obstrucciones del tubo de escape	100
Sistema de embrague	Desgaste del disco de embrague	460
	Fugas del líquido de embrague	100

Nota. Elaboración propia, datos brindados por el área de mantenimiento.

En la tabla anterior se muestra los sistemas que conforman a la unidad con los respectivos tiempos promedios que con lleva la reparación de cada motivo de parada.

3.3.3.3. Evaluación de Eficiencia y Disponibilidad de la Flota

- Índice de disponibilidad de la flota y promedio de tiempo fuera de servicio.

Según los resultados obtenidos, el índice de disponibilidad de la flota en el periodo Mayo 2021- Abril 2022 es del 88% y del periodo Mayo 2022- Abril 2023 es de 83%, este se redujo un 5% lo que significa que el número de unidades disponibles se redujeron, esto repercutirá en la programación debido a la falta de unidades que se encuentren operativas.

El tiempo en el que las unidades se encontraban fuera de servicio fue de 15962 minutos, este corresponde a un promedio de 266.033 horas para la realización del mantenimiento correctivo, ocasionando transbordos o retrasos de la carga.

- Análisis de tiempos muertos y su impacto en el servicio.

A continuación, se observa los tiempos muertos por marca:

Tabla 39

Tiempos Muertos por Marca

Marca	Tiempos Muertos (min)	Horas
Isuzu	5292	88.20
International	2985	49.75
Kenworth	2560	42.67
Mack	1215	20.25
Nissan	895	14.92
Mitsubishi	925	15.42
Freightliner	555	9.25
Mercedes Benz	515	8.58
Volvo	155	2.58
Toyota	75	1.25
Total	15172	252.87

Nota. Elaboración Propia

En la tabla se observa los tiempos muertos por marca que se dieron al realizar los mantenimientos correctivos a las unidades, siendo las marcas más frecuentes en la realización de mantenimiento el Isuzu, International, Kenworth y cuenta con un numero de 126 fallas que afectan directamente a la programación y costos incurridos en la corrección de estas para la continuidad de la operación.

3.4. Costos Actuales de Mantenimiento

- Costos de mantenimiento preventivo, correctivo y sus variaciones.

Tabla 40

Costos Actuales de Mantenimiento

Año	Mes	Costos de material/ repuesto	
2021	May	S/	5,788.30
	Jun	S/	21,003.24
	Jul	S/	7,051.49
	Ago	S/	8,173.06
	Set	S/	10,230.00
	Oct	S/	13,396.19
	Nov	S/	5,218.81
	Dic	S/	1,909.09
2022	Ene	S/	1,780.00
	Feb	S/	2,157.65
	Mar	S/	20,535.00
	Abr	S/	7,462.96
TOTAL		S/	104,705.79

Nota. Elaboración propia

En la tabla 41 se calculó el costo del material o repuesto, están conformados por las autopartes a las que se realizaron cambios debido a que presentaban fallas o daños y por ende se tuvo que comprar otro repuesto y realizar la instalación. En estos mantenimientos también se incurren los costos de la mano de obra interna y de forma externa, siendo este la suma de S/ 34,668.91 como se muestra en la tabla 25.

- Impacto en el presupuesto operativo de la empresa.

Dentro de los costos operativos de la empresa encontramos los costos fijos y costos variables de los cuales forman parte los administrativos, conductores, costo de repuestos - equipos, servicios brindados de forma externa, servicios básicos y el combustible, además de otros.

Estos costos se incrementan debido a la ocurrencia de falla, cambio de repuestos y servicios externos, lo que ocasiona más pérdida a la empresa.

3.5. Análisis de Criticidad y Confiabilidad de los Componentes de la Flota

3.5.1. Evaluación de Criticidad de Componentes Clave

- En este capítulo primero se realizará el diagrama de Pareto de acuerdo al número de mantenimientos correctivos que se dieron durante el periodo en estudio a las diferentes marcas, con la finalidad de identificar los principales problemas (Marcas) y dar prioridad a estos.
- Seguido se realizará el análisis de criticidad de toda la flota de la empresa, en referencia a las marcas que lo conforman, tanto de los modelos críticos como de los no críticos con la finalidad de evaluar las unidades más críticas para con siguiente tomar decisiones que prioricen a las unidades que requieran más atención y de esta forma permitir disminuir los riesgos y costos.
- Seguido se realizará la matriz de criticidad de las marcas que requieren priorización.
- Se realizará el AMEF de estas marcas.
- Después se realizará la hoja de decisión de RCM de las marcas críticas.
- También se propondrá un plan de mantenimiento con la finalidad de abarcar los puntos más críticos.
- **Descripción de los componentes críticos de los vehículos (motores, sistemas eléctricos, etc.).**

Sistemas de Frenos:

Las pastillas de freno son fundamentales en el frenado, este genera fricción con los discos de freno con la finalidad de detener la unidad.

Figura 44

Pastilla de Freno



Sistema de Suspensión:

Los muelles se encargan de la absorción de las vibraciones y estabilidad de la unidad.

Figura 45

Muelle



El amortiguador tiene la función de amortiguar los golpes o impactos que se produzcan en el vehículo.

Figura 46

Amortiguador



Sistema Eléctrico:

Los neblineros mejoran la visibilidad de los vehículos durante la noche y en climas nublados.

Figura 47

Neblinero



Las plumillas tienen la función de limpiar el para briza para una mejor visibilidad.

Figura 48

Plumilla



La luz led se encuentran en la parte delantera y trasera de los camiones, tractos, son necesarias para la conducción y retroceso.

Figura 49

Luz Led



Sistema de Transmisión:

El embrague permite la movilidad de las ruedas transmitiendo la energía, mediante este se realiza los cambios y control de velocidad.

Figura 50

Embrague



Sistema de Neumáticos:

Permite el traslado del vehículo, se encuentra conformada por una carcasa, banda de rodamiento, correa, pliegues de acero, talón y hombro.

Figura 51

Neumático



Sistema de Dirección:

El alineamiento permite calibrar las llantas, y que estas se encuentren de forma derecha y paralelas.

Figura 52

Alineamiento



Sistema de Combustible:

El filtro de combustible tiene la finalidad de retener las impurezas que están presentes en la gasolina para que no afectar al motor.

Figura 53

Filtro de Combustible



Sistema Hidráulico:

El pistón tiene la función de transformar la energía hidráulica en energía mecánica.

Figura 54

Pistón



- Índices de criticidad según el riesgo de fallo y su impacto.

Para determinar si un sistema es crítico, no es crítico o de mediana criticidad se evalúa la frecuencia y consecuencia de este en la matriz de criticidad, donde se determinará cada sistema.

3.6. Indicadores de Confiabilidad Actuales

- Evaluación de confiabilidad y mantenibilidad de los componentes críticos.

Se calcularon los indicadores de confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad del área de mantenimiento, los cálculos se obtuvieron de acuerdo al tiempo de mantenimiento empleado.

A continuación, se muestra el tiempo en minutos de mantenimiento tanto de tipo preventivo – correctivo realizado durante el periodo de Mayo 2021- Abril 2022.

Tabla 41

Tiempo en Minutos Tipo Preventivo - Correctivo realizado durante el periodo Mayo 2021 - Abril 2022 (Número de Paradas 216)

Marca	May-21	Jun-21	Jul-21	Ago-21	Set-21	Oct-21	Nov-21	Dic-21	Ene-22	Feb-22	Mar-22	Abr-22	TOTAL
Freightliner	0	40	0	0	0	35	0	0	0	0	0	595	670
International	0	210	70	0	300	2215	160	0	180	0	480	55	3670
Isuzu	0	1422	1085	870	190	330	725	355	0	0	2565	195	7737
Kenworth	1500	375	275	150	45	270	0	145	45	355	300	0	3460
Mack	540	0	0	0	105	360	60	0	0	0	510	0	1575
Mercedes Benz	0	210	90	0	0	475	0	0	0	0	130	0	905
Mitsubishi	0	945	0	0	0	0	485	110	45	0	0	0	1585
Nissan	0	255	220	360	0	0	150	15	0	350	60	0	1410
Toyota	0	80	175	0	0	0	0	0	0	0	0	0	255
Volvo	0	0	290	0	0	0	0	0	0	0	0	45	335
Total, tiempo de parada (min)	2040	3537	2205	1380	640	3685	1580	625	270	705	4045	890	21602

Nota. Elaboración propia, datos de la empresa en estudio

Debido a la cantidad de tiempo (min) de paradas que se dieron durante el periodo de Mayo 2021- Abril 2022, que fueron en total 216 paradas , estas ocasionaron horas hombre invertidas en el traslado de las unidades además de costos, que se representa según la tabla en un total de 21602 minutos, estos en horas representa un total de 360.0333 horas en que la unidad se encontraba en mantenimiento.

Los datos plasmados en la tabla fueron obtenidos de registros provenientes del área de mantenimiento respecto a los mantenimiento o cambios realizados a cada marca.

A continuación, se muestra los minutos de paradas por mes de las unidades correspondientes al periodo de Mayo 2022 – Abril 2023 (PREVENTIVO -CORRECTIVO).

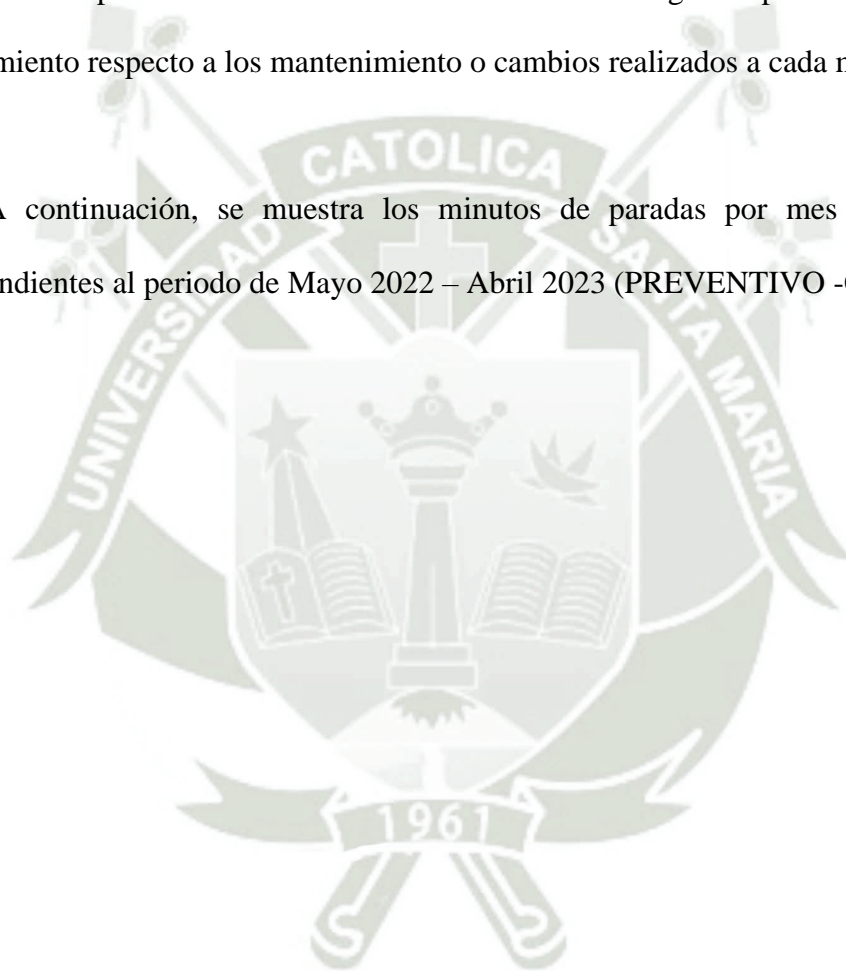


Tabla 42

Tiempos en Minutos del Mantenimiento tipo Preventivo - Correctivo Realizado Durante el Periodo Mayo 2022 - Abril 2023(Número de Paradas 269)

Máquina	May-22	Jun-22	Jul-22	Ago-22	Set-22	Oct-22	Nov-22	Dic-22	Ene-23	Feb-23	Mar-23	Abr-23	TOTAL
Freightliner	0	0	0	0	0	0	105	0	0	0	20	120	245
International	60	105	580	475	70	590	275	0	580	298	0	1025	4058
Isuzu	555	2165	0	705	690	1588	2460	450	1040	598	690	792	11733
Kenworth	68	80	225	195	0	305	1038	145	1901	1850	510	715	7032
Mack	0	84	0	0	0	270	233	150	0	0	0	0	737
Mercedes benz	60	50	0	0	250	250	0	60	390	135	175	50	1420
Mitsubishi	0	0	0	180	0	0	470	0	70	305	0	195	1220
Nissan	0	0	0	0	0	183	0	0	210	0	90	0	483
Toyota	280	280	0	0	0	315	0	150	90	0	50	0	1165
Volvo	0	0	0	210	0	120	0	120	270	100	0	165	985
Total, tiempo de parada (MIN)	1023	2764	805	1765	1010	3621	4581	1075	4551	3286	1535	3062	29078

Nota. Elaboración propia, datos de la empresa en estudio

Debido a la cantidad de tiempo (min) de paradas que se dieron durante el periodo Mayo 2022- Abril 2023, que ocasionan horas hombre invertidas en el traslado de las unidades además de costos de mantenimiento, que representa según la tabla en 29078 minutos.

3.6.1. Tiempo de parada Preventivo Mayo 2021- Abril 2022

A continuación, se observa el tiempo en minutos invertido en el mantenimiento Preventivo del periodo Mayo 2021 – Abril 2022.

Tabla 43

Tiempo en Minutos del Mantenimiento Preventivo Periodo Mayo 2021 - Abril 2022(Número de Paradas 90)

Máquina	May-21	Jun-21	Jul-21	Ago-21	Set-21	Oct-21	Nov-21	Dic-21	Ene-22	Feb-22	Mar-22	Abr-22	TOTAL
Freightliner	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
International	0	170	70	0	105	330	0		0	0	60	0	735
Isuzu	0	540	435	780	0	0	0	315	0	0	0	45	2115
Kenworth	0	105	230	60	0	45	0	0	0	300	0	0	740
Mack	345	0	0	0	0	360	0	0	0	0	0	0	705
Mercedes Benz	0	0	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35
Mitsubishi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nissan	0	195	220	0	0	0	0	0	0	350	0	0	765
Toyota	0	80	175	0	0	0	0	0	0	0	0	0	255
Volvo	0	0	290	0	0	0	0	0	0	0	0	0	290
Total, tiempo de parada (Min)	345	1090	1455	840	105	735	0	315	0	650	60	45	5640

Nota. Elaboración propia, datos de la empresa en estudio

En la tabla anterior se observa los tiempos en minutos del mantenimiento preventivo que se dan a las unidades que conforman un total de 5640 minutos que en horas representa 94 horas en las cuales se invirtió para el mantenimiento de las unidades, estas se realizan de forma periódica para alargar la vida útil e identificación de fallas que podrían afectar la continuidad de las operaciones.

3.6.2. Tiempo de parada Correctivo Mayo 2021- Abril 2022 (Tiempo de Incidencia de Parada)

A continuación, se muestra el tiempo en minutos del mantenimiento correctivo realizado durante el periodo Mayo 2021 – Abril 2022 (Tip).

Tabla 44

Tiempo en Mantenimiento Tipo Correctivo Realizado Durante el Periodo Mayo 2021 - Abril 2022 (Tip) (Número de Paradas 126)

Máquina	May-21	Jun-21	Jul-21	Ago-21	Set-21	Oct-21	Nov-21	Dic-21	Ene-22	Feb-22	Mar-22	Abr-22	Total
Freightliner	0	40	0	0	0	35	0	0	0	0	0	595	670
International	0	40	0	0	195	1885	160	0	180	0	420	55	2935
Isuzu	0	882	650	90	190	330	725	40	0	0	2565	150	5622
Kenworth	1500	270	45	90	45	225	0	145	45	55	300	0	2720
Mack	195	0	0	0	105	0	60	0	0	0	510	0	870
Mercedes Benz	0	210	55	0	0	475	0	0	0	0	130	0	870
Mitsubishi	0	945	0	0	0	0	485	110	45	0	0	0	1585
Nissan	0	60	0	360	0	0	150	15	0	0	60	0	645
Toyota	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Volvo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	45
Total, tiempo de parada (MIN)	1695	2447	750	540	535	2950	1580	310	270	55	3985	845	15962

Nota. Elaboración propia, datos de la empresa en estudio

En la tabla anterior se observa los tiempos en minutos del mantenimiento correctivo que se dan a las unidades que conforman un total de 15962 minutos que en horas representa 266.033 horas en las cuales se invirtió para el mantenimiento correctivo de las unidades, como su nombre lo dice este tipo de mantenimiento se realiza para corregir fallas que afecten la continuidad de la operación.

3.6.3. Tiempos de parada por mes de las unidades Mayo 2022- Abril 2023 Correctivo (Tiempo de Incidencia de Parada)

A continuación, se muestra el tiempo en minutos del mantenimiento correctivo realizado durante el periodo Mayo 2022 – Abril 2023 (Tip).

Tabla 45

Tiempo de Mantenimiento Correctivo Realizado Durante el Periodo Mayo 2022 - Abril 2023 (Tip) (Número de Paradas 159)

Máquina	May-22	Jun-22	Jul-22	Ago-22	Set-22	Oct-22	Nov-22	Dic-22	Ene-23	Feb-23	Mar-23	Abr-23	TOTAL
Freightliner	0	0	0	0	0	0	105	0	0	0	0	120	225
International	60	35	0	475	70	275	170	0	495	195	0	905	2680
Isuzu	120	2165	310	0	690	958	1755	180	515	513	490	422	8118
Kenworth	13	80	225	45	0	40	55	100	1751	650	450	150	3559
Mack	0	84	0	0	0	270	233	0	0	0	0	0	587
Mercedes Benz	60	50	0	0	250	250	0	60	270	135	25	0	1100
Mitsubishi	0	0	0	180	0	0	470	0	70	60	0	150	930
Nissan	0	0	0	0	0	0	0	0	210	0	90	0	300
Toyota	280	0	0	0	0	315	0	150	90	0	0	0	835
Volvo	0	0	0	0	0	120	0	60	270	60	0	165	675
Total, tiempo de parada (MIN)	533	2414	535	700	1010	2228	2788	550	3671	1613	1055	1912	19009

Nota. Elaboración propia, datos de la empresa en estudio

Por medio de la tabla de mantenimiento correctivo que se brindó a las diferentes unidades que son parte de la flota de la empresa, se observa que el tiempo invertido fue de 19009 minutos que en horas representa 316.816 horas, representando este las horas invertidas en las reparaciones de las unidades durante este periodo.

3.6.4. Índices de fallos y análisis de tendencias históricas de fallas periodo Mayo 2021 – Abril 2022

A continuación, se observa la cantidad de mantenimientos correctivos realizados por reparación, instalación, pintado, soldado o instalado.

Tabla 46

Cantidad de Mantenimiento Correctivos Realizados Mayo 2021 - Abril 2022

Año	Correctivo	Año	Correctivo	
2021	May	4	May	7
	Jun	33	Jun	10
	Jul	11	Jul	5
	Ago	5	Ago	7
	Set	8	Set	7
	Oct	19	Oct	20
	Nov	14	Nov	23
	Dic	7	Dic	7
	Enero	5	Enero	25
	Febrero	1	Febrero	22
	Marzo	14	Marzo	10
	Abril	5	Abril	16
TOTAL	126	TOTAL	159	

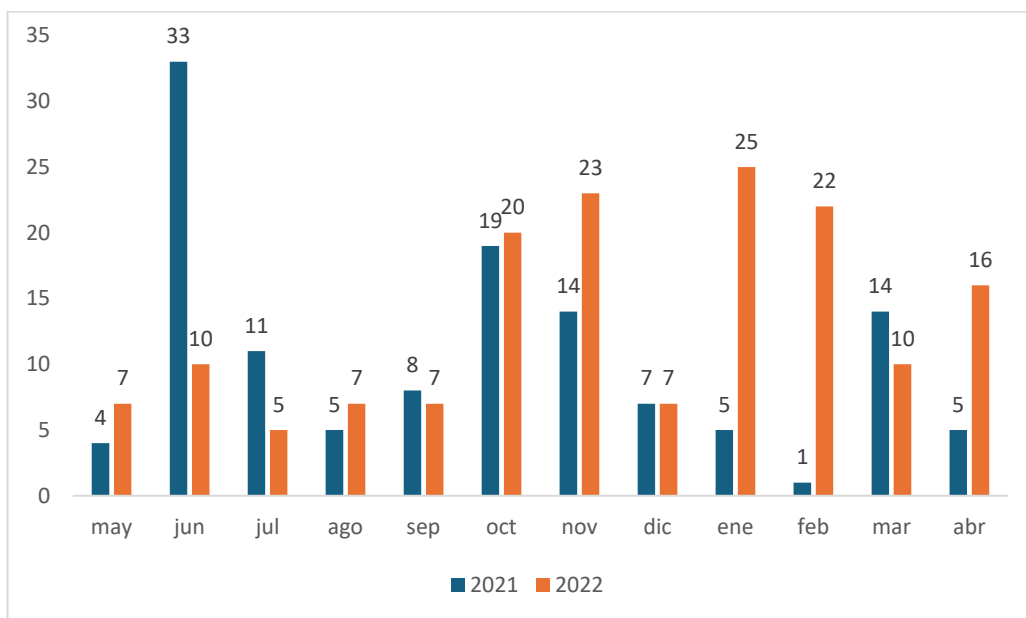
Nota. Elaboración propia, datos de la empresa en estudio

La cantidad de mantenimientos correctivos que se dieron durante el periodo de Mayo 2021- abril 2022 fue de 126, y durante el periodo de Mayo 2022 a Abril 2023 fue de 159, teniendo un incremento de 33 respecto al año anterior. Los mantenimientos se incrementan año en año, debido a ello es necesario la aplicación del RCM con la finalidad de reducir este número.

A continuación, se observa la gráfica de mantenimientos correctivos realizados de acuerdo a la tabla 46.

Figura 55

Número de Mantenimientos Correctivos Mayo 2021 – Abril 2022 ; Mayo 2022- Abril 2023



Nota. Elaboración propia

En la figura anterior se observa la representación grafica de la cantidad de los mantenimientos correctivos correspondiente al periodo seleccionado, donde el número de estos mantenimientos se incrementa y reduce cada mes, siendo este variado.

CAPITULO IV

4. Propuesta de Mejora

4.1. Resumen de Hallazgos Críticos

Según los datos obtenidos el tiempo de parada correctivo respecto al periodo Mayo 2021 – Abril 2022 conforma un total de 15962 minutos, este en horas da un total de 266.033 horas de parada para corregir las fallas que se presenten en la unidad.

Además, durante este periodo de Mayo 2021 -Abril 2022 se presentó un total de 126 mantenimiento correctivos , sin embargo el mes donde se presenta un alza de paradas corresponde al mes de Junio con un total de 33 , también se consideró el periodo correspondiente Mayo 2022 -Abril 2023 donde se observa que el número de mantenimiento correctivo se incrementó en 33 , esto quiere decir que si no se realiza un debido mantenimiento oportuno esto será recurrente cada año , incrementando el número de paradas.

Los sistemas más críticos son los neumáticos, debido al número de cambios que se realizan por el mal estado o desgaste de cocada de estos, seguido se tiene al sistema eléctrico, estos sobre todo a las fallas que se dan en las baterías y los fusibles, seguido se tiene al cambo de los amortiguadores, pastillas de freno y radiador. Debido a este tipo de fallas se incurren a varios gastos y paradas en ruta lo que afecta a la empresa tanto en liquides como en la programación.

4.2. Justificación para la Implementación del Mantenimiento RCM

Debido a los resultados obtenidos en referencia al tiempo de parada para la realización del mantenimiento correctivo y la ocurrencia de este que se va incrementando año en año , es necesario la implantación del RCM , para ello se tomara el histórica de fallas que se usaran como base para realizar la simulación de un cronograma de mantenimiento que abarque los sistemas críticos de las marcas, de esta forma se buscara reducirán los costos , mantenimientos

correctivos, lo que conlleva al ahorro de la mano de obra, compra de repuestos, externalización de servicios, de esta forma se tendrá una mayor disponibilidad de equipos y un mejor rendimiento de las unidades.

4.3. Propuesta de Mejora en el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM)

- Respecto a los materiales, para la falta de repuestos en stock se realizó un cronograma de compras de los repuestos que más se requieren cambios ya sea por desgaste, fatiga, corrosión, también se tiene la propuesta de la distribución del área de mantenimiento para facilitar los trabajos y ubicación de equipos.

- Respecto a la mano de obra, se propone agregar un planner de mantenimiento para que apoye en las capacitaciones y mantenimientos.

- Respecto a maquinarias y herramientas, se propone la compra de equipos-herramientas que ayuden en facilitar la detección de fallas, la renovación de las unidades de la flota que presenten mayor kilometraje, averías. También se propone un cronograma de mantenimiento específico a las marcas de las unidades que más fallas presentaron.

- Respecto a los métodos, se propone la capacitación al personal tanto de operaciones y mantenimiento para la aplicación del RCM en los mantenimientos, distribución del área de mantenimiento con sus respectivas áreas como son inspección, soldado, pintado, suspensión, para evitar las horas hombre perdidas en el traslado de las unidades para las reparaciones de las unidades.

4.3.1. Introducción al Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM)

4.3.1.1. Definición y Principios del RCM

Por medio del RCM se logrará identificar cuando y como usar más eficientemente el mantenimiento preventivo y predictivo por medio de los análisis de los modos de fallo, con la finalidad de determinar el método más apropiado para detectar el inicio de la avería valiéndose de los operadores como los monitoreos de estado de las unidades.

Dentro de los principios del RCM, se tiene la identificación de los sistemas, tanto de sus límites y funciones, la identificación de los modos de fallo, el dar prioridad a las necesidades funcionales por medio de la aplicación del análisis de criticidad y selección de tareas del mantenimiento preventivo que ayude en conservar la función del sistema (Moore & Rath, 2001).

4.3.1.2. Beneficios de Implementar el RCM en la Gestión de Flotas

- Los beneficios de la implementación del RCM se plasmará en los costes de servicio de mantenimiento, definir objetivos que reemplace a los mantenimientos preventivos por predictivos, disminución de paradas.
- Mejoramiento de la disponibilidad de las unidades debido al decrecimiento de los mantenimientos correctivos, preventivos y aumento del mantenimiento predictivo, mejor registro de los cambios que se da, que permite un mejor sistema auditable.
- Tiempos de reparación breves debido al conocimiento de los sistemas y subsistemas, de las unidades.
- Disminución en la probabilidad de fallo, mayor grado de confianza y seguridad en el uso de los equipos (Julca, 2022).

4.4. Desarrollo del Plan RCM para la Empresa de Transporte

4.4.1. Definición de Objetivos del Plan de Mantenimiento RCM

Disponibilidad:

- Implementación de un programa de mantenimiento preventivo para la identificación de los sistemas críticos.
- Reducción de tiempos medios de fallo
- Reconocer las causas de fallos recurrentes y proponer mejoras en el área de mantenimiento.

Confiabilidad:

- Incrementar la confiabilidad de los equipos críticos.
- Capacitar al personal de mantenimiento en técnicas de RCM y de los análisis de fallos.

- Verificación de los equipos- herramientas del área de mantenimiento con la finalidad de asegurar su correcto funcionamiento.

Reducción de Costos:

- Optimizar el inventario y negociar precios de proveedores.
- Reducción de los minutos- horas de mantenimiento.
- Realizar seguimientos y ubicar el origen de las causas de fallas o paradas.

4.4.2. Metas específicas para mejorar la disponibilidad, confiabilidad y reducción de costos.

- Contar con la disponibilidad de todas las unidades para la programación.
- Reducir el número de paradas provenientes de fallas en los sistemas.
- Reducir los costos de mantenimiento ocasionados por la compra de repuestos y servicio externos.

4.4.3. Identificación y Clasificación de Equipos Críticos

- Priorización de equipos y componentes clave de la flota en función de su criticidad.

Las unidades correspondientes a la marca Isuzu, Kenworth, International y Mitsubishi representan los equipos críticos donde los sistemas que más fallas presentan son el eléctrico, neumáticos, suspensión, frenos, eléctrico, transmisión y dirección estos varían de acuerdo a la marca.

4.5. Implementación del Proceso RCM Paso a Paso

4.5.1. Definición de Funciones y Especificaciones de los Componentes

Para la realización del RCM se tomará en cuenta el AMEF realizado a cada marca crítica, donde se analizará el modo de falla con ayuda del diagrama de decisión del RCM que se muestra en la Figura 10, donde nos preguntaremos en cada caso según el orden del diagrama de derecha a

izquierda, de arriba hacia abajo, de esta forma se completará la evaluación de consecuencias del RCM con un sí “S”, o un no “N”, de igual forma la decisión.

La referencia de información del RCM será obtenida del AMEF, exactamente los valores serán de la función de desempeño “F”, falla funcional “FF” y modo de falla “MF”. Seguido se colocará una tarea propuesta de acuerdo a cada modo de falla del AMEF, también se colocará el intervalo inicial que será de acuerdo a los periodos en los que se realizara las tareas propuestas, seguido se colocará el personal recomendado a realizar este mantenimiento según sea el caso, cabe recalcar que en el área de evaluación de consecuencias se tendrán valores como H,S,O,N - H1, S1,O1,N1 que será analizada según el diagrama de decisión, haciéndoos las preguntas correspondientes, de esta forma se planificara las tareas y si es necesario un mantenimiento predictivo, reacondicionamiento o sustitución.

- Descripción de funciones de cada componente crítico.
 - Sistema de Frenos:
El sistema de frenos permite la detención de este, el control de velocidad y el frenado de emergencias.
 - Sistema de Suspensión:
Su función principal es la absorción de impactos que se da por la irregularidad o condiciones de la carretera, la estabilidad del vehículo que es esencial en las curvas y en las maniobras de manejo, en la distribución de peso y el control de altura de la unidad.
 - Sistema Eléctrico:
El sistema eléctrico permite el suministro de energía para el arranque del motor, la iluminación de las luces correspondiente a los faros, intermitentes, luces interiores y traseras.
 - Sistema de Transmisión:
Permite la transferencia de potencia del motor para la movilización de este, ayuda en la realización del cambio de marcha en subidas o pendientes.
 - Sistema de Neumáticos:

Ayuda en el soporte de carga distribuyendo el peso, permite la movilidad de la unidad.

- Sistema de Dirección:

Permite la dirección del vehículo por medio del giro del volante ocasionando la rotación de las ruedas.

- Sistema de Combustible:

Su función principal es el bombeo de combustible hacia los inyectores.

- Sistema de Hidráulico:

Permite el control de los movimientos, ayuda en la multiplicación de fuerza al momento de cargar o mover cargas pesadas.

4.6. Identificación de Modos de Falla y Análisis de Consecuencias

El modo de falla es la forma en la que un equipo o activo falla, del cual la falla puede ocasionar que el activo deje de funcionar o que no desempeñe su función de forma conforme (Aguilar et al., 2010).

Las consecuencias operacionales ejercen un modo de falla de forma directa al bien afectando su capacidad tanto de calidad, servicio o costes.

La seguridad en operaciones es primordial debido a que una alta tasa de accidentes puede ser causados por fallas en los equipos o sistemas, por ende, se debe de garantizar la seguridad de estos.

El tema ambiental, se considera ya que toda acción que como consecuencia reduzca los riesgos ambientales, vale la pena realizarse.

4.7. Análisis de Criticidad y Priorización de Fallas

Para realizar la evaluación de la criticidad se evaluó los sistemas de cada marca como son los frenos, suspensión, eléctrico, transmisión, neumáticos, dirección, combustible e hidráulico donde se evaluará cada factor ponderado, estos serán evaluados de acuerdo a la frecuencia de la falla, el impacto operacional, flexibilidad operacional, costos de mantenimiento y el impacto en seguridad, ambiente e

higiene (SAH), seguido se plasmara los resultados obtenidos en la matriz de criticidad donde se reflejara el número de sistemas críticos , no críticos y de median criticidad según el tipo de marca y sistema, de acuerdo a este se priorizaran los sistemas críticos.

4.8. Determinación de Tareas de Mantenimiento Apropriadas

Los mantenimientos tanto de tipo preventivos, correctivos y predictivos están relacionados a los siguientes:

- Revisión de las pastillas y discos de freno.
- Revisión del estado de los muelles.
- Revisión de fusibles.
- Verificación del estado de los cables, conexiones eléctricas.
- Revisar estado de las crucetas.
- Revisión del nivel de fluidos (aceite de transmisión).
- Revisión del estado de los neumáticos, nivel de cocada y presión.
- Revisión del sistema de dirección
- Verificar estado de mangueras.
- Verificar estado y nivel de filtros.
- Revisar estado de inyectores de combustibles.
- Inspección del estado de las baterías.
- Verificar estado de la bomba hidráulica.
- Frecuencia de tareas y asignación de personal
 - La revisión de fusibles tendrá una revisión semanal
 - Revisión del estado de las baterías será de forma semanal
 - Estado de neumáticos, tendrá una revisión diaria.
 - Verificar el estado de amortiguadores será cada 2 semanas.

- La sustitución del filtro de transmisión será cada 2 semanas.
- Revisión de fluidos diarios.
- Revisión de frenos, diario.
- Inspección de inyectores de combustible, diario.

Para la asignación del personal se contará con el apoyo de los mismos conductores, junto con el personal de mantenimiento que estará a disposición en caso se presenten dudas.

4.9. Desarrollo de Indicadores Clave para el Mantenimiento RCM

4.9.1. Confiabilidad de Equipos Críticos (MTBF)

4.9.1.1. Hallando la Confiabilidad periodo 2021

Para hallar el tiempo total de trabajo (Ttt) se multiplicará los días que son 365 x 8 horas laboradas x 60 min, este dará como resultado los minutos laborados por año que son 175200 min, el Tiempo de Incidencia de Parada (Tip) se tomará en cuenta el total de minutos de parada correspondiente al mantenimiento correctivo del periodo Mayo 2021 – Abril 2022 (Tabla 44), por último para hallar el Tiempo Total de Parada (Ttp), se tomara el total de minutos de parada del mantenimiento preventivo – correctivo (Tabla 41).

$$C : Ttt - Ttp / Tip$$

$$C = \frac{175200 \text{ min} - 21602 \text{ min}}{15962 \text{ min}}$$

$$C = 9.623 \text{ min}$$

Lo que podemos observar la confiabilidad resulta 9.623 min, esto significa que es el tiempo promedio en que las unidades funcionen sin ningún tipo de interrupción.

4.9.1.2. Hallando la Confiabilidad periodo 2022

Para hallar la confiabilidad del periodo Mayo 2022 - Abril 2023 se tomó el tiempo de mantenimiento preventivo- correctivo, que resulto 29078 minutos, sienta este el tiempo total de parada (Ttp) y el tiempo de incidencia de parada (Tip) de 19009 minutos.

$$C : Ttt - Ttp/Tip$$

$$C = \frac{175200 \text{ min} - 29078 \text{ min}}{19009 \text{ min}}$$

$$C = 7.686 \text{ min}$$

Según los resultados obtenidos, se observa que la confiabilidad disminuye, por ende, las unidades presentan un incremento en la aparición de paradas, fallas.

Tabla 47

Tabla Resumen de Indicadores

	2021	2022
Ttt (min)	175200	175200
Ttp(min)	21602	29078
Tip(min)	15962	19009
C (min)	9.623	7.687

Nota. Elaboración propia

La confiabilidad respecto al periodo Mayo 2021- Abril 2022 resulta de 9.623 y respecto al año Mayo 2022 – Abril 2023 fue de 7.687 que indica que hay inconvenientes respecto a la gestión del mantenimiento en la disponibilidad de las unidades por fallas que presenten, el plan de mantenimiento preventivo que se aplica en el área no abarca todas las actividades que exigían las unidades y esta se

repercute en la cantidad de mantenimientos correctivos. El mantenimiento correctivo repercute en costos por repuestos, mano de obra invertida interna y mano de obra de los servicios externos.

4.9.1.3. Tiempo medio de buen funcionamiento (MTBF) – Periodo año 2021-2022

A continuación, se observa el tiempo medio de buen funcionamiento correspondiente a los años Mayo 2021- Abril 2022; Mayo 2022 Abril 2023, el T.T. La operación se calculó en minutos.

$$MTBF = \frac{\text{Tiempo Total de Operación}}{\text{Número de Fallas}}$$

Tabla 48

Tiempo Medio de Buen Funcionamiento Mayo 2021- Abril 2022

	2021	2022
T.T.Operación	153598 min	146122 min
Nº Fallas	126	159
MTBF	1219.03 min	919.01min

Nota. Elaboración propia

Según los resultados obtenidos el MTBF del año 2022 disminuyó en comparación al año 2021, lo que indica que las frecuencias en las fallas se han incrementado lo que perjudica las operaciones de la empresa, por ende, el jefe de operaciones tiene que hacer uso de otra unidad para que cumpla con los servicios y de esta forma no afectar la programación de los servicios requeridos. Para hallar el T.T, Operación del periodo Mayo 2021- Abril 2022 se restó el tiempo total de trabajo (Ttt) que resulta 175200 min, menos el tiempo total invertido en el mantenimiento preventivo – correctivo que resulta 21602 min, dando como resultado 153598 min de igual forma se halló el MTBF del periodo correspondiente a Mayo 2022 – Abril 2023.

- **Tiempo Total de Trabajo (Ttt)**

El tiempo total de trabajo resulta de la siguiente forma:

365 días x 8 horas x 60 min = 175200 min/año

- **Tiempo Disponible:**

El tiempo disponible se hallará de la siguiente forma:

60 min/hora x 24 horas/día x 365 días/año = 525600 min/año

- **Tiempo de Parada Total:**

A continuación, se observa el tiempo de paro total en minutos, tanto del mantenimiento preventivo- correctivo.

Tiempo de Parada Total = Tiempo de parada planificada + tiempo de parada no planificada

Tiempo de parada total = 5640 min + 15962 min = 21602 min

Durante el periodo Mayo 2021- Abril 2022 se tuvo un total de 21602 min de parada total para la realización de los mantenimientos, tanto de tipo preventivo como correctivo.

- **Confiabilidad basada en MTBF:**

$$R(t) = e^{-\frac{t}{MTBF}}$$

T: Tiempo en el cual se mide la confiabilidad, horas laboradas por segundo.

MTBF: Tiempo Medio Entre Fallas.

$$R(t)_{sem} = e^{-\left(\frac{(60 \text{ min} \times 8 \text{ hs}) \times 7 \text{ dias}}{MTBF}\right)}$$

$$R(t)_{Dia} = e^{-\left(\frac{(60 \text{ min} \times 8 \text{ hs})}{MTBF}\right)}$$

A continuación, se observa en la tabla la confiabilidad:

Tabla 49

Confiabilidad Periodo 2021 - 2022

Confiabilidad	2021	2022
Sem	0.063527278	0.025832472
Dia	0.674519208	0.593152776

Nota. Elaboración propia

Por medio de los resultados obtenidos en la tabla se visualiza que la confiabilidad disminuye en comparación al año anterior lo que significa que los equipos no funcionaran de manera eficiente, presentando fallas que provocaran la inoperatividad de la unidad.

4.10. Mantenibilidad (MTTR)

4.10.1. *Tiempo medio total de reparación de falla (MTTR) - año 2021-2022*

A continuación, se observa el tiempo medio total de reparación de falla correspondiente al periodo Mayo 2021- Abril 2022, el T.T. Operación se calculó en minutos.

- **Hallando la Mantenibilidad periodo 2021:**

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo Total de Reparación}}{\text{Número de Fallas}}; \text{Mant.} : \frac{T_{tr} (\text{Tiempo Total de Reparación})}{T_{ip} (\text{Tiempo de Incidencia de Parada})}$$

Tabla 50

Tiempo Medio Total de Reparación de Falla (MTTR) año 2021 -2022

	2021	2022
T.T. Reparación	21602 min	29078 min
N° Fallas	126	159
MTTR	171.44 min	182.88 min
Tip	15962 min	19009 min
Mantenibilidad (Ttr/ Tip)	1.35	1.52

Nota. Elaboración propia

Según los resultados obtenidos el MTTR se incrementó, lo que indica que las fallas que se presenten requieren de un mayor mantenimiento o reparación debido a su complejidad. Respecto a la mantenibilidad, este se incrementó por ende las autopartes o equipos se encuentran mejor conservados, en buenas condiciones lo que permite una continuidad en la operación.

4.10.2. *Disponibilidad Operacional*

$$MTBF = \frac{\text{Tiempo Total de Operación}}{\text{Número de Fallas}}$$

$$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

Tabla 51*Comparación de Indicadores 2021-2022*

Indicadores	2021	2022
MTBF	1219.03	919.01
MTTR	171.44	182.88
Disponibilidad (D)	88%	83%
Confiabilidad	9.623	7.687

Nota. Elaboración propia

Según los resultados obtenidos la disponibilidad de las unidades disminuye, lo que refiere que se está incrementando el número de unidades que no están previstos a realizar los servicios cuando sean requeridos para la programación.

4.11. Elaboración de Procedimientos y Capacitación del Personal

4.11.1. Procedimientos de Mantenimiento Específicos

- Primero se realizará una inspección externa tanto de la carrocería, estado de neumáticos, su nivel de cocada y el ajuste de las tuercas, luces delanteras, traseras y espejos, seguido se inspeccionará los fluidos, mangueras y baterías, respecto al sistema de frenos se revisa las pastillas de freno y posibles fugas que pueda tener la manguera, en el sistema de suspensión se verificará los estados de los amortiguadores y muelles.
- Las observaciones que se tengan en los sistemas serán registradas en formatos e informadas al jefe de mantenimiento o asistente para dar solución.

4.11.2. Capacitación en Prácticas de Mantenimiento y Uso del RCM

Para la realización de la capacitación del RCM se debe brindar tanto las condiciones y recursos para facilitar la adaptación y cultura de prevención.

- Primero se realizará una reunión con todo el personal involucrado para dar a conocer el método de RCM, introducción, importancia y su forma de uso y aplicación.
- La información será obtenida tanto de los registros y del conocimiento del personal de mantenimiento de la empresa, con la finalidad de realizar un plan de mantenimiento.
- Se realizará simulaciones para aplicar lo comprendido y se reforzará en caso sea necesario.
- Se explicará la forma correcta de realizar un control de los sistemas.

4.12. Planificación y Cronograma de Implementación del RCM

4.12.1. Calendario de Implementación por Fases

- Fase de diagnóstico, planificación, pruebas piloto y evaluación.

Tabla 52

Calendario de Implementación por Fases

Fase	Planificación de la Actividad	Prueba Piloto (Duración)	Evaluación
Fase 1	Análisis de situación actual del área de mantenimiento y de las diferentes marcas que conforman la flota.	5 horas	Realizado
	Cálculo del MTBF y MTTR a través de los tiempos muertos - número de fallas de las unidades.	3 horas	Realizado
	Cálculo de los indicadores: Mantenibilidad, disponibilidad y confiabilidad.	4 horas	Realizado
	Realización del diagrama de Pareto para la identificación de las marcas críticas.	2 hora	Realizado
Fase 2	Hallazgo de la criticidad	3 horas	Realizado
	Realización de la matriz de criticidad	2 hora	Realizado
Fase 3	Realización de la matriz AMEF	5 horas	Realizado
	Determinación de los Índices de Prioridad de Riesgo	1 hora	Realizado
Fase 4	Elaboración de plan de mantenimiento, personal encargado, herramientas usadas y periodo establecido.	8 horas	Realizado

Nota. Elaboración Propia

La implementación del RCM es de forma gradual, esta se realizará paso a paso, iniciará el mes de enero, cada fase se dará en un periodo de dos días, este ayudará en comparar los registros y reconocer los sistemas más críticos, de esta forma se obtendrá mejores resultados.

4.12.2. Recursos Necesarios para la Implementación del Plan RCM

A continuación, se observa los implementos necesarios para la aplicación del RCM.

Tabla 53

Recursos Necesarios para la Implementación del Plan RCM

Herramienta	Precio	Cantidad
Archivador para los registros de mantenimiento	S/ 15.00	10
Implementos de oficina (lapicero, engrapadora, cartuchos)	S/ 350.00	
Impresora	S/ 925.00	1
Planner de Mantenimiento	S/ 2300	12

Nota. Elaboración Propia

En la tabla se observa tanto al personal requerido y equipos, herramientas para la aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad, cabe recalcar que se contara con el servicio del planner de mantenimiento que es el especialista en RCM por un periodo de 12 meses con la finalidad de sembrar las bases y costumbre de este modelo a todos los involucrados y personal de mantenimiento , que cuentan con ingresos mensuales de S/2500 correspondiente al jefe de mantenimiento, S/2300.00 al maestro de soldado y S/2000.00 al asistente de mantenimiento.

4.12.3. Esquema de los componentes de los sistemas que conforman las unidades

Los vehículos tienen diferentes diseños puede ser por el tipo de faro, tamaño del cortaviento, mascara, el diseño interior también varia ya que la mayoría de carros cuenta con los equipos básicos, sin embargo, las unidades modernas cuentan con accesorios novedosos como heladeras, calefacción, etc.

Cada sistema está conformado por diferentes componentes que tienen una función importante, la cual permite la movilización de los vehículos como es el sistema eléctrico que se muestra:

Tabla 54

Componentes del Sistema Eléctrico

Sistema	Equipo	Codificación
Sistema Eléctrico	Alternador	SEL-ALT
	Focos	SEL-FC
	Direccionales	SEL-DRC
	Micas	SEL-M
	Buges de Arranque	SEL-BAQ
	Terminales eléctricas	SEL-TEL
	Batería	SEL-B
	Fusibles	SEL-F
	Sistema de encendido	SEL-SEN

Nota. Elaboración Propia

La tabla muestra los equipos que conforman el sistema eléctrico con su respectiva codificación.

A continuación, se muestra la tabla correspondiente al sistema de neumáticos.

Tabla 55

Sistema de Neumáticos

Sistema	Partes	Codificación
Neumáticos	Alineamiento	NEU-ALI
	Llanta	NEU-LLA
	Suple de rueda	NEU-SPR
	Amortiguadores	NEU-AMT
	Rodamiento de rueda	NEU-RDR
	Aro	NEU-A
	Reten interior y exterior	NEU-RIE
	Balanceo	NEU-BL
	Tracción	NEU-TC

Nota. Elaboración Propia

La tabla muestra los equipos que conforman el sistema de neumáticos con su respectiva codificación.

A continuación, se muestra la tabla correspondiente al sistema de suspensión.

Tabla 56

Sistema de Suspensión

Sistema	Sub- Sistema	Equipo	Codificación
Sistema de suspensión	Delantero	Soporte superior	SSD-SS
		Muelles	SSD-ML
		Soporte inferior	SSD-SI
		Amortiguador	SSD-AM
		Bujes	SSD-B
		Ejes	SSD-EJ
	Trasero	Rotulas	SST-R
		Muelles	SST-ML
		Soporte superior	SST-SS
		Soporte inferior	SST-SI
		Amortiguador	SST-AM
		Bujes	SST-B
		Ejes	SST-EJ
		Barra estabilizadora	SST-BE

Nota. Elaboración Propia

La tabla muestra los equipos que conforman el sistema de suspensión con su respectiva codificación.

A continuación, se muestra la tabla correspondiente al sistema de Transmisión.

Tabla 57

Sistema de Transmisión

Sistema	Sub- Sistema	Equipo	Codificación
Sistema de Transmisión	Embrague	Disco	STE-DI
		Collarín de embrague	STE-CE
		Eje secundario	STE-EC
	Caja de cambios manual	Palanca de cambios	STC-PC
		Engranajes	STC-EN
		Manguito de cubo	STC-MG
		Filtro de transmisión	STC-FT
	Árbol de transmisión	Cruceta	STA-C
		Árbol de transmisión	STA-AT

	Puente trasero	Embrague	STA-EM
		Caja de cambios	STA-CB
		Cojinete de soporte	SPT-CS
	Conjunto diferencial	Carcasa	SPT-C
		Piñón	SCD-PÑ
		Corona anular	SCD-CA

Nota. Elaboración Propia

La tabla muestra los equipos que conforman el sistema de transmisión con su respectiva codificación.

A continuación, se muestra la tabla correspondiente al sistema de Dirección.

Tabla 58

Sistema de Dirección

Sistema	Partes	Codificación
Sistema de Dirección	Volante	SDC-V
	Caña de dirección	SDC-CÑ
	Caja de dirección	SDC-CJ
	Eje de dirección	SDC-ED
	Manguera de dirección	SDC-MD
	Brazo de mando	SDC-BM
	Barra de acoplamiento	SDC-BA
	Cremallera	SDC-C

Nota. Elaboración Propia

La tabla muestra los equipos que conforman el sistema de dirección con su respectiva codificación.

A continuación, se muestra la tabla correspondiente al sistema de Frenos.

Tabla 59

Sistema de Frenos

Sistema	Partes	Codificación
Sistema de Frenos	Compresor de aire	SFR-CA
	Cilindro de frenos	SFR-CF
	Depósito de aire	SFR-DA
	Zapatas de freno	SFR-ZF
	Pedal de freno de pie	SFR-PF
	Regulador de presión	SFR-RP
	Freno de tambor	SFR-FT

Nota. Elaboración Propia

La tabla muestra los equipos que conforman el sistema de frenos con su respectiva codificación.

A continuación, se muestra la tabla correspondiente al sistema de Combustible.

Tabla 60

Sistema de Combustible

Sistema	Equipo	codificación
Sistema de combustible	Tanque de combustible	SCB-TC
	Bomba de combustible	SCB-BC
	Inyectores de combustible	SCB-IC
	Filtro de combustible	SCB-FC

Nota. Elaboración Propia

La tabla muestra los equipos que conforman el sistema de combustible con su respectiva codificación.

A continuación, se muestra la tabla correspondiente al sistema Motriz de la unidad.

Tabla 61

Sistema Motriz

Sistema	Sub- Sistema	Equipo	Codificación
Sistema Motriz	Sub -sistema de Lubricación	Bomba de aceite	SLU-BA
		Filtro de refrigerante	SLU-FR
		Carter	SLU-C
	Sub -sistema de Combustible	Tanque	SCO-T
		Filtro de combustible	SCO-FC
		Bomba de inyección lineal	SCO-BL
		Inyector	SCO-I
		Cañerías	SCO-C
	Sub -sistema de Admisión	Filtro de aire de motor	SAD-FM
		Manguera de aire	SAD-MG
		Intercooler	SAD-IC
	Sub -sistema de escape	Turbo de escape	SSE-TE
		Múltiple de escape	SSE-ME
		Silenciador	SSE-S
	Sub -sistema de enfriamiento	Bomba de agua	SEN-BA
		Radiador	SEN-R
		Termostato	SEN-T
		Manguera de radiador	SEN-MR
		Tanque de agua	SEN-TA

Nota. Adaptado de la investigación Campos (2018).

La tabla muestra los equipos que conforman el sistema motriz con su respectiva codificación.

A continuación, se muestra la tabla correspondiente al sistema Automotriz de la unidad.

Tabla 62

Sistema Automotriz

Sistema	Sub-Sistema	Equipo	Parte	Codificación
Sistema Automotriz	Motor	Monoblock	Biela	SMO-MBI
			Pistón	SMO-MPI
			Anillos	SMO-ANI
			Pin o Bulón	SMO-MPB
			Volante de motor	SMO-MVO
		Cigüeñal	Eje	SMO-CEJ
			Brazo	SMO-CBZ
			Volante de cigüeñal	SMO-VTC
			Muñequilla	SMO-MUÑ
			Contrapesos	SMO-CTP
		Volante	Volante	SMO-VVO
			Corona	SMO-VCO
			Caja de corona	SMO-VCC
		Carter		SMO-C
		Pistón		SMO-P
		Bielas	Vástago	SMO-BVS
			Tapa	SMO-BT
			Pernos y tuercas de biela	SMO-BPT
			Cojinete de biela	SMO-BCB
			Guía de vástago de válvula	SMO-CGV
			Válvula de escape	SMO-CVV
			Válvula de admisión	SMO-CVA
			Retención de muelle de válvula	SMO-CRT
			Muelle de válvula	SMO-CMV
		Eje de levas		SMO-E
		Válvulas	Resorte de válvulas	SMO-VRV
			Brazos de balancines	SMO-VBC
			Levanta válvulas	SMO-VLV
			Varillaje de empuje	SMO-VEM

Nota. Adaptado de la investigación Campos (2018).

La tabla muestra los equipos que conforman el sistema Automotriz con su respectiva codificación.

A continuación, se muestra la tabla correspondiente al sistema Hidráulico de la unidad.

Tabla 63

Sistema Hidráulico

Sistema	Partes	Codificación
Sistema Hidráulico	Depósito de fluido hidráulico	SHD-DF
	Bomba hidráulica	SHD-BH
	Válvulas	SHD-VL
	Cilindro hidráulico	SHD-CH
	Tuberías y mangueras	SHD-TM
	Filtros	SHD-FL

Nota. Elaboración Propia

La tabla muestra los equipos que conforman el sistema Hidráulico con su respectiva codificación.

A continuación, se muestra la tabla correspondiente a las autopartes de las unidades.

Tabla 64

Autopartes

Sistema	Equipo	Partes	codificación
Autopartes	Carrocería	Chasis	AUT-CCH
		Parabrisa	AUT-CPZ
		Cremallera	AUT-CML
		Radiador	AUT-CRA
		Caja de cambio	AUT-CCC
		Chapa de puerta	AUT-CCP
		Llanta	AUT-CLL
		Plumillas	AUT-CPM
	Componente de Interior	Asientos	AUT-CAT
		Cigarrera	AUT-CCG
		Termostato	AUT-CTM
		Cable de puerta	AUT-CCP
		Fusible de vidrio	AUT-CFV
		Tablero	AUT-CTB
		Radio base y autorradio	AUT-CRD
		Forro de timón	AUT-CFT
	Componentes de Seguridad	Chapa de contacto	AUT-CCH
		Cinturón de seguridad	AUT-CCS
		Kit minero de Seguridad	AUT-CKS
		Stickers de seguridad	AUT-CSS
		Comando de luces de Emergencia	AUT-CLE
		Base del extintor	AUT-CBE
		Caja de Herramientas	AUT-CCH

Nota. Adaptado de la investigación Campos (2018).

La tabla muestra los equipos que conforman las autopartes de las unidades con sus respectivas codificaciones.

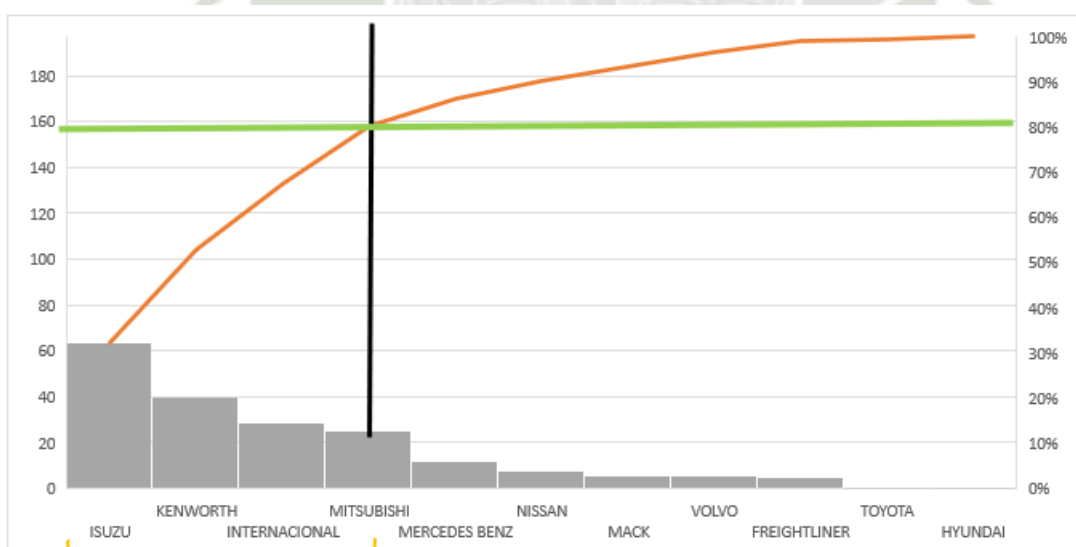
4.13. Análisis de Criticidad

Para realizar el análisis de criticidad de las diferentes marcas pertenecientes a la empresa de transporte, se realizó un diagrama de Pareto, aquí se evaluó de acuerdo al número de mantenimientos correctivos realizados, los cuales afectaron a los diferentes sistemas del bien como el sistema de suspensión, eléctrico, frenos, transmisión, neumáticos, dirección, combustible e hidráulico, donde se aplicó el modelo de criticidad de factores ponderados, junto con la matriz de criticidad correspondiente a cada marca.

A continuación, se observa el diagrama de Pareto:

Figura 56

Diagrama de Pareto de las Marcas de las Unidades



Nota. Elaboración propia

Por medio de la gráfica de Pareto se identificó el 80% de las problemáticas provenientes del 20% de las causas, que en este caso serían el Isuzu, Kenworth, Internacional, Mitsubishi, estas marcas conforman las unidades que requirieron un mayor número de mantenimientos correctivos.

A continuación, se tienen las marcas más críticas de acuerdo a los resultados obtenidos:

- Por medio del análisis de criticidad del Isuzu se observa que los sistemas correspondientes a suspensión, frenos, eléctrico, transmisión, dirección y neumáticos son los que presentan sistemas más críticos, ocasionando gastos – pérdidas a la empresa (Ver anexo 29).
- También se cuenta con el análisis de criticidad del Kenworth, donde presentan 6 sistemas críticos como suspensión, frenos, eléctrico, suspensión, neumáticos y dirección, transmisión junto con 2 sistemas de mediana criticidad, siendo estos transmisión, combustible e hidráulicos (Ver anexo 31).
- También se cuenta con el Internacional, siendo los sistemas más críticos los frenos, suspensión, eléctrico, dirección y neumáticos ya que son los sistemas que requirieron de mantenimiento correctivo. (Ver anexo 33).
- Por último, se tiene al Mitsubishi, que presenta sistemas críticos como los frenos, suspensión e hidráulico que son los sistemas a los que se realizaron mantenimientos correctivos para la continuidad del equipo (Ver anexo 35).
- También se realizó el análisis de criticidad de las demás marcas, las que presentan en su mayoría sistemas no críticos y de mediana criticidad, este obtenido de acuerdo a la cantidad de mantenimientos correctivos realizados:
- La marca Mercedes Benz cuenta con 3 sistemas críticos, 3 sistemas no críticos y 2 sistemas de mediana criticidad. (Ver anexo 37).

- La marca Nissan presenta 3 sistemas críticos, 4 sistemas no críticos y 1 sistema de mediana criticidad (Ver anexo 39).
- La marca Mack cuenta con 2 sistemas críticos, 2 de mediana criticidad y 4 sistemas no críticos (Ver anexo 41).
- La marca Volvo presenta 2 sistemas críticos, 2 sistemas de mediana criticidad y 4 sistemas no críticos (Ver anexo 43).
- La marca Freightliner presenta 2 sistemas críticos, 1 sistema de mediana criticidad y 5 sistemas no críticos (Ver anexo 45).
- La marca Toyota cuenta con 1 sistema crítico, 1 sistema de mediana criticidad y 6 sistemas no críticos (Ver anexo 47).
- La marca Hyundai cuenta con 1 sistema crítico, 1 sistema de mediana criticidad y 6 sistemas no críticos (Ver anexo 49).

A continuación, se observa la tabla resumen del análisis de criticidad de las marcas que conforman la flota de la empresa en estudio:

Tabla 65

Resumen del Análisis de Criticidad de las Marcas

Marcas	C	Mc	Nc
Isuzu	6	2	
Kenworth	6	2	
International	5	3	
Mitsubishi	3	5	
Mercedes Benz	3	2	3
Nissan	3	1	4
Mack	2	2	4
Volvo	2	2	4
Freightliner	2	1	5
Toyota	1	1	6
Hyundai	1	1	6

Nota. Elaboración propia

Por medio de la tabla resumen se muestra la cantidad de los sistemas críticos (c), no críticos (Nc) y de media criticidad (Mc) que conforman cada marca de la flota de la empresa, representando los sistemas críticos los sistemas que más presentan mantenimientos correctivos, siendo estos los que generan un impacto importante en la operación debido a los recursos invertidos como el tiempo, mano de obra y liquides, siendo estos de suma importancia, además de requerir una respuesta oportuna para la continuidad de la operación, los sistemas de mediana criticidad generan interrupciones parciales, y los sistemas no críticos lo conforman los sistemas que no requirieron de un mantenimiento correctivo.

4.14. Procedimiento aplicado en el RCM

Para la realización del RCM se tomará en cuenta el AMEF realizado a cada marca, donde se analizará el modo de falla con ayuda del diagrama de decisión del RCM, donde nos preguntaremos en cada caso según el orden del diagrama de derecha a izquierda, de arriba hacia abajo, de esta forma se completará la evaluación de consecuencias del RCM con un sí "S", o un no "N", de igual forma la decisión.

La referencia de información del RCM será obtenida del AMEF, exactamente los valores serán de la función de desempeño "F", falla funcional "FF" y modo de falla "MF". Seguido se colocará una tarea propuesta de acuerdo a cada modo de falla del AMEF, también se colocará el intervalo inicial que será de acuerdo a los periodos en los que se realizara las tareas propuestas, seguido se colocará el personal recomendado a realizar este mantenimiento según sea el caso, cabe recalcar que en el área de evaluación de consecuencias se tendrán valores como H, S, O, N - H1, S1,O1,N1 que será analizada según el diagrama de decisión, haciéndose las preguntas correspondientes, de esta forma se planificara las tareas y si es necesario un mantenimiento predictivo, reacondicionamiento o sustitución.

4.14.1. Análisis de modo de falla y efecto de falla del Isuzu

A continuación, se observa el AMEF realizado a la unidad de marca Isuzu.

Figura 57

AMEF del Isuzu

AMEF		Análisis de Modo y Efecto de Falla										Resp. Area		
Proceso		Diseño		AMEF N°		dd/mm/aa				Departamento:				
SISTEMA	Funcion que desempeña	Falla Funcional	Modo de Falla	Efecto de falla	Control actual	Situacion Actual				Acciones recomendadas	Responsable			
						Severidad	Ocurrencia	Deteccion	IPR					
FRENOS	1	Regula el control de velocidad	A	No se regula la velocidad de forma correcta	1	Fuga de liquido de frenos	Se produce un frenado ineficiente.	Chequeo diario	7	3	7	147	Inspeccion visual	Mecánico
					2	Desgaste de pastillas	Genera una conduccion con frenados bruscos debido al desgaste de las pastillas.	Chequeo diario	6	3	6	108	Inspeccion visual	Mecánico
	2	Permite realizar el frenado de emergencia	A	Frenado de emergencia deficiente	1	Desgaste de discos de freno	El equipo no realiza un eficiente frenado de emergencia	Chequeo diario	7	3	6	126	Inspeccion visual	Mecánico
SUSPENSION	3	Permite amortiguar las vibraciones o golpes que se producen	A	Genera el desgaste de los muelles	1	Fractura de los muelles	El exceso de sobrecarga y el mal estado de las vias pueden ocasionar la fractura de los muelles.	Revision visual	6	4	7	168	Revision visual	Mecánico
	4	Estabiliza la unidad	A	Mala distribucion del peso	1	Sobre esfuerzo del motor	La mala distribucion de carga ocasiona que no este bien equilibrada , generando mas peso a la unidad en un solo lado.	Revision visual	6	4	7	168	Revision visual	Mecánico
ELECTRICO	5	Iluminacion delantera y trasera de la unidad para una buena visibilidad	A	La mala iluminacion no permitira el correcto transito de la unidad por las noches	1	Fusibles quemados	Luces no encienden o de forma insuficiente.	Inspeccion Visual	7	6	6	252	Chequeo preoperacional	Conductor
	6	Permite la funcionalidad del claxon y los equipos	A	Problemas con el claxon y equipos que no permite el encendido	1	Cables dañados o defectuoso	Falla con el claxon y equipos.	Chequeo diario	6	5	7	210	Chequeo preoperacional	Conductor

AMEF		Analisis de Modo y Efecto de Falla										Resp.Area		
Proceso		Diseño		AMEF N°				dd/mm/aa				Departamento:		
SISTEMA	Funcion que desempeña	Falla Funcional		Modo de Falla	Efecto de falla	Control actual	Situacion Actual				Acciones recomendadas	Responsable		
							Severidad	Ocurrencia	Deteccion	IPR				
TRANSMISION	7	Transmite potencia a las ruedas	A	No permite la transmision a las ruedas	1	Desgaste de crucetas del cardan	Aparicion de vibraciones cuando se realizan los cambios	Inspeccion Visual	5	3	8	120	Chequeo preoperacional	Mecanico
					2	Poco nivel de aceite de transmision	Disminucion del rendimiento	Inspeccion Visual	6	3	7	126	Chequeo preoperacional	Mecanico
	8	Permite realizar los cambios	A	No permite realizar de forma correcta los cambios	1	Desgaste de los engranajes	Fallas de movimiento en realizar los cambios	Inspeccion Visual	7	3	7	147	Chequeo preoperacional	Mecanico
NEUMATICOS	9	Permite realizar el traslado de forma segura	A	Realiza el traslado de forma insegura	1	Neumaticos desgastados	El traslado se hace de forma insegura ya que podria ocurrir un derrapamiento	Inspeccion Visual	5	7	7	245	Revision visual	Conductor
	10	Permite un libre desplazamiento	A	No permite un libre desplazamiento	1	Neumaticos con baja presion	Se genera desgaste y friccion	Inspeccion Visual	5	6	7	210	Revision visual	Conductor
DIRECCION	11	Estabilidad de la unidad	A	Genera inestabilidad durante la conduccion	1	Problemas en el sistema de direccion	Cremallera de direccion defectuosa ocasionando la dificultad para girar el volante	Inspeccion Visual	6	3	7	126	Chequeo preoperacional	Conductor
	12	Transmision de movimientos	A	Irregularidad al realizar movientos	1	Genera problemas en el volante	No permite un buen movimiento rotacional de las llantas	Inspeccion Visual	6	4	7	168	Chequeo preoperacional	Conductor
					2	Problemas al realizar cambios	Perdida de fuerza	Inspeccion Visual	6	4	7	168	Chequeo preoperacional	Conductor

AMEF		Análisis de Modo y Efecto de Falla										Resp. Area		
Proceso		Diseño		AMEF N°		dd/mm/aa				Departamento:				
SISTEMA	Funcion que desempeña	Falla Funcional	Modo de Falla	Efecto de falla	Control actual	Situación Actual				Acciones recomendadas	Responsable			
						Severidad	Ocurrencia	Deteccion	IPR					
COMBUSTIBLE	13	Transporte mediante la combustion del combustible	A	No permite el transito de la unidad	1	Mangueras obstruidas	No permite la circulacion del combustible , lo que perjudica el encendido de la unidad	Inspeccion Visual	7	3	5	105	Chequeo preoperacional	Conductor
					2	Mangueras fisuradas	Afecta la circulacion del combustible, ocasionando perdidas	Inspeccion Visual	7	3	6	126	Chequeo preoperacional	Conductor
	14	Inyeccion de combustible	A	Combustion ineficiente	1	No permite inyectar combustible a la camara de combustion	Perdida de potencia de la unidad	Chequeo diario	6	3	7	126	Chequeo preoperacional	Conductor
HIDRAULICO	15	Controla la presion hidraulica hacia los frenos	A	Las valvulas dañadas no permite una correcta presion hidraulica	1	Valvulas defectuosas	No permite el flujo y direccion de los fluidos	Inspeccion Visual	7	3	5	105	Chequeo preoperacional	Mecanico
	16	Transporta los fluidos hacia los sistemas	A	No permite el transporte de fluidos	1	Tuberias y mangueras fisuradas	No permite el funcionamiento optimo del sistema	Inspeccion Visual	7	3	6	126	Chequeo preoperacional	Mecanico
					2	Perdida de fluidos	Perdida de fuerza	Inspeccion Visual	7	3	6	126	Chequeo preoperacional	Mecanico

Nota. Elaboración propia

En la figura 57 se observa que los sistemas que presentan un mayor IPR (Índice de Prioridad de Riesgo) son el sistema eléctrico, neumáticos, suspensión y dirección estos de acuerdo a los mantenimientos correctivos realizados a la marca, respecto al sistema eléctrico

se da por las fallas en las luces como corto circuitos, fusibles quemados y neblineros quemados, fallas en las baterías, sobre los neumáticos está relacionado al desgaste de cocadas, ruptura de las llantas que generan una baja presión, este es mayormente por pinchazos o incrustamiento de objetos filudos que se encuentran presentes en las vías.

4.14.2. Análisis de modo de falla y efecto de falla del Kenworth

A continuación, se observa el AMEF realizado a la unidad de marca Kenworth.



Figura 58

AMEF del Kenworth

AMEF		Análisis de Modo y Efecto de Falla										Resp.Area		
Proceso		Diseño		AMEF N°		dd/mm/aa					Departamento:			
SISTEMA	Funcion que desempeña	Falla Funcional	Modo de Falla	Efecto de falla	Control actual	Situacion Actual				Acciones recomendadas	Responsable			
						Severidad	Ocurrencia	Deteccion	IPR					
FRENOS	1	Permite el correcto control de la velocidad.	A	Frenado deficiente	1	Desgaste de pastillas de freno	Debido al desgaste de las pastillas de freno, este no brinda una frenado eficiente.	Revision visual	7	2	7	98	Inspeccion visual	Mecánico
					2	Fuga de liquido de frenos	Disminuye la capacidad de frenado , ocasionando la aparicion de accidentes.	Revision visual	7	2	8	112	Inspeccion visual	Mecánico
					3	Desgaste de los discos de freno	Reduce la capacidad de frenado del vehiculo.	Revision visual	7	2	6	84	Inspeccion visual	Mecánico
SUSPENSION	2	Permite nivelar el vehiculo	A	Genera rebotes e inclinaciones de la unidad	1	Fractura de muelles	Se presenta el desnivel de la cabina y desgaste de componentes	Inspeccion visual	6	4	8	192	Chequeo preoperacional	Mecánico
	3	Garantiza una conduccion suave	A	Conduccion irregular y brusca	1	Desgaste de amortiguadores	Presencia de ruido de los golpes	Inspeccion visual	6	4	7	168	Chequeo preoperacional	Mecánico
ELECTRICO	4	Sistema de luces funcionales	A	No se genera el encendido de las luces cuando son requeridas	1	Terminales , focos dañados	No permite en encendido	Inspeccion visual	6	5	7	210	Chequeo preoperacional	Conductores
					2	Fusibles de luces quemados	Luces no encienden	Inspeccion visual	6	5	7	210	Chequeo preoperacional	Conductores

AMEF		Análisis de Modo y Efecto de Falla										Resp.Área		
Proceso		Diseño		AMEF N°				dd/mm/aa				Departamento:		
SISTEMA	Funcion que desempeña	Falla Funcional		Modo de Falla		Efecto de falla		Situación Actual				Acciones recomendadas	Responsable	
								Control actual	Severidad	Ocurrencia	Deteccion			IPR
TRANSMISION	5	Genera potencia para generar movimiento en las ruedas	A	No se produce el movimiento	1	Fugas en la caja de transmision	Fuga de liquidos de transmision	Revision visual	5	4	5	100	Chequeo preoperacional	Mecánico
					2	Cables de cambio fracturados o dañados	No se genera el arranque de la unidad	Revision visual	6	4	5	120	Chequeo preoperacional	Mecánico
	6	Adaptacion del area	A	No permite la adaptacion del vehiculo en carreteras accidentadas.	1	Filtro de aceite de la transmision saturado	No permite el rendimiento adecuado, cambio de filtro	Revision visual	5	4	5	100	Chequeo preoperacional	Conductores
NEUMATICOS	7	Permite la movilizacion en carretera de forma segura	A	Realiza la movilizacion de forma insegura	1	Neumaticos desgastados	Se realiza el traslado de forma insegura ocasionando en cualquier momento un accidente.	Inspeccion visual	6	5	7	210	Inspeccion diaria	Conductores
	8	Soportan el peso de la unidad y la carga.	A	Los neumaticos al no estar en buen estado generan mas gastos y demoras en el traslado de la carga.	1	Neumaticos con baja presion	Ocasiona que el el peso no este distribuido de forma equilibrada.	Inspeccion visual	6	6	6	216	Inspeccion diaria	Conductores
					2	Deformacion de aros	Daña tanto al aro como a la llanta misma , al generar mas trabajo gasta mas combustible y pierde fuerza.	Inspeccion visual	6	5	7	210	Inspeccion diaria	Conductores
DIRECCION	9	Transmision de movimientos	A	Movimientos irregulares, vibaraciones.	1	Genera problemas en el volante	No permite un buen movimiento rotacional de las llantas.	Chequeo diario	5	4	6	120	Chequeo preoperacional	Mecánico
					2	Problemas en la velocidad al realizar cambios.	perdida de fuerza al momento al acelerar o realizar los cambios.	Chequeo diario	6	3	7	126	Chequeo preoperacional	Mecánico
	10	Estabilidad de la unidad	A	Inestabilidad al momento de la conduccion.	1	Problemas en el sistema de direccion	Problemas en el frenado , y al realizar giros en las curvas.	Chequeo diario	5	4	7	140	Chequeo preoperacional	Mecánico

AMEF		Análisis de Modo y Efecto de Falla										Resp. Area		
Proceso		Diseño		AMEF N°		dd/mm/aa					Departamento:			
SISTEMA	Funcion que desempeña	Falla Funcional	Modo de Falla	Efecto de falla	Control actual	Situacion Actual				Acciones recomendadas	Responsable			
						Severidad	Ocurrencia	Deteccion	IPR					
COMBUSTIBLE	11	Permite la circulacion del combustible a la camara de combustion	A	No permite la circulacion del combustible hacia la camara de combustion	1	Filtro de combustible saturado	Perdida de potencia	Inspeccion visual	6	2	6	72	Inspeccion diaria	Conductor
					2	Mangueras fisuradas o dañadas	Perdida de combustible	Inspeccion visual	7	2	6	84	Inspeccion diaria	Conductor
	12	Proporciona energia a la unidad	A	Arranque dificil del motor para iniciar la ruta	1	Fuga por el tanque de combustible	El equipo presenta perdida de combustible , lo que conlleva a gastos para la empresa	Inspeccion visual	7	3	6	126	Inspeccion diaria	Conductor
HIDRAULICO	13	Permite la detencion del vehiculo de manera efectiva al momento del frenado	A	Genera un frenado ineficiente , con probabilidad de ocasionar accidentes	1	Perdida de fuerza al momento de frenado al no llegar suficiente liquido de freno.	Perdida de fuerza producida por la falta de liquido de freno	Revision visual	7	2	8	112	Inspeccion diaria	Mecanico
	14	Facilidad de manipular el volante y poder controlarlo	A	Afecta la estabilidad de la unidad , sobre todo en las areas accidentadas	1	Perdida de estabilidad	Disminucion de estabilidad en terrenos irregulares por fallas en la direccion hidraulica	Revision visual	6	2	8	96	Inspeccion diaria	Mecanico

Nota. Elaboración propia

En la figura se observa que los sistemas con mayor IPR son los neumáticos, llantas y suspensión. En relación a los neumáticos estos requieren un cambio debido al desgaste de cocada y deformación de los aros debido a la baja presión de los neumáticos que generan un sobreesfuerzo al aro, sobre el sistema de combustible se da por presentar fisuras las mangueras que ocasionan perdida de fuerza y combustible

4.14.3. Análisis de modo de falla y efecto de falla del International

A continuación, se observa el AMEF realizado a la unidad de marca Internacional.

Figura 59

AMEF del International

AMEF		Analisis de Modo y Efecto de Falla										Resp.Area		
Proceso		Diseño		AMEF N°			dd/mm/aa				Departamento:			
SISTEMA	Funcion que desempeña	Falla Funcional		Modo de Falla	Efecto de falla	Control actual	Situacion Actual				Acciones recomendadas	Responsable		
							Severidad	Ocurrencia	Deteccion	IPR				
FRENOS	1	Regula el control de la velocidad	A	Frenado deficiente	1	Desgaste de pastillas de freno	Aparicion de chirridos al momento de frenar	Revision visual	7	2	7	98	Inspeccion visual	Mecánico
					2	Fuga de liquido de frenos	Disminuye la capacidad del frenado	Revision visual	7	2	7	98	Inspeccion visual	Mecánico
					3	Desgaste de los discos de freno	Vibraciones al momento del frenado	Revision visual	7	4	6	168	Inspeccion visual	Mecánico
SUSPENSION	2	Permite nivelar el vehiculo	A	Genera rebotes e inclinaciones de la unidad	1	Fractura de muelles	Se presenta el desnivel de la cabina y desgaste de componentes	Inspeccion visual	6	5	7	210	Chequeo preoperacional	Mecánico
	3	Garantiza una conduccion suave	A	Conduccion irregular y brusca	1	Desgaste de amortiguadores	Perdida de control al maniobrar	Inspeccion visual	6	6	6	216	Chequeo preoperacional	Mecánico
ELECTRICO	4	Sistema de luces funcionales	A	No se genera el encendido de las luces cuando son requeridas	1	Terminales , focos dañados	No permite en encendido	Inspeccion visual	6	5	7	210	Chequeo preoperacional	Conductores
					2	Fusibles de luces quemados	Fallas en las luces	Inspeccion visual	6	6	6	216	Chequeo preoperacional	Conductores

AMEF		Analisis de Modo y Efecto de Falla										Resp.Area		
Proceso		Diseño		AMEF N°				dd/mm/aa				Departamento:		
SISTEMA	Funcion que desempeña	Falla Funcional	Modo de Falla	Efecto de falla	Control actual	Situacion Actual				Acciones recomendadas	Responsable			
						Severidad	Ocurrencia	Deteccion	IPR					
TRANSMISION	5	Genera potencia para generar movimiento en las ruedas	A	No se produce el movimiento	1	Fugas en la caja de transmision	Fuga de liquidos de transmision	Revision visual	5	2	7	70	Chequeo preoperacional	Mecánico
					2	Cables de cambio fracturados o dañados	No se genera el arranque de la unidad	Revision visual	6	2	6	72	Chequeo preoperacional	Mecánico
	6	Adaptacion del area	A	No permite la adaptacion del vehiculo en carreteras accidentadas	1	Filtro de aceite de la transmision saturado	No permite el rendimiento adecuado, cambio de filtro	Revision visual	6	2	7	84	Chequeo preoperacional	Conductores
NEUMATICOS	7	Permite la movilizacion en carretera de forma segura	A	Realiza la movilizacion de forma insegura	1	Neumaticos desgastados	Se realiza el traslado de forma insegura ocasionando en cualquier momento un accidente.	Inspeccion visual	7	5	6	210	Chequeo preoperacional	Conductores
					1	Neumaticos con baja presion	Ocasiona que el el peso no este distribuido de forma equilibrada.	Inspeccion visual	6	5	5	150	Chequeo preoperacional	Conductores
	8	Soportan el peso de la unidad y la carga.	A	Se produce el desgaste de los neumaticos	2	Deformacion de aros	Daña tanto al aro como a la llanta misma , al generar mas trabajo gasta mas combustible y pierde fuerza.	Inspeccion visual	6	4	6	144	Chequeo preoperacional	Conductores
DIRECCION	9	Transmision de movimientos	A	Movimientos irregulares, vibaraciones.	1	Genera problemas en el volante	No permite un buen movimiento rotacional de las llantas.	Chequeo diario	6	3	5	90	Chequeo preoperacional	Mecánico
					2	Problemas en la velocidad al realizar cambios.	perdida de fuerza al momento al acelerar o realizar los cambios.	Chequeo diario	6	3	5	90	Chequeo preoperacional	Mecánico
	10	Estabilidad de la unidad	A	Inestabilidad al momento de la conduccion.	1	Problemas en el sistema de direccion	Problemas en el frenado , y al realizar giros en las curvas.	Chequeo diario	6	2	7	84	Chequeo preoperacional	Mecánico

AMEF		Analisis de Modo y Efecto de Falla										Resp.Area		
Proceso		Diseño		AMEF N°				dd/mm/aa				Departamento:		
SISTEMA	Funcion que desempeña	Falla Funcional	Modo de Falla	Efecto de falla	Control actual	Situacion Actual				Acciones recomendadas	Responsable			
						Severidad	Ocurrencia	Deteccion	IPR					
COMBUSTIBLE	11	Permite la circulacion del combustible a la camara de combustion	A	No permite la circulacion del combustible hacia la camara de combustion	1	Filtro de combustible saturado	Perdida de potencia	Inspeccion visual	6	3	5	90	Inspeccion diaria	Conductor
					2	Mangueras fisuradas o dañadas	Perdida de combustible	Inspeccion visual	6	2	6	72	Inspeccion diaria	Conductor
	12	Proporciona energia a la unidad	A	Arranque dificil del motor para iniciar la ruta	1	Fuga por el tanque de combustible	El equipo presenta perdida de combustible , lo que conlleva a gastos para la empresa	Inspeccion visual	6	2	6	72	Inspeccion diaria	Conductor
HIDRAULICO	13	Permite la detencion del vehiculo de manera efectiva al momento del frenado	A	Genera un frenado ineficiente , con probabilidad de ocasionar accidentes	1	Perdida de fuerza al momento de frenado al no llegar suficiente liquido de freno.	Perdida de fuerza producida por la falta de liquido de freno	Revision visual	7	2	6	84	Inspeccion diaria	Mecanico
					2	Transporta los fluidos hacia los sistemas	No permite el transporte de fluidos	Tuberias y mangueras fisuradas	No permite el funcionamiento optimo del sistema	Inspeccion Visual	7	2	6	84
	Perdida de fluidos	Perdida de fuerza	Inspeccion Visual	7				2	5	70				

Nota. Elaboración propia

En la figura se observa que los sistemas con mayor IPR son los sistemas de suspensión, electricidad y neumáticos, en el caso de suspensión se tiene el cambio de amortiguadores debido al exceso de carga , baches que se presenten en ruta lo que ocasiona que se desgasten los amortiguadores evitando que pueda absorber los rebotes que se den en carretera, en el caso del sistemas eléctrico se da en el quemado de focos o fusibles lo que no permite una buena visibilidad al momento de la conducción durante la noche , el sistema de neumáticos en su mayoría se da por el desgaste de las cocadas y pinchazos que pueda presentar, lo que requiere un cambio oportuno.

4.14.4. Análisis de modo de falla y efecto de falla de Mitsubishi

A continuación, se observa el AMEF realizado a la unidad de marca Mitsubishi.

Figura 60

AMEF del Mitsubishi

AMEF		Análisis de Modo y Efecto de Falla										Resp. Área		
Proceso		Diseño		AMEF N°				dd/mm/aa				Departamento:		
SISTEMA	Funcion que desempeña	Falla Funcional		Modo de Falla	Efecto de falla	Control actual	Situación Actual				Acciones recomendadas	Responsable		
							Severidad	Ocurrencia	Detección	IPR				
FRENOS	1	Regula el control de la velocidad	A	Frenado deficiente	1	Desgaste de pastillas de freno	Aparición de chirridos al momento de frenar, pérdida de eficiencia en el frenado.	Revision visual	7	3	7	147	Inspeccion visual	Mecánico
					2	Fuga de liquido de frenos	Reduce la capacidad del frenado , se da un aumento en la distancia de frenado.	Revision visual	7	3	7	147	Inspeccion visual	Mecánico
					3	Desgaste de los discos de freno	Vibraciones al momento del frenado , la superficie presenta un desgaste irregular	Revision visual	7	4	6	168	Inspeccion visual	Mecánico
SUSPENSION	2	Genera estabilidad en el vehiculo	A	Genera rebotes e inclinaciones de la unidad	1	Fractura de muelles	Se presenta el desnivel de la cabina y desgaste de componentes	Inspeccion visual	6	6	6	216	Chequeo preoperacional	Mecánico
	3	Garantiza una conduccion suave	A	Conduccion irregular	1	Agotamiento de amortiguadores	Perdida de control al maniobrar	Inspeccion visual	7	6	6	252	Chequeo preoperacional	Mecánico
ELECTRICO	4	Sistema de luces funcionales	A	No se genera el encendido de las luces cuando son requeridas	1	Terminales , focos dañados	No permite en encendido	Inspeccion visual	6	4	7	168	Chequeo preoperacional	Conductores
					2	Fusibles de luces quemados	Fallas en las luces	Inspeccion visual	5	4	6	120	Chequeo preoperacional	Conductores

AMEF		Analisis de Modo y Efecto de Falla										Resp.Area		
Proceso		Diseño		AMEF N°				dd/mm/aa				Departamento:		
SISTEMA	Funcion que desempeña	Falla Funcional		Modo de Falla	Efecto de falla	Control actual	Situacion Actual				Acciones recomendadas	Responsable		
							Severidad	Ocurrencia	Deteccion	IPR				
TRANSMISION	5	Genera potencia para generar movimiento en las ruedas	A	No se produce el movimiento	1	Fugas en la caja de transmision	Fuga de liquidos de transmision	Revision visual	6	4	7	168	Chequeo preoperacional	Mecánico
					2	Cables de cambio fracturados o dañados	No se genera el arranque de la unidad	Revision visual	6	4	6	144	Chequeo preoperacional	Mecánico
	6	Adaptacion del area	A	No permite la adaptacion del vehiculo en carreteras accidentadas	1	Filtro de aceite de la transmision saturado	No permite el rendimiento adecuado, cambio de filtro	Revision visual	5	4	7	140	Chequeo preoperacional	Conductores
NEUMATICOS	7	Ayuda en la movilizacion en carretera de forma segura	A	Desgaste de la banda de rodadura	1	Neumaticos desgastados	Se realiza el traslado de forma insegura ocasionando en cualquier momento un accidente , tambien provocando la deformacion de la llanta.	Inspeccion visual	6	4	7	168	Chequeo preoperacional	Conductores
	8	Soportan el peso de la unidad y la carga.	A	Se produce el desgaste de los neumaticos	1	Deformacion de aros	Daña tanto al aro como a la llanta misma , al generar mas trabajo gasta mas combustible y pierde fuerza.	Inspeccion visual	6	4	6	144	Chequeo preoperacional	Conductores
DIRECCION	9	Transmision de movimientos	A	Movimientos irregulares, vibaraciones.	1	Genera problemas en el volante	No permite un buen movimiento rotacional de las llantas.	Chequeo diario	6	4	7	168	Chequeo preoperacional	Mecánico
					2	Problemas en la velocidad al realizar cambios.	perdida de fuerza al momento al acelerar o realizar los cambios.	Chequeo diario	6	3	8	144	Chequeo preoperacional	Mecánico
	10	Permite la estabilidad de la unidad	A	Inestabilidad al momento de la conduccion.	1	Problemas en el sistema de direccion	Problemas en el frenado , y al realizar giros en las curvas.	Chequeo diario	6	4	7	168	Chequeo preoperacional	Mecánico

AMEF		Análisis de Modo y Efecto de Falla										Resp. Área		
Proceso		Diseño		AMEF N°		dd/mm/aa					Departamento:			
SISTEMA	Función que desempeña	Falla Funcional		Modo de Falla	Efecto de falla	Control actual	Situación Actual				Acciones recomendadas	Responsable		
							Severidad	Ocurrencia	Detección	IPR				
COMBUSTIBLE	11	Permite la circulación del combustible a la cámara de combustión	A	No permite la circulación del combustible hacia la cámara de combustión	1	Filtro de combustible saturado	Perdida de potencia	Inspección visual	6	5	6	180	Chequeo preoperacional	Conductor
					2	Mangueras fisuradas o dañadas	Perdida de combustible	Inspección visual	5	4	6	120	Chequeo preoperacional	Conductor
	12	Proporciona energía a la unidad	A	Arranque difícil del motor para iniciar la ruta	1	Fuga por el tanque de combustible	El equipo presenta pérdida de combustible, lo que conlleva a gastos para la empresa	Inspección visual	6	4	7	168	Chequeo preoperacional	Conductor
HIDRAULICO	13	Permite la detención del vehículo de manera efectiva al momento del frenado	A	Frenado ineficiente, con probabilidad de ocasionar accidentes	1	Perdida de fuerza al momento de frenado al no llegar suficiente líquido de freno.	Perdida de fuerza producida por la falta de líquido de freno	Revisión visual	6	6	7	252	Chequeo preoperacional	Mecánico
	14	Proporciona fluidos hacia los sistemas	A	No permite el transporte de fluidos	1	Tuberías y mangueras fisuradas	No permite el funcionamiento óptimo del sistema	Inspección Visual	6	5	8	240	Chequeo preoperacional	Mecánico
					2	Perdida de fluidos	Perdida de fuerza	Inspección Visual	7	5	7	245	Chequeo preoperacional	Mecánico

Nota. Elaboración propia

En la figura se observa que los sistemas con mayor IPR son los sistemas de suspensión e hidráulico, respecto al sistema hidráulico es ocasionado por la pérdida de fuerza que se da por las mangueras fisuradas lo que ocasiona daños en el sistema, en el sistema de suspensión se da en cambio de amortiguadores debido a la fractura de estos ocasionado por el peso de la carga, al igual de las malas condiciones de las vías lo que afecta de forma directa.

4.15. Hoja de decisión RCM del Isuzu

A continuación, se observa el RCM del Isuzu:

Figura 61

RCM del Isuzu

Sistema							Equipo de trabajo						F.Realización					
Subsistema							Aprobado por:						F.Aprobación					
Referencia de informacion			Evaluacion de consecuencias				Decisión			Acción "a falta de"			Tareas propuestas		Intervalo inicial		A realizarse por	
							H1	H2	H3									
F	FF	FM	H	S	E	O	O1	O2	O3									
							N1	N2	N3									
1	A	1	S	S	N	N	S							Revisar estado de frenos	5000 KM	Mecanico		
1	A	2	S	S	N	N	S							Cambio de pastillas	20000 KM	Mecanico		
2	A	1	S	S	N	N	S							Revisión de discos de freno	20000 KM	Mecanico		
3	A	1	S	N	N	S	N	N	S					Sustitución o reemplazo de muelles	5-20-35 mil KM	Mecanico		
4	A	1	S	S	N	N	S							Revisar la distribucion de carga	5000 KM	Mecanico		
5	A	1	S	N	N	S	N	N	S					Cambio de fusibles,verificacion de voltaje	2 veces por semana	Conductor		
6	A	1	S	S	N	N	S							Revisión del estado de los cables, conexiones electricas , el flujo de corriente.	2 veces por semana	Conductor		
7	A	1	S	N	N	S	N	N	S					Cambio de crucetas	5-20-35 mil km	Mecanico		
7	A	2	S	S	N	N	S							Revisar estado y cantidad de aceite de transmision	Diario	Mecanico		
8	A	1	S	N	N	S	S							Cambio de engranajes	5-20-35 mil km	Mecanico		
9	A	1	S	S	N	S								Rivisión periodica de neumaticos	15000-2000 km	Conductor		
10	A	1	S	N	N	S	S							Revisión previa de presion de neumaticos	Interdiario	Conductor		
11	A	1	S	S	N	N	S							Revisión del sistema de direccion	5-20-35 mil km	Conductor		
12	A	1	S	N	N	S	S							Realizar mantenimiento periodico	2000 km	Conductor		
12	A	2	S	N	S	S								Revisar direccionales	5-20-35 mil km	Conductor		
13	A	1	N	S	N	S	S							Verificar estado de mangueras	2 veces por semana	Conductor		
13	A	2	N	S	N	S	S							Inspección de mangueras	2 veces por semana	Conductor		
14	A	1	S	N	N	S	S							Revisar inyectores	2 veces por semana	Mecanico		
15	A	1	S	N	N	S	N	N	S					Cambio de valvulas	2000 km	Mecanico		
16	A	1	N	N	N	S	S							Revisión de fluidos	Diario	Mecanico		
16	A	2	N	N	N	S	S							Inspeccion de mangueras por fracturas	2 veces por semana	Mecanico		

Nota. Elaboración propia

4.15.1. Hoja de decisión RCM del Kenworth

A continuación, se observa el RCM del Kenworth:

Figura 62

RCM del Kenworth

Sistema			Equipo de trabajo				F.Realización									
Subsistema			Aprobado por:				F.Aprobación									
Referencia de información			Evaluación de consecuencias				Decisión			Acción "a falta de"			Tareas propuestas		Intervalo inicial	A realizarse por
							H1	H2	H3							
F	FF	FM	H	S	E	O	O1	O2	O3	H4	H5	H4				
							N1	N2	N3							
1	A	1	S	S	N	N	S						Revisión de las pastillas de freno (Pre- operacional)	15000 - 24000 km	Mecanico	
1	A	2	N	S	N	S	S						Revisar mangueras	24000 km	Mecanico	
1	A	3	S	N	N	S	S						Revisar discos de freno	80-120 mil km	Mecanico	
2	A	1	S	N	N	S	S						Cambio de muelles	15-24 mil km	Mecanico	
3	A	1	S	N	N	S	S						Inspección de amortiguadores previo transito a ruta	Mensual	Mecanico	
4	A	1	S	N	N	S	S						Cambiar terminales y focos dañados	1 ves cada 3 meses	Conductor	
4	A	2	S	N	N	N	N						Ningun mantenimiento programado		Conductor	
5	A	1	S	N	N	S	S						Revisión de la caja de transmision	80000 km	Mecanico	
5	A	2	S	N	N	S	S						Cambiar cables	1 ves cada 3 meses	Mecanico	
6	A	1	S	N	N	S	S						Cambiar filtro de aceite	50000 km	Conductor	
7	A	1	S	N	N	S	S						Cambiar neumatico	20000 km	Conductor	
8	A	1	S	N	N	S	N						Ningún mantenimiento programado		Conductor	
8	A	1	S	N	N	N	N						Ningún mantenimiento programado		Conductor	
9	A	1	S	N	N	S	S						Cambiar dirección	6-20-35 mil km	Mecanico	
9	A	2	S	N	N	S	S						Revisar la dirección	1 ves al mes	Mecanico	
10	A	1	S	N	N	S	S						Cambiar sistema de direccion	6-20-35 mil km	Mecanico	
11	A	1	S	S	N	S	N						Revisar filtros	75000-12000 km	Conductor	
11	A	2	N	N	N	S	S						Cambio de mangueras	1 ves cada 3 meses	Conductor	
12	A	1	N	S	N	S	S						Revisar tanque de combustible	1 ves por semana	Conductor	
13	A	1	N	S	N	S	S						Revisar liquido de freno	Diario	Mecanico	
14	A	1	N	S	N	S	S						Revisar movilidad del volante	Diario	Mecanico	

Nota. Elaboración propia

4.15.2. Hoja de decisión RCM del International

A continuación, se observa el RCM del International:

Figura 63

RCM del International

Sistema			Equipo de trabajo							F.Realización						
Subsistema			Aprobado por:							F.Aprobación						
Referencia de información			Evaluación de consecuencias				Decisión			Acción "a falta de"			Tareas propuestas		Intervalo inicial	A realizarse por
							H1	H2	H3							
F	FF	FM	H	S	E	O	O1	O2	O3	H4	H5	H4				
							N1	N2	N3							
1	A	1	S	N	N	S	N	N	S				Cambio de pastillas	25 mil km	Mecanico	
1	A	2	N	S	N	S	S						Revisar mangueras	Una vez por semana	Mecanico	
1	A	3	N	S	N	S	N	N	S				Cambio de discos de freno	13000 km	Mecanico	
2	A	1	N	S	N	S	N	N	S				Cambio de muelles	65-85 mil km	Mecanico	
3	A	1	S	N	N	S	N	N	S				Cambio de amortiguadores	75 mil km	Mecanico	
4	A	1	S	N	N	S	N	N	S				Cambio de focos	Cada 4 meses	Conductor	
4	A	2	S	S	N	N	N	N	S				Cambio de fusibles	Cada 2 mese	Conductor	
5	A	1	S	N	N	S	S						Revisar posibles fugas	2 veces por semana	Mecanico	
5	A	2	S	N	N	S	S						Cambiar cables dañados	Cada 6 meses	Mecanico	
6	A	1	S	N	N	S	N	N	S				Cambio de filtro de aceite	13 mil km	Conductor	
7	A	1	S	S	N	N	S						Revisar estado de neumáticos, desgaste	Diario	Conductor	
8	A	1	S	N	N	S	N	N	N				Ningún mantenimiento programado	Diario	Conductor	
8	A	2	S	N	N	S	N	N	N				Ningún mantenimiento programado	Diario	Conductor	
9	A	1	S	S	N	N	S						Revisar la dirección , nivel de fluido, lubricacion.	5-13 -21 mil km	Mecanico	
9	A	2	S	N	N	S	S						Revisar el estado de la dirección	5-13 -21 mil km	Mecanico	
10	A	1	S	N	N	S	N	N	S				Revisar estado de pernos y componente	2 veces por semana	Mecanico	
11	A	1	S	N	N	S	N	N	S				Cambio de filtro de combustible	13000 km	Conductor	
11	A	2	N	S	S	N	N	N	S				Cambio de manguera	Cada 6 meses	Conductor	
12	A	1	S	N	N	S	S						Revisar tanque de combustible	1 vez por mes	Conductor	
13	A	1	S	N	N	N	N	N	S				Cambio de tuberías dañadas	Revision 2 veces por semana	Mecanico	
13	A	2	S	N	N	S	S						Revisar estado de mangueras y sujeción de este	Diario	Mecanico	

Nota. Elaboración propia

4.15.3. Hoja de decisión de RCM del Mitsubishi

A continuación, se observa el RCM del Mitsubishi:

Figura 64

RCM del Mitsubishi

Sistema			Equipo de trabajo				F.Realización												
Subsistema			Aprobado por:				F.Aprobación												
Referencia de información			Evaluación de consecuencias				Decisión			Acción "a falta de"			Tareas propuestas		Intervalo inicial		A realizarse por		
							H1	H2	H3	H4	H5	H4							
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	O1	O2	O3	H4	H5	H4	Intervalo inicial		A realizarse por	
							N1	N2	N3										
1	A	1	S	S	N	N	S										Inspeccion de pastillas de freno que tenga bordes uniformes, si es necesario realizar un cambio.	30-40 mil km	Mecanico
1	A	2	S	S	N	N	S										Revisión de mangueras , presionar los pedales que tengan un recorrido de manera normal, caso no sea de esta forma inspeccionar.	2 veces por semana	Mecanico
1	A	3	S	S	N	N	S										Revisar estado de los discos de freno y engrase, reemplazarlos si es necesario.	10-15 mil km	Mecanico
2	A	1	N	S	N	S	S										Revisar muelles , reemplazarlos si presentan fractura.	75 mil km	Mecanico
3	A	1	S	N	N	S	S										Verificar estado de amortiguadores	1 ves por semana	Mecanico
4	A	1	S	S	N	N	S										Revisar terminales , conexiones y focos , realizar un cambio si es necesario.	2 veces por semana	Conductor
4	A	2	S	N	N	S	S										Revisar estado de fusiblesuso del multimetro.	2 veces por semana	Conductor
5	A	1	S	N	N	S	S										Revisar la transmisión , reparar la fisura y carter , verificar el nivel del aceite.	2 veces por semana	Mecanico
5	A	2	N	S	N	S	S										Revisar condicion de cables , realizar cambios si es necesario.	1 ves por semana	Mecanico
6	A	1	S	N	N	S	N	N	S								Sustituir filtro de aceite	5-13-21 mil km	Conductor
7	A	1	S	S	N	S	N										Inspeccion de neumáticos - Verificar el desgaste , nivel de cocada por medio del medidor de profundidad.	Interdiario	Conductor
8	A	1	S	N	N	S	N	N	N								Ningún mantenimiento programado		Conductor
9	A	1	N	S	N	S	S										Revisar e inspeccionar la dirección	2 veces por mes	Mecanico
9	A	2	S	N	N	S	S										Revisar transmisión por medio de una varilla para revisar el nivel del fluido.	Diario	Mecanico
10	A	1	S	N	S	N	S										Revisar la dirección	1 ves por mes	Mecanico
11	A	1	S	N	N	S	S										Cambiar filtro de combustible.	13-29-45 mil km	Conductor
11	A	2	S	N	N	S	S										Cambio de manguera	Cada 6 meses	Conductor
12	A	1	S	N	N	S	S										Revisar fuga , de ser pequeña sellarlo (soldarlo), esto siempre y cuando este vacio y limpio el tanque.	1 ves por mes	Conductor
13	A	1	S	S	N	N	S										Revisar y probar estado de los frenos	1 ves po semana	Mecanico
14	A	1	S	S	N	S	N										Cambio de mangueras defectuosas	1 ves po semana	Mecanico
14	A	2	S	S	N	N	S										Revisar las fugas o realizar el cambio.	1 ves po semana	Mecanico

Nota. Elaboración propia

4.16. Plan de mantenimiento de las unidades

El plan de mantenimiento ayudara a mantener, revisar los sistemas de las unidades con la finalidad de mantenerlo en buenas condiciones.

A continuación, se tiene el plan de mantenimiento de la unidad de marca Isuzu:

Figura 65

Plan de Mantenimiento del Isuzu

Plan de Mantenimiento del Isuzu						
Actividad	Material	Herramientas	Periodos (hora)	Tiempo de Ejecucion	Nº de Personas	Responsable
Revisar estado de frenos		Manometro de presion	Diario	10 minutos	1	Mecanico
Cambio de pastillas por desgaste.	Pastilla de freno	Llave de tuerca - gata hidraulica - desarmador plano	Cada 20000 km	60 minutos	1	Mecanico
Revision de discos de freno	Grasa	Llave de tuerca - calibrador de frenos	Cada 20000 km	60 minutos	1	Mecanico
Sustitucion o reemplazo de muelles	Muelles,pernos, bolandas,grasa	Gata hidraulica, pistola neumatica,llave dado universal ,dado, martillo,llave francesa	Cada 5-20-35 mil km	180 minutos	1	Mecanico
Revisar la distribucion de carga	Grasa		Cada 5000 km	20 minutos	1	Mecanico
Cambio de fusibles, verificacion de voltaje	Fusibles	Alicate	2 veces por semana	15 minutos	1	Electricista
Revision del estado de los cables , con conexión electricas, el flujo de corriente		Voltimetro analogico	2 veces por semana	30 minutos	1	Electricista
Cambio de crucetas	Cruceta, posta, seguros	Gata hidraulica,dado universal ,llave mixta,alicate,martillo,llave francesa	Cada 5-20-35 min km	240 minutos	1	Mecanico
Revisar estado y cantidad de aceite de transmision	Aceite 80w90	Aceitera	Diario	10 minutos	1	Mecanico
Cambio de engranajes	Piñon,grasa	Martillo ,desamador plano	Cada 5-20-35 mil km	480 minutos	1	Mecanico
Revision periodica de neumaticos, rotacion de nuematicos cada 15000 - 20000 km.	Llanta	Medidor de cocada, llave 13	15000-20000 km	40 minutos	1	Mecanico
Revision del sistema de direccion	Rin, kit de la caja, aceite de caia	Desarmador plano	Cada 5-20-35 mil km	40 minutos	1	Mecanico
Revisar direccionales	Direccional	Desarmador plano , martillo	Cada 5000 km	30 minutos	1	Mecanico
Verificar estado de mangueras	Manguera	desarmador plano	2 veces por semana	60 minutos	1	Mecanico
Inspeccion de mangueras	Manguera	Llave 11	2 veces por semana	20 minutos	1	Mecanico
Revisar inyectores de combustion, conductos.		Desarmados plano	2 veces por semana	60 minutos	1	Mecanico
Cambio de valvulas pordesfogues.	Valvula	Desarmador plano, Desarmador estrella	2 veces por semana	60 minutos	1	Mecanico
Revision de fluidos(nivel de aceite, liquidos)	Aceite 80w90	Varilla medidora	Diario	120 minutos	1	Mecanico
Inspeccion de mangueras por fracturas	Manguera	Desarmador plano, seguros a presion	2 veces por semana	30 minutos	1	Mecanico

Nota. Elaboración propia

A continuación, se tiene el plan de mantenimiento de la unidad de marca Kenworth:

Figura 66

Plan de Mantenimiento del Kenworth

Plan de Mantenimiento del Kenworth						
Actividad	Material	Herramientas	Periodos (hora)	Tiempo de Ejecucion	Nº de Personas	Responsable
Revisión de las pastillas de freno (Pre-operacional),no contaminar las pastillas de freno con grasa	Pastilla de freno	Llave de tuerca - gata hidraulica - desarmador plano	Cada 15 -2 mil km	180 min	1	Mecanico
Revisar mangueras por posibles fracturas o roturas.	Manguera	Llave 11	Cada 24000 km	60 min	1	Mecanico
Revisar discos de freno , que esten lubricados.	Discos - Aceite 80w90	Llave inglesa, barreta, desarmador plano	Entre 80 - 120 mil km	60 min	1	Mecanico
Cambio de muelles, lubricar con aceite inhibidor de oxido	Aceite -pistola atomizadora o cepillo, muelle	Pistola hidraulica,llave dado universal,dado, llave francesa	Entre 15 - 24 mil km	180 min	1	Mecanico
Inspección de amortiguadores previo transito a ruta	Amortiguador		250 mil km	30 min	1	Mecanico
Cambiar terminales y focos dañados, antes del cambio apagar el sistema para evitar dañar el sistema.	Cable, foco, rele	Alicate , desarmador plano	1 ves por semana	30 min	1	Electricista
Revisión de la caja de transmision		Desarmador plano, llave T.	Cada 80 000 km	30 min	1	Electricista
Cambiar cables en el caso se encuentren rotas o presenten fisuras	Cable	Alicate,desmador plano	1 ves por semana	30 min	1	Electricista
Cambiar filtro de aceite	Filtro		50 mil km	60 min	1	Mecanico
Cambiar neumatico si exite fractura o presenta algun objeto incrustado	Neumatico	Pistola neumatica , expansor	Diario	40 min	1	Mecanico
Cambiar dirección, revision de ajuste en caso sea necesario.	Pernos	Gata hidraulica, desarmador plano	Cada 15 mil km	25 min	1	Mecanico
Revisar la dirección y engranajes	Engranaje	Martillo, alicate, desarmador plano	1 ves por semana	15 min	1	Mecanico
Cambiar sistema de direccion si presenta roturas	Direccional	Desarmador plano , martillo	Cada 6- 20-35 mil km	40 min	1	Mecanico
Revisar filtros, limpie e inspeccione, seguido llenelo con 2/3 de combustible limpio.	Filtro, combustible		7500-12000 km	15 min	1	Mecanico
Cambio de mangueras en caso esten retorcidas o desgastadas.	Manguera		1 ves por semana	60 min	1	Mecanico
Revisar tanque de combustible	Tanque de combustible		1 ves por semana	10 min	1	Mecanico
Revisar liquido de freno	Hidrolina	Medidor	Diario	5 min	1	Mecanico
Revisar movilidad del volante	Direccion		Diario	10 min	1	Mecanico

Nota. Elaboración propia

A continuación, se tiene el plan de mantenimiento de la unidad de marca International:

Figura 67

Plan de Mantenimiento del Internacional

Plan de Mantenimiento del Internacional						
Actividad	Material	Herramientas	Periodos (hora)	Tiempo de Ejecucion	Nº de Personas	Responsable
Cambio de pastillas	Pastilla de freno	Llave de tuerca - gata hidraulica - desarmador plano	Cada 25 mil km	60 min	1	Mecanico
Revisar mangueras, desgaste o fracturas.	Manguera	Desarmador , Llave 11	1 ves a la semana	60 min	1	Mecanico
Revisar discos de freno	Grasa , franela	Llave de tuerca - calibrador de frenos	2 veces al mes	60 min	1	Mecanico
Revisar muelles	Muelles,pernos, bolandas,grasa	Gata hidraulica, pistola neunatica,llave dado universal ,dado, martillo,llave francesa	65 - 85 mil km	20 min	1	Mecanico
Cambio de amortiguadores si presentan fracturas	Amortiguador	Gata hidraulica, desarmador plano, martillo	75 mil km	30 min	1	Mecanico
Cambio de focos si estan quemados o presenten terminales dañados	Cable, foco, rele	Alicate , desarmador plano	Diario	30 min	1	Electricista
Revisar funcionamiento de luces	Rele	Alicate, cinta aislante, Voltimetri analogico	Diario	120 min	1	Electricista
Revisar posibles fugas		Llave 10	Interdiario	180 min	1	Mecanico
Cambiar cables dañados	Terminales ,transmision	Desarmador plano	1 ves a la semana	30 min	1	Mecanico
Cambio de filtro de aceite	Filtro		Cada 13 mmil km	15 min	1	Mecanico
Revisar estado de neumáticos, desgaste y aire de estos.	Neumaticos	Medidor de cocada , gata hidraulica, palanca	3 veces por semana	20 min	1	Mecanico
Revisar la dirección , nivel de fluido, lubricacion.	Direccion		5 -13 21 mil km	30 min	1	Mecanico
Revisar el alineamiento de rueda, cambio de filtro		Dado 13, gata hidraulica, desarmador plano	5 -13 -21 mil km	45 min	1	Mecanico
Revisar estado de pernos y componente	Pernos	Desarmador estrella , dado 12 ,llave francesa	2 veces por semana	20 min	1	Mecanico
Reemplazar filtro de combustible cada 13000 km	Combustible		Cada 13 mil km	10 min	1	Mecanico
Cambio de manguera	Manguera	Desarmador plano, alicate	2 veces por semana	180 min	1	Mecanico
Revisar tanque de combustible			2 veces por semana	15 min	1	Mecanico
Cambio de tuberías dañadas si presentan fisuras	Manguera	Desarmador plano , llave francesa , alicate	2 veces por semana	180 min	1	Mecanico
Revisar estado de mangueras y sujeción de este		Llave 10	2 veces por semana	25 min	1	Mecanico

Nota. Elaboración propia

A continuación, se tiene el plan de mantenimiento de la unidad de marca Mitsubishi:

Figura 68

Plan de Mantenimiento del Mitsubishi

Plan de Mantenimiento del Mitsubishi						
Actividad	Material	Herramientas	Periodos (hora)	Tiempo de Ejecucion	N° de Personas	Responsable
Inspeccion de pastillas de freno que tenga bordes uniformes, si es necesario realizar un cambio.	Pilas de freno	Desarmador plano, desarmador estrella ,alicate, llave 10	30 -40 mil km	60 min	1	Mecanico
Revisión de mangueras , presionar los pedales que tengan un recorrido de manera normal, caso no sea de esta forma inspeccionar.	Manguera	Llave 10	2 veces por semana	25 min	1	Mecanico
Revisar estado de los discos de freno y engrase, reemplazarlos si es necesario.	Disco de freno	Llave inglesa, dearmador plano	10-15 mil km	180 min	1	Mecanico
Revisar muelles , reemplazarlos si presentan fractura.	Muelles, pernos, bolandas, grasa	Gata hidraulica, pistola neumatica, llave dado universal, dado, martillo, llave francesa	Cada 75 mil km	120 min	1	Mecanico
Verificar estado de amortiguadores	Amortiguador	Gata hidraulica, desarmador plano	1 ves por semana	30 min	1	Mecanico
Revisar terminales , conexiones y focos , realizar un cambio si es necesario.	Cable, foco , rele	Alicate, desarmador plano	2 veces por semana	30 min	1	Electricista
Revisar estado de fusiblesuso del multimetro.	Fusible	Alicate	2 veces por semana	15 min	1	Mecanico
Revisar la transmisión , reparar la fisura y carter , verificar el nivel del aceite.		Desarmador plano, llave T	2 veces por semana	180 min	1	Mecanico
Revisar condicion de cables , realizar cambios si es necesario.	Cable	Alicate, desarmador plano	1 ves por semana	60 min	1	Electricista
Sustituir filtro de aceite	Filtro, aceite 5w30	Desarmador plano	5-13-21 mil km	15 min	1	Mecanico
Inspeccion de neumáticos - Verificar el desgaste , nivel de cocada por medio del medidor de profundidad.	Medidor de cocada, llanta		Intermedio	25 min	1	Mecanico
Revisar e inspeccionar la dirección			2 veces por semana	30 min	1	Mecanico
Revisar transmisión por medio de una varilla para revisar el nivel del fluido.	Varilla		Diario	20 min	1	Mecanico
Revisar la dirección	Direccion, engranaje	Martillo, alicate, desarmador	2 vecces por mes	15 min	1	Mecanico
Cambiar filtro de combustible.	Filtro, combustible	Llave 10	13-29-45-61 mil km	10 min	1	Mecanico
Cambio de manguera	Manguera	Desarmador plano, alicate	Cada 6 meses	30 min	1	Mecanico
Revisar fuga , de ser pequeña sellarlo (soldarlo), esto siempre y cuando este vacio y limpio el tanque.	Soldadura	Maquina de soldar , esmeril	1 ves al mes	120 min	1	Mecanico
Revisar y probar estado de los frenos	Shell Helix 5w30		1 ves a la semana	60 min	1	Mecanico
Cambio de mangueras defectuosas	Tuberias, mangueras	Desarmador plano, alicate	1 ves a la semana	120 min	1	Mecanico
Revisar las fugas o realizar el cambio.	Manguera		1 ves a la semana	120 min	1	Mecanico

Nota. Elaboración propia

4.17. Cronograma de mantenimiento

Figura 69

Cronograma de Mantenimiento del Isuzu - Mitsubishi – RCM

CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ISUZU - MITSUBISHI						
<input type="checkbox"/> Inspeccion / Cambio	PLACA	1 KILOMETRO = 1000 METROS				KILOMETRAJE
	V0T805					
REPUESTOS Y SERVICIOS	CODIGO	FRECUENCIA				
		5000 km	20000 km	35000 km	50000 km	65000 km
ELECTRICO						
Revisar alternador	SEL -ALT	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Revisar direccionales	SEL - DRC	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verificar estado de terminales, cables, limpieza y engrase	SEL -TEL	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Revisar estado de fusibles	SEL -F	SEMANAL				
Revisar estado de baterias	SEL - B	SEMANAL				
NEUMATICOS						
Revisar estado de las llantas (neumaticos)	NEU	DIARIO				
Revisar los pernos o tuercas de ruedas, engrase.	NEU	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Revisar el rodamiento	NEU -RDR	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verificar el alineamiento	NEU - ALI	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SUSPENSION						
Revisar estado de soportes	D - SI-SS/SST-SS-SI	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Revisar estado de muelles	SSD-ML/SST-ML	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Inspeccion de bujes	SST-B	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Verificar estado de amortiguadores	SST-AM	CADA 2 SEMANAS				
TRANSMISION						
Sustituir el filtro de transmision	STC -FT	CADA 2 SEMANAS				
Cambio de aceite de transmision	STA-AT	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Revisar engranajes	STC - EN	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Revisar estado del embrague de disco	STE - DI	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
DIRECCION						
Revisar nivel de fluidos	SDC	DIARIO				
Cambiar filtro	SDC	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Revisar eje de direccion	SDC - ED	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
FRENOS						
Revisar el regulador de presion	SFR - RP	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Revisar compresor de aire	SFR - CA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Revisar efecto de freno	SFR	DIARIO				
Verificar juego de pedal	SFR	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Revisar freno tambor	SFR - FT	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
COMBUSTIBLE						
Verificar estado del tanque de combustifile(fugas)	SCB - TC	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Verificar estado de inyectores de combustibles	SCB - IC	DIARIO				
Cambiar filtro de combustible	SCB - FC	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
HIDRAULICO						
Verificar estado de la bomba hidraulica	SHD - BH	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Revisar estado de valvulas	SHD - VL	DIARIO				
Cambio de filtro	SHD - FL	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Nota. Elaboración propia

Como se observa el cronograma de mantenimiento de las unidades de marca Isuzu y Mitsubishi está dividido de acuerdo a los sistemas de la unidad con su respectivo código, además del mantenimiento correspondiente según el kilometraje de la unidad, sin embargo, se tiene sistemas que requieren de una inspección o revisión de forma diaria, semanal como se observa en el cronograma.

Figura 70

Cronograma de Mantenimiento del (International - Kenworth) - RCM

CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO (INTERNATIONAL - KENWORTH)					
<input type="checkbox"/> Inspeccion / Cambio	PLACA	1 KILOMETRO = 1000 METROS			KILOMETRAJE
	AKI781				436011
REPUESTOS Y SERVICIOS	CODIGO	7500 - 12000 km	15000-24000 km	60000-96000 km	120000-192000 km
ELECTRICO					
Revisar alternador	SEL -ALT	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Revisar direccionales	SEL - DRC	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Verificar estado de terminales, cables, limpieza y engrase	SEL -TEL	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Revisar estado de fusibles	SEL -F	SEMANAL			
Revisar estado de baterias	SEL - B	SEMANAL			
NEUMATICOS					
Revisar estado de las llantas (neumaticos)	NEU	DIARIO			
Revisar los pernos o tuercas de ruedas, engrase.	NEU	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Revisar el rodamiento	NEU -RDR	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verificar el alineamiento	NEU - ALI	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SUSPENSION					
Revisar estado de soportes	SSD - SI-SS/SST-SS-SI	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Revisar estado de muelles	SSD-ML/SST-ML	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inspeccion de bujes	SST-B	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verificar estado de amortiguadores	SST-AM	CADA 2 SEMANAS			
TRANSMISION					
Sustituir el filtro de transmision	STC -FT	CADA 2 SEMANAS			
Cambio de aceite de transmision	STA-AT	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Revisar engranajes	STC - EN	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Revisar estado del embrague de disco	STE - DI	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
DIRECCION					
Revisar nivel de fluidos	SDC	DIARIO			
Cambiar filtro	SDC	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Revisar eje de direccion	SDC - ED	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
FRENOS					
Revisar el regulador de presion	SFR - RP	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Revisar compresor de aire	SFR - CA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Revisar efecto de freno	SFR	DIARIO			
Verificar juego de pedal	SFR	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Revisar freno tambor	SFR - FT	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
COMBUSTIBLE					
Verificar estado del tanque de combustifl(fugas)	SCB - TC	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Verificar estado de inyectores de combustibles	SCB - IC	DIARIO			
Cambiar filtro de combustible	SCB - FC	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
HIDRAULICO					
Verificar estado de la bomba hidraulica	SHD - BH	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Revisar estado de valvulas	SHD - VL	DIARIO			
Cambio de filtro	SHD - FL	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Nota. Elaboración Propia

Se redujo el kilometraje por mantenimiento preventivo en comparación al kilometraje aplicado en la empresa debido a que aparecen las fallas antes de la fecha de realización del mantenimiento, se colocó como prioridad los equipos que requieren constantemente un cambio o mantenimiento debido al trabajo que realiza. En el cronograma de mantenimiento preventivo propuesto se colocaron todos los sistemas de las unidades con sus respectivos códigos, dependiendo de este sistema la revisión será de forma diaria u semanal como se observa en la figura.

CAPITULO V

5. Análisis Económico de la Propuesta de Mantenimiento RCM

Mediante el análisis económico se busca incrementar la confiabilidad, reducción de costos e incremento en la disponibilidad de las unidades, fomentando de esta forma la mejora continua para la optimización de los procesos de la empresa de transporte.

Figura 71

Resumen de Costos Incurridos en la Aplicación del RCM

Costos Incurridos en la Aplicación del RCM	Precio (S/)
Equipos y herramientas para el area de mantenimiento	S/ 5,884.00
Acondicionamiento del almacen	S/ 5,000.00
Capacitacion del Personal	S/ 27,600.00
Costo anual de equipos de oficina	S/ 635.00
Costos anual de repuestos para el mantenimiento externo	S/ 80,611.08
Costos anuales de repuestos del mantenimiento preventivo interno	S/ 33,006.93
Otros materiales	S/ 2,090.00
EPP's	S/ 192.00
Total	S/ 155,019.01

*Nota.*Elaboracion propia

En la figura anterior se muestra el resumen de los costos que se incurrieren en la aplicación del RCM, siendo este un total de 155,019.01 soles.

5.1. Inversión de la Propuesta en el mantenimiento de la RCM

A continuación, se muestra el costo de inversión de la propuesta de mantenimiento RCM, la cual consta de materiales para el mantenimiento, capacitaciones, adquisición de nuevos equipos y servicios de mantenimiento interno - externo.

5.2. Costo anual de la propuesta del mantenimiento preventivo interno - externo

Después de la realización del Plan de Mantenimiento a la empresa de transporte con la finalidad que mejore, se determinó los costos referidos a la implementación que involucrara

los costos de repuestos, mano de obra y tiempo muerto u ocio, y se comparara con el sistema actual.

A continuacion se detalla la lista de repuestos requeridos para la implementacion del RCM , asi como el costo que implica cada uno de ellos según el numero de repuestos.



Figura 72

Repuestos Necesarios para la Aplicación del RCM de forma Anual Interno - Externo

Repuesto	Costo Unitario	Unidad	Cantidad Anual	Subtotal
Cruzeta FK615	S/ 600.00	Unid	6	S/ 3,600.00
Amortiguador (L:150 mm;D:45 mm)	S/ 390.00	Unid	9	S/ 3,510.00
Templador (Inte:18 mm;Ext:70 mm, Dist de Agu: 93 mm)	S/ 350.00	Unid	9	S/ 3,150.00
Disco de freno rodeo 3.2 v6	S/ 250.00	Unid	9	S/ 2,250.00
Luces de Emergencia	S/ 70.00	Unid	9	S/ 630.00
Suple de rueda 4x2"	S/ 250.00	Unid	6	S/ 1,500.00
Abrazadera de tubo de escape 2.5	S/ 19.00	Unid	6	S/ 114.00
Respirador de tanque de combustible BMW	S/ 90.00	Unid	9	S/ 810.00
Valvula de freno M12x1.5 mm.	S/ 380.00	Unid	9	S/ 3,420.00
Bornes de bateria	S/ 250.00	Unid	12	S/ 3,000.00
Soporte de cruzeta	S/ 250.00	Unid	6	S/ 1,500.00
Muelle	S/ 650.00	Unid	6	S/ 3,900.00
Bujes de templador (Di:18.3- De=42.3- Long=80)	S/ 60.00	Unid	9	S/ 540.00
Corta corriente	S/ 180.00	Unid	6	S/ 1,080.00
Llanta RLB 200	S/ 850.00	Unid	18	S/ 15,300.00
Esparrago de rueda M22 x 1.50; M20 x1.50	S/ 50.00	Unid	9	S/ 450.00
Filtro de petroleo 6R20	S/ 125.00	Unid	12	S/ 1,500.00
Correa de termostato 159DW89	S/ 200.00	Unid	6	S/ 1,200.00
Disco de embrague SACHS 160 mm	S/ 250.00	Unid	9	S/ 2,250.00
Corona (44x44x18cm)	S/ 305.00	Unid	6	S/ 1,830.00
Neumatico 295/80R22.5	S/ 925.00	Unid	15	S/ 13,875.00
Filtro raco 500fg2	S/ 87.00	Unid	12	S/ 1,044.00
Filtro de aire FE145 FE180	S/ 150.00	Unid	12	S/ 1,800.00
Filtro de secador 700 Air Dryer	S/ 180.00	Unid	9	S/ 1,620.00
Manguera de aire enrollada de 8' Diametro(1/2")	S/ 70.00	Unid	6	S/ 420.00
Relay de freno BOSCH	S/ 140.00	Unid	12	S/ 1,680.00
Pastilla de freno D1682	S/ 200.00	Unid	12	S/ 2,400.00
Bateria CAMEL 57413L	S/ 180.00	Unid	12	S/ 2,160.00
Bateria SMF 42B19L	S/ 600.00	Unid	12	S/ 7,200.00
Cable de bateria	S/ 200.00	Unid	9	S/ 1,800.00
Correa de calefaccion	S/ 360.00	Unid	6	S/ 2,160.00
Relay de direccional DC12V	S/ 35.00	Unid	9	S/ 315.00
Luces de casquillo 12/24v	S/ 20.00	Unid	12	S/ 240.00
Luz pirata 24 Led 12-36V	S/ 150.00	Unid	9	S/ 1,350.00
Fusible de vidrio 250 V-5x20mm	S/ 5.00	Unid	15	S/ 75.00
Fusible electrico 7.5A	S/ 5.00	Unid	15	S/ 75.00
Hidrolina (Balde ATF DEXRON II)	S/ 120.00	Unid	3	S/ 360.00
Refrigerante (Galon)	S/ 50.00	Gal	9	S/ 450.00
Limpieza de tornameza	S/ 20.00	Unid	6	S/ 120.00
Engrase de templador de correa	S/ 360.00	Unid	3	S/ 1,080.00
Galon de aceite MX 15W-40 4L	S/ 306.00	Gal	6	S/ 1,836.00
Grasa H-2(Roja)	S/ 300.00	Bald	3	S/ 900.00
Faro direccional P43t	S/ 200.00	Unid	3	S/ 600.00
Goma de carrete TFR	S/ 80.00	Unid	9	S/ 720.00
Plumilla	S/ 35.00	Unid	9	S/ 315.00

*Nota.*Elaboracion propia

La lista de los repuestos que se muestran en la figura, son necesarios para los mantenimientos internos y externos, estos son de acuerdo al tipo de falla que presenten las unidades, al igual que el número de repuestos que conlleva a un monto de inversión.

Los costos del mantenimiento preventivo externos están conformados por el precio del repuesto y la mano de obra estimada ya que esta se cotizará en su debido momento.

A continuación, se observa los costos anuales del mantenimiento preventivo externo.



Figura 73*Costos Anuales de Repuestos Propuestos para el Mantenimiento Externo*

Costos anual de repuestos para el mantenimiento externo							
Descripcion del Repuesto	Unid	Cantidad Anual	Precio unitario del Repuesto	Costo anual de los repuestos	Costo Mano de Obra Aproximado por cada servicio	Costo anual de la mano de obra	Costo Total
Cruzeta FK615	Unid	6	S/ 600.00	S/ 3,600.00	S/ 100.00	S/ 600.00	S/ 4,200.00
Amortiguador (L:150 mm;D:45 mm)	Unid	9	S/ 390.00	S/ 3,510.00	S/ 80.00	S/ 720.00	S/ 4,230.00
Templador (Inte:18 mm;Ext:70 mm, Dist de Agu: 93 mr	Unid	9	S/ 350.00	S/ 3,150.00	S/ 130.00	S/ 1,170.00	S/ 4,320.00
Disco de freno rodeo 3.2 v6	Unid	9	S/ 250.00	S/ 2,250.00	S/ 80.00	S/ 720.00	S/ 2,970.00
Luces de Emergencia	Unid	9	S/ 70.00	S/ 630.00	S/ 120.00	S/ 1,080.00	S/ 1,710.00
Suple de rueda 4x2"	Unid	6	S/ 250.00	S/ 1,500.00	S/ 130.00	S/ 780.00	S/ 2,280.00
Abrazadera de tubo de escape 2.5	Unid	6	S/ 19.00	S/ 114.00	S/ 100.00	S/ 600.00	S/ 714.00
Respirador de tanque de combustible BMW	Unid	9	S/ 90.00	S/ 810.00	S/ 60.00	S/ 540.00	S/ 1,350.00
Valvula de freno M12x1.5 mm.	Unid	9	S/ 380.00	S/ 3,420.00	S/ 250.00	S/ 2,250.00	S/ 5,670.00
Bornes de bateria	Unid	12	S/ 250.00	S/ 3,000.00	S/ 110.00	S/ 1,320.00	S/ 4,320.00
Soporte de cruzeta	Unid	6	S/ 250.00	S/ 1,500.00	S/ 60.00	S/ 360.00	S/ 1,860.00
Muelle	Unid	6	S/ 650.00	S/ 3,900.00	S/ 70.00	S/ 420.00	S/ 4,320.00
Bujes de templador (Di:18.3- De=42.3- Long=80)	Unid	9	S/ 60.00	S/ 540.00	S/ 90.00	S/ 810.00	S/ 1,350.00
Corta corriente	Unid	6	S/ 180.00	S/ 1,080.00	S/ 45.00	S/ 270.00	S/ 1,350.00
Llanta RLB 200	Unid	18	S/ 850.00	S/ 15,300.00	S/ 35.00	S/ 630.00	S/ 15,930.00
Esparrago de rueda M22 x 1.50; M20 x1.50	Unid	9	S/ 50.00	S/ 450.00	S/ 25.00	S/ 225.00	S/ 675.00
Filtro de petroleo 6R20	Unid	12	S/ 125.00	S/ 1,500.00	S/ 16.84	S/ 202.08	S/ 1,702.08
Correa de termostato 159DW89	Unid	6	S/ 200.00	S/ 1,200.00	S/ 110.00	S/ 660.00	S/ 1,860.00
Disco de embrague SACHS 160 mm	Unid	9	S/ 250.00	S/ 2,250.00	S/ 90.00	S/ 810.00	S/ 3,060.00
Corona (44x44x18cm)	Unid	6	S/ 305.00	S/ 1,830.00	S/ 85.00	S/ 510.00	S/ 2,340.00
Neumatico 295/80R22.5	Unid	15	S/ 925.00	S/ 13,875.00	S/ 35.00	S/ 525.00	S/ 14,400.00
Total							S/ 80,611.08

Nota. Elaboración Propia

En la figura anterior se observa los repuestos que más fallas presentan en las diferentes unidades y su respectivo precio para la adquisición de este, al igual que el costo de la mano de obra estimado para la implementación, cambio o mantenimiento.

Figura 74*Costos Anuales de Repuestos Propuestos del Mantenimiento Preventivo Interno*

Costos anuales de repuestos del mantenimiento preventivo interno								
Descripcion del Repuesto	Unid	Cantidad anual	Precio unitario del Repuesto	Precio anual de los repuesto	Tiempo en realizar cada mantenimiento (min)	Costo de la Mano de Obra	Costo anual de la mano de obra	Costo anual
Filtro raco 500fg2	Unid	12	S/ 87.00	S/ 1,044.00	25	S/ 5.919	S/ 71.02	S/ 1,115.02
Filtro de aire FE145 FE180	Unid	12	S/ 150.00	S/ 1,800.00	30	S/ 7.102	S/ 85.23	S/ 1,885.23
Filtro de secador 700 Air Dryer	Unid	9	S/ 180.00	S/ 1,620.00	45	S/ 10.653	S/ 95.88	S/ 1,715.88
Manguera de aire enrollada de 8' Diametro(1/2")	Unid	6	S/ 70.00	S/ 420.00	70	S/ 16.572	S/ 99.43	S/ 519.43
Relay de freno BOSCH	Unid	12	S/ 140.00	S/ 1,680.00	45	S/ 10.653	S/ 127.84	S/ 1,807.84
Pastilla de freno D1682	Unid	12	S/ 200.00	S/ 2,400.00	45	S/ 10.653	S/ 127.84	S/ 2,527.84
Bateria CAMEL 57413L	Unid	12	S/ 180.00	S/ 2,160.00	15	S/ 3.551	S/ 42.61	S/ 2,202.61
Bateria SMF 42B19L	Unid	12	S/ 600.00	S/ 7,200.00	30	S/ 7.102	S/ 85.23	S/ 7,285.23
Cable de bateria	Unid	9	S/ 200.00	S/ 1,800.00	55	S/ 13.021	S/ 117.19	S/ 1,917.19
Correa de calefaccion	Unid	6	S/ 360.00	S/ 2,160.00	55	S/ 13.021	S/ 78.13	S/ 2,238.13
Relay de direccional DC12V	Unid	9	S/ 35.00	S/ 315.00	45	S/ 10.653	S/ 95.88	S/ 410.88
Luces de casquillo 12/24v	Unid	12	S/ 20.00	S/ 240.00	15	S/ 3.551	S/ 42.61	S/ 282.61
Luz pirata 24 Led 12-36V	Unid	9	S/ 150.00	S/ 1,350.00	40	S/ 9.470	S/ 85.23	S/ 1,435.23
Fusible de vidrio 250 V-5x20mm	Unid	15	S/ 5.00	S/ 75.00	40	S/ 9.470	S/ 142.05	S/ 217.05
Fusible electrico 7.5A	Unid	15	S/ 5.00	S/ 75.00	15	S/ 3.551	S/ 53.27	S/ 128.27
Hidrolina (Balde ATF DEXRON II)	Unid	3	S/ 120.00	S/ 360.00	15	S/ 3.551	S/ 10.65	S/ 370.65
Refrigerante (Galon)	Gal	9	S/ 50.00	S/ 450.00	60	S/ 14.205	S/ 127.84	S/ 577.84
Limpieza de tornameza	Unid	6	S/ 20.00	S/ 120.00	30	S/ 7.102	S/ 42.61	S/ 162.61
Engrase de templador de correa	Unid	3	S/ 360.00	S/ 1,080.00	25	S/ 5.919	S/ 17.76	S/ 1,097.76
Galon de aceite MX 15W-40 4L	Gal	6	S/ 306.00	S/ 1,836.00	20	S/ 4.735	S/ 28.41	S/ 1,864.41
Grasa H-2(Roja)	Bald	3	S/ 300.00	S/ 900.00	30	S/ 7.102	S/ 21.31	S/ 921.31
Faro direccional P43t	Unid	3	S/ 200.00	S/ 600.00	25	S/ 5.919	S/ 17.76	S/ 617.76
Goma de carrete TFR	Unid	9	S/ 80.00	S/ 720.00	300	S/ 71.023	S/ 639.20	S/ 1,359.20
Plumilla	Unid	9	S/ 35.00	S/ 315.00	15	S/ 3.551	S/ 31.96	S/ 346.96
Total								S/ 33,006.93

Nota. Elaboración Propia

En la figura anterior se observa los repuestos usados para el mantenimiento preventivo realizado en el taller o interno de la empresa por el personal de mantenimiento , de la misma forma se tiene el numero de repuestos adquiridos y se muestra el costo de la mano de obra por minuto invertido en la realizacion del mantenimiento.El cronograma de compra de los mantenimientos se pueden observar en el anexo 53.

5.3. Costos de inversión para Equipos y Herramientas al area de mantenimiento

Para poder realizar un trabajo mas eficiente y optimo es necesario adicionar equipos que ayuden a reducir los tiempos de mantenimiento como una gata neumatica que permite la elevacion de cargas de forma segura y eficiente , pistola de impacto que permite aflojar los pernos o tuercas, la caja de dados, carro de herramientas, scanner para vehiculos que facilita el diagnostico de fallas electricas y una impresora.

A continuacion se se muestra los equipos y herramientas para el area de mantenimiento.

Figura 75

Equipos y Herramientas Propuestas para el Área de Mantenimiento

Equipos y Herramientas para el area de mantenimiento	Precio en S/
Gata neumatica	S/ 675.00
Impresora	S/ 620.00
Pistola de impacto	S/ 980.00
Caja de dados	S/ 209.00
Carro de Herramientas	S/ 1,800.00
Un scanner para vehiculos	S/ 1,600.00
Total	S/ 5,884.00

*Nota.*Elaboracion propia

A continuacion se muestran otros materiales que se adicionaran al area de mantenimiento , facilitando estos equipos en los diferentes trabajos del area .En la figura anterior no se coloco el proyector multimedia , al igual que la laptop ya que la empresa cuenta con estos equipos a libre disposicion del personal que lo requiera.

Para lograr un mejor ambiente destinado al area de mantenimiento se acondicionara un container de 40 pies que la empresa en estudio tenia con anterioridad , este sera requerido para el almacenamiento de las herramientas y oficina del area de mantenimiento .Para ello se estimo un costo de S/ 5000.00 para el pintado, compra de paredes falsas para la division del mismo.

Figura 76

Materiales Adicionales para el Área de Mantenimiento

Otros materiales	Unidad	Precio	Cantidad	Costo Total
Cinta aislante	Unidad	S/ 7.70	15	S/ 115.50
Base de pintura	Unidad	S/ 180.00	9	S/ 1,620.00
Soldadura	Kilo	S/ 8.00	10	S/ 80.00
Disco de corte	Unidad	S/ 6.00	12	S/ 72.00
Lijar	Unidad	S/ 2.50	15	S/ 37.50
Bolanda 3/8"	Ciento	S/ 35.00	3	S/ 105.00
Tuercas hexagonal 1/4"	Docena	S/ 3.00	20	S/ 60.00
Total				S/ 2,090.00

*Nota.*Elaboracion propia

En la figura se muestra el costo anual de los materiales adicionales , como son las tuercas , bolandas,soldadura que son las herramientas mas solicitadas por el personal.

Acontinuacion se tiene Epp's asignados al area de mantenimiento.

Figura 77*Costo Anuales de los Epp's Asignados al Área de Mantenimiento*

EPP'S	Unidad	Precio	Cantidad	Costo Total
Guantes de seguridad	Par	S/ 8.00	12	S/ 96.00
Lentes claros y oscuros	Unidad	S/ 6.00	12	S/ 72.00
Tapon de oidos	Unidad	S/ 2.00	12	S/ 24.00
Total				S/ 192.00

*Nota.*Elaboracion Propia

En la figura anterior se muestra los Epp's destinados al area de mantenimiento de forma anual , estos ayudaran a garantizar la seguridad del personal.

5.4. Costo de inversión de Capacitacion del Personal:

Se capacita al personal de mantenimiento y conductores sobre los pasos y procedimiento de diversos temas , para ello se realiza la contratacion del especialista en RCM que tocara diferentes puntos , como se muestra a continuacion.

Figura 78*Cronograma de Capacitaciones Propuestas*

Temas	Fecha	Duracion	Dirigido a:
Mecanica Basica	4/01/2025	60 min	Personal de Mantenimiento y Conductores
Análisis de causa raíz	7/01/2025	45 min	Personal de Mantenimiento y Conductores
Orden y limpieza	11/01/2025	45 min	Personal de Mantenimiento y Conductores
Análisis de vibraciones	14/01/2025	45 min	Personal de Mantenimiento y Conductores
Gestión de la lubricación en vehiculos	18/01/2025	45 min	Personal de Mantenimiento y Conductores
Monitoreo y diagnostico del estado del equipo	21/01/2025	60 min	Personal de Mantenimiento y Conductores
Análisis de causa raíz y análisis de modos y	25/01/2025	90 min	Personal de Mantenimiento y Conductores
Tecnicas de mantenimiento preventivo	28/01/2025	60 min	Personal de Mantenimiento y Conductores

*Nota.*Elaboracion propia

Para la realización de la capacitación se contrara un personal externo “Planner de Mantenimiento” durante el periodo de 12 meses , en este periodo se evaluara , analizara y modificara si es requerido el cronograma y plan de mantenimiento con apoyo del personal.El ingreso mensual del Planner de mantenimiento es de S/2300.00, siendo un total de S/ 27600.00 al año , en este se encuentra incluido la alimentacion y pasajes.El Planner de mantenimiento se hara cargo de las capacitaciones según los temas detallados en el cronograma , este dirigido al personal de mantenimiento y operaciones.Siendo de forma presencial e asincronico, Sin embargo el plan de mantenimiento sera elaborado de forma conjunta por el area el de mantenimiento y con apoyo de los conductores.

% de trabajadores capacitados en el área de mantenimiento

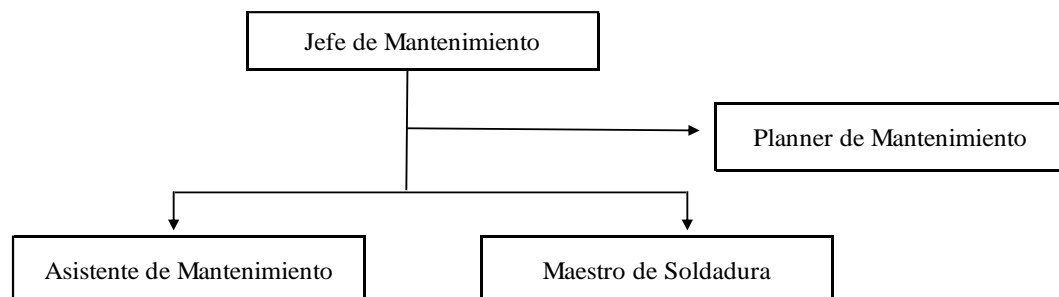
$$= \frac{\text{Nº de trabajadores capacitados}}{\text{Total de trabajadores}} \times 100$$

$$\% TCM = \frac{61}{61} \times 100 = 100$$

Todo el personal recibio la capacitacion ya sea de forma presencial o asincronico.

Figura 79

Personal de Mantenimiento Propuesto



Nota.Elaboracion Propia

El planner de mantenimiento sera parte del area de mantenimiento.

5.5. Costo anual de materiales de oficina

Acontinuacion se detalla los costos anuales para la implementacion del plan de mantenimiento a la empresa de transporte.

Figura 80

Costos Totales Anuales de los Equipos de Oficina

Herramienta	Precio	Unidad	Cantidad	Subtotal
Archivador para los registros de mantenimiento.	S/ 15.00	Unidad	10	S/ 150.00
Implementos de oficina (lapiceros, engrapadoras, cartuchos para la impresora).				S/ 350.00
Implementos de oficina (hojas).	S/ 13.50		10	S/ 135.00
Total				S/ 635.00

*Nota.*Elaboracion propia

En la figura anterior se muestra los costos anuales que conforman la implementacion de los equipos de la oficina como son los archivadores,lapiceros, engrapadoras, cartuchos de impresora y hojas boon .

5.6. Costos incurridos en el sistema actual -Mantenimiento correctivo

A continuación, se muestran las pérdidas económicas incurridas en los mantenimientos correctivos, estos debido a no aplicar un correcto mantenimiento preventivo a las unidades.

Figura 81

Costos Incurridos en el Mantenimiento Correctivo

Año	Mes	Costos de material/repuestos	
2021	May	S/ 5,788.30	
	Jun	S/ 21,003.24	
	Jul	S/ 7,051.49	
	Ago	S/ 8,173.06	
	Set	S/ 10,230.00	
	Oct	S/ 13,396.19	
	Nov	S/ 5,218.81	
	Dic	S/ 1,909.09	
	2022	Ene	S/ 1,780.00
		Feb	S/ 2,157.65
Mar		S/ 20,535.00	
Abr		S/ 7,462.96	
Total (Soles)		S/ 104,705.79	
Mano de obra interno - externo		S/ 34,668.91	

Nota. Elaboración propia

En la figura anterior se muestra los costos incurridos al mantenimiento correctivo siendo S/104,705.79 los costos de los repuestos y un total de S/34,668.91 los costos de la mano de obra tanto del personal externo, y del personal de mantenimiento interno.

A continuación, se observa los costos que incurren las paradas.

Figura 82*Costos de Parada no Programadas que se Incurre por Marca*

Marca	Placa	Punto A	Punto B	Horas	Costo
Freightliner	AEU754	Joya	TQPL	5h,17 min	S/ 3,800.00
	AEU754	Arequipa	Moquegua	3 h,25 min	S/ 3,400.00
	AEU754	Arequipa	Cerro	80 min	S/ 1,100.00
International	V4M821	Lima	BB	33 h,min	S/ 18,000.00
	V4M821	Lima	CJN	19h ,17 min	S/ 6,897.00
Isuzu	V0C703	Lima	BB	33 h	S/ 11,431.00
	V0C703	Lima	BB	33 h	S/ 11,431.00
	V8X722	TQPL	Moquegua	1 h, 45 min	S/ 2,500.00
	V8X722	TQPL	Moquegua	1h ,45 min	S/ 2,500.00
	V0C703	Lima	CJN	14 h , 30 min	S/ 5,539.00
	V0C792	TQPL	La joya	5h ,20 min	S/ 3,200.00
	V4F795	Lima	BB	33 h:18 min	S/ 18,006.00
Kenworth	F8W814	La joya	Lima	5 h ,36 min	S/ 6,337.00
	V4F795	TQPL	La joya	5 h	S/ 4,500.00
	V5C834	Lima	BB	21 h	S/ 15,606.00
Mack	V5C834	Lima	BB	21 h	S/ 15,606.00
	V5C834	Lima	BB	21 h	S/ 15,606.00
Mercedez Benz	AXT875	Arequipa	CJN	4h , 30 min	S/ 3,200.00
	F4E717	Cerro	CJN	4 h, 22 min	S/ 3,500.00
Mitsubishi 15.41	ANH771	La joya	CJN	4h,30 min	S/ 3,000.00
	ANH771	La joya	CJN	4h,30 min	S/ 3,000.00
	ANH771	La joya	CJN	4h,30 min	S/ 3,000.00
Nissan 10.91	F9D740	Ant	CJN	4h ,40 min	S/ 5,200.00
	F9D740	Ant	CJN	4h ,40 min	S/ 5,200.00
Toyota 1.25	VAH904	Mov.interno		1h:30 min	S.210.00
Volvo 2.58	ANP808	Mov.interno		2h,30 min	S.1,000.00
TOTAL SUMA					S/ 141,557.00

Nota. Adaptado de la empresa en estudio

Los costos por parada son en base al tiempo muerto en el que se realizó el mantenimiento correctivo – horas, sin embargo, en este tiempo invertido se pudo realizar servicios del punto A hacia el punto B de esta forma generaría ingresos, sin embargo, se generó costos o pérdidas de los servicios, siendo este monto 141,557.00 soles.

A Continuación, se muestra los minutos – horas de cada tipo de marca invertidos en las reparaciones – mantenimiento, adicionalmente se tiene el costo por parada de cada marca que representa los ingresos que se pudieron percibir por servicios, pero fueron invertidos para la reparación o mantenimiento correctivo de las unidades.

Figura 83

Costos de Parada por Marca Según el Tiempo

Accion	Isuzu	Kenworth	International	Mack	Nissan	Mitsubishi	Freightliner	Mercedes Benz	Volvo	Toyota	Total general
Cambio	2480	2100	1415	1215	850	845	550	330	125	60	9970
Engrase	120	180			15	15					330
Implementacion	37		130				5	65		15	252
Incremento	15										15
Mantenimiento	2640	240	1440		30	65		120	30		4565
Reparacion		40									40
Total , general (min)	5292	2560	2985	1215	895	925	555	515	155	75	15172
Tiempo (Horas)	88.20	42.67	49.75	20.25	14.92	15.42	9.25	8.58	2.58	1.25	252.87
Costo por parada	S/ 36,601.00	S/ 28,843.00	S/ 24,897.00	S/ 15,606.00	S/ 10,400.00	S/ 9,000.00	S/ 8,300.00	S/ 6,700.00	S.1,000.00	S.210.00	S/ 141,557

Nota. Adaptado de la empresa en estudio

Se muestra el costo por parada de cada marca según el tiempo invertido en la reparación, siendo la marca Isuzu el que representa un costo elevado de parada por mantenimiento con S/36,601.00 soles, seguido del Kenworth con un monto de S/28,843.00 y el International con S/24,897.00.

El costo por parada es en base a los ingresos que se pudieron percibir por servicios realizados del periodo Mayo 2021 - Abril 2022, sin embargo, no se pudo realizar debido a los eventos disruptivos que interrumpieron la operación. El costo de mano de obra por maquina parada resulta de la multiplicación del total de horas en que la unidad se encontraba parada que es de 252.87 horas, por los soles por hora de la mano de obra del conductor general, como se muestra a continuación:

Conductor General sueldo mensual: S/. 2000.00

Horas laboradas al Mes: 210 horas (Régimen 21*7, laboran 12 horas/días, de las cuales se resta 2 horas al día que corresponde al desayuno y almuerzo)

- 10 horas/día x 21 días/mes =210 horas/mes
- Horas semanales 10 horas/día x 7 día/semana =70 horas/semanal
- Ingreso por hora 2000 soles/mes entre 210 horas/mes = 9.52 soles/hora
- Tiempo de maquina parada 252.87 horas x 9.52 soles/hora = 2408.25 soles.

El costo por parada correspondiente al conductor es un total de 252.87 horas, siendo este en soles un monto de S/. 2408.25, periodo de espera de la reparación de la unidad.

Mediante la figura anterior se obtiene el costo promedio por hora mediante la división del costo total por parada entre el tiempo total en (horas), como se muestra a continuación:

$$a) \text{ Costo promedio por hora} = \frac{\text{Costo por parada}}{\text{tiempo (Horas)}}$$

$$\text{Costo promedio por hora} = \frac{141,557 \text{ soles}}{252.87 \text{ hora}}$$

Costo promedio por hora = 559.81 soles/hora

$$b) \text{ Costo por minuto} = \frac{\text{Costo promedio por hora}}{60}$$

$$\text{Costo por minuto} = \frac{559.81 \text{ soles}}{60 \text{ minutos}}$$

Costo por minuto = 9.33 soles/minuto

A continuación, se muestra el resumen de los costos incurridos en el mantenimiento correctivo.

Figura 84

Resumen de Costos Incurridos en el Sistema Actual

Costos Incurridos en el Sistema Actual	
Costos de materiales - repuestos	S/ 104,705.79
Mano de obra propio y terceros	S/ 34,668.91
Costo de Mano de Obra por maquina parada	S/ 2,408.25
Costo por paradas según la marca	S/ 141,557.00
Total	S/ 283,339.95

Nota. Elaboración propia

En la figura anterior se muestra los costos incurridos en el sistema actual del mantenimiento correctivo de la empresa en estudio.

5.7. Beneficios de la propuesta

Por medio de la propuesta de implementación del RCM se reducirá los tiempos y costos, siendo beneficioso a corto y largo plazo.

A continuación, se observa el tiempo de parada Correctivo periodo Mayo 2024 - Abril 2025.

Figura 85

Tiempo de Parada del Mantenimiento Correctivo Mayo 2024 - Abril 2025 (Tiempo de Incidencia de Parada) (Número de Paradas 44)

Maquina	May-24	Jun-24	Jul-24	Ago-24	Set-24	Oct-24	Nov-24	Dic-24	Ene-25	Feb-25	Mar-25	Abr-25	Total
Freightliner	0	0	40	0	0	0	0	0	90	0	0	0	130
International	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	40	0	60
Isuzu	0	20	45	0	40	90	0	60	0	0	20	60	335
Kenworth	0	0	35	30	0	0	0	0	0	0	0	0	65
Mack	0	0	90	0	0	0	45	0	0	90	0	0	225
Merceda Benz	0	40	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	70
Mitsubishi	0	0	0	0	0	0	60	0	0	0	0	0	60
Nissan	0	0	0	0	120	0	0	0	0	0	0	0	120
Toyota	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Volvo	0	0	0	0	0	0	0	0	120	0	0	0	120
Total tiempo de parada (min)	0	60	210	30	160	120	125	60	210	90	60	60	1185

Nota. Elaboración propia

En la tabla anterior se muestra los tiempos correctivos que se realizaran a las unidades, siendo 1185 minutos respectivamente que en comparación al periodo Mayo 2021- Abril 2022 fue de 15962, se tiene una diferencia de 14777 min que en horas resulta 246 horas con 28 minutos menos, el cual muestra ser beneficioso para la empresa.

A continuación, se observa el tiempo de parada del mantenimiento preventivo Mayo 2024 – Abril 2025.

Figura 86

Tiempo de Parada del Mantenimiento Preventivo Mayo 2024 - Abril 2025 (Número de Paradas 75)

Maquina	May-24	Jun-24	Jul-24	Ago-24	Set-24	Oct-24	Nov-24	Dic-24	Ene-25	Feb-25	Mar-25	Abr-25	Total
Freightliner	0	90	90	0	40	0	0	30	90	120	0	30	490
International	70	120	70	45	90	60	45	0	50	70	120	45	785
Isuzu	150	120	240	180	0	120	0	120	0	90	45	80	1145
Kenworth	85	120	0	75	90	20	0	30	0	180	0	220	820
Mack	240	50	0	30	45	0	0	90	120	90	0	30	695
Mercedes Benz	45	90	30	0	0	0	90	40	0	120	45	45	505
Mitsubishi	0	30	0	90	80	0	45	0	0	30	0	45	320
Nissan	40	0	60	80	0	90	0	90	0	150	0	90	600
Toyota	45	0	80	0	90	0	0	0	180	90	0	45	530
Volvo	110	45	0	0	45	0	35	90	90	60	0	30	505
Total tiempo de parada (min)	785	665	570	500	480	290	215	490	530	1000	210	660	6395

Nota. Elaboración propia

El tiempo empleado para el mantenimiento preventivo corresponde a 6395 minutos, que en comparación al mantenimiento preventivo del periodo Mayo 2021 – Abril 2022 que fue de 5640 min, se tiene un incremento de 755 minutos, esto debido a los mantenimientos preventivos que se programaron.

A continuación, se observa el tiempo de parada del mantenimiento preventivo - correctivo del periodo Mayo 2024 – Abril 2025.

Figura 87

Minutos de Paradas del Mantenimiento Preventivo - Correctivo Periodo Mayo 2024 - Abril 2025 (Número de Paradas 119)

Maquina	May-24	Jun-24	Jul-24	Ago-24	Set-24	Oct-24	Nov-24	Dic-24	Ene-25	Feb-25	Mar-25	Abr-25	Total
Freightliner	0	90	130	0	40	0	0	30	180	120	0	30	620
International	70	120	70	45	90	60	65	0	50	70	160	45	845
Isuzu	150	140	285	180	40	210	0	180	0	90	65	140	1480
Kenworth	85	120	35	105	90	20	0	30	0	180	0	220	885
Mack	240	50	90	30	45	0	45	90	120	180	0	30	920
Mercedes Benz	45	130	30	0	0	30	90	40	0	120	45	45	575
Mitsubishi	0	30	0	90	80	0	105	0	0	30	0	45	380
Nissan	40	0	60	80	120	90	0	90	0	150	0	90	720
Toyota	45	0	80	0	90	0	0	0	180	90	0	45	530
Volvo	110	45	0	0	45	0	35	90	210	60	0	30	625
Total tiempo de parada (min)	785	725	780	530	640	410	340	550	740	1090	270	720	7580

Nota. Elaboración propia

Se muestra los tiempos invertidos en los mantenimientos preventivos – correctivos, siendo este de 7580 minutos que en horas representa 126 horas con 33 minutos, este valor se diferencia en 14022 minutos menos que se empleó en la realización de los mantenimientos correspondiente al periodo Mayo 2021 - Abril 2022.

$$C : Ttt - Ttp / Tip$$

Ttt (Tiempo total de trabajo): 175200 min

Ttp (Tiempo total de parada): 7580 min

Tip (Tiempo de incidencia de parada): 1185 min

C: 141.45

Los datos correspondientes al Tiempo total de trabajo (Ttt), resultan de la siguiente forma: 365 días x 8 horas/día x 60 min = 175200 min.

Al incrementarse la confiabilidad, significa que las unidades tendrán un mejor rendimiento y los sistemas de las unidades no presentarán fallas en ruta.

$$MTBF = \frac{\text{Tiempo Total de Operación}}{\text{Número de Fallas}}$$

A continuación, se observa el Tiempo medio de buen funcionamiento (MTBF) correspondiente a los periodos Mayo 2021- Abril 2022 y Mayo 2024 – Abril 2025.

Figura 88

*Cuadro Comparativo del Tiempo Medio de Buen Funcionamiento Mayo 2021 - Abril 2022;
Mayo 2024 - Abril 2025*

	2021	2024
T.T.Operacion (min)	153598	167620
N° Fallas	126	75
MTBF (min)	1219.03	2234.93

Nota. Elaboración propia

En la figura se muestra que el tiempo medio de buen funcionamiento se incrementó en comparación al periodo anterior en 1015.90 minutos, significa que los sistemas de las unidades presentaran menores problemas lo que permitirá la realización de un mayor número de servicios y disminución de perdidas.

De acuerdo a la anterior formula se consideró el número de fallas como el número de mantenimientos preventivos realizados al año a las unidades, siendo este 75, y el T.T. Operación resulta de la resta del Tiempo total de trabajo (365 x 8 x 60) = 175200 menos el tiempo invertido en el mantenimiento preventivo – correctivo (Figura 87), como se muestra a continuación:

Ttt: 175200 min

T. T. Operación : Ttt – Ttr

Ttr: 7580 min

175200 – 7580: 167620 min

A continuación, se observa el tiempo medio total de reparación de falla.

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo Total de Reparación}}{\text{Número de Fallas}}$$

Figura 89

*Tiempo Medio Total de Reparación de Falla Periodo Mayo 2021 - Abril 2022 y Mayo 2024 -
Abril 2025*

	2021	2024
T.T. Reparación (min)	21602	7580
N° Fallas	126	75
MTTR (min)	171.44	101.07
Mantenibilidad	1.35	6.40

Nota. Elaboración propia

En la figura se muestra que el MTTR es de 101.07 minutos, este se disminuyó en comparación al periodo anterior en 70.37 minutos, esto significa que los tiempos de reparación de fallas disminuyen debido al mantenimiento predictivo realizado, lo que permite una mayor disponibilidad de las unidades. El T.T. Reparación corresponde al tiempo correspondiente en la realización del mantenimiento preventivo – correctivo (Figura 87). La mantenibilidad resulta del Tiempo Total de Reparación entre el Tiempo de Incidencia de Parada, siendo este mayor al periodo 2021, lo que significa que incrementa el periodo de conservación del componente o equipo.

A continuación, se detalla la disponibilidad de las unidades, donde:

$$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

MTBF: Tiempo medio de buen funcionamiento (Ver Figura 88)

MTTR: Tiempo medio total de reparación de falla (Ver Figura 89)

D: Disponibilidad

Figura 90

Disponibilidad de Unidades Mayo 2021 - Abril 2022 y Mayo 2024 - Abril 2025

	2021	2024
MTBF	1219.03	2234.93
MTTR	171.44	101.07
Disponibilidad (D)	88%	96%

Nota. Elaboración propia

Se muestra en la figura anterior que la disponibilidad se incrementó, lo que significa que las unidades funcionaron de manera adecuada, sin la aparición de eventos disruptivos durante un mayor tiempo.

A continuación, se observa el cuadro comparativo de los indicadores.

5.8. Comparación de Indicadores

Figura 91

Comparación de Indicadores Mayo 2021 - Abril 2022 y Mayo 2024 - Abril 2025

	2021	2024
Ttt (min)	175200	175200
Ttp (min)	21602	7580
Tip (min)	15962	1185
C	9.62	141.45

Nota. Elaboración propia

En la figura se muestra la comparación de los indicadores para el RCM, donde los indicadores disminuyeron al aplicar el plan de mantenimiento, siendo este beneficioso para la empresa en los costos – tiempos, obteniendo una mayor confiabilidad en las unidades.

El tiempo total de parada del periodo Mayo 2024 -Abril 2025 conlleva costos que resultan de la multiplicación del Ttp * Costo de parada por minuto

$$c) \quad x = Ttp * \text{Costo por minuto}$$

$$x = 7580 \text{ min} * 9.33 \text{ soles/min}$$

$$x = 70,721.40 \text{ soles}$$

d) *Ahorro* = Costos Incurridos en el Sist. actual –
Costos Incurridos en la aplicación de RCM

$$\textit{Ahorro} = 283,339.95 \text{ soles} - 155,019.01 \text{ soles}$$

$$\textit{Ahorro} = 128,320.94 \text{ soles}$$

5.9. Análisis de Beneficio-Costo (B/C)

Se detallará si es económicamente viable la propuesta, por medio de los beneficios y costos que nos permitirá tomar mejores decisiones.

A continuación, se muestra el Beneficio / Costo de la propuesta

$$B/C = \frac{S/70,721.40 + S/128,320.94}{S/155,019.01}$$

$$B/C = \frac{S/199,042.34}{S/155,019.01}$$

$$B/C = 1.28$$

El costo de la propuesta resulta de la suma de todos los costos incurridos en la aplicación del RCM, donde por cada sol invertido se obtiene un beneficio de S/ 1.28, dado que el resultado es mayor a 1, este se considera viable.

Como se puede observar la relación del beneficio – costo es mayor a uno, lo que significa que económicamente es aceptable y se recomienda aplicar la propuesta de mejora,

este se verá reflejado en los costos invertidos en el mantenimiento de las unidades y disponibilidad.

La diferencia entre el beneficio – costo permitirá un ahorro de S/ 128,320.94, si se continúa aplicando el RCM se logrará tener un mayor beneficio en la reducción de los costos del área de mantenimiento. El proyecto es viable.

5.10. Indicadores Financieros de Rentabilidad

5.10.1. Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR)

Para el cálculo del VAN se tomó el porcentaje de depreciación de los vehículos automotores, siendo 5 años, con una tasa del 12 %.

Figura 92

Valor Actual Neto

Años	0	1	2	3	4	5
	Hoy	2023	2024	2025	2026	2027
Flujo	-155,019.01	S/ 128,320.94	S/ 128,320.94	S/ 128,320.94	S/ 128,320.94	S/ 128,320.94
VAN	S/ 307,549.27					

Nota. Elaboración propia

En la figura anterior se observa que se usó una tasa del 12 %, este debido a que es un valor equilibrado entre el retorno y riesgo del bien, siendo la inversión de la propuesta 155,019.01 dando un VAN mayor a uno, esto quiere decir que el proyecto es viable, aceptable.

Para el cálculo del TIR se tomó un periodo de 5 años como vida útil de este tipo de bien (vehículos automotores), mediante este se conocerá el tiempo de recuperación de la inversión.

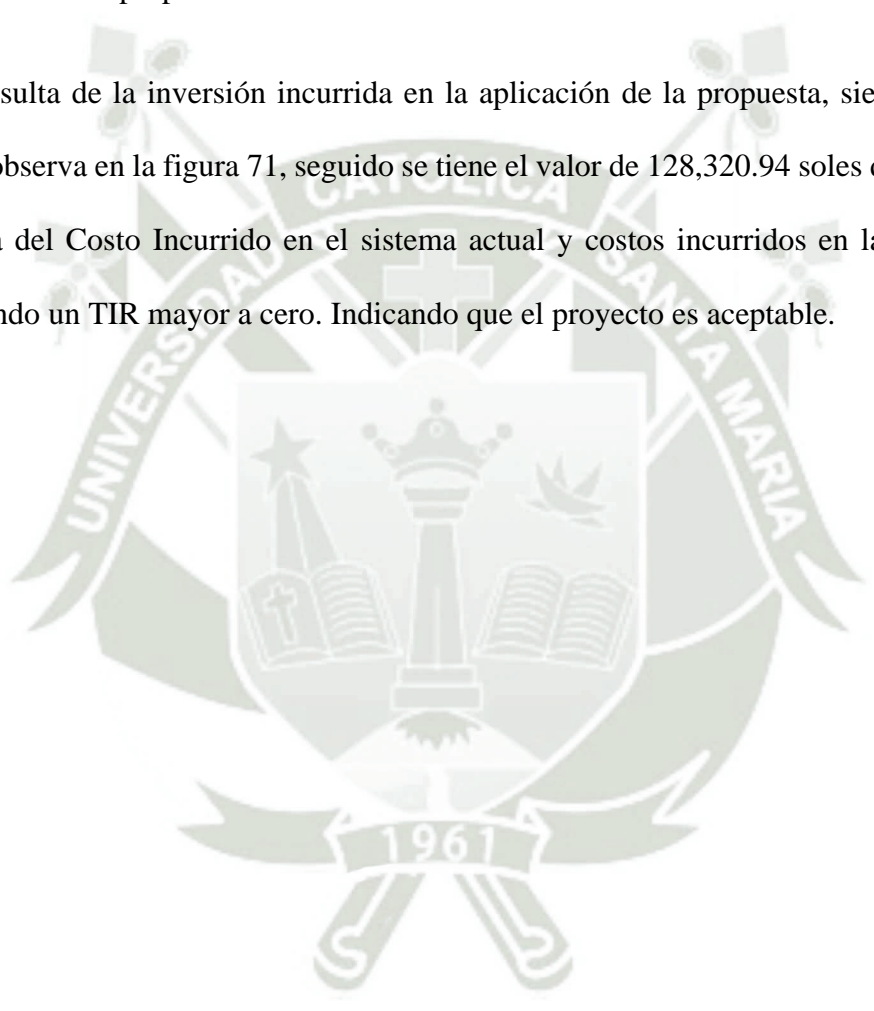
Figura 93

Tasa Interna de Retorno

Años	0	1	2	3	4	5
Flujo	-S/ 155,019.01	S/ 128,320.94	S/ 128,320.94	S/ 128,320.94	S/ 128,320.94	S/ 128,320.94
TIR	78.17%					

Nota. Elaboración propia

La TIR resulta de la inversión incurrida en la aplicación de la propuesta, siendo 155,018.01 como se observa en la figura 71, seguido se tiene el valor de 128,320.94 soles que resulto de la diferencia del Costo Incurrido en el sistema actual y costos incurridos en la aplicación del RCM, dando un TIR mayor a cero. Indicando que el proyecto es aceptable.



CONCLUSIONES

- Primera: Se diseñó un plan de mantenimiento aplicando el RCM para las marcas de las unidades que representan un mayor número de mantenimientos correctivos, obteniendo una disponibilidad del 96%, confiabilidad de 141.45 min por medio de estos se dio un ahorro de S/128,320.94 y reducción en el número de las fallas.

- Segunda: Se identificó las principales marcas que requieren mantenimiento RCM, tales como el Isuzu, Kenworth, International y Mitsubishi debido a que estas presentan diversas fallas o eventos disruptivos, con un costo total de S/ 104,705.79, solo en costos de los repuestos, siendo el costo de la mano de obra interna y externa el monto de S/34,668.91 y un total de S/ 143,965.25 por el costo de la máquina parada.

-Tercera: Se logró elaborar un plan de mantenimiento, al igual que un cronograma de compras de repuestos para realizar los mantenimientos antes de que aparezca la falla, se logró una reducción de costos operativos que incluyen los mantenimientos, reparaciones y revisiones de los vehículos de S/ 283,339.95 a S/155,019.10 el cual permitió un ahorro de S/128,320.94.

- Cuarta: Finalmente en respuesta a la viabilidad económica de la propuesta resultó un VAN de S/307,549.27 y un TIR de 78.17%, lo cual indica que es viable la propuesta de mejora y reducción del Tiempo total de parada en 14022 minutos y reducción del Tiempo de incidencia de parada en 14777 minutos, además de obtener un beneficio/costo de 1.28, el cual muestra la viabilidad de la propuesta.

RECOMENDACIONES

- Primera: Se recomienda el uso de herramientas de análisis que permitan una mejor toma de decisiones para la elaboración del plan de mantenimiento en base al historial de consumo o rotación por medio de la aplicación del Power Bi, que nos permitirá visualizar los movimientos de los repuestos que rotan y los que se mantienen en stock.

- Segunda: Se recomienda renovar la flota antes de que cumpla los años de vida útil (5 años), de esta forma se evitara los mantenimientos rutinarios de las unidades y costos incensarios.

- Tercera: También se recomienda la implementación del IoT que permitirá recopilar los datos por medio de los sensores ya sea de temperatura, humedad, movimiento, presión y proximidad. Estos sensores permitirán transmitir los datos recopilados a la nube almacenándola para después ser procesadas en la toma de decisiones o automatizaciones de los procesos.

- Cuarta: También se recomienda aplicar el uso del software de gestión como el SAP para la automatización de pedidos y alertas en caso se presente un numero bajo de stock, de la misma forma evitar la acumulación de repuestos ya que ocasionaría el incremento de los costos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilar Otero, J., Torres Arcique, R., & Magaña Jimenez, D. (2010). Análisis de modos de falla, efectos y criticidad (AMEF) para la planeación del mantenimiento empleando criterios de riesgo y confiabilidad. *25, 1*, 15-26. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/482/48215094003.pdf>

Abril Rubio, A. (2022). *El contrato de transporte multimodal internacional de mercancías*. Obtenido de [Tesis de doctorado, Universidad Carlos III de Madrid]. Repositorio institucional de la Universidad Carlos III de Madrid.: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=317082>

ANDBANK. (Febrero de 2012). *¿QUÉ ES LA RENTABILIDAD?* Obtenido de ANDBANK Private Bankers: <https://www.andbank.es/observatoriodelinversor/que-es-la-rentabilidad/>

Antón Periche, P. (2022). *Propuesta de implementación de un sistema de gestión de mantenimiento centrado en la confiabilidad en una planta de producción de productos laminados de zinc para reducir costos por mantenimiento*. Obtenido de [Tesis de Titulación, Universidad Tecnológica del Perú]. Repositorio Institucional de la Universidad Tecnológica del Perú.: <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/5893>

Ballesteros, H., Verde, J., Costabel, M., Sangiovanni, R., Dutra, I., Rundie, D., . . . Bazán, L. (2010). ANÁLISIS FODA (FORTALEZAS, OPORTUNIDADES, DEBILIDADES Y AMENAZAS). *Artículos científicos, 5(2)*, 8-17. Obtenido de file:///C:/Users/LENOVO/Downloads/rueadmin,+Gestor_a+de+la+revista,+85-333-1-CE.pdf

Bembibre, C. (Septiembre de 2010). *Definición de Cuantificar*. Obtenido de Significado:

<https://significado.com/cuantificar/>

Campos López, O., Tolentino Eslava, G., Toledo Velázquez, M., & Tolentino Eslava, R. (2019).

Metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) considerando taxonomía de equipos, base de datos y criticidad de efectos. ASIME, 23(1), 51-59.

Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/614/61458265006/61458265006.pdf>

Castillo Serpa, A., Brito Vallina, M., Hourné Calzada, M., & Díaz Concepción, A. (Septiembre

de 2021). Análisis de criticidad de grupos electrógenos de la tecnología fuel oil en Cuba.

Obtenido de ResearchGate: https://www.researchgate.net/figure/FIGURA-1-Modelo-basico-de-criticidad_fig2_262631965

Campos Vera, I. (2018). *Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo centrado en la*

confiabilidad para incrementar la rentabilidad en la Empresa de Transporte Sayvan

E.I.R.L. Obtenido de [Tesis de Titulación, Universidad de Santo Toribio de

Mogrovejo]. Repositorio Institucional de la Universidad Católica Santo Toribio de

Mogrovejo.: <http://hdl.handle.net/20.500.12423/1751>

Campos Vera, I. (2018). [Tesis de Titulación, Universidad Católica Santo Toribio de

Mogrovejo]. Repositorio Institucional de la Universidad Católica Santo Toribio de

Mogrovejo. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12423/1751>

Campos Vera, I. (16 de Julio de 2018). *Diagrama de Decisión RCM*. Obtenido de

https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/1751/1/TL_CamposVeraIllarec.pdf

Cedeño-Millares, R., & González-Velázquez, L. (2020). La gestión del proceso de transporte

de carga para las empresas transportistas. *Ciencias Holguín, 26(1), 43-52*. Obtenido de

<https://www.redalyc.org/journal/1815/181562407004/181562407004.pdf>

COPYRIGHT FINANCIAL CRIME ACADEMY. (Marzo de 2024). *Definición de riesgo: El importante significado del riesgo.* Obtenido de <https://financialcrimeacademy.org/es/definicion-de-riesgo-el-importante-significado-del-riesgo/>

Coursera Staff . (Noviembre de 2023). *¿Qué es la gestión? Definición, tipos, habilidades y carreras.* Obtenido de coursera: <https://www.coursera.org/mx/articles/management>

Editorial Etecé. (Agosto de 2020). *Capacitación.* Obtenido de <https://concepto.de/capacitacion-2/>

Editorial Etecé. (Febrero de 2023). *Confiabilidad.* Obtenido de Concepto: <https://concepto.de/confiabilidad/>

Equipo de Enciclopedia Significados. (Diciembre de 2023). *Control.* Obtenido de <https://www.significados.com/control/>

Editorial Etecé. (Febrero de 2024). *Diagrama de Ishikawa.* Obtenido de Concepto: <https://concepto.de/diagrama-de-ishikawa/>

Equipo de Enciclopedia Significados. (Febrero de 2017). *Significado de Stock.* Obtenido de <https://www.significados.com/stock/>

Estadísticas, G. d. (2024). *Informe del Sector Automotor.* Perú: ASOCIACION AUTOMOTRIZ DEL PERU.

Etecé, E. (Septiembre de 2020). *Costo.* Obtenido de Editorial Etecé: <https://concepto.de/costo/>

Euroclima. (Febrero de 2022). *Buenas prácticas para una distribución urbana eficiente en Arequipa, Perú*. Obtenido de <https://www.euroclima.org/contact-9/noticia-urbano/1578-arequipa-buenas-practicas-transporte-carga-distribucion-urbana>

Fernandez Mozo, J. (2019). *“Análisis del Modo y Efecto de Fallas (AMEF)”*. Obtenido de [Trabajo de Investigación para el grado de bachiller, Universidad Privada del Norte]. Repositorio Institucional de la Universidad Privada del Norte.: <https://hdl.handle.net/11537/22284>

Figueroa Mamani, W. (2020). *Diseño de un Plan de Mantenimiento preventivo para la flota vehicular de una empresa dedicada al rubro transporte*. Obtenido de [Tesis de titulación, Universidad Nacional de san Agustín de Arequipa]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de San Agustín.: <http://hdl.handle.net/20.500.12773/11977>

Flores Arroyo, D. (2020). *Propuesta de mejora al área de mantenimiento para incrementar la rentabilidad de la empresa Green Care del Perú S.A. Callao-2020*. Obtenido de [Tesis de Titulación, Universidad de César Vallejo]. Repositorio Institucional de la Universidad de César Vallejo.: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/29404>

Flores Salas, D., & Urrea Acevedo, D. (2023). *Optimizar la gestión de disponibilidad y planes de mantenimiento de la flota de 20 camiones de transporte articulados modelo MT - 65 EPIROC en la compañía minera Purocobre S.A*. Obtenido de [Tesis de titulación, Universidad de Atacama]. Repositorio Institucional de la Universidad de Atacama.: <https://repositorioacademico.uda.cl/handle/20.500.12740/16853>

Gamarra, G. (Diciembre de 2023). *¿Qué son los recursos humanos? Repasamos conceptos.*

Obtenido de factorial: <https://factorialhr.es/blog/que-son-recursos-humanos-definicion/>

o

Gestión Moderna del Mantenimiento. (2021). *Manual del Ingeniero de Mantenimiento.*

Obtenido de <https://s3.eu-west-2.wasabisys.com/noysi-pro/tkeovvh4l.a21e115851ee49c4a82b963b16983533?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3D%22Manual%20ingeniero%20mantenimiento.pdf%22&response-content-type=application%2Fpdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA2>

Giani, C. (Febrero de 2024). *Diagrama de Ishikawa.* Obtenido de Concepto: <https://concepto.de/diagrama-de-ishikawa/>

Google Maps. (2024). Obtenido de https://www.google.com/maps/@-16.3539909,-71.5803907,16z?entry=tu&g_ep=EgoyMDI0MTIwOS4wIKXMDS0ASAFQAw%3D%3D

Gonzales Larico, V. (2023). *Optimización de costos mediante la mejora de gestión de mantenimiento de la empresa Transmdicas S.R.L. Arequipa 2022.* Obtenido de [Tesis de Titulación, Universidad Católica de Santa María]. Repositorio Institucional de la Universidad Católica de Santa María. <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/13045>

Hernández-Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta.* Ciudad de México: Mc Graw Hill Education

- Huerta Mendoza, R. (2000). *El análisis de criticidad, una metodología para mejorar la confiabilidad operacional. Artículo de investigación científica y tecnológica, III(4), 13-19.* Obtenido de <https://ingenieriamecanica.cujae.edu.cu/index.php/revistaim/article/view/364>
- Huerta Mendoza, R. (2000). El análisis de criticidad, una metodología para mejorar la confiabilidad operacional. *Ingeniería Mecánica, IV(2000), 13-19.* Obtenido de file:///C:/Users/LENOVO/Downloads/admin,+02_2000_04.pdf
- Infraspeak Team. (Marzo de 2024). *Mantenibilidad de los Equipos: qué es y cómo mejorarla.* Obtenido de Infraspeak: <https://blog.infraspeak.com/es/mantenibilidad/>
- Julca Ortega, E. (2022). [Tesis de titulación ,Universidad Tecnologica del Perú].Repositorio Institucional de la Universidad Tecnologica deL Perú. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12867/6627>
- Llorente Jaime, J., & Pareja Pellín, C. (Enero de 2024). *Activo: Qué es, tipos y ejemplos.* Obtenido de Economipedia: <https://economipedia.com/definiciones/activo.html>
- Medina Lozano, R. (2022). *Estrategias de gestión de mantenimiento para mejorar los indicadores de mantenimiento de equipos de transporte de carga terrestre.* Obtenido de [Tesis de Titulación, Universidad San Ignacio de Loyola]. Repositorio Institucional de la Universidad San Ignacio de Loyola.: <https://hdl.handle.net/20.500.14005/12184>
- Mejia Cueva, R. (2017). *Propuesta de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), para mejorar la rentabilidad de la Empresa Ersa Transportes y Servicios S.R.L.* Obtenido de [Tesis de Titulacion,Universidad Catolica Santo Toribio de Mogrovejo].Repositorio Institucional de la Universidad Catolica Santo Toribio de Mogrovejo.: <http://hdl.handle.net/20.500.12423/912>

- Mendez, L. (Octubre de 2023). *¿Cuáles son las características principales del RCM (Mantenimiento Centrado en Confiabilidad)?* Obtenido de LinkedIn: <https://es.linkedin.com/pulse/cu%C3%A1les-son-las-caracter%C3%ADsticas-principales-del-rcm-en-luis-mendez-mh9be>
- Mendoza Calizaya, E. (2020). *Propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) para un puente Grúa de 15 Ton a la empresa San Martín Contratistas Generales S.A.* Obtenido de [Tesis de Titulación, Universidad Católica de Santa María]. Repositorio Institucional de la Universidad Católica de Santa María.: <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/10146>
- Moubray IV, J., & Network Founder, A. (2021). MANTENIMIENTO CENTRADO. *Soporte & Compañía, IV*(2), 1-16. Obtenido de <https://soporteycia.com/system/files/articulos-pdf/rcm-articulo-mantenimiento-centrado-confiabilidad-03-dic-2021.pdf>
- Moore, R., & Rath, R. (24 de Abril de 2001). *La combinación del TPM y del RCM.* Obtenido de https://www.mantenimientoplanificado.com/tpm_archivos/la_coml_tpm%20rcmit%20consol.pdf
- Mounbray, J. (1991). *Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.* En J. Mounbray. Buenos Aires: Aladon Ltd.
- Moubray, J., & Network Founder, A. (2021). MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD. *Soporte & Compañía, II*(IV), 1-16.
- Orellana Corado, A. (2021). *Plan de mantenimiento preventivo para una impulsadora de concreto Putzmeister BSF36Z.16H en camión volvo 400 i-shift.* Obtenido de [Tesis de Licenciatura, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Repositorio Institucional de la

Universidad de San Carlos de Guatemala.:

<http://www.repositorio.usac.edu.gt/id/eprint/16339>

Orientacionandujar . (Febrero de 2023). *Qué es / Para qué sirve / Cómo se utiliza TRABAJAMOS LA CATEGORIZACIÓN.* Obtenido de <https://www.orientacionandujar.es/2023/02/23/que-es-para-que-sirve-como-se-utiliza-trabajamos-la-categorizacion/>

Pérez Porto, J., & Merino, M. (Agosto de 2022). *Defecto.* Obtenido de Definición: <https://definicion.de/defecto/>

Pérez Porto, J., & Merino, M. (Septiembre de 2021). *Definición de Inspección.* Obtenido de <https://definicion.de/inspeccion/>

Pérez Porto, J., & Gardey, A. (Enero de 2024). *Definición de Economía.* Obtenido de <https://definicion.de/economia/>

Pérez Porto, J., & Gardey, A. (Octubre de 2019). *Mantenimiento.* Obtenido de Definiciones: <https://definicion.de/mantenimiento/>

Pérez Porto, J., & Gardey, A. (Octubre de 2021). *Definición de Transporte.* Obtenido de Economía: <https://definicion.de/transporte/>

Pérez Porto, J., & María, M. (Noviembre de 2021). *PERSONAL.* Obtenido de Definición: <https://definicion.de/personal/>

Perú, S. d. (Septiembre de 2023). *El comercio exterior por vía terrestre creció un 29.1% en 2022.* Obtenido de <https://www.comexperu.org.pe/articulo/el-comercio-exterior-por-via-terrestre-crecio-un-291-en-2022>

Plasencia, M. (31 de Mayo de 2023). *El Transporte de Carga en Perú: Impulsando el comercio y superando desafíos*. Obtenido de <https://es.linkedin.com/pulse/el-transporte-de-carga-en-per%C3%BA-impulsando-comercio-y-manuel>

Rios Gutierrez, D., & Sanchez Espinoza, L. (2022). Aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCNM) para incrementar la rentabilidad de la empresa Lift Rental Solutions SAC, Lima 2020. Obtenido de [Tesis de Grado Académico, Universidad Nacional del Callao Escuela de Posgrado]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional del Callao Escuela de Postgrado.: <https://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/6260>

Rodriguez, G. (Enero de 2024). *¿Cómo se mide la disponibilidad en mantenimiento?* Obtenido de auvo: <https://www.blog.auvo.com/latam/como-mide-disponibilidad-en-mantenimiento>

Rosales, J. (Julio de 2023). *Disponibilidad y Confiabilidad en el Mantenimiento*. Obtenido de Fractal: <https://www.fractal.com/es/mantenipedia/que-es-la-confiabilidad-en-el-mantenimiento-y-como-calcularla>

SafetyCulture. (Enero de 2024). *Qué es el Mantenimiento Predictivo*. Obtenido de <https://safetyculture.com/es/temas/que-es-el-mantenimiento-predictivo/>

Santos, D. (Mayo de 2023). *Qué es el seguimiento de un proyecto y cómo hacerlo*. Obtenido de Hubspot: <https://blog.hubspot.es/marketing/seguimiento-de-proyectos>

Sánchez Galán, J. (Julio de 2021). *Costos operativos*. Obtenido de Economipedia: <https://economipedia.com/definiciones/costos-operativos.html>

Sifuentes Zabaleta, T. (2021). *Propuesta de mejora en el área de mantenimiento para reducir los costos operacionales en una empresa de transportes Trujillo, 2021*. Obtenido de [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte.: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/30742>

Simisterra Quiñonez, É., Rosa Monserrate, R., & Suárez López, S. (Diciembre de 2018). *La viabilidad de un proyecto, el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR)*. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/233603324.pdf>

Significados, E. d. (Enero de 2016). *Significado de Orden*. Obtenido de <https://www.significados.com/orden/>

Statista. (Agosto de 2023). *Ranking de las empresas de transporte y logística más grandes del mundo según su valor de mercado a fecha de agosto de 2023*. Obtenido de <https://es.statista.com/estadisticas/635024/empresas-de-transporte-mas-grandes-del-mundo-valor-de-mercado/>

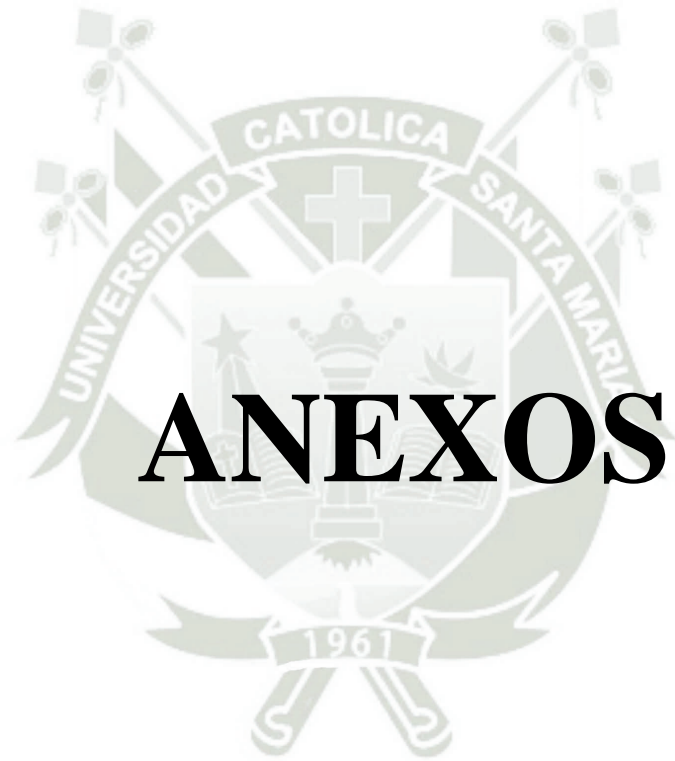
Stel Order. (Agosto de 2023). *Mantenimiento Preventivo: Qué es, tipos y cómo hacerlo eficazmente*. Obtenido de <https://www.stelorder.com/blog/mantenimiento-preventivo/>

Stel Order. (Diciembre de 2021). *Mantenimiento correctivo*. Obtenido de <https://www.stelorder.com/blog/mantenimiento-correctivo/>

Souza, I. (Julio de 2019). *Descubre qué es el diagrama de Pareto y sus múltiples utilidades*. Obtenido de Rockcontent: <https://rockcontent.com/es/blog/diagrama-de-pareto/>

SUNAT. (Marzo de 2024). *Servicio de Transporte-SUNAT*. Obtenido de <https://www.sunat.gob.pe/padronesnotificaciones/controlBienesFiscalizados/empServTransporte/servicioTransporte.pdf>

- Tinoco Novillo, D., & Vargas Romero, J. (2022). *Elaboración de un plan de mantenimiento para el parque automotor del grupo camaronero Sufalyng S.A.* Obtenido de [Tesis de Titulación, Universidad Politécnica Salesiana], Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana.: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/22498>
- Trout, Jonathan;Noria Corporation. (Febrero de 2022). *ANÁLISIS DE CRITICIDAD: QUÉ ES Y POR QUÉ ES IMPORTANTE.* Obtenido de <https://cmc-latam.com/2022/02/23/analisis-de-criticidad-que-es-y-por-que-es-importante/>
- Ucañan Leyton, R. (18 de Febrero de 2020). *Relación Beneficio Costo (B/C).* Obtenido de Gestipolis: <https://www.gestipolis.com/calculo-de-la-relacion-beneficio-coste/>
- Vargas Zorrilla, J. (2022). *Análisis y propuesta de mejora de los procesos mediante la aplicación de la mejora continua en el área de mantenimiento de una empresa de transporte de materiales peligrosos.* Obtenido de [Tesis de Titulación, Universidad Católica de Santa María]. Repositorio Institucional de la Universidad Católica de Santa María. <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/11584>
- Victoria, N. (Junio de 2022). *Definición de Supervisión.* Obtenido de <https://definicion.com/supervision/>
- Zhukova, N. (Septiembre de 2022). *Cómo hacer un análisis DAFO (con ejemplos).* Obtenido de Semrush Blog: <https://es.semrush.com/blog/analisis-dafo/>



ANEXOS

Anexo 1

Ficha técnica del International Transtar

FICHA TECNICA INTERNATIONAL TRANSTAR			
			
DATOS			
GENERALES		EQUIPO Y MOTOR	
MARCA:	International	ALIMENTACIÓN:	Turbo -Cargado
MODELO:	8600 SBA 6X4	POTENCIA:	400 HP a 1800 RPM
TIPO:	Remolcador	INYECCIÓN:	Electrónico
PESO BRUTO:	54000 lb (24493 kg)	TORQUE:	1450 lb
TRANSMISION		EJE DELANTERO	
MARCA:	Fuller	MARCA:	Meritor
TIPO:	Mecánica con bomba interna	MODELO:	MFS - 14 -143"
TRACCION:	6 x 4	CAPACIDAD:	14000 lb (6350 Kg)
EJE TRASERO		LUCES Y SEÑALES	
MARCA:	Meritor	FAROS DELANTEROS:	2 de alta intensidad
MODELO:	MT-40-14X-5DFR	LUCES TRASERAS:	2 de alto y retroceso
CAPACIDAD:	40000 lb (18143 Kg)		
RATIO DE CORONA:	4.33		
SISTEMA NEUMATICO		CABINA	
AROS DELANTEROS Y POSTERIOR:	De aluminio 8.25x22.5	Acero galvanizado, con aire acondicionado.	Radio CD/FM/AM, alarma de retroceso y luz de diodo.
NEUMATICOS:	Delanteros y traseros	Asiento de operador	Visera exterior, extintores

Anexo 2

Ficha Técnica del Mack CXU613E

FICHA TECNICA MACK CXU613E		  Mack	
DATOS			
GENERALES		EQUIPO Y MOTOR	
MARCA	Mack	MOTOR:	Mack MP8
MODELO	Mack CXU 613 Euro 5	POTENCIA:	440 HP (328 KW)
TIPO	Tracto Camión	CAPACIDAD DE CARGA:	55 toneladas
PESO BRUTO	62000 lb, 80000 lb		
TRANSMISION		EJE DELANTERO	
N. DE MARCHAS:	12 velocidades	MARCA:	Mack FXL 14600 lb
TIPO:	Enfriado de aceite	DIFERENCIAL:	Malleable CRDP202
Caja de cambios		REDUCCION:	Doble reducción
EJE TRASERO		LUCES Y SEÑALES	
MARCA:	Mack 540,40.000 lb	FAROS DELANTEROS:	Alta intensidad
DIFERENCIAL:	CRDP202/CRD203	LUCES TRASERAS:	Leds
REDUCCION:	Doble reducción	Dos luces traseras de alto y retroceso	
CAP. ARRASTRE:	180,000 lbs (81,818 kg)		
SISTEMA NEUMATICO		EQUIPO ESPECIAL	
DELANTERO:	295/80 R22.5 Bridgestone R250F	(2) Extintores de 2.5 kg tipo ABC	Aire acondicionado
TRASEROS:	11 R22.5	Para brizas de 2 piezas	Cortacorriente interior

Anexo 3

Ficha Técnica del Kenworth T-660

FICHA TECNICA KENWORTH T - 660			
			
DATOS			
GENERALES		EQUIPO Y MOTOR	
MARCA	Kenworth	MOTOR:	Cummins ISM 330HP;1,250/1,450 LP
MODELO	T 660	POTENCIA:	440 HP (328 KW)
TIPO	Tracto Camión	CAPACIDAD DE CARGA:	55 toneladas
CAPACIDAD DE CARGA	55 toneladas métricas	FILTRO COMBUSTIBLE:	FS1000
TRANSMISION		EJE DELANTERO	
N. DE MARCHAS:	Fuller FRO13212C	MARCA:	DANA E- 13221,13200 lbs
EMBRIAGUE:	Eaton 15.5";1700 lp	DIRECCION:	Hidráulica TAS65
Aceite sintético en transmisión y ejes		MUELLES:	Sección variable 13200 lbs
EJE TRASERO		LUCES Y SEÑALES	
MARCA:	DANA DSP41,40000 lbs	FAROS DELANTEROS:	Alta intensidad
FRENOS:	DANA ES 16,5 X7	LUCES TRASERAS:	Leds
ACEITE SINTETICO:	Ejes Tandem	2 luces traseras de alto y retroceso	
Paquete:	LMS Mazas ejes		
SISTEMA NEUMATICO		EQUIPO ESPECIAL	
Secador de Aire Bendix AD-IS	Tubería de nylon, Sistema neumático	(2) Extintores de 2.5 kg tipo ABC	Gata hidráulica 20 toneladas

Anexo 4

Ficha Técnica del Freightliner

FICHA TECNICA FREIGHTLINER			
			
DATOS			
GENERALES		EQUIPO Y MOTOR	
MARCA	Freightliner	MOTOR:	Cummins SL
MODELO	Tracto	POTENCIA:	335 HP a 2100 RPM
TIPO	Semirremolque	CAPACIDAD DE CARGA:	26000 LB (11.793 Kg)
PESO BRUTO	26500 kg		
CAJA DE CAMBIOS		EJE DELANTERO Y TRASERO	
N. DE MARCHAS:	Eaton fro-14210C	MARCA:	Meritor MFS 12-143A
TIPO:	Mecánico	CAPACIDAD HOMOLOGADA:	26,000 lb
Relación máxima y mínima 12,69/0.74			
DIMENSIONES		DEPOSITO - TANQUES	
LONGITUD TOTAL:	266'' (6756 mm)	MATERIAL:	2 tanques de aluminio
ANCHO TOTAL:	96'' (2.438 mm)	CAPACIDAD T:	160 galones
ALTURA TOTAL:	108'',65'' (2,760 mm)	Tanque aditivo sistema SCR: 13 galones	
DISTANCIA ENTRE EJES:	178'' (4,521 m)		
PESOS		FRENOS	
PESO EN VACIO:	11,759 lb	DE SERVICIO:	De doble circuito
PESO BRUTO VEHICULAR	89,287 lb	AUXILIAR:	Ahogos + Jabos/ Tambor

Anexo 5

Ficha Técnica del Nissan Navara

FICHA TECNICA NISSAN NAVARA		NISSAN	
			
DATOS			
GENERALES		MOTOR	
MARCA:	Navara	POTENCIA:	Hp a RPM 158 a 3750
MODELO:	Nissan	TRANSMISION:	Mecánica 6 velocidades
TIPO:	Pick Up	REVERSA:	4709
PESO BRUTO:	3 toneladas	RELACION:	3357
RUEDAS		FRENOS	
NEUMATICOS:	205R16C	DELANTEROS	
LLANTAS:	Acero 16°	TRASEROS	
NEUMATICOS DE REPUESTO: 205R16C			
DIMENSIONES		INTERIOR-EXTERIOR	
LARGO TOTAL:	5331 mm	ESPEJO RETROVISOR:	Antideslizante manual
ANCHO TOTAL:	1790 mm	PARABRIZA:	Laminado con protección UV
ALTURA TOTAL:	1761 mm	Sensor de lluvia, pisadera, toma corriente.	
DISTANCIA ENTRE EJES:	221 mm	Luces delanteras, 4 parlantes, volante, palanca de cambios y freno de mano forrado.	
LLANTAS		SEGURIDAD	
BRIDGESTONE:	R250ED 11R24.5	SINTURON:	De 3 PTS
BRIDGESTONE:	M726ELA 11R24.5	FRENADO INTELIGENTE:	De emergencia

Anexo 6

Ficha Técnica del Mercedes Benz Atego 818

FICHA TECNICA

M





DATOS

GENERALES		MOTOR	
MARCA	Mercedes – Benz	MODELO:	OM904LA (177CV)
MODELO	G56 – 6	POTENCIA:	132 W
TIPO	Camión Pesado	MEDIDA:	2200RPM
CAPACIDAD:	2220 kg		
EQUIPO		TRANSMISION	
N. DE CILINDROS:	4	TIPO:	6 cajas de cambio con engranaje
CARRETA:	130 mm	NUMERO DE MARCHAS:	Delantera 6 trasera 1
Aspirador turbo alimentado con enfriador intermedio			
DIMENSIONES		DIRECCION	
DESPEJE SOBRE EL SUELO:	170 mm	MODELOS:	ZF 8097
ANCHO TOTAL:	2321 mm	TIPO:	Asistencia hidráulica
ALTURA TOTAL:	2522 mm	Aceite hidráulico de 3.5 litros	
CATEGORIA DE PESO:	5		
EJES		NEUMATICOS	
DELANTERO:	MBL 3/37 D-6,5	AROS DELANTEROS:	7.8 X22.5
MODELO:	MB HL4/062 D-11/NR4 60-10	NEUMATICOS TRASEROS:	11R22.5

Anexo 7

Ficha Técnica del Kenworth T800

FICHA TECNICA
KENWORTH T 800





DATOS

GENERALES		EQUIPO	
MARCA	Kenworth	RADIADOR:	1440 pull área frontal
MODELO	T 800	ARRANCADOR:	PACCAR de 12V
TIPO	Remolcador	FILTRO DE COMBUSTIBLE:	Paccar
PESO BRUTO	8681 kg	SENSOR:	Bajo nivel de refrigerante
MOTOR		TRANSMISION	
MARCA:	Paccar MX -13 405 HP	FULLER:	FRO14210 C10 velocidades
EJES		CABINA Y EQUIPO	
MARCA:	Meritor MFS13 Plus 13.2 K lbs.	CABINA:	Convencional de aluminio, con para briza curvo.
DIRECCION:	Hidraulica Sheppard M 100P 13.2 lbs.	AIRE ACONDICIONADO:	Con calefactor de cabina.
BUJES:	Roscados para muelles	Viseras deslizantes de interior de conductor y pasajero.	
SISTEMA ANTIBLOQUEO:	Frenos BENDIX ABS 4S/4M	CORNETA:	Neumatica redonda
LUCES		DIMENSIONES	
FARO INTERIOR:	Halógenos rectangulares doble	Largo 8090 mm, altura de 3500 mm, peso vehicular de 8681 kg	

Anexo 8

Ficha Técnica del Isuzu NPR75L

FICHA TÉCNICA

ISUZU



DATOS

GENERALES		EQUIPO Y MOTOR	
MARCA	ISUZU	CILINDRADA:	5193
MODELO	NPR75L	TORQUE MAXIMO:	2600
TIPO	Remolcador	INYECCION:	Rail
PESO BRUTO	7500 kg	CAP.TANQUE COMBUSTIBLE:	100 litros
TRANSMISION		FRENOS	
MODELO:	Isuzu MYY6S	SISTEMA:	Hidráulico
CAMBIOS:	6 + Reversa	TRASEROS DIMENSIONES:	320 x 120
Tracción trasera: Con ASR (Sistema antideslizamiento)			
DIMENSIONES		EQUIPAMIENTO	
DISTANCIA EJES:	4175	Radio AM/FM, MP3, USB y Bluetooth	
LARGO TOTAL:	7400	Aire acondicionado	
ANCHO TOTAL:	2125	Luces anti neblinas, volante regulable.	
ALTO TOTAL:	2265		
LARGO CARROZABLE:	5670		

Anexo 9

Ficha Técnica del Mitsubishi L200

FICHA TECNICA		MITSUBISHI	
			
DATOS			
GENERALES		FRENOS	
MARCA	Mitsubishi	TIPO:	Hidráulico
MODELO	L200	SUSPENSION:	Delantero independiente de trapecio.
TIPO	Camioneta compacta	SISTEMA:	ABS
CAPACIDAD:	1035 kg		
MOTOR		ESPEJOS EXTERIORES	
N. DE CILINDROS:	4	COLOR:	Negro con control eléctrico.
TURBO DIESEL:	Válvulas 16	MANIJAS:	Exteriores color negro.
EQUIPAMIENTO		SEGURIDAD	
FAROS DELANTEROS:	Halógenos/led	Asiento de frenado y sensor de retroceso.	
LUCES:	Circulación diurna	Sistema de prevención de velocidad.	
ENCENDIDO:	Automático	Cierre de puertas sensible a la velocidad	
LIMPIAPARARBRIZA:	Control intermitente	Sistema de arranque seguro presión pedal	
PARLANTES		VOLANTE	
Dos parlantes delanteros		Regulación de altura	
Dos tweeters		Regulación de profundidad	

Anexo 10

Ficha Técnica del Internacional 92001 SBA 6X4

FICHA TECNICA		INTERNACIONAL 92001SBA 6X4			
					
DATOS					
GENERALES			TRANSMISION		
MARCA:	International	MARCA:	Fuller	MARCA:	Fuller
MODELO:	92001 SBA 6X4	MODELO:	RTLO(F)-169118B	MODELO:	RTLO(F)-169118B
TIPO:	Tracto Camión-Remolque	NUMERO DE VELOCIDADES:	18 velocidades	NUMERO DE VELOCIDADES:	18 velocidades
CAPACIDAD:	Carga 6350 Kg	TRACCION:	Hidráulica	TRACCION:	Hidráulica
EMBRAGUE			FRENOS DE SERVICIO		
MARCA:	Eaton Fuller	TIPO:	100% neumático con ABS y ATC	TIPO:	100% neumático con ABS y ATC
DIAMETRO:	15.2"	FILTRO DE SECADOR:	Bendix AD-9 con secador.	FILTRO DE SECADOR:	Bendix AD-9 con secador.
TIPO: BI-disco, mecánico, cerámico.					
EJE			INSTRUMENTOS Y ACCESORIOS		
MARCA:	Meritor	TABLERO:	Velocímetro, tacómetro	TABLERO:	Velocímetro, tacómetro
MODELO:	Wide Track	ALARMA:	Retroceso, audible.	ALARMA:	Retroceso, audible.
CAPACIDAD:	46000 lb (20865 kg)	Aire acondicionado			
RATIO:	Corona 4.56	Transmisión y coronas			
TANQUE DE COMBUSTIBLE			NEUMATICOS		
TANQUE:	02 de 120 (Gal) -240 (Gal)	AROS DELANTEROS:	Disco de aluminio 8.25 x 22.5	AROS DELANTEROS:	Disco de aluminio 8.25 x 22.5
MATERIAL:	Aluminio	AROS POSTERIORER:	De aluminio 13 x 22.5"	AROS POSTERIORER:	De aluminio 13 x 22.5"
TIPO:	Circular de 24"				

Anexo 11

Ficha Técnica del Volvo FE 6X2R

FICHA TECNICA





DATOS

GENERALES		MOTOR	
MARCA	Volvo	POTENCIA	2000 – 2100 rpm
MODELO	FE 6X2R	REVOLUCIONES:	2200 km
TIPO	Camión	CAPACIDAD DEL SISTEMA:	27.6 l
PESO BRUTO	38 toneladas	PESO SECO:	Motor básico
PARTES		PARTES INTERNAS	
TOMA ELECTRICA:	De 24 V	PROGRAMADOR:	Dispositivo inteligente
ASIENTOS:	2	SINTURON:	Cinturón de seguridad adicional
1 asiento de acompañante adicional			
REFLECTOR:	De techo montado	Adaptadora en salpicado dual	
PINTADO:	Componente de cabina	Deflector de techo montado	
INTERFAZ:	Del calefactor	Toma de aire alta	
		Dispositivo aerodinámico lateral	

Anexo 12

Ficha Técnica del Isuzu FVR34UL

FICHA TECNICA

ISUZU





DATOS

GENERALES		EQUIPO Y MOTOR	
MARCA	Isuzu	CILINDRADA	7790 cc
MODELO	FVR32UL-QLPES	POTENCIA MAXIMA:	296 hp a 2400 rpm
TIPO	Camión	TRACCION:	4X2
PESO BRUTO	PBV: 17000 kg	NIVELES DE EMISIONES:	Euro III
MOTOR		CABINA	
MOTOR:	6HK1 TCS	ACERO:	Independiente
		VENTILACION:	Uno
DIMENSIONES		EMBRIAGUE	
PESO BRUTO:	17000 kg	Plato seco sencillo con control hidráulico	
CARGA UTIL:	11530 kg	Resorte en el amortiguador	
LONGITUD:	9255 mm	Tamaño 380 mm	
DISTANCIA ENTRE EJES:	5550 mm		
EQUIPAMIENTO			
Ventilador AM/FM	Limpiadores intermitentes		
Aire acondicionado	Espejos y viseras		

Anexo 13

Ficha Técnica del Isuzu FRR90SL

FICHA TECNICA ISUZU FRR90 SL			
			
DATOS			
GENERALES		CHASIS	
MARCA:	Isuzu	NEUMATICOS:	Delanteros 8.25R16-128/126L
MODELO:	FRR90SL	TRASEROS:	8.25 R16-128/126L
TIPO:	Remolcador	TIPO DE CABINA:	Cabina sencilla
PESO BRUTO:	10400 kg	POSICION DE VOLANTE:	Lado izquierdo
MOTOR		CHASIS	
TIPO:	4HK1 TCS	TEMA DE FRENOS:	AOH (Frenos Hidroneumáticos)
POTENCIA:	210 PS a 2600 rpm	NEUMATICOS:	Delanteros 8.25R16-128/126L
PESOS Y CAPACITACIONES		APLICACIONES	
PESO DEL CHASIS:	3380 kg con cabina	De carga, grúa cargo, distribuidor de asfalto.	
CARGA UTIL:	7020 kg	Camión cisterna, recolector, camión aspirador.	
CAPACIDAD DE EJE TRASERO:	7700 kg	Taller móvil, camión barredora.	
TANQUE DE COMBUSTIBLE:	200 litros	Camión frigorífico, transportador de vehículos, volquete.	

Anexo 14

Ficha Técnica del Nissan NP300

FICHA TECNICA



NISSAN NP300



DATOS

GENERALES		FRENOS	
MARCA	Nissan	DELANTEROS:	Disco ventilado
MODELO	Frontier	TRASEROS:	Tambor
TIPO	Remolcador		
PESO BRUTO	2820 kg		
MOTOR		CAPACIDAD	
MOTOR:	Tipo de motor QR25	CAPACIDAD:	1445 kg
COMBUSTIBLE:	Gasolina	TRANSMISION:	Tracción de 2 WD
Potencia: 166 a 6000 RPPM			
CAJA DE CARGA (mm)		PESOS (kg)	
LARGO:	1503	Peso vehicular 1744	
ANCHO:	1560	Peso bruto vehicular 2820	
ANCHO ENTRE LLANTAS:	1130	Capacidad de carga 1075	
PROFUNDIDAD:	474	Tanque de combustible 80 L.	
RENDIMIENTO DE COMBUSTIBLE			
CARRETERA:	13.72		
COMBINADO:	11.31		

Activar W
Activar W

Anexo 15

Ficha Técnica del Mercedes Benz Accelo

FICHA TECNICA
MERCEDES BENZ





DATOS

GENERALES		EJES	
MARCA	Mercedes - Benz	EJE DELANTERO:	MB VL2
MODELO	ACCELO	EJE TRASERO:	MB HL2 Ccom
TIPO	Remolcador	REDUCCION:	De tracción 43:10
PESO BRUTO	8300		
MOTOR		TRANSMISION	
MOTOR:	Modelo MB OM 924 LA, 4 cilindros	CAJA DE CAMBIOS:	Eaton FSO 4505A Man
TIPO DE INYECCION:	Electrónico – cilindrada 4801 cm3	EMBRAGUE:	Mono disco diámetro 362 mm
CHASIS		CABINA	
BASTIDOR:	Tipo escalera	Tipo avanzada extendida	
SUSPENSION DELANTERA:	Ballestas parabólicas	Asiento conductor: asiento neumático con cinturón de seguridad	
SUSPENSION TRASERA:	Ballestas con amortiguadores de doble acción	Escobilla de techo/espejos/radio/alzacristales	
TANQUE:	De urea 251		
DIMENSIONES			
ANCHO EJE:	2.176		
LARGO TOTAL:	7.100		

Anexo 16

Ficha Técnica del Toyota Hilux

FICHA TECNICA
TOYOTA HILUX







DATOS

GENERALES		PESOS Y DIMENSIONES	
MARCA:	Toyota	PESO BRUTO:	2800 kg
MODELO:	Hilux	PESO VACIO:	1900 kg
TIPO:	Camioneta	LARGO:	5335 mm
CAPACIDAD:	De carga 900 kg	ALTURA:	1815 mm
MOTOR		SEGURIDAD	
MOTOR:	Cilindraje 2694	CINTURON DE SEGURIDAD:	3 puntos de eje
POTENCIA MAXIMA:	164/5200 RPM	APOYA CABEZA:	2 frontales +3 traseros
TORQUE MAX: 245/4000 RPM			
CAJA		SEGURIDAD	
VELOCIDADES:	5	Faros delanteros halógenos multireflexor	
PRIMERA:	4313	Frenos delanteros: discos ventilados	
SEGUNDA:	2330	Limpia para briza: Intermitente + aspersor	
TERCERA:	1436	Desempañador trasero	
EQUIPAMIENTO			
Eleva vidrios eléctricos, silla de piloto.			
Portavasos, porta mapas, sensor de luces.			

Anexo 17

Ficha Técnica del Kenworth T- 460

FICHA TECNICA
KENWORTH -460


DATOS


GENERALES		EQUIPO Y MOTOR	
MARCA:	Kenworth	COMPRESOR:	Cummins 18.7 CFM
MODELO:	T460	FILTRO DE AIRE:	Donal son Powecore
TIPO:	Camión Pesado	BATERIA:	Paccar 12V
CAPACIDAD:	59200 a 66000 lb	FRENO DE MOTOR:	Jacobs
MOTOR		EJE DELANTERO	
TIPO:	Paccar PX-9	MERITOR MFS14:	14.6 K lb
MARCA:	Cummins ISL 8.9	CAJA DE DIRECCION:	Hidráulica TAS85;16K lb
EJE TRASERO		EQUIPO ESPECIAL	
MERITOR:	RT46-164EH 46K lb	Dos extintores de 2.5 kg tipo ABC	
SUSPENSION:	Hendrickson HN462 lb	Triángulos reflectores de seguridad	
SISTEMA ANTIBLOQUEO:	Bendix ABS 4S/4M	Gato hidráulico de 20 toneladas	
PAQUETE DE MAZAS:	Hierro Conmet Present Plus	Rueda de refacción de acero	

Anexo 18

Ficha Técnica del Volvo VNL64T

FICHA TECNICA
VOLVO VNL64T





DATOS

GENERALES		EQUIPO Y MOTOR	
MARCA:	Volvo	RADIADOR:	De 1395
TIPO:	Tractocamión	ALTERNADOR:	Remy 12V 135 AMP
MOTOR		TRANSMISION	
TIPO:	Volvo D13	MODELO:	Eaton Fuller
465 HP a 2100 RPM (16650 lb. -ft a 1100 RPM)		VELOCIDADES:	Tiene 13
EJES			
MODELO:	Arvin Meritor		
SUSPENSION:	Hojas parabólicas 59"		
SUSPENSION NEUMATICA:	Hendrickson has 46000 LB		
FRENOS:	Arvin meritor Q+ de 16.5 "x7"		

Anexo 19

Ficha Técnica del Scania Opticruise

FICHA TECNICA




DATOS

GENERALES		CAJA DE CAMBIOS	
MARCA:	Scania	MARCHAS:	12+2 adelante/2 reversa
MODELO:	DC13 450	SISTEMA:	Scania Opticruise
TIPO:	Camión Pesado	TOMA DE FUERZA:	EG652P
CAPACIDAD:	Capacidad de carga 32,000 kg		
MOTOR		CABINA Y CHASIS	
CILINDRADA:	12.7 DM 3	VOLANTE:	Ajustable
POTENCIA MAX:	2350 Nm a 1000-1300 RPM	VENTAN Y ESPEJO:	De ángulo amplio
TECNICA DE CONTROL: Emisiones SCR			
FRENOS		DIFERENCIAL	
TIPO:	Tambos	MODELO:	PBP835 + RP835
CONTROL:	Neumático	TIPO:	Diferencial con reducción
FRENOS:	Auxiliares y escape	Relación: 5.36	
		NEUMATICOS	
		Medida de 325/95R24 – Medida de aro:8.5 x24, aros de acero.	

Anexo 20

Ficha Técnica del Hyundai Mighty

FICHA TECNICA
HYUNDAI MIGHTY






DATOS


GENERALES		FRENOS	
MARCA:	Hyundai	HIDRAULICO:	Doble circuito con ABS
MODELO:	Mighty	TIPO:	Tambor en salida de transmisión
TIPO:	Camión	FRENOS:	Motor tipo mariposa con control eléctrico
CAPACIDAD:	De carga de 6500 kg		
MOTOR		TRANSMISION	
MODELO:	Hyundai D4CC16 EURO V	CAJA DE CAMBIOS:	Hyundai M035S5
TIPO:	4 cilindros en línea 16 válvulas turbo	RELACION DE FIFERENCIAL:	5714
DIMENSIONES		SEGURIDAD	
PESO BRUTO:	7800 PBV (kg)	CINTURON DE SEGURIDAD: 3 puntos	
CAPACIDAD DE CARGA:	5600 kg	ABS (Sistema antibloqueo de frenos)	
LARGO CARROZABLE:	5300	TCS (Sistema control de tracción)	
CAPACIDAD DE EJE TRASERO:	2500 kg	AYC (Control activo de derrape)	

Anexo 21

Ficha técnica del Toyota Etios

FICHA TÉCNICA
TOYOTA ETIOS






DATOS

GENERALES		CHASIS	
MARCA	Toyota	DIRECCION:	Eléctrico
MODELO	Etios	TRANSMISION:	Manual de 6 marchas
MOTOR		INTERIOR	
TIPO:	Toyota 2NR – FE, 16 válvulas con cadena de distribución	Aire acondicionado, apertura eléctrica, columna de dirección regulable en altura.	
		SEGURIDAD	
		ABS con EBD	
		Control de estabilidad	
		Inmovilizador de motor	
		Alerta de uso de cinturón de seguridad	

Anexo 22

Ficha Técnica de la Plataforma

FICHA TECNICA
PLATAFORMA




DATOS

LONGITUD TOTAL	12.50 m	ANCHO	2.6 m
N.º EJES	3	ALTURA: 1.533 mm	
		ACCESORIOS	
		Una caja de herramientas	
		Luz porta placas	
		Dos guarda lodos delanteros	
		Un para choque trasero	
		Ocho portas pines	
		Una mampara estándar con soportes para el pico y pala	

Anexo 23

Ficha Técnica de la Baranda

FICHA TÉCNICA
BARANDA




DATOS

MARCA:	Rlipa	ANCHO:	2.6 m
MODELO:	Flipa	AÑO DE FABRICACION: 2022	
		CARROCERIA:	Baranda
		PESO BRUTO:	28500
		LONGITUD:	13
		PESO NETO:	8500
		CARGA UTIL:	22000
		ALTURA:	3.6 metros

Anexo 24

Ficha Técnica de la Cama Baja

FICHA TECNICA
CAMA BAJA



DATOS

AÑO FABRICACION:	2018	CATEGORIA:	4
MODELO:	3 - B	CARROCERIA: Cama Baja	
		LONGITUD:	12.7 m
		PESO SECO:	8800
		N.º EJES:	3
		ALTURA:	2.60 m
		PESO BRUTO:	33800kg
		CARGA UTIL:	25000 kg

Stock de reserva (inventario de mantenimiento)

A continuación, se observa el inventario que forma parte del área de mantenimiento:

Anexo 25

Inventario de Mantenimiento

Nº	Cantidad	Descripcion	Marca	Color	Stock Actual
1	1	Balon de sargot + valvula check regulador	S/M	Café	1
2	1	Pistola de pintura - 64384	Sagola	Plateado	
3	1	Compresora industrial	Magma	Amarillo	1
4	1	Motor 4 Hp - Rq2021030470	Romaqui	Negro	
5	1	Motor monofasico - 2111016	Toyaqui	Plomo	
6	1	Pistola de pulverización	S/M	Truper	1
7	1	Maquina grasera - Tht 118452 - P	Total	Verde	1
8	1	Taladro inalambrico mas bateria	Total	Verde	1
9	1	Cargador mas bateria de taladro - 52Yh - 2015Xa01	Total	Verde	1
10	1	Pistola de calor - 3601J4Do	Total	Verde	1
11	1	Marcador de llantas - 32A9736143	S/M	Plateado	1
12	1	Remachadora neumatica	Truper	Anaranjado	1
13	1	Pistola de silicona manga	S/M	Negro	1
14	1	Escalera de 2 Pies	Gorilas	Plateado	1
15	1	Escalera de 3 Pies	Bull America	Amarillo	1
16	200	Tornillo autoperforantes N° 10X1"	Tinkur	Negro	100
17	400	Tornillo autoperforante 1 1/2"	Tinkur	Plateado	50
18	40	Electrodo 7018	S/M	Amarillo	
19	62	Electrodo 6011	S/M	Plomo	
20	15	Lunas de soldar de 2 Mm	S/M	Plomo	10
21	1	Cuter	S/M	Plomo	
22	1	Escuadra de metal	S/M	Blanco	1
23	4	Discos de corte de 7" X 1/16" X 7/8"	Norton	Plomo	
24	3	Discos de corte de 7"	Norton	Plomo	
25	1	Llave de taladro	S/M	Plateado	1
26	29	Pernos inox De 2"	S/M	Plateado	
27	18	Pernos inox De 1"	S/M	Plateado	
28	1	Careta facial	S/M	Amarillo	2
29	1	Cerda de copa de 4"	Truper	Anaranjado	
30	1	Broca de metal de 2 Mm	S/M	Plomo	1
31	1	Broca de metal de 6Mm	S/M	Plomo	1
32	2	Disco grindning	Bricker	Plomo	
33	8	Disco de corte de 4 1/2"	Norton	Plomo	
34	1	Nivel de mano de 1 metro	Kamasa	Amarillo	1
35	1	Extensiones de 5M	S/M	Plomo	1
36	6	Prensas en C de 6"	Uyustools	Amarillo	6
37	1	Tuerca industrial	Truper	Anaranjado	
38	1	Sargenta de 1.60M	Truper	Anaranjado	1
39	1	Silicona 3M 550	3M	Blanco	
40	1	Alambre para soldar por 2 Kg	S/M	Plateado	1

Nota. Información obtenida de la empresa en estudio.

El stock de mantenimiento o inventario están conformados por las herramientas necesarias para la realización del mantenimiento.

A continuación, se observa el Kardex de repuesto:

Anexo 26

Kardex de la Empresa en Estudio

Descripcion del Kardex	Inventario Actual
Tornillo autoperforantes nº 10x1"	100
Tornillo autoperforante 1 1/2"	50
Lunas de soldar de 2 mm	10
Prensas en c de 6"	6
Careta facial	2
Taladro inalambrico mas bateria	1
Pistola de calor - 3601j4do	1
Marcador de llantas - 32a9736143	1
Compresora industrial	1
Remachadora neumatica	1
Escalera de 2 pies	1
Maquina grasera - tht 118452 - p	1
Escalera de 3 pies	1
Nivel de mano de 1 metro	1
Escuadra de metal	1
Cargador mas bateria de taladro - 52yh - 2015xa01	1
Pistola de pulverizacion	1
Pistola de silicona manga	1
Extensiones de 5m	1
Sargenta de 1.60m	1
Balon de sargot + valvula check regulador	1
Broca de metal de 6mm	1
Broca de metal de 2 mm	1
Alambre para soldar por 2 kg	1
Llave de taladro	1
Cerda de copa de 4"	0
Electrodo 7018	0
Electrodo 6011	0
Pernos inox de 1"	0
Motor monofasico - 2111016	0
Pernos inox de 2"	0
Discos de corte de 7" x 1/16" x 7/8"	0
Cuter	0
Silicona 3m 550	0
Pistola de pintura - 64384	0
Motor 4 hp - rq2021030470	0
Disco de corte de 4 1/2"	0
Tuerca industrial	0
Disco grindning	0
Discos de corte de 7"	0
Total general	188

Nota. Obtenido de la empresa en estudio

El Kardex de repuesto muestra los ingresos y salidas del inventario que se tiene en el área de mantenimiento.

A continuación, se muestra los costos relacionados a las herramientas-
maquinarias del área de mantenimiento:

Anexo 27

Costos de Herramienta

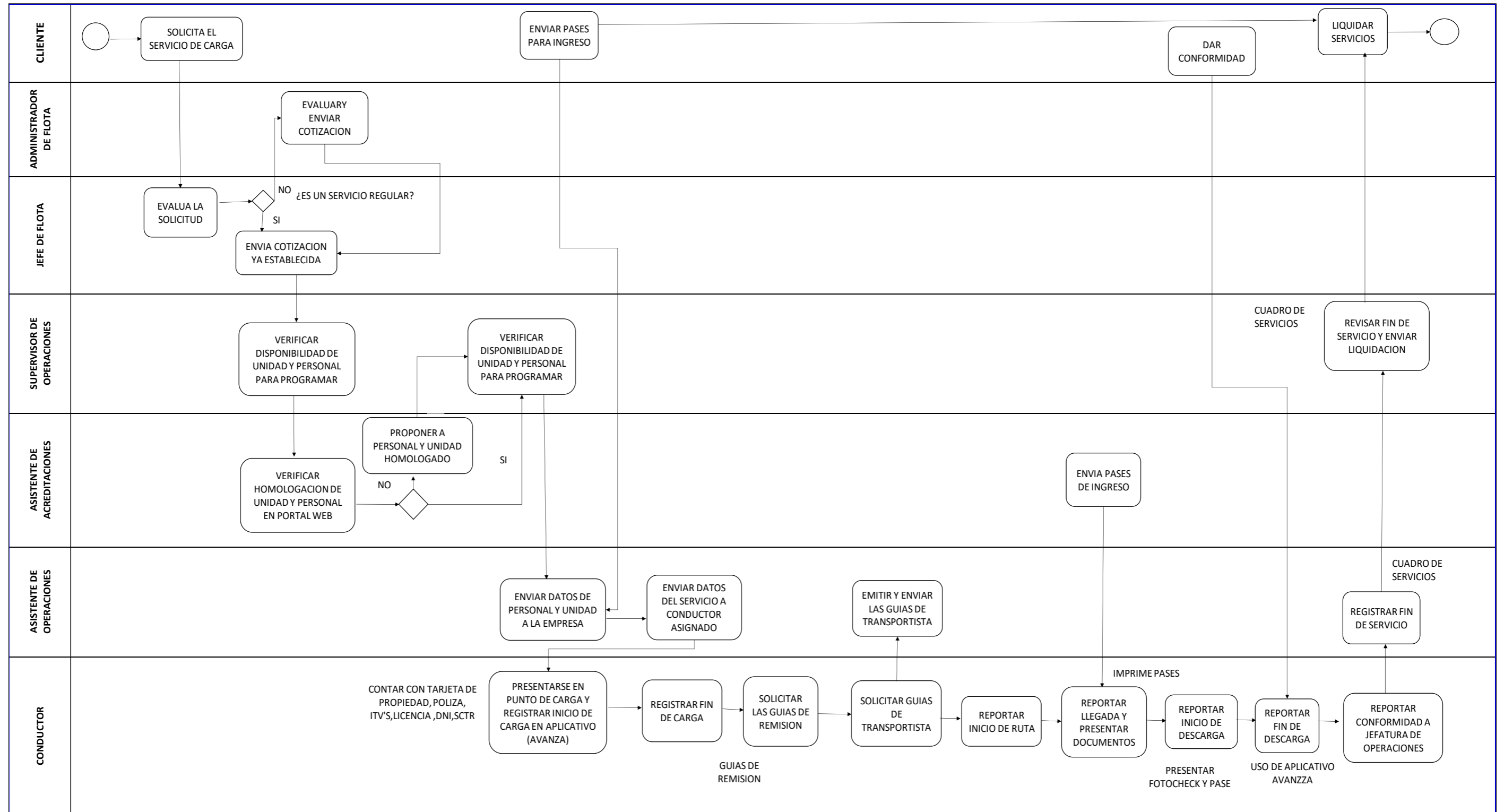
N°	Precio Estimado	Denominación del bien	Marca	Modelo
1	S/ 1,139.00	Trozadora de metal	Dewalt	D28730-B2
2	S/ 899.00	Esmeriladora 7"	Dewalt	DWE455T-B2
3	S/ 2,956.00	Maquina de soldar inverter	Kende	IN-350 DVM
4	S/ 80.00	Pistola de soldar truper	Truper	S/M
5	S/ 250.00	Mini esmeriladora 4 1/2	Dewalt	DWE4020-B2
6	S/ 1,200.00	Balon de oxigeno oxagas+valvula victor	Oxagas	TANQUE 10KG
7	S/ 1,200.00	Balon de gas + valvula victor	F.A Eirl	TANQUE 45KG
8	S/ 800.00	Caña de corte arrestor victor	Victor	3/5 FC
9	S/ 1,000.00	Balon de sargot + valvula check regulador	S/M	10 KG
10	S/ 300.00	Taladro	Total	T61111136
11	S/ 4,900.00	Maquina de soldar zelda	Zelda	MMA-350
12	S/ 220.00	Pistola de pintura sagola	Sagola	JUNIOR G
13	S/ 5,000.00	Compresora industrial	Magma	S/N
14	S/ 820.00	Motor 4hp	Romaqui	RQUV40F
15	S/ 1,100.00	Motor monofasico	Toyaki	TYPETKM2 3HP
16	S/ 200.00	Pistola de pulverizar + embase	S/M	S/M
17	S/ 1,000.00	Maquina graser + pistola engrasadora	Total	45 LITROS
18	S/ 165.00	Multimetro truper	Truper	MUT202
19	S/ 550.00	Taladro mas bateria	Total	TIDL120031
20	S/ 550.00	Taladro mas bateria	Total	TIWL200
21	S/ 150.00	Cargador de bateria mas bateria	Total	CHARGER TFCLI2001
22	S/ 170.00	Pistola de calor	Total	GHG180
23	S/ 290.00	Marcador de llantas	S/M	32A
24	S/ 589.00	Remachadora neumatica	Truper	S/N
25	S/ 131.00	Pistola de silicona / manga	S/M	S/N
26	S/ 124.00	Escalera de 2 pies	Gorillas	2 PIES
27	S/ 146.00	Escalera de 3 pies	Bull America	3 PIES
28	S/ 30.00	Tornillo autoperforantes 10*1	Tinkur	NN
29	S/ 90.00	Tornillo autoperforante 1 1/2	Tinkur	NN
30	S/ 19.00	Electrodo 7010 c	S/M	7010E
31	S/ 19.00	Electrodo 6010	Nn	6010
32	S/ 10.00	Lunas soldar varias	Nn	2.0 MM
33	S/ 25.00	Cutter	Nn	NN
34	S/ 16.00	Disco de corte	Norton	BNAIZ
35	S/ 12.00	Disco de corte	Dewalt	DW0014
36	S/ 15.00	Llave taladro	Nn	NN
37	S/ 29.00	Pernos inox	Nn	2 IN
38	S/ 18.00	Pernos inox	Nn	1 IN
39	S/ 29.90	Careta amarilla	Nn	NN
40	S/ 32.00	Cerda de copa	Truper	4 IN
41	S/ 8.00	Broca metal	Nn	2 MM

Nota. Obtenido por la empresa en estudio

Se observa en la tabla anterior el modelo, marca y precio estimado de los equipos –
herramientas que se tiene en el área de mantenimiento de la empresa en estudio.

Anexo 28

Flujograma de la Empresa en Estudio



Nota. Modificado de la empresa en estudio

El flujograma del servicio que realiza la empresa implica la comunicación constante de todos los involucrados para brindar el servicio de forma eficiente desde que se recoge la carga, transporte y descarga del mismo.

Anexo 29

Análisis de Criticidad del Isuzu

Isuzu								
Sistema	Frecuencia	Impacto Operacional	Flexibilidad Operacional	Costos de Mantenimiento	Impacto SAH	Consecuencias	Total	Jerarquización
Sistema de Frenos	2	7	4	1	5	34	68	C
Sistema de Suspensión	3	7	4	2	5	35	105	C
Sistema Eléctrico	4	7	4	1	7	36	144	C
Sistema de Transmisión	2	7	4	1	5	34	68	C
Sistema de neumáticos	4	7	4	1	7	36	144	C
Sistema de dirección	3	7	4	1	5	34	102	C
Sistema de combustible	3	4	4	1	7	24	72	MC
Sistema Hidráulico	3	4	4	1	5	22	66	MC

Nota. Elaboración propia

Por medio de la tabla 2 (Factores Ponderados para el Análisis de Criticidad) se completó el análisis de criticidad de la unidad de marca Isuzu, donde se evaluó cada sistema (Frenos, Suspensión, Eléctrico, Transmisión, Neumáticos, Dirección, Combustible e Hidráulico) seguido se

aplicó la fórmula de consecuencia y criticidad, de esta forma se logró identificar los sistemas críticos, no críticos y de media criticidad representado en la matriz general de criticidad, donde se identificó 6 sistemas críticos ,2 sistema de mediana criticidad., continuación se muestra las fórmulas:

$$\text{Consecuencia} = (\text{Impacto Operacional} \times \text{Flexibilidad}) + \text{Costos} + \text{Impacto Seguridad y Ambiente}$$

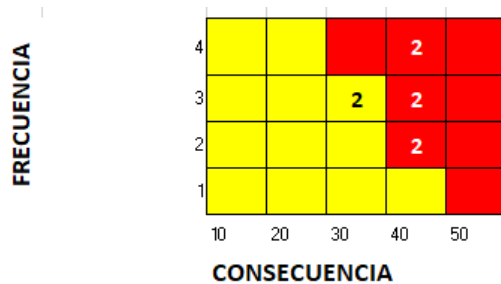
$$\text{Criticidad} = \text{Frecuencia} \times \text{Consecuencia}$$

$$\text{Consecuencia} = (7 \times 4) + 1 + 5 = 34 \qquad \text{Criticidad} = 2 \times 34 = 68$$

A continuación, se observa la matriz de criticidad.

Anexo 30

Matriz de Criticidad del Isuzu



Nota. Elaboración propia

La matriz de criticidad está conformada por 6 sistemas críticos y 2 sistema de mediana criticidad.

Anexo 31

Análisis de Criticidad del Kenworth

Kenworth								
Sistema	Frecuencia	Impacto Operacional	Flexibilidad Operacional	Costos de Mantenimiento	Impacto SAH	Consecuencias	Total	Jerarquización
Sistema de Frenos	2	7	4	1	5	34	68	C
Sistema de Suspensión	3	7	4	2	5	35	105	C
Sistema Eléctrico	4	7	4	1	7	36	144	C
Sistema de Transmisión	3	7	4	1	3	32	96	C
Sistema de neumáticos	4	7	4	1	7	36	144	C
Sistema de dirección	2	7	4	1	5	34	68	C
Sistema de combustible	3	4	4	1	7	24	72	MC
Sistema Hidráulico	2	4	4	1	5	22	44	MC

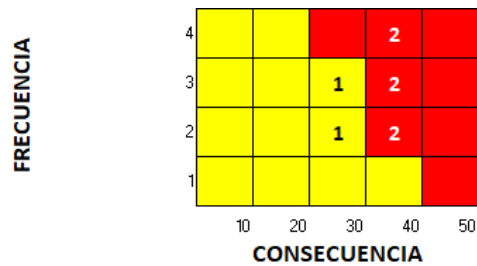
Nota. Elaboración propia

Se realizó el análisis de criticidad de la unidad de marca Kenworth en referencia a cada sistema que lo conforma, donde se evaluó cada factor ponderado, de esta forma se logró identificar los sistemas críticos, no críticos y de media criticidad representado en la matriz general de criticidad, donde se identificó 6 sistemas críticos, 2 sistemas de mediana criticidad.

A continuación, se observa la matriz de criticidad.

Anexo 32

Matriz de Criticidad del Kenworth



Nota. Elaboración propia

La matriz de criticidad está conformada por 6 sistemas críticos y 2 sistemas de mediana criticidad.

Anexo 33

Análisis de Criticidad del Internacional

Internacional								
Sistema	Frecuencia	Impacto Operacional	Flexibilidad Operacional	Costos de Mantenimiento	Impacto SAH	Consecuencias	Total	Jerarquización
Sistema de Frenos	2	7	4	1	7	36	72	C
Sistema de Suspensión	4	7	4	2	5	35	140	C
Sistema Eléctrico	4	7	4	1	5	34	136	C
Sistema de Transmisión	3	4	4	1	5	22	66	MC
Sistema de neumáticos	4	7	4	1	5	34	136	C
Sistema de dirección	3	7	4	1	3	32	96	C
Sistema de combustible	3	4	4	1	3	20	60	MC
Sistema Hidráulico	3	4	4	1	3	20	60	MC

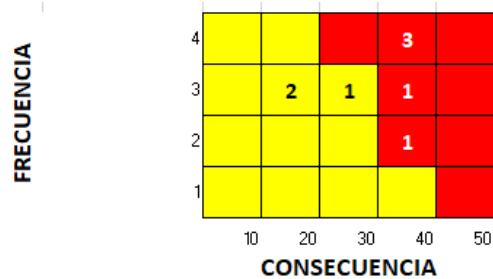
Nota. Elaboración propia

Se realizó el análisis de criticidad de la unidad de marca Internacional en referencia a cada sistema que lo conforma, donde se evaluó cada factor ponderado, de esta forma se logró identificar los sistemas críticos, no críticos y de media criticidad representado en la matriz general de criticidad, donde se identificó 5 sistemas críticos, 3 sistemas de mediana criticidad.

A continuación, se observa la matriz de criticidad.

Anexo 34

Matriz de Criticidad del Internacional



Nota. Elaboración propia

La matriz de criticidad está conformada por 5 sistemas críticos y 3 sistemas de mediana criticidad.

Anexo 35

Análisis de Criticidad del Mitsubishi

Mitsubishi								
Sistema	Frecuencia	Impacto Operacional	Flexibilidad Operacional	Costos de Mantenimiento	Impacto SAH	Consecuencias	Total	Jerarquización
Sistema de Frenos	2	7	4	1	5	34	68	C
Sistema de Suspensión	4	7	4	1	5	34	136	C
Sistema Eléctrico	3	4	4	1	5	22	66	MC
Sistema de Transmisión	3	4	4	1	5	22	66	MC
Sistema de neumáticos	3	4	4	1	7	24	72	MC
Sistema de dirección	3	4	4	1	5	22	66	MC
Sistema de combustible	3	4	4	1	7	24	72	MC
Sistema Hidráulico	4	7	4	1	7	36	144	C

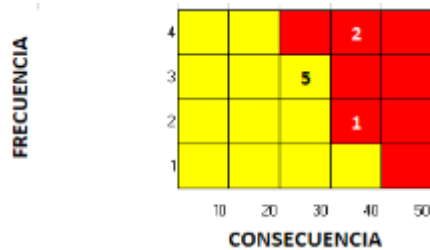
Nota. Elaboración propia

Se realizó el análisis de criticidad de la unidad de marca Mitsubishi en referencia a cada sistema que lo conforma, donde se evaluó cada factor ponderado, de esta forma se logró identificar los sistemas críticos, no críticos y de media criticidad representado en la matriz general de criticidad, donde se identificó 3 sistemas críticos y 5 sistemas de mediana criticidad.

A continuación, se observa la matriz de criticidad del Mitsubishi.

Anexo 36

Matriz de Criticidad del Mitsubishi



Nota. Elaboración propia

La matriz de criticidad está conformada por 3 sistemas críticos y 5 sistema de mediana criticidad.

Anexo 37

Análisis de Criticidad del Mercedes Benz

Mercedes Benz								
Sistema	Frecuencia	Impacto Operacional	Flexibilidad Operacional	Costos de Mantenimiento	Impacto SAH	Consecuencias	Total	Jerarquización
Sistema de Frenos	3	7	4	1	5	34	102	C
Sistema de Suspensión	2	5	4	2	5	27	54	MC
Sistema Eléctrico	2	7	1	1	5	13	26	NC
Sistema de Transmisión	3	7	4	1	5	34	102	C
Sistema de neumáticos	2	7	1	1	7	15	30	NC
Sistema de dirección	3	7	4	1	3	32	96	C
Sistema de combustible	2	7	1	1	7	15	30	NC
Sistema Hidráulico	3	7	1	1	5	13	39	MC

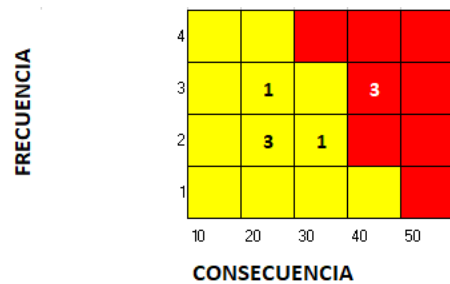
Nota. Elaboración propia

Se realizó el análisis de criticidad de la unidad de marca Mercedes en referencia a cada sistema que lo conforma, donde se evaluó cada factor ponderado, de esta forma se logró identificar los sistemas críticos, no críticos y de media criticidad representado en la matriz general de criticidad, donde se identificó 3 sistemas críticos, 2 sistemas de mediana criticidad y 3 sistemas no críticos.

A continuación, se observa la matriz de criticidad.

Anexo 38

Matriz de Criticidad del Mercedes



Nota. Elaboración propia

La matriz de criticidad está conformada por 3 sistemas críticos y 2 sistemas de mediana criticidad y 3 sistemas no críticos.

Anexo 39

Análisis de Criticidad del Nissan

Nissan								
Sistema	Frecuencia	Impacto Operacional	Flexibilidad Operacional	Costos de Mantenimiento	Impacto SAH	Consecuencias	Total	Jerarquización
Sistema de Frenos	4	7	4	1	8	37	148	C
Sistema de Suspensión	2	4	4	1	3	20	40	NC
Sistema Eléctrico	3	7	4	1	5	34	102	C
Sistema de Transmisión	3	7	4	1	7	36	108	C
Sistema de neumáticos	2	4	4	1	3	20	40	NC
Sistema de dirección	2	4	4	1	3	20	40	NC
Sistema de combustible	2	4	4	1	3	20	40	NC
Sistema Hidráulico	2	4	4	1	5	22	44	MC

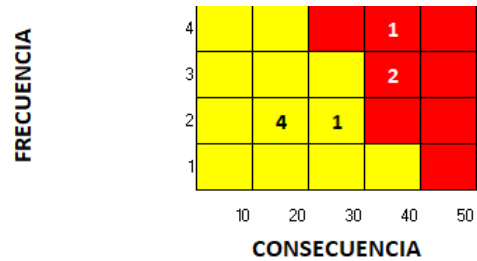
Nota. Elaboración propia

Se realizó el análisis de criticidad de la unidad de marca Nissan en referencia a cada sistema que lo conforma, donde se evaluó cada factor ponderado, de esta forma se logró identificar los sistemas críticos, no críticos y de media criticidad representado en la matriz general de criticidad, donde se identificó 3 sistemas críticos ,1 sistema de mediana criticidad y 4 sistemas no críticos.

A continuación, se observa la matriz de criticidad.

Anexo 40

Matriz de Criticidad del Nissan



Nota. Elaboración propia

La matriz de criticidad está conformada por 3 sistemas críticos y 1 sistema de mediana criticidad y 4 sistemas no críticos.

Anexo 41

Análisis de Criticidad del Mack

Mack								
Sistema	Frecuencia	Impacto Operacional	Flexibilidad Operacional	Costos de Mantenimiento	Impacto SAH	Consecuencias	Total	Jerarquización
Sistema de Frenos	4	7	4	1	7	36	144	C
Sistema de Suspensión	2	4	4	1	3	20	40	NC
Sistema Eléctrico	2	4	2	1	5	14	28	NC
Sistema de Transmisión	3	4	2	1	5	14	42	MC
Sistema de neumáticos	4	7	4	2	7	37	148	C
Sistema de dirección	2	7	2	1	5	20	40	NC
Sistema de combustible	2	4	2	1	7	16	32	NC
Sistema Hidráulico	3	7	2	1	5	20	60	MC

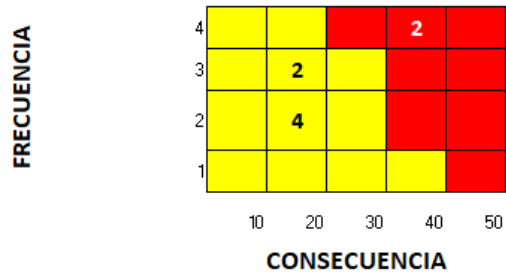
Nota. Elaboración propia

Se realizó el análisis de criticidad de la unidad de marca Mack en referencia a cada sistema que lo conforma, donde se evaluó cada factor ponderado, de esta forma se logró identificar los sistemas críticos, no críticos y de media criticidad representado en la matriz general de criticidad, donde se identificó 2 sistemas críticos, 2 sistema de mediana criticidad y 4 sistemas no críticos.

A continuación, se observa la matriz de criticidad.

Anexo 42

Matriz de Criticidad del Mack



Nota. Elaboración propia

La matriz de criticidad está conformada por 2 sistemas críticos y 2 sistema de mediana criticidad y 4 sistemas no críticos.

Anexo 43

Análisis de Criticidad del Volvo

Volvo								
Sistema	Frecuencia	Impacto Operacional	Flexibilidad Operacional	Costos de Mantenimiento	Impacto SAH	Consecuencias	Total	Jerarquización
Sistema de Frenos	2	4	4	1	5	22	44	MC
Sistema de Suspensión	2	4	4	1	5	22	44	MC
Sistema Eléctrico	3	7	4	1	5	34	102	C
Sistema de Transmisión	2	4	4	1	3	20	40	NC
Sistema de neumáticos	3	7	4	1	5	34	102	C
Sistema de dirección	2	4	4	1	3	20	40	NC
Sistema de combustible	2	4	4	1	3	20	40	NC
Sistema Hidráulico	2	4	4	1	3	20	40	NC

Nota. Elaboración propia

Se realizó el análisis de criticidad de la unidad de marca Volvo en referencia a cada sistema que lo conforma, donde se evaluó cada factor ponderado, de esta forma se logró identificar los sistemas críticos, no críticos y de media criticidad representado en la matriz general de criticidad, donde se identificó 2 sistemas críticos ,2 sistemas de mediana criticidad y 4 sistemas no críticos.

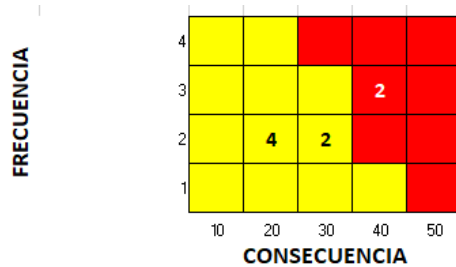
A continuación, se observa la matriz de criticidad.

$$\text{Consecuencia} = (4 \times 4) + 1 + 5 = 22$$

$$\text{Criticidad} = 2 \times 22 = 44$$

Anexo 44

Matriz de Criticidad del Volvo



Nota. Elaboración propia

La matriz de criticidad está conformada por 2 sistemas críticos y 2 sistema de mediana criticidad y 4 sistemas no críticos.

Anexo 45

Análisis de Criticidad del Freightliner

Freightliner								
Sistema	Frecuencia	Impacto Operacional	Flexibilidad Operacional	Costos de Mantenimiento	Impacto SAH	Consecuencias	Total	Jerarquización
Sistema de Frenos	2	4	4	1	3	20	40	NC
Sistema de Suspensión	2	4	4	1	3	20	40	NC
Sistema Eléctrico	3	7	4	1	5	34	102	C
Sistema de Transmisión	3	7	4	1	7	36	108	C
Sistema de neumáticos	2	4	4	1	5	22	44	MC
Sistema de dirección	2	4	4	1	3	20	40	NC
Sistema de combustible	2	4	4	1	3	20	40	NC
Sistema Hidráulico	2	4	4	1	3	20	40	NC

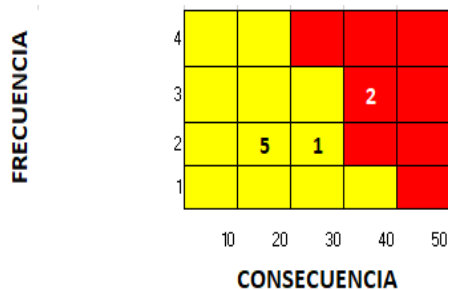
Nota. Elaboración propia

Se realizó el análisis de criticidad de la unidad de marca Freightliner en referencia a cada sistema que lo conforma, donde se evaluó cada factor ponderado, de esta forma se logró identificar los sistemas críticos, no críticos y de media criticidad representado en la matriz general de criticidad, donde se identificó 2 sistemas críticos, 1 sistema de mediana criticidad y 5 sistemas no críticos.

A continuación, se observa la matriz de criticidad.

Anexo 46

Matriz de Criticidad del Freightliner



Nota. Elaboración propia

La matriz de criticidad está conformada por 2 sistemas críticos y 1 sistema de mediana criticidad y 5 sistemas no críticos.

Anexo 47

Análisis de Criticidad del Toyota

Toyota								
Sistema	Frecuencia	Impacto Operacional	Flexibilidad Operacional	Costos de Mantenimiento	Impacto SAH	Consecuencias	Total	Jerarquización
Sistema de Frenos	3	7	4	2	7	37	111	C
Sistema de Suspensión	2	4	4	1	3	20	40	NC
Sistema Eléctrico	2	4	4	1	3	20	40	NC
Sistema de Transmisión	2	4	4	1	3	20	40	NC
Sistema de neumáticos	3	4	4	1	5	22	66	MC
Sistema de dirección	2	4	4	1	3	20	40	NC
Sistema de combustible	2	4	4	1	3	20	40	NC
Sistema Hidráulico	2	4	4	1	3	20	40	NC

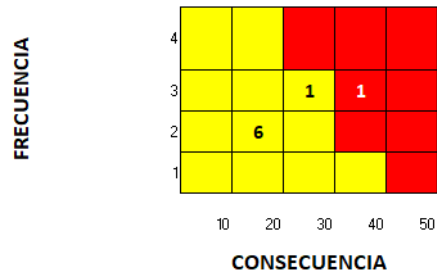
Nota. Elaboración propia

Se realizó el análisis de criticidad de la unidad de marca Toyota en referencia a cada sistema que lo conforma, donde se evaluó cada factor ponderado, de esta forma se logró identificar los sistemas críticos, no críticos y de media criticidad representado en la matriz general de criticidad, donde se identificó 1 sistema crítico, 1 sistema de mediana criticidad y 6 sistemas no críticos.

A continuación, se observa la matriz de criticidad.

Anexo 48

Matriz de Criticidad del Toyota



Nota. Elaboración propia

La matriz de criticidad está conformada por 1 sistema crítico y 1 sistema de mediana criticidad y 6 sistemas no críticos.

Anexo 49

Análisis de Criticidad del Hyundai

Hyundai								
Sistema	Frecuencia	Impacto Operacional	Flexibilidad Operacional	Costos de Mantenimiento	Impacto SAH	Consecuencias	Total	Jerarquización
Sistema de Frenos	3	4	4	1	5	22	66	MC
Sistema de Suspensión	2	4	4	1	3	20	40	NC
Sistema Eléctrico	2	4	4	1	3	20	40	NC
Sistema de Transmisión	2	4	4	1	3	20	40	NC
Sistema de neumáticos	3	4	7	1	7	36	108	C
Sistema de dirección	2	4	4	1	3	20	40	NC
Sistema de combustible	2	4	4	1	3	20	40	NC
Sistema Hidráulico	2	4	4	1	3	20	40	NC

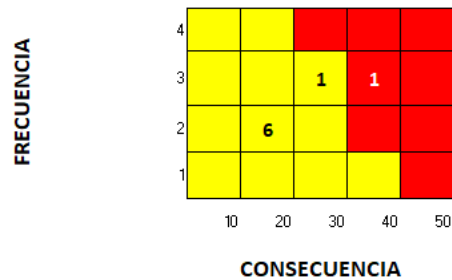
Nota. Elaboración propia

Se realizó el análisis de criticidad de la unidad de marca Hyundai en referencia a cada sistema que lo conforma, donde se evaluó cada factor ponderado, de esta forma se logró identificar los sistemas críticos, no críticos y de media criticidad representado en la matriz general de criticidad, donde se identificó 1 sistema crítico, 1 sistema de mediana criticidad y 6 sistemas no críticos.

A continuación, se observa la matriz de criticidad.

Anexo 50

Matriz de Criticidad del Hyundai



Nota. Elaboración propia

La matriz de criticidad está conformada por 1 sistemas críticos y 1 sistema de mediana criticidad y 6 sistemas no críticos.

A continuación, se observa el formato de implementación:

Anexo 51

Check List del Área de Mantenimiento

CHECK LIST										
ÁREA DE MANTENIMIENTO										
MECANICA Y ELECTRICICA										
ÍTEMS A CHEQUEAR	UBICACIÓN	ESTADO			ÍTEMS A CHEQUEAR	UBICACIÓN	ESTADO			
		Bueno	Malo	No Aplica			Bueno	Malo	No Aplica	
MOTOR	Nivel de agua				NEUMÁTICOS	Delanteros				
	Nivel de aceite de motor					Posteriores				
	Nivel de combustible					de repuesto				
	Nivel de hidrolina					Presión de aire				
	Correas de ventilador templadas o reseca					Ajuste de tuercas (torque 145 lbs)				
	Fugas de aceite					Banda de rodadura				
	Fugas de combustible					Estado de Aros				
LUCES Y SISTEMA ELECTRICO	Bajas (delanteras)				BOCINAS Y ALARMAS	Bocina de ciudad				
	Altas (delanteras)					Bocina de campo				
	Neblineros originales					Bocina de alarma de falta de aire				
	Neblineros adicionales (amarillos)				ESPEJOS	Retrovisor central				
	Direccionales					Lateral derecho				
	Estacionamiento					Lateral izquierdo				
	Luces de castillo				CINTURONES	Copiloto (estado de sistema retráctil)				
	Luces de posicion					Piloto (estado de sistema retráctil)				
	Circulina				LUNAS	Parabrisas				
	Luz de retroceso					Posterior				
	Bocina de retroceso				SISTEMA DE FRENOS	Vidrio de puertas				
	Luces de freno					Freno de Servicio				
	Luces de posicion posterior					Freno de Motor				
	Piratas					Fuga en el Sistema de Aplicación del Sistema de Frenos.				
	Luz de placa					Acelerador				
	Luz de direccional				SISTEMA DE PEDALES (protectores de goma)	Pedal de inclinacion de direccion				
	Luces de emergencia (posterior)					Embrague				
	Exposicion de cables por la columna de direccion					Freno				
	SISTEMA DE DIRECCIÓN	Fugas de hidrolina				LIMPIA PARABRISAS	Nivel del líquido			
		Estado de rotulas de direccion					Motor del limpiaparabrisas			
Cañerías de direccion					Estado de plumilla					
SISTEMA DE SUSPENSIÓN (estado)	Hidraulica				SISTEMA DE FRENOS	Zapatas (primer eje)				
	Delantero (lado conductor)					zapatas (segundo eje)				
	Delantero (lado copiloto)					zapatas (tercer eje)				
	Segundo eje (lado copiloto)					Protectores de zapatas				
	Segundo eje (lado piloto)					Aceite, grasa en las zapata				
	Tercer eje (lado de copiloto)					zapatas salidas				
Tercer eje (lado de piloto)										

Nota. Obtenido de la empresa en estudio

Los formatos de mantenimiento son primordiales para la inspección previa antes de la salida a ruta de la unidad, de esta forma se realiza una revisión general y se corrobora que se encuentre en buen estado el equipo.

Anexo 52

Formato de Implementación en las Unidades

IMPLEMETACION									
ÍTEMS A CHEQUEAR	UBICACIÓN	ESTADO			ÍTEMS A CHEQUEAR	UBICACIÓN	ESTADO		
		Bueno	Malo	No Aplica			Bueno	Malo	No Aplica
TACOS	Rotulados				EXTINTOR	Caja y seguro			
	En buen estado					Actualizacion de carnet			
CONOS	Rotulados				Presinto de seguridad				
	En buen estado				Pictogramas				
KIT ANTIDERRAME	Con cinta blanca y amarilla				Manguera				
	maletín con logo				yodopovidona de 60cc				
	bandeja				alcohol de 70 grados 120ml				
	25pañó absorbente para hidrocarburo(x10)				gasas estilizadas fraccionadas 10x10(x5)				
	bolsa para desperdicio color negro(x10)				apósitos estilizados de 10x10(x2)				
	tivex				tijera punta roma				
	sobre lentes seguridad lunas claras				algodón 50gr				
	pañó industrial (x1)				gel antiséptico				
	escaba chica y recojedor				curitas (x10)				
	paletas pare y siga				guantes quirurgicos de 7 1/2 (x3)				
	guantes de nitrilo				esparadrapo de 2.5x2.5(x2)				
	2guantes de cuero				venda elastica de 2x2.5(x2)				
	salchicha absorbente D-20cm x 1m(x2)				venda elastica de 4x2.5(x2)				
	plumon indeleble				venda elastica 8x2.5(x2)				
	respirador media cara con cartuchos				baras luminosas				
	cinta roja y amarilla (50m cada una)				luz de seguridad				
pala y pico									
<p>_____</p> <p>Firma de Conductor Nombre y DNI:</p>				<p>_____</p> <p>Firma Responsable de área Nombre y DNI:</p>					

Nota. Obtenido de la empresa en estudio

El formato de implementación es de gran importancia ya que permite corroborar que la unidad cuente con los equipos de seguridad y que se encuentren en buenas condiciones para que sea usado cuando se requiere.

Anexo 53

Cronograma de Compras

Cronograma de Compras									
Repuesto	Cantidad	Precio Unitario	Fecha de Compra	Estado de Compra	Fecha de Ingreso al Almacén	Periodos de Compra de Repuestos al año			Responsable
						(Ener-Abr)	(May-Agos)	(Sep-Diciem)	
Filtro raco 500fg2	4	S/ 87.00	1/02/2025	En Proceso		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mantenimiento
Filtro de aire FE145 FE180	4	S/ 150.00	2/02/2025	En Proceso		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mantenimiento
Filtro de secador 700 Air Dryer	3	S/ 180.00	3/02/2025	En Proceso		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mantenimiento
Manguera de aire enrollada de 8' Diametro(1/2")	2	S/ 70.00	4/02/2025	En Proceso		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mantenimiento
Relay de freno BOSCH	4	S/ 140.00	13/02/2025	En Espera		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mantenimiento
Pastilla de freno D1682	4	S/ 200.00	15/02/2025	En Espera		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mantenimiento
Bateria CAMEL 57413L	4	S/ 180.00	4/02/2025	En Proceso		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mantenimiento
Bateria SMF 42B19L	4	S/ 600.00	5/02/2025	En Proceso		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mantenimiento
Cable de bateria	3	S/ 200.00	6/02/2025	En Proceso		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mantenimiento
Correa de calefaccion	2	S/ 360.00	21/02/2025	En Espera		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mantenimiento
Relay de direccional DC12V	3	S/ 35.00	22/02/2025	En Espera		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mantenimiento
Luces de casquillo 12/24v	4	S/ 20.00	23/02/2025	En Espera		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mantenimiento
Luz pirata 24 Led 12-36V	3	S/ 150.00	6/02/2025	En Proceso		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mantenimiento
Fusible de vidrio 250 V-5x20mm	5	S/ 5.00	2/02/2025	En Proceso		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mantenimiento
Fusible electrico 7.5A	5	S/ 5.00	4/02/2025	En Proceso		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mantenimiento
Hidrolina (Balde ATF DEXRON II)	1	S/ 120.00	21/02/2025	En Espera		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mantenimiento
Refrigerante (Galon)	3	S/ 50.00	22/02/2025	En Espera		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mantenimiento
Limpieza de tornameza	2	S/ 20.00	23/02/2025	En Espera		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mantenimiento
Engrase de templador de correa	1	S/ 360.00	10/02/2025	En Espera		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mantenimiento
Galon de aceite MX 15W-40 4L	2	S/ 306.00	5/02/2025	En Espera		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mantenimiento
Grasa H-2(Roja)	1	S/ 300.00	6/02/2025	En Proceso		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mantenimiento
Faro direccional P43t	1	S/ 200.00	2/02/2025	En Espera		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mantenimiento
Goma de carrete TFR	3	S/ 80.00	4/02/2025	En Espera		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mantenimiento
Plumilla	3	S/ 35.00	21/02/2025	En Proceso		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mantenimiento
Cruzeta FK615	2	S/ 600.00	22/02/2025	En Espera		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mantenimiento
Amortiguador (L:150 mm;D:45 mm)	3	S/ 390.00	23/02/2025	En Espera		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mantenimiento
Templador (Inte:18 mm;Ext:70 mm, Dist de Agu: 93 mr)	3	S/ 350.00	8/02/2025	En Proceso		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mantenimiento
Disco de freno rodeo 3.2 v6	3	S/ 250.00	10/02/2025	En Espera		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mantenimiento
Luces de Emergencia	3	S/ 70.00	5/02/2025	En Espera		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mantenimiento
Suple de rueda 4x2"	2	S/ 250.00	6/02/2025	En Proceso		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mantenimiento
Abrazadera de tubo de escape 2.5	2	S/ 19.00	2/02/2025	En Espera		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mantenimiento
Respirador de tanque de combustible BMW	3	S/ 90.00	4/02/2025	En Espera		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mantenimiento
Valvula de freno M12x1.5 mm.	3	S/ 380.00	13/02/2025	En Espera		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mantenimiento
Bornes de bateria	4	S/ 250.00	15/02/2025	En Espera		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mantenimiento
Soporte de cruzeta	2	S/ 250.00	4/02/2025	En Proceso		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mantenimiento
Muelle	2	S/ 650.00	5/02/2025	En Espera		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mantenimiento
Bujes de templador (Di:18.3- De=42.3- Long=80)	3	S/ 60.00	6/02/2025	En Espera		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mantenimiento
Corta corriente	2	S/ 180.00	21/02/2025	En Proceso		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mantenimiento
Llanta RLB 200	6	S/ 850.00	22/02/2025	En Espera		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mantenimiento
Esparrago de rueda M22 x 1.50; M20 x1.50	3	S/ 50.00	23/02/2025	En Espera		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mantenimiento
Filtro de petroleo 6R20	4	S/ 125.00	5/02/2025	En Espera		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mantenimiento
Correa de termostato 159DW89	2	S/ 200.00	22/02/2025	En Proceso		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mantenimiento
Disco de embrague SACHS 160 mm	3	S/ 250.00	23/02/2025	En Espera		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mantenimiento
Corona (44x44x18cm)	2	S/ 305.00	22/02/2025	En Proceso		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mantenimiento
Neumatico 295/80R22.5	5	S/ 925.00	23/02/2025	En Espera		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mantenimiento

Nota. Elaboración Propia

El cronograma de mantenimiento contiene los equipos u herramientas que serán adquiridos por el área de mantenimiento, durante el año se tendrán tres periodos de compra de estos que serán colocados en el almacén para tenerlos en stock y serán usados cuando sean requeridos por el personal.

Anexo 54

Pronóstico de Servicios Hasta el Periodo 2024

	Nº	Mes	Servicios	Total
Mayo 2021 abril 2022	1	Mayo	166	1809
	2	Junio	149	
	3	Julio	163	
	4	Agosto	130	
	5	Setiembre	156	
	6	Octubre	179	
	7	Noviembre	194	
	8	Diciembre	156	
	9	Enero	115	
	10	Febrero	137	
	11	Marzo	126	
	12	Abril	138	
Mayo 2022 abril 2023	13	Mayo	249	2969
	14	Junio	210	
	15	Julio	266	
	16	Agosto	230	
	17	Setiembre	272	
	18	Octubre	291	
	19	Noviembre	224	
	20	Diciembre	195	
	21	Enero	249	
	22	Febrero	255	
	23	Marzo	261	
	24	Abril	267	
Mayo 2023 abril 2024	25	Mayo	273	3659
	26	Junio	278	
	27	Julio	284	
	28	Agosto	290	
	29	Setiembre	296	
	30	Octubre	302	
	31	Noviembre	308	
	32	Diciembre	314	
	33	Enero	320	
	34	Febrero	326	
	35	Marzo	331	
	36	Abril	337	

Nota. Elaboración Propia

Se realizo el pronóstico de los servicios hasta el periodo Abril del 2024 donde el número de servicios se incrementó, debido a ello es requerido la disponibilidad de las unidades para lograr cubrir la demanda de servicios.

Anexo 55

Pauta de Mantenimiento del Mighty - Hyundai

N°	ITEM	Km x1000										
		5	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
1	Aceite de motor	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
2	Filtro de aceite de motor	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
3	Filtro decantador de combustible	I	C	I	C	I	C	I	C	I	C	I
4	Filtro de aire	I	I	C	I	C	I	C	I	C	I	C
5	Aceite caja de cambio	I	I	C	I	C	I	C	I	C	I	C
6	Aceite de diferencial	I	I	C	I	C	I	C	I	C	I	C
7	Aceite de Dirección	I	I	I	I	I	I	C	I	I	I	I
8	Filtro Cabina (Cambio según estado)	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
9	Estado conductos y mangueras de freno, combustible, fuga, grietas.	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
10	Líquido de Embrague/Frenos	I	I	I	I	C	I	I	I	C	I	I
11	Revisión de luces, sistema de arranque y Carga	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
12	Estado de correas tensión y fisuras (Cambio según estado)	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
13	Refrigerante de motor (Cada 200.000 Km)	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	C
14	Revisión de niveles (aceites, líquidos y otros)	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
15	Engrase chasis y muñones	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
16	Engrasar rodamientos masas de ruedas delanteras y traseras			E		E		E		E		E
17	Revisión de frenos, desgaste Pastillas, balata, Tambor o disco.		I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
18	Presión aire de neumáticos											
19	Abrazaderas de turbo e intercooler	I	I	I	I	I	I	I	I	I		I
20	Prueba y regulación del pedal de embrague		I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
21	Torque pernos de ruedas	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
22	Limpieza Sensor MAF				I		I			I		
23	Reapriete ballestas delanteras y traseras		I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
24	Regulación de frenos de servicio y estacionamiento		I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
25	Rotación de los neumáticos (Recomendación cada 15000-20000k)		I		I		I		I		I	
26	Funcionamiento de aire acondicionado	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
27	Diagnostico GDS Mobile	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
VALORES ESTIMADOS IVA INCLUIDO*		\$	\$ 316.287	\$ 600.494	\$ 316.287	\$ 646.843	\$ 316.297	\$ 647.384	\$ 316.287	\$ 646.843	\$ 316.287	\$ 695.095

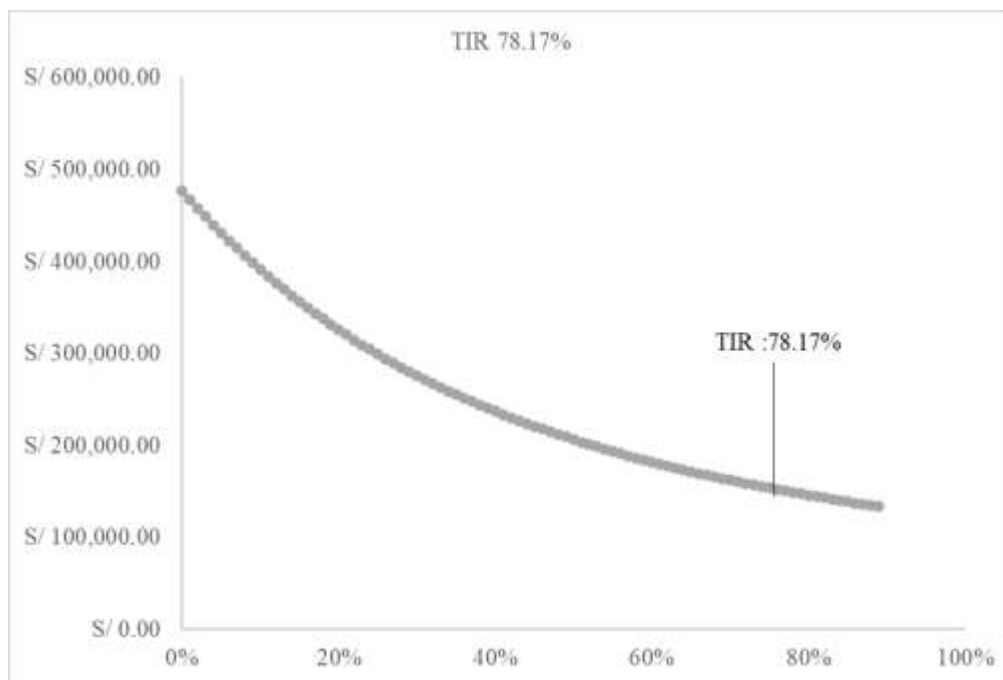
Anexo 56

Mantenimiento Preventivo - Intervalos de Lubricación del Kenworth

COMPONENTE	SIN ESI	ESI	COMENTARIOS
Transmisión Lubricación de -Revisar nivel de líquido -Vaciar y reabastecer			Kenworth admite lubricante sintético(lubricante mineral para engranajes opcional) Consulte las Recomendaciones y especificaciones del fabricante de la transmisión -Comuníquese con su distribuidor de Kenworth para obtener las Especificaciones/programación del mantenimiento preventivo
Cojinetes de la rueda trasera - estándar	100,00	Según sea necesario	
Cojinetes de la rueda trasera -LMS	3 años/350,000		Si no hay fugas de aceite, no hay necesidad de dar servicio antes de 3 años/350,000
Eje trasero -Revisar nivel de líquido -(eje trasero), vaciar, enjuagar, reabastecer			Kenworth admite lubricante sintético(lubricante mineral para engranajes opcional) Consulte las Recomendaciones y especificaciones del fabricante del eje -Comuníquese con su distribuidor de Kenworth para obtener las Especificaciones/programación del mantenimiento preventivo
Árboles de levas del freno trasero	10,000 - 15,000	250,000	Grasa sintética con aditamentos especiales
Árboles de levas del freno trasero	120,000		Con LMS
Quinta rueda	10,000 - 15,000	25,000	40 a 60 K para ajustes
Pasadores de resorte	10,000 - 15,000	ninguno	Con clavijas aisladas con caucho - Sin servicio
Ajustadores de tensión delantero y trasero	10,000 - 15,000	250,000	Grasa sintética con aditamentos especiales
Clavijas maestras	10,000 - 15,000	25,000	
Cojinetes de la rueda delantera - estándar	100,000	Según sea necesario	
Cojinetes de la rueda delantera - LMS	3 años/350,000		Si no hay fugas de aceite, no hay necesidad de dar servicio antes de 3 años/350,000(564,000 kilómetros)
Mecanismo del acelerador	ninguno	ninguno	Únicamente motores electrónicos

Anexo 57

Correlación del VAN y TIR



Nota. Elaboración Propia

La correlación correspondiente al VAN y TIR resulta de una TIR inicial de 0% a 90%, con la inversión de S/155,019.01 y un flujo de S/128,320.94 de forma anual, resultando un VAN inicial de S/486,585.70, por medio de estos datos se obtuvo el gráfico de dispersión, donde se observa la rentabilidad por medio del incremento de la cantidad de servicios de la empresa durante los próximos años, siendo los valores del VAN y TIR mayores a cero, indicando la viabilidad de la empresa y recuperación de la inversión.