



# **Universidad Católica de Santa María**

## **Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica – Eléctrica**

### **Diseño de un plan de mantenimiento basado en ACR y RCM para mejorar la confiabilidad de los tractocamiones de la empresa Transportes Hagemasac**

Tesis presentada por:

**Tovar Mascaraqui, Mauricio Alexis**

**ORCID: 0009-0006-5516-918X**

para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista

Asesor (a):

**Dr. Caceres Núñez, Augusto Emilio Carlos**

**ORCID: 0000-0002-2207-9237**

Arequipa - Perú

2026

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA**

**INGENIERIA MECANICA-ELECTRICA**

**TITULACIÓN CON TESIS**

**DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR**

Arequipa, 08 de Marzo del 2026

**Dictamen: 015325-C-EPIMMEM-2026**

Visto el borrador del expediente 015325, presentado por:

**2016600851 - TOVAR MASCARAQUI MAURICIO ALEXIS**

Titulado:

**DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN ACR Y RCM PARA MEJORAR LA  
CONFIABILIDAD DE LOS TRACTOCAMIONES DE LA EMPRESA TRANSPORTES HAGEMSA**

Nuestro dictamen es:

**APROBADO**

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

**INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

**29479140 - VALENCIA SALAS MARIO JOSE  
DICTAMINADOR**



**29685318 - CASTRO VALDIVIA JORGE LUIS  
DICTAMINADOR**



**46292714 - SILES NATES FERNANDO DAVID  
DICTAMINADOR**



# Diseño de un plan de mantenimiento basado en ACR y RCM para mejorar la confiabilidad de los tractocamiones de la empresa Transportes Hagemasac

## INFORME DE ORIGINALIDAD

15%

INDICE DE SIMILITUD

14%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1

[repository.upb.edu.co](https://repository.upb.edu.co)

Fuente de Internet

3%

2

[hdl.handle.net](https://hdl.handle.net)

Fuente de Internet

2%

3

Submitted to Universidad Católica de Santa María

Trabajo del estudiante

1%

4

Submitted to National University College - Online

Trabajo del estudiante

1%

5

Submitted to Universidad Politecnica Salesiana del Ecuador

Trabajo del estudiante

1%

6

[tesis.ucsm.edu.pe](https://tesis.ucsm.edu.pe)

Fuente de Internet

1%

7

[repositorio.continental.edu.pe](https://repositorio.continental.edu.pe)

Fuente de Internet

<1%

8

[repositorioacademico.upc.edu.pe](https://repositorioacademico.upc.edu.pe)

Fuente de Internet

<1%

9

[www.coursehero.com](https://www.coursehero.com)

Fuente de Internet

<1%

10

[repositorio.ucsm.edu.pe](https://repositorio.ucsm.edu.pe)

Fuente de Internet

<1%

11

[repositorio.usm.cl](https://repositorio.usm.cl)

Fuente de Internet

<1%

12

[site.unifesp.br](https://site.unifesp.br)

Fuente de Internet

<1%

13

[www.slideshare.net](https://www.slideshare.net)

Fuente de Internet

<1%

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mi madre y mi abuelo, quienes con su esfuerzo y ejemplo me enseñaron el valor de la perseverancia y la disciplina. A mi enamorada Estefani, por ser mi fuente de motivación y apoyo en los momentos más difíciles. Y a todas aquellas personas que creen en la importancia del conocimiento y la mejora continua, con la esperanza de que este esfuerzo contribuya, aunque sea modestamente, al desarrollo de nuestra profesión y al fortalecimiento de la industria.

## **AGRADECIMIENTOS**

*A mi persona le gustaría expresar un sincero agradecimiento a todas las personas y empresa que hicieron posible la culminación de esta tesis.*

*Agradezco a mis asesores y docentes, quienes con su guía y conocimientos me ayudaron en cada etapa de la investigación.*

*A mis colegas, por su apoyo constante y por compartir experiencias que enriquecieron este proceso.*

*A mi familia, por su paciencia, comprensión y respaldo incondicional, que me dieron la fuerza necesaria para superar los desafíos.*

*Finalmente, agradezco a la institución que me brindó los recursos y el espacio académico para desarrollar esta tesis, contribuyendo a mi formación profesional y personal.*

*EL TESISTA*

## RESUMEN

Desde una perspectiva económica global, los activos que prestan servicios son esenciales para la competitividad empresarial. En este contexto, Transportes Hagemasac enfrenta la necesidad de fortalecer la confiabilidad y disponibilidad de sus unidades mediante el uso de estrategias de mantenimiento. La presente tesis aborda la problemática de baja disponibilidad y confiabilidad derivados de fallas recurrentes en la flota. Antes de la implementación del plan, el mantenimiento se caracterizaba por acciones correctivas no planificadas, ausencia de criterios de criticidad y limitada documentación técnica, lo que genera paradas imprevistas, incremento en tiempos muertos de reparación y reducción de la confiabilidad operacional. Después de la aplicación de las estrategias de Análisis Causa Raíz y Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad, se estableció una taxonomía jerárquica de equipos, se definió los sistemas más críticos, se determinó el origen de las causas y se implementó acciones preventivas y correctivas para cada modo de falla. El nuevo plan permitió estructurar rutinas de inspección, calendarizar intervenciones y llevar un control de los resultados a través de los indicadores de gestión de mantenimiento. Tras la implementación se evidencio mejoras significativas en la reducción de fallas repetitivas, mayor disponibilidad de los tractocamiones y disminución de costos asociados a reparaciones. Asimismo, se fortaleció la cultura organizacional hacia la confiabilidad, integrando herramientas visuales y capacitación técnica para los equipos de mantenimiento.

Palabras clave: *disponibilidad, análisis de causa raíz, confiabilidad*

## **ABSTRACT**

From a global economic perspective, service assets are essential for business competitiveness. In this context, Transportes Hagensac faces the need to strengthen the reliability and availability of its fleet through the use of maintenance strategies. This thesis addresses the problem of low availability and reliability resulting from recurring fleet failures. Before the plan's implementation, maintenance was characterized by unplanned corrective actions, a lack of criticality criteria, and limited technical documentation, leading to unforeseen downtime, increased repair downtime, and reduced operational reliability. After applying Root Cause Analysis and Reliability-Centered Maintenance (RCM) strategies, a hierarchical equipment taxonomy was established, the most critical systems were defined, the root causes were determined, and preventive and corrective actions were implemented for each failure mode. The new plan allowed for the structuring of inspection routines, the scheduling of interventions, and the monitoring of results through maintenance management indicators. Following implementation, significant improvements were observed in the reduction of recurring failures, increased truck availability, and decreased repair costs. Furthermore, the organizational culture focused on reliability was strengthened by integrating visual tools and providing technical training for maintenance teams.

Keywords: availability, root cause analysis, reliability

# ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

RESUMEN

ABSTRACT

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| INTRODUCCIÓN.....                     | 1  |
| CAPÍTULO I.....                       | 2  |
| 1. GENERALIDADES.....                 | 3  |
| 1.1 Enunciado del Problema.....       | 3  |
| 1.1.1 Variables Dependientes.....     | 3  |
| 1.1.2 Variable Independiente. ....    | 4  |
| 1.2 Formulación del Problema.....     | 5  |
| 1.3 Objetivo Principal.....           | 5  |
| 1.4 Objetivos Específicos .....       | 5  |
| 1.5 Justificación .....               | 6  |
| 1.5.1 Justificación metodológica..... | 6  |
| 1.5.2 Justificación social. ....      | 7  |
| 1.5.3 Justificación práctica.....     | 8  |
| 1.6 Marco Metodológico .....          | 8  |
| 1.7 Alcance .....                     | 9  |
| 1.8 Limitaciones .....                | 10 |
| CAPÍTULO II.....                      | 11 |
| 2. MARCO TEÓRICO .....                | 12 |

|                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------|----|
| 2.1 Antecedentes.....                                     | 12 |
| 2.2 Definición .....                                      | 17 |
| 2.3 Historia Del Mantenimiento .....                      | 18 |
| 2.4 Tipos de Mantenimiento .....                          | 19 |
| 2.4.1 Mantenimiento Correctivo. ....                      | 19 |
| 2.4.2 Mantenimiento Preventivo. ....                      | 20 |
| 2.4.3 Mantenimiento Predictivo.....                       | 22 |
| 2.4.4 Mantenimiento Proactivo.....                        | 23 |
| 2.4.5 Mantenimiento Overhaul. ....                        | 24 |
| 2.4.6 Mantenimiento Productivo Total. ....                | 24 |
| 2.4.7 Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad.....     | 26 |
| 2.5 Análisis de Causa Raíz en Mantenimiento .....         | 35 |
| 2.5.1 Metodologías del Análisis de Causa Raíz.....        | 35 |
| 2.5.2 Integración de metodologías .....                   | 41 |
| 2.6 Mantenimiento Basado en la Condición.....             | 43 |
| 2.6.1 Tipos de Mantenimiento Basados en la Condición..... | 43 |
| 2.7 Análisis de Lubricante .....                          | 44 |
| 2.7.1 Tipos de aceites.....                               | 44 |
| 2.7.2 Nomenclatura de Aceites Multigrado. ....            | 46 |
| 2.8 Indicadores de Gestión .....                          | 47 |
| 2.8.1 Indicadores Técnicos.....                           | 47 |
| CAPÍTULO III .....                                        | 51 |
| 3. ESTADO DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO .....                 | 52 |

|                                                                       |     |
|-----------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.1 La Empresa: .....                                                 | 52  |
| 3.2 Ubicación Geográfica y Distribución: .....                        | 53  |
| 3.3 Actual Organigrama de la Empresa: .....                           | 54  |
| 3.4 Procedimiento Del Transporte de Carga .....                       | 55  |
| 3.5 Miembros del área de Mantenimiento .....                          | 55  |
| 3.6 Análisis e interpretación de la auditoria de mantenimiento.....   | 57  |
| CAPÍTULO IV .....                                                     | 61  |
| 4. METODOLOGÍA APLICADA DEL ANÁLISIS CAUSA RAÍZ Y CONFIABILIDAD ..... | 62  |
| 4.1 Sistemas y Subsistemas de los Tractocamiones: .....               | 62  |
| 4.2 Fichas técnicas del Tractocamión Kenworth T800, T880 .....        | 73  |
| 4.2.1 Sistema de combustible.....                                     | 75  |
| 4.2.2 Sistema de lubricación. ....                                    | 78  |
| 4.2.3 Sistema de refrigeración.....                                   | 81  |
| 4.2.4 Sistema de admisión de aire.....                                | 83  |
| 4.2.5 Sistema de transmisión.....                                     | 85  |
| 4.2.6 Sistema de frenos. ....                                         | 89  |
| 4.2.7 Sistema Eléctrico.....                                          | 93  |
| 4.3 Ficha técnica del Tractocamión Kenworth T660 .....                | 97  |
| 4.3.1 Sistema de Combustible:.....                                    | 98  |
| 4.3.2 Sistema de Lubricación. ....                                    | 100 |
| 4.3.3 Sistema de Refrigeración. ....                                  | 104 |
| 4.3.4 Sistema de Admisión de Aire.....                                | 105 |
| 4.3.5 Sistema de transmisión: .....                                   | 107 |

|                                                                                       |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.3.6 Sistema de frenos. ....                                                         | 110 |
| 4.4 Análisis de criticidad de sistemas y subsistemas por el principio de Pareto ..... | 113 |
| 4.5 Aplicación de la metodología .....                                                | 117 |
| 4.5.1 Recopilación de datos y análisis inicial del modo de falla.....                 | 117 |
| 4.5.2 Diagrama de Ishikawa.....                                                       | 120 |
| 4.5.3 Árbol de causas. ....                                                           | 122 |
| 4.5.4 Árbol de fallas. ....                                                           | 124 |
| 4.5.5 Análisis causal y determinación de la causa raíz. ....                          | 126 |
| 4.5.6 Metodología RCM. ....                                                           | 127 |
| 4.5.7 Integración de las metodologías causa raíz y confiabilidad.....                 | 131 |
| 4.5.8 Sistema más crítico. ....                                                       | 134 |
| CAPÍTULO V .....                                                                      | 137 |
| 5. PLAN DE MANTENIMIENTO, INDICADORES Y ANÁLISIS DE ACEITE .....                      | 138 |
| 5.1 Implementación del Plan de mantenimiento preventivo .....                         | 138 |
| 5.2 Beneficios del plan de mantenimiento.....                                         | 140 |
| 5.3 Indicadores Técnicos Septiembre 2024 a Agosto 2025.....                           | 141 |
| 5.4 Análisis de aceites mantenimiento basado en la condición .....                    | 142 |
| CONCLUSIONES.....                                                                     | 158 |
| RECOMENDACIONES .....                                                                 | 160 |
| REFERENCIAS .....                                                                     | 161 |

# ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 Principales puntos críticos en mantenimiento .....                                      | 12 |
| Figura 2 Estrategias de mantenimiento y herramientas en empresas industriales y transporte ..... | 13 |
| Figura 3 Causas de los paros no programados.....                                                 | 14 |
| Figura 4 Planes para disminuir el tiempo muerto no programado.....                               | 15 |
| Figura 5 Ventajas de las estrategias y herramientas de mantenimiento.....                        | 16 |
| Figura 6 Tendencias en la gestión del mantenimiento.....                                         | 19 |
| Figura 7 Costo comparativo de los sistemas de mantenimiento .....                                | 23 |
| Figura 8 Formato de análisis de modos y efectos de falla .....                                   | 33 |
| Figura 9 Formato de grafico de Ishikawa .....                                                    | 37 |
| Figura 10 Código grafico del árbol de causas.....                                                | 38 |
| Figura 11 Relación secuencial de causa.....                                                      | 39 |
| Figura 12 Relación de conjunción de causa.....                                                   | 39 |
| Figura 13 Relación de disyunción de causa.....                                                   | 40 |
| Figura 14 Símbolos de eventos del árbol de fallas .....                                          | 41 |
| Figura 15 Símbolos de puertas lógicas del árbol de fallas.....                                   | 41 |
| Figura 16 Actual organigrama de la empresa transportes Hagemasac .....                           | 54 |
| Figura 17 Cuadro de evaluación de la auditoria de mantenimiento.....                             | 58 |

|                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 18 Matriz de clasificación de la gestión de mantenimiento .....    | 59 |
| Figura 19 Gráfico radial de los atributos del área de mantenimiento ..... | 60 |
| Figura 20 Taxonomía de los Sistemas de los Tractocamiones Kenworth .....  | 63 |
| Figura 21 Taxonomía de los Sistemas de la Unidad de Potencia .....        | 64 |
| Figura 22 Jerarquización del Sistema Bloque de motor .....                | 65 |
| Figura 23 Jerarquización del Sistema de Lubricación .....                 | 66 |
| Figura 24 Jerarquización del Sistema de Enfriamiento .....                | 67 |
| Figura 25 Jerarquización del Sistema de Combustible .....                 | 68 |
| Figura 26 Jerarquización del Subsistema de aire .....                     | 69 |
| Figura 27 Jerarquización del Sistema eléctrico .....                      | 70 |
| Figura 28 Jerarquización del Sistema de Frenos.....                       | 71 |
| Figura 29 Jerarquización del Sistema de Transmisión .....                 | 72 |
| Figura 30 Cartilla del tracto T800.....                                   | 73 |
| Figura 31 Cartilla de tracto T880.....                                    | 74 |
| Figura 32 Módulo de inyección .....                                       | 76 |
| Figura 33 Subsistema de combustible del motor X15 Cummins.....            | 77 |
| Figura 34 Sistema de lubricación del motor Cummins ISX15 .....            | 79 |
| Figura 35 Sistema de enfriamiento del Motor Cummins ISX15 .....           | 82 |

|                                                                |     |
|----------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 36 Turbocargador ISX15 .....                            | 84  |
| Figura 37 Foto de media Caja Eaton Fuller .....                | 85  |
| Figura 38 Sistema neumático caja Eaton Fuller 16915b .....     | 87  |
| Figura 39 Corona diferencial y planetario Kenworth T800.....   | 89  |
| Figura 40 Sistema de frenos neumáticos BENDIX T800, T880 ..... | 90  |
| Figura 41 Cámaras de freno.....                                | 92  |
| Figura 42 Sistema de bandas de freno .....                     | 93  |
| Figura 43 Diagrama de bloques del sistema eléctrico .....      | 94  |
| Figura 44 Módulo de control electrónico CM2350 .....           | 96  |
| Figura 45 Cartilla Tracto T660 .....                           | 97  |
| Figura 46 Diagrama de flujo de combustible Motor ISX .....     | 99  |
| Figura 47 Flujo del sistema de lubricación Motor ISX.....      | 101 |
| Figura 48 Flujo del lubricante por el Turbocargador.....       | 102 |
| Figura 49 Flujo de lubricante en el enfriador de aceite .....  | 103 |
| Figura 50 Flujo de refrigerante en el Motor ISX .....          | 104 |
| Figura 51 Flujo de gases por el Turbocargador .....            | 106 |
| Figura 52 Distribución de potencia en los diferenciales .....  | 109 |
| Figura 53 Sistema de frenos Bendix T660.....                   | 111 |

|                                                                                  |     |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 54 Sistema de bandas de freno .....                                       | 112 |
| Figura 55 Pareto de fallas por sistema .....                                     | 114 |
| Figura 56 Pareto de fallas de subsistemas de transmisión .....                   | 115 |
| Figura 57 Pareto de fallas de subsistemas eléctrico.....                         | 116 |
| Figura 58 Informe de auxilio mecánico falla en la caja de transmisión .....      | 119 |
| Figura 59 Diagrama de Ishikawa rodamientos desgastados Caja de transmisión ..... | 122 |
| Figura 60 Árbol de causas de rodamientos desgastados .....                       | 123 |
| Figura 61 Árbol de fallas rodamientos desgastados o rotos .....                  | 125 |
| Figura 62 MTTR MTBF y disponibilidad sep. 2024 a ago. 2025 .....                 | 141 |
| Figura 63 Reporte de análisis de aceite V2D -740 Motor .....                     | 143 |
| Figura 64 Reporte de análisis de aceite V2D -740 Transmisión .....               | 145 |
| Figura 65 Reporte de análisis de aceite V2D -740 Dirección.....                  | 146 |
| Figura 66 Reporte de análisis de aceite AFF -905 Motor.....                      | 149 |
| Figura 67 Reporte de análisis de aceite AFF -905 Transmisión.....                | 151 |
| Figura 68 Ejemplo de reporte de análisis de aceite AJT -899 Transmisión .....    | 154 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                                                                                              |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 1 Criterios de evaluación de severidad SEV.....                                        | 33  |
| Tabla 2 Criterios de evaluación de ocurrencia OCC .....                                      | 34  |
| Tabla 3 Criterios de evaluación de detección DET .....                                       | 34  |
| Tabla 4 6 M de Mantenimiento.....                                                            | 36  |
| Tabla 5 Formato AMEF y ACR final .....                                                       | 42  |
| Tabla 6 Significado de Nomenclatura de Aceites Multigrado.....                               | 46  |
| Tabla 7 Categoría de las causas de las fallas de rodamientos desgastados.....                | 120 |
| Tabla 8 Modos de falla de la caja de transmisión Eaton Fuller .....                          | 128 |
| Tabla 9 Efectos de falla de la caja de transmisión Eaton Fuller .....                        | 129 |
| Tabla 10 Calculo de RPN inicial caja de cambios.....                                         | 130 |
| Tabla 11 Costo de falla rodamientos desgastados .....                                        | 131 |
| Tabla 12 Priorización de tareas, Costo y criticidad .....                                    | 131 |
| Tabla 13 Acciones preventivas y correctivas de la caja de transmisión.....                   | 132 |
| Tabla 14 Matriz modos y efectos de falla final Sistema de transmisión P1 .....               | 133 |
| Tabla 15 Resumen del puntaje NPR del sistema más critico.....                                | 136 |
| Tabla 16 Cambios en los intervalos de kilometraje por tipo de servicio .....                 | 139 |
| Tabla 17 Indicadores técnicos de los 6 primeros meses y los 6 últimos meses de estudio ..... | 141 |

## ÍNDICE DE ANEXOS

|                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------|-----|
| ANEXO A Matriz de consistencia y tabla de variables.....           | 167 |
| ANEXO B Cálculo de indicadores de mantenimiento mes de junio ..... | 172 |
| ANEXO C Informe de auditoría de mantenimiento .....                | 178 |
| ANEXO D Plano de planta del taller.....                            | 189 |
| ANEXO E Reporte de sostenibilidad .....                            | 191 |
| ANEXO F Plano del sistema eléctrico.....                           | 199 |
| ANEXO G Extracto del registro de fallas.....                       | 202 |
| ANEXO H Diagramas de espina de pescado.....                        | 207 |
| ANEXO I Costo de las fallas, criticidad y tareas RCM.....          | 224 |
| ANEXO J Matrices RCM tablas AMEF.....                              | 228 |
| ANEXO K Formato de inspección rutinaria.....                       | 235 |
| ANEXO L Registro y control del mantenimiento .....                 | 237 |
| ANEXO M Actividades por tipo de servicio .....                     | 279 |

# INTRODUCCIÓN

Actualmente existe una alta competitividad y exigencia operativa en el sector transporte, la confiabilidad y disponibilidad de los activos móviles se ha establecido como un factor crítico para garantizar la continuidad del servicio, la calidad del servicio y la rentabilidad empresarial. Transportes Hagemisac, se dedica al transporte de carga pesada mediante una flota de tractocamiones y enfrenta desafíos recurrentes relacionados con fallas imprevistas, mantenimientos reactivos y una falta de trazabilidad de causas raíz de estas fallas.

Ante esta problemática, el presente trabajo propone el diseño de un plan de mantenimiento basado en el Análisis Causa Raíz (ACR) y el enfoque de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM), con el fin de transformar el modelo actual hacia una mejor gestión proactiva. La integración de ambas metodologías permitirá no solo identificar y documentar los modos de falla más críticos, sino también establecer planes de acción que mejoren la disponibilidad y optimicen la confiabilidad de los equipos.

Este diseño abarca la codificación de activos, análisis de criticidad, la elaboración de indicadores de gestión o Kpi's y la elaboración de gráficos visuales del análisis causa raíz para los modos de falla de los sistemas del tractocamión. El enfoque metodológico busca brindar al equipo operativo herramientas claras, usables y sostenibles, alineadas con los objetivos estratégicos de la empresa.

# **CAPÍTULO I**

# 1. GENERALIDADES

## *1.1 Enunciado del Problema*

El propósito de esta tesis es diseñar un plan de mantenimiento basado en confiabilidad y análisis de causa raíz, que pruebe la hipótesis que señala que con la implementación de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad y análisis de causa raíz, se mejorará la disponibilidad y confiabilidad de los tractocamiones de la empresa Transportes Hagemasac controlando la cantidad de intervenciones preventivas y correctivas y el uso de indicadores de mantenimiento durante cada mes para monitorear la efectividad del plan de mantenimiento.

El estudio se llevará a cabo en una flota de tractocamiones todos de la marca Kenworth y modelos T660, T800 y T880, la empresa se encuentra en la región Arequipa en Perú y tiene operaciones al sur del Perú, norte Chile y este de Brasil. Como instrumento, se utilizaría un Modelo de análisis de modo y efectos de falla en conjunto con una metodología de análisis de causa raíz adaptados a la empresa, para definir las causas de los principales modos de falla y analizar los mismos y de esta forma se podrá identificar, evaluar y prevenir fallas potenciales antes de que ocurran, mejorando la disponibilidad y confiabilidad de nuestros equipos.

**1.1.1 Variables Dependientes.** La confiabilidad en mantenimiento se refiere a la probabilidad de que un equipo funcione correctamente en un período de tiempo determinado y en condiciones normales de operación. Este es un indicador clave que permite evaluar qué tan consistente y predecible es el desempeño de un activo sin fallas inesperadas. Normalmente se expresa o mide con el indicador de mantenimiento Tiempo medio entre fallas (MTTF) (Jafarpisheh et al., 2020).

La disponibilidad es la capacidad de un equipo o sistema para estar operativo y cumplir su función cuando se necesita, considerando tanto el tiempo de funcionamiento como el tiempo fuera de servicio por fallas o mantenimiento. Normalmente se expresa en forma porcentual y se mide con el valor del indicador de mantenimiento Tiempo medio entre reparaciones (MTTR) (Keynia et al., 2022).

**1.1.2 Variable Independiente.** La estrategia de mantenimiento es un plan sistemático que una empresa utiliza para garantizar que sus activos, como maquinaria y equipos, funcionen de manera eficiente y segura, minimizando los tiempos de inactividad y los costos de mantenimiento. La estrategia de mantenimiento implica definir cuándo, cómo y con qué frecuencia se deben realizar las tareas de mantenimiento para mantener los activos en óptimas condiciones (Al-Shayea et al., 2020).

La estrategia de Mantenimiento Basado en la Confiabilidad es una de las opciones disponibles para en diseño de un plan de mantenimiento, es una metodología para mejorar la gestión del mantenimiento de equipos, enfocándose en identificar las fallas potenciales y definir las estrategias de mantenimiento más efectivas para cada activo. Su fin principal es garantizar que los equipos cumplan con sus funciones, minimizando los costos de mantenimiento y maximizando la disponibilidad (Voronov et al., 2018).

Por otra parte la estrategia de Mantenimiento Basado en Análisis Causa Raíz, es un proceso sistemático para identificar las causas principales de un problema o falla, en lugar de solo tratar los síntomas. Esto permite tomar medidas más efectivas para prevenir la recurrencia de la falla y mejorar la confiabilidad de los equipos y promueve la mejora continua (W. Zheng et al., 2024).

## ***1.2 Formulación del Problema***

¿Cómo la implementación de un plan de mantenimiento basado en confiabilidad y análisis de causa raíz permitirá mejorar la fiabilidad y disponibilidad de los tractocamiones de Transportes Hagensac?

## ***1.3 Objetivo Principal***

Diseñar un plan de mantenimiento basado en el Análisis de Causa Raíz y el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad, para mejorar la confiabilidad de los tractocamiones Kenworth de Transportes Hagensac.

## ***1.4 Objetivos Específicos***

- Identificar el estado del área de mantenimiento haciendo uso del informe de auditoría del área previo a la implementación del plan.
- Identificar los modos de falla, elaborar el análisis de criticidad de los sistemas y subsistemas de los tractocamiones y realizar la taxonomía de los sistemas y subsistemas de los tractocamiones Kenworth.
- Aplicar la metodología de Análisis causa raíz que permita identificar y abordar las causas fundamentales de cada uno de los modos de falla identificados.
- Determinar el sistema más crítico de los tractocamiones con el uso de las metodologías empleadas.
- Diseñar el cronograma del plan de mantenimiento de revisión, reparación y sustitución de componentes para la flota de tractos y mostrar cómo se mejoró el desempeño de los tractocamiones.

## ***1.5 Justificación***

**1.5.1 Justificación metodológica.** Se desarrolló una metodología aplicada para la empresa usando el análisis de causa raíz cuyo fin es analizar e identificar las causas de las fallas, redefiniendo las causas de los principales modos de falla en la metodología análisis de modos de falla del mantenimiento centrado en la confiabilidad donde se usó diagramas de espina de pescado en conjunto a arboles de causa y falla y el análisis de Pareto para identificar los sistemas más críticos, categorizar las causas, hallar la causa raíz y priorizar los sistemas más críticos, mejorando la comprensión de las causas de las fallas, refinando las tareas de mantenimiento y las estrategias de prevención.

1. Se realiza la taxonomía de los equipos clasificándolos en sistema subsistema y componentes.
2. Se emplea el análisis de Pareto usando el registro de fallas para determinar el sistema y subsistemas más críticos a los cuales se les aplicara el análisis causa raíz y el análisis de modos de falla.
3. Se identificar el modo de falla de cada componente y sus causas
4. Con las causas previamente definidas se realiza la categorización de estas y el diagrama de espina de pescado donde se presentan todas las posibles causas del modo de falla organizando las ideas y factores del problema.
5. Basándonos en documentación (ordenes de trabajo, manual del fabricante, fotografías e informes o experiencia con incidentes previos). Se procede a realizar el análisis documentario utilizando 2 graficas el árbol de causas para representar la secuencia de eventos y condiciones que llevaron al problema. Y el árbol de fallos para analizar de

manera deductiva las combinaciones lógicas de fallos que producen el evento principal y se determina la causa o causas raíz del problema. En base al resultado de plantean acciones correctivas y/o preventivas y se le otorga un nivel de criticidad en base al costo del componente, tiempo de reparación y costo de la mano de obra.

6. Se puntúa la severidad, frecuencia de ocurrencia y capacidad de detección y se calcula un RPN nuevo y se adjunta al cuadro del análisis de modo de falla en conjunto con su criticidad.

7, Con el análisis de modos de falla finalizado se crean o modifican y se programan tareas de mantenimiento que pueden o no afectar también el intervalo de mantenimiento de los equipos.

8. Indicadores de mantenimiento

**1.5.2 Justificación social.** La falta de confiabilidad y disponibilidad son problemas reales y recurrentes para el rubro de transporte de carga pesada, la relevancia de estos problemas es importante para este sector por la gran variedad de empresas del mismo rubro y a su vez la creciente presencia de estos equipos los tractocamiones en Perú. El Instituto Nacional de Estadística e Informática (2023), dio a conocer el movimiento de unidades pesadas registrado por las garitas de peaje en el país, aumentó en 0,4% respecto al mismo mes de 2022. El resultado influyó la mayor demanda del servicio de transporte de carga para las actividades Minería, Comercio y Pesca, impulsado por la mayor circulación de tráileres, semi tráileres y camiones pesados de carga. Además de ello con las capacitaciones prácticas se fortaleció la autonomía operativa del personal de mantenimiento y lo empoderó al mostrar cómo sus hallazgos impactan directamente en la confiabilidad del sistema.

**1.5.3 Justificación práctica.** Hoy en día la empresa Transportes Hagensac pretende seguir aumentando y actualizando su flota con el fin de brindar su servicio a más lugares.

He aquí la razón de necesitar una mejor estrategia en la gestión del mantenimiento que la beneficie al asegurar la confiabilidad, disponibilidad y un servicio de calidad de sus tractocamiones, el problema latente de la baja disponibilidad y fiabilidad imposibilita que se concrete el proyecto que tiene la empresa afectando negativamente la percepción de la calidad de servicio que brinda ante ojos de sus clientes, la aplicación de las estrategias de mantenimiento permitió recolectar información e identificar el origen de las fallas y modos de falla asimismo permitió tomar decisiones y establecer estrategias efectivas para cada caso permitiendo evitar que esas fallas ocurran o se repitan.

## ***1.6 Marco Metodológico***

Esta tesis se enfoca en describir el proceso de implementación del plan de mantenimiento híbrido basado en análisis de causa raíz, y mantenimiento basado en la confiabilidad en una empresa de transporte de carga pesada en la ciudad de Arequipa, documentando su aplicación, impacto operativo y mejoras obtenidas.

Esta es no experimental, porque no se manipulan variables de forma controlada, sino que se observa y analiza la situación actual de los tractocamiones y Transversal porque se realiza en un momento determinado diagnóstico y propuesta, sin seguimiento longitudinal.

Esta investigación tiene carácter cuantitativo porque se basa en la recolección y análisis de datos numéricos frecuencia de fallas, tiempo medio entre fallas, tiempo medio en reparaciones, criticidad, para evaluar y mejorar la confiabilidad.

Es aplicado porque busca resolver un problema operativo real en una empresa específica Transportes Hagensac, mediante la implementación de un plan mantenimiento y estrategias de mantenimiento.

La población con la que se trabajó la presente investigación son 165 camiones a cargo del área de mantenimiento y se empleara análisis documental como ordenes de trabajo, auxilios mecánicos, reportes técnicos e historial de fallas para implementar las estrategias de mantenimiento además por otra parte de hará uso de software Excel, Minitab 19 y Allisson para gestionar y llevar el control de ordenes de trabajo de mantenimiento que se implementan en la flota de la empresa Transportes Hagensac.

Este trabajo de investigación según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos en su documento Manual de Frascati se clasifica en la gran área de ingeniería y tecnología, área de ingeniería mecánica y subárea de transporte y maquinaria pesada. (OCDE, 2018). En la sección de anexos A se adjunta la matriz de consistencia y la tabla de variables (Revisar Anexos A).

### ***1.7 Alcance***

- Contexto de la empresa: Caracterización de la flota, tipos de vehículos, cultura de mantenimiento y desafíos en mantenimiento.
- Principios del RCM y ACR: Explicación del enfoque basado en confiabilidad y del análisis de causa raíz.
- Diagnóstico inicial: Evaluación del estado del área de mantenimiento, principales modos de fallas recurrentes y causas de estos modos de falla.
- Metodología de implementación: cambios en protocolos de inspección-mantenimiento.

- No se incluye un cálculo o realización de presupuesto por tratarse fuera del objetivo técnico principal y tampoco aplicación de la metodología en el sistema electrónico del tractocamión ya que su mantenimiento está a cargo de otra área ajena a la de mantenimiento el área de TI.
- Resultados esperados: Reducción de la indisponibilidad, mejoras la confiabilidad de los equipos y seguridad operativa.

### ***1.8 Limitaciones***

- El proyecto estará enfocado exclusivamente en los tractocamiones del área de operaciones de la empresa Transportes Hagemasac.
- La ausencia de un registro específico de fallas y tiempos de reparación en los mantenimientos correctivos y preventivos dificulta la implementación de un modelo de predicción de fallas y la generación de indicadores.
- Para evaluar las máquinas que no tienen un historial de mantenimiento, se recurrirá principalmente a la información proporcionada por los operadores y el personal especializado en mantenimiento, mientras que las que si lo tengan se considerará los años 2024 y 2025 en un periodo de 12 meses.
- La ausencia de datos completos del área de mantenimiento y falta de documentación pertinente impedirá hacer una evaluación detallada según lo planificado.

## **CAPÍTULO II**

## 2. MARCO TEÓRICO

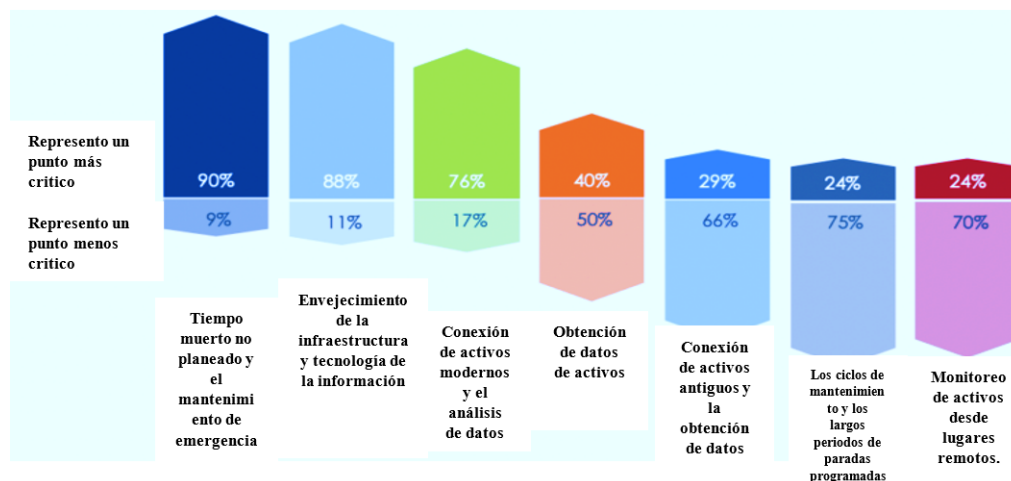
### 2.1 Antecedentes

Yupanqui Apolinario et al. (2024) cita a Nasri et al. (2020) y a Supriyanto et al. (2021) remarca, que la creciente demanda mundial obliga a las industrias a mantener sus activos en condiciones óptimas mediante una gestión eficaz del mantenimiento, lo que asegura procesos confiables y productos de calidad que cumplen con las expectativas de los clientes y maximizan beneficios. (p.2)

Palomino-Valles et al. (2020), afirma que las filosofías de mantenimiento, combinadas con análisis estadísticos, proporcionan datos clave sobre el comportamiento de los equipos, lo que facilita la creación de estrategias destinadas a optimizar la confiabilidad y aumentar la disponibilidad de estos. También Yupanqui Apolinario et al. (2024) cita a F. Silva et al. (2021) y recalca que el modelo RCM, es una herramienta fundamental para cualquier organización dado que prolonga de la vida útil de los activos donde se ejecute. (p.2)

**Figura 1**

*Principales puntos críticos en mantenimiento*

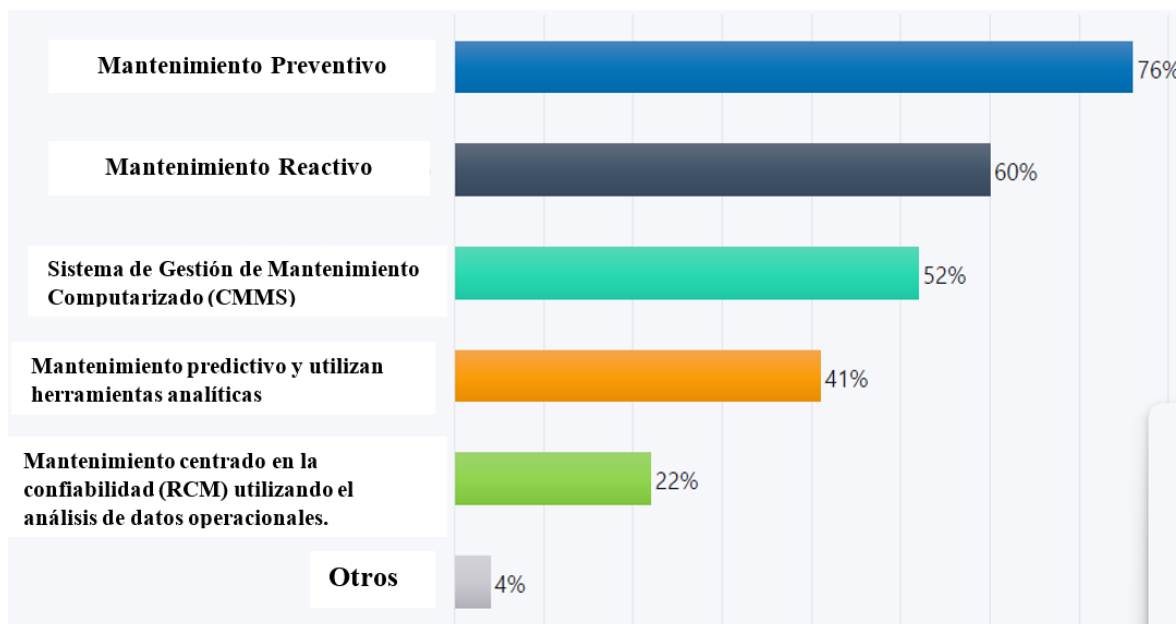


*Nota.* Adaptado de Industrial Maintenance Report, Owens (2020), [www.advancedtech.com](http://www.advancedtech.com).

Según Chambi Mestas (2025) para las empresas europeas y norteamericanas, los principales puntos críticos en mantenimiento son el tiempo muerto no planeado y el mantenimiento de emergencia o auxilio (90 %), el envejecimiento de la infraestructura y tecnología de la información (88 %), la conexión de activos modernos y el análisis de datos (76 %), la obtención de datos de activos (40 %), la conexión de activos antiguos y la obtención de datos (29 %), los ciclos de mantenimiento (24 %), monitoreo de activos desde lugares remotos (24 %), esto se puede apreciar en la anterior figura 1.

**Figura 2**

*Estrategias de mantenimiento y herramientas en empresas industriales y transporte*



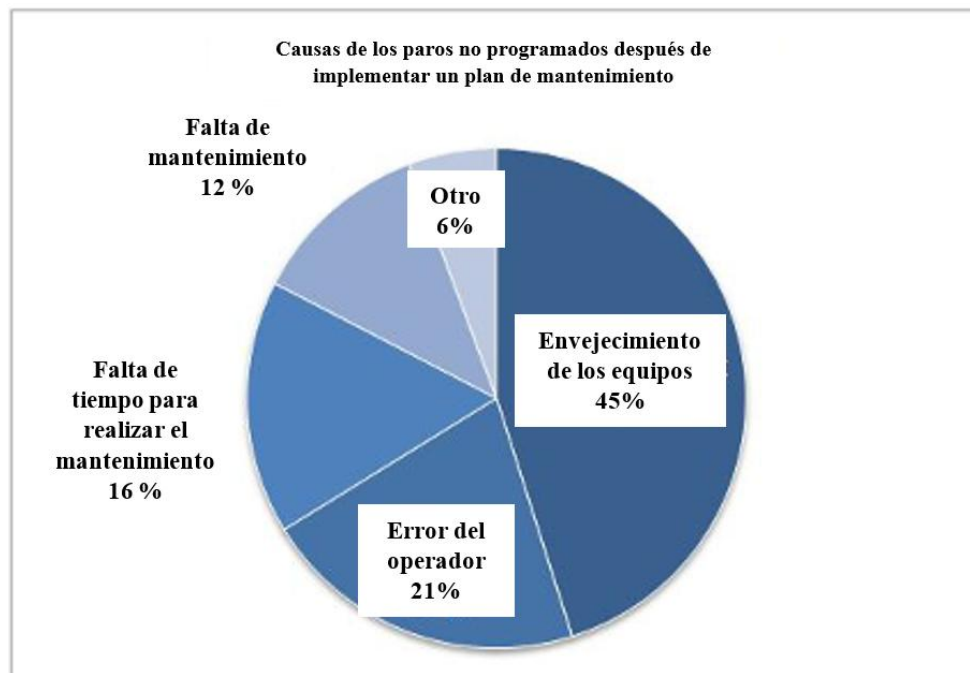
*Nota.* Adaptado de Industrial Maintenance Report, Owens (2020), [www.advancedtech.com](http://www.advancedtech.com).

En un estudio realizado en 2021 figura 2 indica que el 76 % de las empresas industriales y transporte en Norteamérica y Europa utilizan el mantenimiento preventivo y pretenden migrar a una nueva estrategia de mantenimiento como el de confiabilidad o predictivo, el 60 % utilizan el mantenimiento reactivo, el 52 % utiliza un sistema de gestión de mantenimiento computarizado,

el 41 % de los que realizan mantenimiento predictivo y utilizan herramientas analíticas también pretenden migrar hacia RCM y el 22 % emplea mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) utilizando el análisis de datos operacionales, esto muestra la tendencia a aplicar una estrategia de mantenimiento más compleja que brinde más beneficios a largo plazo (Eriksen et al., 2021).

**Figura 3**

*Causas de los paros no programados*



*Nota.* Adaptado de Industrial Maintenance Report, Owens (2020), [www.advancedtech.com](http://www.advancedtech.com).

Según la encuesta realiza a un grupo de empresas, se observa en la figura 3 las causas de los paros no programados después de implementar un plan de mantenimiento donde en la gran mayoría de casos fue un 45% por envejecimiento natural del equipo, un 21% por causa del operador un 16 % por falta de tiempo para realizar mantenimiento y un 12 % por falta de este. Las ventajas de un programa de mantenimiento planificado son evidentes para el gerente, quien debe identificarlo y mantenerlo en funcionamiento, según un Estudio de 2019. Más del 60 % de los

gerentes encuestados afirmó que un programa de mantenimiento planificado reduce el tiempo de inactividad, mejora la seguridad y reducir la probabilidad de fallos de producción (Geisbush & Ariaratnam, 2023).

Por otra parte, Ramos Velayarce W (2023) indica que para disminuir tiempo muerto no planificado y mejorar el área de mantenimiento figura 4, el 46 % de las empresas pretenden introducir o cambiar la estrategia de mantenimiento, el 46 % actualizar equipos, el 33 % mejorar y aumentar la frecuencia de capacitaciones, al 32 % les gustaría expandir sus capacidades de monitoreo y el 16 % pretende automatizar el análisis de máquinas. Además, el 13 % pretende aumentar el tiempo muerto programado, el 9 % contratar más técnicos de mantenimiento y el 9 % subcontratar servicios de mantenimiento. (p.2)

**Figura 4**

*Planes para disminuir el tiempo muerto no programado*



*Nota.* Adaptado de Industrial Maintenance Report, Owens (2020), [www.advancedtech.com](http://www.advancedtech.com).

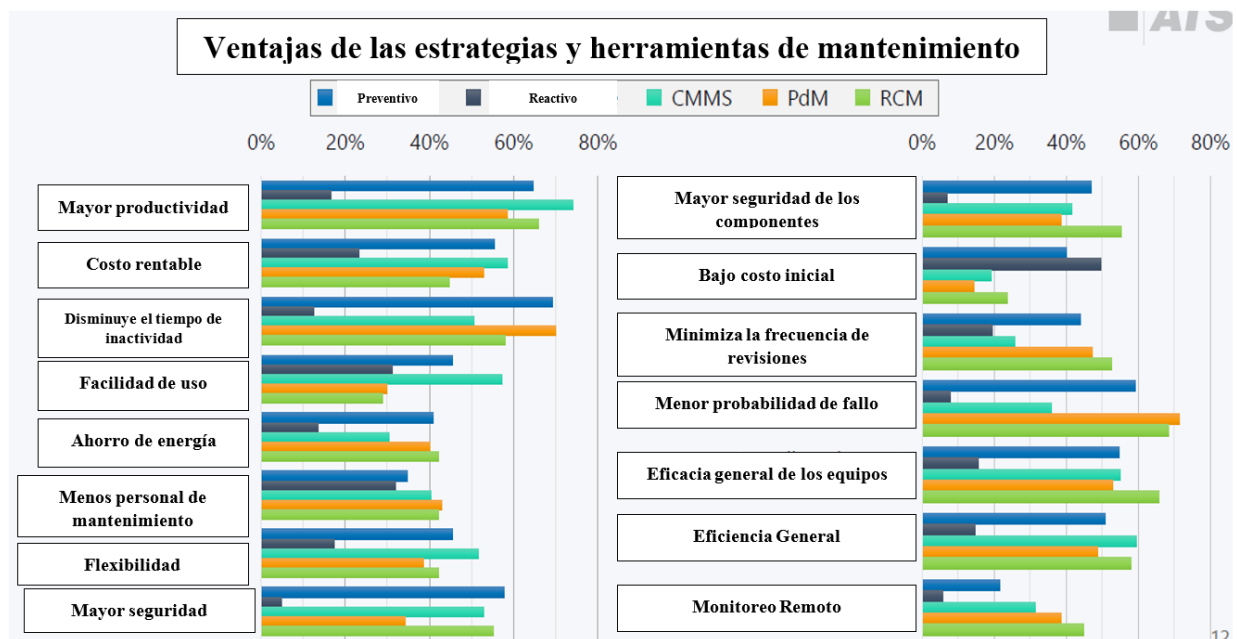
En la figura 5 se observa que, En el sector automotriz e industrial, se estima que alrededor del 80 % de las compañías relacionan el empleo de un sistema de gestión de mantenimiento

computarizado (CMMS) con un incremento en la productividad, gracias a la mejor gestión de órdenes de trabajo, inventarios y programación. Al mismo tiempo, gran parte de los responsables de mantenimiento consideran que la estrategia de mantenimiento predictivo es más adecuada para disminuir los tiempos de paro no planificado y anticipar posibles fallas. Sin embargo, el enfoque basado en la confiabilidad resulta más completo, ya que permite analizar funciones, modos de falla y consecuencias, diseñando planes que aseguran una mayor eficacia, disponibilidad y confiabilidad de los equipos en su conjunto (Purohit et al., 2024).

Mientras que el CMMS y el mantenimiento predictivo representan herramientas y estrategias valiosas para la gestión moderna, es el enfoque basado en la confiabilidad el que proporciona una visión real y sostenible, asegurando que las organizaciones alcancen niveles superiores de desempeño operativo y confiabilidad a largo plazo.

## Figura 5

### *Ventajas de las estrategias y herramientas de mantenimiento*



*Nota.* Adaptado de Industrial Maintenance Report, Owens (2020), [www.advancedtech.com](http://www.advancedtech.com).

Conforme a estadísticas actuales, la empresa viene efectuando un 25% de mantenimiento preventivo frente a un 75% de mantenimiento correctivo, y cabe resaltar, que no se viene siguiendo procedimientos técnicos adecuados para garantizar la operatividad de sus activos según los estándares de disponibilidad y confiabilidad requeridos. Esto se debe a una carencia de una cultura sólida de ingeniería de mantenimiento, situación que es común en muchas empresas tanto a nivel regional como nacional. Generalmente, se espera hasta que ocurra una falla repentina que detenga el equipo para tomar medidas correctivas inmediatas, lo cual ocasiona la reprogramación del personal de mantenimiento y la ocupación de servicios de terceros, afectando directamente a los costos de mantenimiento de nuestros equipos.

## ***2.2 Definición***

La idea de mantenimiento ha evolucionado significativamente debido a factores como el aumento de la mecanización, la complejidad creciente de las máquinas, el desarrollo de nuevas técnicas y un enfoque renovado en la organización y las responsabilidades. Este cambio responde a nuevas exigencias, como la mayor prioridad otorgada a la seguridad y al medio ambiente, la relación entre el mantenimiento y la calidad del producto, y la presión por garantizar una alta disponibilidad de la maquinaria mientras se optimiza su rendimiento (Moubray, 2004).

Ante este contexto, se buscan estrategias que les permitan implementar mejoras sin errores. Entre ellas destaca el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad, una filosofía que ofrece un marco estratégico para integrar avances recientes en un modelo coherente. Su correcta aplicación transforma la interacción entre el personal, las instalaciones y quienes las operan, facilitando el uso eficiente, seguro y preciso de nueva maquinaria (Moubray, 2004).

### ***2.3 Historia Del Mantenimiento***

Desde los inicios de la humanidad, las herramientas creadas por el ser humano han evolucionado continuamente, ya que contribuyen a satisfacer tanto necesidades físicas como emocionales. Durante la Primera Revolución Industrial, para fabricar un producto, se dependía en un 90% del trabajo humano, mientras que las máquinas aportaban el 10% restante. Con el tiempo y los esfuerzos dedicados a mejorar la eficiencia y precisión de las máquinas, hoy en día estas son responsables de más del 90% del proceso de producción de bienes y servicios. Este avance ha sido posible gracias a la atención constante que se ha dado al mantenimiento de los recursos físicos desde su origen (Santana, 2018).

A pesar de esto, aún persiste la creencia entre algunos profesionales del mantenimiento de que basta con garantizar el funcionamiento adecuado de las máquinas para obtener productos de calidad. Desde la Tercera Revolución Industrial en 1950, las máquinas han dejado de ser el foco principal, convirtiéndose en medios para alcanzar un objetivo mayor. Por ello, se debe entender que las instalaciones industriales funcionan como un sistema integrado de equipos orientados a la satisfacción (Santana, 2018).

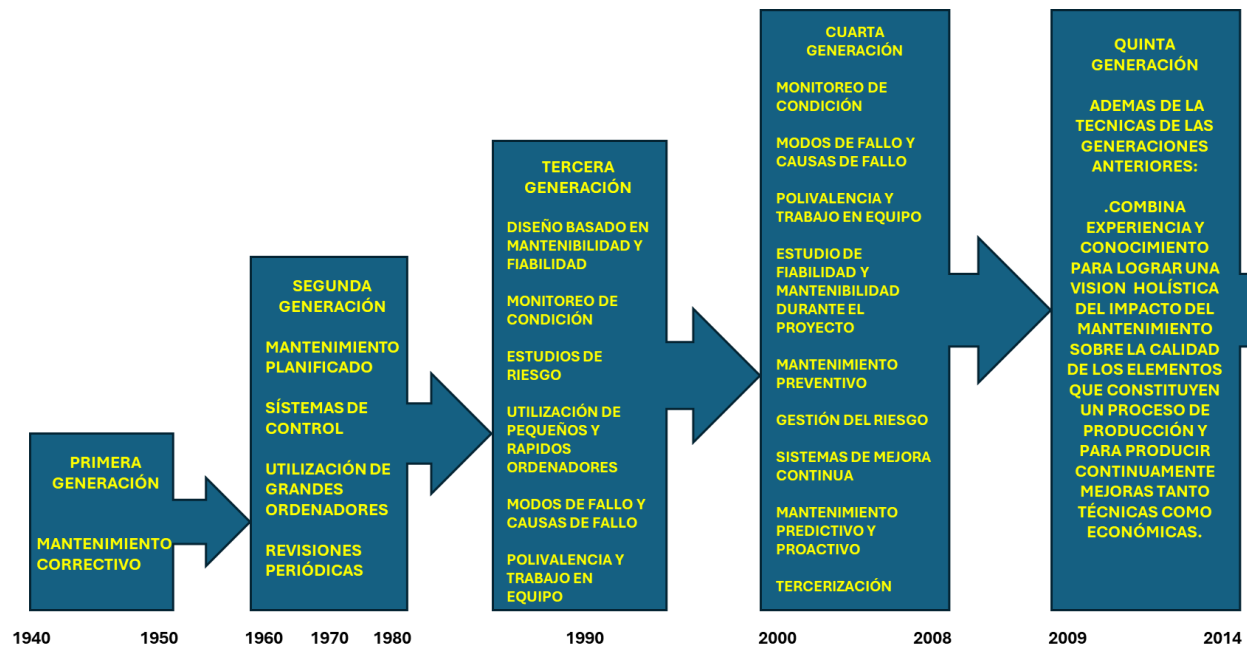
El desafío yace en reconocer los cambios históricos y dejar el concepto tradicional de mantenimiento, ya que esta ciencia posee dos aspectos esenciales: cuidar la maquinaria y garantizar la calidad del producto que genera. Es fundamental analizar esta perspectiva histórica del mantenimiento para avanzar de manera efectiva (Santana, 2018).

La figura 6 muestra el cambio del mantenimiento industrial en cuatro generaciones. La primera se basa en mantenimiento correctivo, reactivo ante fallas. La segunda incorpora planificación, mantenimiento preventivo fijo y sistemas informatizados. La tercera introduce el mantenimiento predictivo, diseño para la confiabilidad, AMFE y certificaciones de calidad.

Finalmente, la cuarta generación integra enfoques como RCM y TPM, con gestión orientada a resultados, participación del personal, benchmarking y mejora continua.

**Figura 6**

*Tendencias en la gestión del mantenimiento*



*Nota.* Adaptado de [www.smart-thinking.com.mx](http://www.smart-thinking.com.mx), (2020)

Desde la década de 1930, se observa cómo ha evolucionado la gestión de mantenimiento a lo largo de cuatro generaciones, las cuales están representadas en la Figura N°6.

## 2.4 Tipos de Mantenimiento

**2.4.1 Mantenimiento Correctivo.** “El mantenimiento correctivo se refiere a la solución de fallos o averías en el momento en que ocurren. Es la reparación comúnmente realizada después de una falla que ocasionó la interrupción de la operación de una instalación o máquina afectada.” (Socorro, 2015).

Hoy en día existe una gran variedad de estrategias de mantenimiento que aplicar en una empresa, pero aun algunas empresas fundamentan su estrategia de mantenimiento únicamente en la reparación de fallos cuando estos ocurren, argumentando que esta práctica resulta ser la más rentable (Socorro, 2015).

La diferencia entre el programado y no programado impacta principalmente en la producción. Una parada inesperada afecta el plan de producción de manera distinta a una interrupción planificada, que permite cierta preparación. En este sentido, mientras el correctivo no programado es negativo para la producción, las relaciones con clientes e ingresos, el correctivo programado minimiza estos efectos adversos (García, 2010).

Fundamentar el mantenimiento en la reparación de fallas requiere disponer de personas altamente capacitadas, una amplia variedad de refacciones y diversos medios técnicos. En la mayoría de las empresas, las desventajas del mantenimiento correctivo puro suelen superar sus beneficios. Además, muchas compañías que emplean este enfoque no han evaluado a fondo si realmente es la opción más eficiente y segura para gestionar el mantenimiento (Mantenimiento Industrial, 2013).

**2.4.2 Mantenimiento Preventivo.** es un enfoque técnico aplicado en el ámbito industrial, orientado principalmente a respaldar las actividades de producción y el funcionamiento general de las instalaciones. Este tipo de mantenimiento abarca, entre otras cosas:

- La revisión periódica de activos y equipos de la empresa para identificar condiciones que puedan provocar interrupciones inesperadas en la producción o una depreciación dañina.
- La preservación del activo para eliminar, ajustar o reparar estos problemas cuando aún se encuentran en una fase inicial (Mantenimiento Preventivo y Definición, 2013).

Etapas de un Mantenimiento Preventivo.

1. Documentación técnica, incluyendo planos, manuales y especificaciones de cada equipo.
2. Protocolos operativos, con listas de tareas a realizar de manera periódica.
3. Seguimiento de frecuencias, con fechas precisas para la ejecución de los trabajos.
4. Registro de intervenciones, con datos sobre reparaciones, repuestos y costos para mejorar la planificación (Castillón, 2016).

Las ventajas son:

- Se reducirán las interrupciones inesperadas.
- Se minimizarán los gastos en horas extra para el personal de mantenimiento en ajustes rutinarios y reparaciones imprevistas
- Se disminuirán los costos de reparación al corregir defectos menores antes de que provoquen paros inesperados.
- Habrá menos desperdicio, mejor calidad y, como resultado, la reputación de la empresa mejorará.
- Se requerirá menos equipo en operación, lo que disminuirá la inversión en activos y prolongará la vida útil de los existentes.
- Se incrementará la seguridad del personal.
- Se garantizará el cumplimiento de los plazos y cuotas de producción establecidos.
- Se podrá prever el presupuesto de mantenimiento.
- Se tendrá una mejor comprensión de los índices de productividad en cada sector.

(Mantenimiento Preventivo y Definición, 2013)

**2.4.3 Mantenimiento Predictivo.** Este consiste en identificar fallas antes de que ocurran, permitiendo su corrección sin necesidad de detener la producción. Estos controles pueden efectuarse de manera continua o periódica, dependiendo del tipo de equipo y del sistema productivo. Para ello, se emplean herramientas de diagnóstico, dispositivos y análisis no destructivos, como análisis de lubricantes, medición de la temperatura en equipos eléctricos y análisis de vibraciones. Además, se monitorean las condiciones del equipo mientras está en funcionamiento (Pazmiño, 2013).

Sus ventajas incluyen:

- Disminuye el tiempo de parada de los equipos.
- Posibilita el seguimiento de la evolución de fallas a lo largo del tiempo.
- Mejora la administración del personal encargado del mantenimiento.
- La evaluación del estado de la maquinaria ya sea periódica o puntual, permite construir un registro histórico de su desempeño mecánico.
- Determina con precisión el límite de actuación antes de que ocurra un fallo inesperado.
- Facilita la toma de decisiones sobre la interrupción de una línea de producción en situaciones críticas.
- Contribuye a establecer procesos internos de operación o a la adquisición de nuevos equipos.
- Proporciona información sobre el historial de intervenciones para su uso en mantenimiento correctivo.
- Ayuda en el diagnóstico de fallas y facilita el análisis estadístico.

**Figura 7**

*Costo comparativo de los sistemas de mantenimiento*

| COSTO                           | CORRECTIVO                | PREVENTIVO              | PREDICTIVO     |
|---------------------------------|---------------------------|-------------------------|----------------|
| Para implementar                | Bajo                      | Mediano                 | Altos          |
| improductivos                   | Altos                     | Mediano                 | Muy bajos      |
| Tiempo de paro                  | Altos o indefinido        | Predefinido             | Mínimos        |
| Asociado al sistema de repuesto | Alto consumo e indefinido | Alto consumo y definido | Consumo mínimo |

*Nota.* Tomado de Chesterton, (2021), <https://www.chesterton.com.mx/im3/>.

**2.4.4 Mantenimiento Proactivo.** Este enfoque de mantenimiento se fundamenta en valores como la solidaridad, la colaboración, la iniciativa propia y la sensibilización, promoviendo el trabajo en equipo. Todos los involucrados, ya sean técnicos, profesionales, ejecutivos o directivos, deben estar al tanto de los desafíos del mantenimiento y de las actividades necesarias para su correcta gestión (García, 2015).

El mantenimiento proactivo requiere una planificación de operaciones que debe integrarse en el Plan Estratégico de la organización. Además, proporciona indicadores a la gerencia sobre el avance de las actividades, los logros alcanzados, los aciertos y los aspectos a mejorar (García, 2015).

Este se basa en optimizar los procedimientos para prevenir fallas evitando interrupciones operativas por mantenimiento correctivo Y extender los períodos entre intervenciones de mantenimiento preventivo.

Si no se siguen los parámetros establecidos, se producirá una falla, lo que provocará el desgaste del componente. Esto llevará a una disminución en el rendimiento del equipo y, eventualmente, a la pérdida total de sus componentes o de su funcionalidad.

**2.4.5 Mantenimiento Overhaul.** Este mantenimiento consiste en una serie de tareas programadas para inspeccionar los equipos antes de que se presente alguna falla. Se realiza cuando la fiabilidad del equipo ha disminuido significativamente, lo que hace que sea incierto prever su rendimiento. Este proceso implica renovar el equipo a su funcionamiento inicial, como si fuera nuevo. Durante estas revisiones, se reparan o cambian todos los componentes sujetos a desgaste, con el objetivo de garantizar un período de operación óptimo previamente determinado (Smith & Hinchcliffe, 2004).

Una falla sucede cuando un componente no funciona según las especificaciones de diseño con las que fue creado y, por lo tanto, deja de cumplir su propósito (Molina, 2016).

- Fallas tempranas: Se presentan en las primeras fases de uso del elemento y representan un pequeño porcentaje del total. Ocurren de forma repentina y pueden ocasionar daños graves.
- Fallas adultas: Son las más frecuentes durante el periodo de funcionamiento del equipo. Derivan de las condiciones operativas y suelen aparecer de manera progresiva.
- Fallas tardías: Se manifiestan en la etapa final de la vida útil del elemento y constituyen una fracción menor del total de fallas (Molina, 2016).

**2.4.6 Mantenimiento Productivo Total.** es un método que mejora la productividad en la fabricación. No se limita solo a la estrategia de mantenimiento, sino que busca aumentar la eficiencia de los equipos y prevenir pérdidas en todo el sistema productivo.(Pineda, 2014)

Su enfoque incluye la participación de todos los empleados, desde la alta dirección hasta los operarios, promoviendo el mantenimiento autónomo y la gestión colaborativa a través de pequeños grupos voluntarios. Este establece objetivos como cero accidentes, cero defectos y cero fallos durante el ciclo de vida del equipo (Pineda, 2014).

Este representa una cultura organizacional duradera, enfocada en mantener los equipos en condiciones óptimas y preservar su rendimiento a lo largo del tiempo. Además, su implementación facilita el trabajo, mejorando la eficiencia y reduciendo fallas (Bojorquez, 2008).

Tiene como objetivo:

- Minimizar los fallos en los equipos
- Disminuir los tiempos de espera y preparación.
- Optimizar el uso de los recursos y maquinas.
- Garantizar precisión y el control de herramientas y maquinaria.
- Fomentar la preservación de los recursos naturales y el uso eficiente de la energía.
- Capacitar y formar continuamente al personal para mejorar su desempeño (Lema & Ramos, 2012).

**2.4.6.1 Pilares del TPM.** se basa en la implementación de nueve pilares fundamentales, los cuales contribuyen a la optimización de los procesos productivos y la mejora continua en la organización (Pérez, 2019), estos son:

- Mejoras enfocadas (Kaizen): Estrategia de mejora continua para eliminar desperdicios y maximizar la eficiencia del equipo mediante equipos multidisciplinarios.
- Mantenimiento autónomo (Jishu Hozen): Implica la participación de los operarios en el mantenimiento diario de los equipos, asegurando su óptimo funcionamiento.
- Mantenimiento planificado (Keikaku Hozen): Busca alcanzar la meta de "cero averías" a través de una gestión eficiente del mantenimiento.

- Educación y formación: Desarrolla las habilidades del personal para mejorar su desempeño y conocimiento en mantenimiento y calidad.
- Mantenimiento temprano: Se centra en la actualización y optimización de la tecnología de los equipos, asegurando flexibilidad y fiabilidad en la producción.
- Calidad: (Hinshitsu Hozen): Su objetivo es establecer condiciones operativas que permitan alcanzar "cero defectos" en la producción.
- Mantenimiento administrativo: Busca reducir pérdidas en la gestión de la información y mejorar la eficiencia en procesos administrativos
- Gestión de seguridad, salud y medio ambiente: Implementa sistemas integrales para prevenir riesgos y minimizar impactos negativos en el entorno (Pérez, 2019).

**2.4.7 Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad.** Se utiliza para garantizar que los activos físicos continúen funcionando de manera eficiente en su contexto operacional. Su enfoque clave es asegurar que el mantenimiento permita que un activo cumpla su función sin exceder sus límites inherentes de diseño y confiabilidad (Predictiva21, 2021).

- Cada activo tiene una capacidad y confiabilidad inherente que determina sus funciones.
- El mantenimiento no puede superar los límites de diseño, solo mejorar el funcionamiento dentro de esos límites.
- La fiabilidad operacional depende de mantener los activos dentro de los estándares de ejecución establecidos. Esencialmente, esta estrategia de mantenimiento busca maximizar la eficiencia del mantenimiento sin intentar mejorar artificialmente la capacidad de los activos más allá de lo que fueron diseñados para hacer (Predictiva21, 2021).

Durante el análisis, es crucial responder estas preguntas clave:

- ¿Qué funciones cumple el activo y los parámetros que regulan su desempeño en el contexto actual? (Funciones)
- ¿De qué manera deja de cumplir con sus propósitos? (Fallas funcionales).
- ¿Cuál es el origen de cada fallo? (Modos de falla).
- ¿Qué efectos genera cada fallo cuando se produce? (Efectos de falla).
- ¿Por qué es relevante el fallo y qué impacto tiene? (Consecuencias de falla).
- ¿Qué medidas pueden aplicarse para prevenirlo o anticiparlo? (Tareas proactivas).
- ¿Qué hacer si no hay una solución o tarea adecuada? (Búsqueda de fallas).

**2.4.7.1 Metodología del Análisis de Modos y Efectos de Falla.** El Análisis de Modos y efectos de falla (AMEF) es una herramienta clave dentro del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM), utilizada para optimizar la gestión del mantenimiento. Su propósito es identificar posibles fallos antes de que ocurran, evitando impactos negativos en los procesos y productos dentro de un contexto operacional determinado (Parra et al., 2012).

El objetivo central de esta metodología es detectar todas las posibles fallas dentro de un proceso y evaluar sus consecuencias con base en tres criterios esenciales del mantenimiento basado en la confiabilidad:

- .Seguridad humana
- .Impacto en la producción
- .Seguridad ambiental

Para lograrlo, los grupos de trabajo deben seguir la metodología estructurada que incluye definir funciones y estándares de operación, identificar fallos funcionales, analizar sus modos de fallos y establecer las consecuencias y efectos de cada uno (Parra et al., 2012).

Para evaluar la eficiencia de un activo, es fundamental definir estándares de ejecución, los cuales permiten medir su desempeño en aspectos como calidad del producto, seguridad, eficiencia energética y cumplimiento ambiental (Parra et al., 2012).

Involucrar a los usuarios en el proceso de mantenimiento es clave, ya que ellos pueden identificar la importancia del activo dentro de la organización.

Si este análisis se hace correctamente, representa una parte significativa del tiempo necesario para el proceso de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (Moubray, 2004).

**Fallas Funcionales.** son aquellas que impiden que un activo cumpla sus funciones dentro de los parámetros requeridos por su usuario. El proceso de identificación de fallas se realiza en dos niveles:

- Determinar las circunstancias que pueden llevar a una falla.
- Identificar los eventos que podrían provocar que el activo falle (Sigüenza. G, 2017).

Las fallas funcionales pueden ser totales, cuando el activo deja de operar por completo, o parciales, cuando sigue funcionando, pero con un rendimiento inaceptable, por ejemplo, una disminución en calidad o precisión (Sigüenza. G, 2017).

Para gestionar adecuadamente el mantenimiento, es fundamental reconocer estas fallas y sus consecuencias, asegurando que el activo pueda funcionar de manera eficiente dentro de los límites establecidos (Parra et al., 2012, p. 130).

**Modos de Falla.** Después de identificar una falla funcional, el siguiente paso es determinar sus posibles modos de falla, es decir, las causas que pueden generar dicho estado. Estos incluyen fallas ya ocurridas en equipos similares, fallas actualmente prevenidas por mantenimiento, y aquellas que aún no han sucedido, pero tienen alta probabilidad de ocurrir operando (Tovar, 2015). tradicionalmente los modos de falla suelen enfocarse en deterioro o desgaste por uso, pero también deben considerar:

- Errores humanos, tanto de operadores como del personal de técnico.
- Errores de diseño, que pueden afectar el rendimiento del activo (Tovar, 2015).

Es crucial identificar la causa real de cada falla en lugar de abordar solo los síntomas, evitando perder tiempo en análisis demasiado detallados o superficiales. El nivel de gestión del mantenimiento depende del nivel en que se identifican los modos de falla, lo que influye en la efectividad del sistema de mantenimiento para un grupo de activos en un contexto específico (Tovar, 2015).

Para estudiar los modos de falla, los equipos de trabajo consultan fuentes como:

- Experiencia del personal.
- Listas genéricas de fallas.
- Registros técnicos e historiales.
- Información de otros usuarios del mismo tipo de activo (Sigüenza. G, 2017).

**Efectos de Falla.** En este punto se realiza una lista de los efectos de falla, describiendo lo que sucede cuando se presenta y no se atiende.

Esta información es clave para evaluar las consecuencias de las fallas y tomar decisiones sobre mantenimiento (Sigüenza. G, 2017).

- Evidencia de la falla: Se debe identificar si existen señales visibles del fallo, como cambios en el comportamiento del equipo (luces de alarma, ruido, variación en la velocidad) o efectos físicos obvios (humo, fuego, fugas de vapor, charcos de líquido).
- Impacto en seguridad y medio ambiente: Se deben analizar las amenazas potenciales, como riesgos de incendio, escape de químicos, electrocuciones, accidentes vehiculares o contaminación de productos.
- Afectación en la producción: Se evalúa si la falla afecta la continuidad de las operaciones y la calidad del servicio (Sigüenza. G, 2017).

**Consecuencias de las Fallas.** La consecuencia de un modo de falla depende del contexto operacional, la ejecución esperada y las consecuencias físicas generadas por la falla. Las consecuencias de falla pueden clasificarse en cuatro categorías:

- Consecuencias de Fallas ocultas: No tienen un impacto inmediato, pero pueden desencadenar fallas múltiples con efectos graves o catastróficos
- Fallas con consecuencias ambientales y de seguridad: Son aquellas que pueden causar daño a las personas o infringir normativas ambientales. Se prioriza la seguridad sobre la producción.
- Fallas con consecuencias operacionales: Afectan directamente la producción, ya sea por reducción de calidad, cantidad, atención al cliente o incremento en costos operacionales.
- Fallas con consecuencias no operacionales: No impactan la seguridad ni la producción, solo representan un costo directo de reparación. Si sus efectos no son significativos, no se

justifica aplicar mantenimiento predictivo o preventivo más allá de rutinas básicas de lubricación y servicio (Moubray, 2004).

Esta estrategia de mantenimiento utiliza estas categorías para la toma de decisiones, asegurando que las metas operacionales, ambientales y de seguridad se integren en la gestión del mantenimiento (Rivera, 2015).

Este enfoque permite cambiar la percepción de que todas las fallas deben evitarse, concentrándose en aquellas que realmente afectan el desempeño de la organización. En este sentido, el manejo de fallas se divide en dos técnicas:

- Tareas proactivas: Son acciones preventivas que buscan evitar la ocurrencia de fallas. Incluyen el mantenimiento preventivo, reacondicionamiento cíclico y mantenimiento a condición.
- Acciones correctivas: Se aplican cuando no es posible prevenir la falla, abordándola directamente mediante búsqueda de fallas, rediseño o mantenimiento a rotura (Rivera, 2015).

Para la presente tesis la implementación y priorización de estas tareas estará dada por la causa raíz en el análisis de causa raíz en conjunto con el costo y la criticidad del mismo.

**2.4.7.2 Formato del Análisis de Modos y Efectos de Falla.** El formato incluye varias columnas clave las cuales son:

- Subsistema: Se registra el subsistema del tractocamión este puede estar compuesto por uno a varios componentes.
- Componente: Se registra los componentes del subsistema del tractocamión.

- Función principal y falla funcional: Se registra su función y falla funcional de los componentes de cada subsistema.
- Potencial modo de falla: Explica las formas en que el componente pierde su funcionalidad o se vuelve inoperable.
- Potenciales efectos de falla: Se detallan las repercusiones de los modos de falla.
- Parámetro SEV: Representa la severidad de los efectos del fallo del 1 al 10.
- Causa de falla potencial: Identifica los factores que pueden originar la falla.
- Parámetro OCC: Establece la frecuencia con la que ocurre el fallo, también en una escala del 1 al 10.
- Controles preventivos: Enumera las acciones necesarias para evitar que ocurran modos de falla.
- Controles preventivos/detección: Define inspecciones destinadas a evaluar el estado del activo.
- Parámetro DET: Mide la dificultad para detectar los efectos de una falla, también con una escala del 1 al 10.
- Parámetro RPN inicial/final: es la multiplicación de la severidad, ocurrencia y detección.
- Acciones preventivas: Contiene los intervalos de recambio determinado para cada componente.
- Acciones correctivas: Registra las medidas correctivas aplicadas para mitigar los fallos (SAE International, 2009).

Los datos que se encuentra en la cabecera del formato son la cuenta para la que opera los equipos, el modelo de los equipos y el sistema principal al cual está asociado el cuadro, para cada sistema puede haber uno o más cuadros esto dependerá de cuantos subsistemas y componentes este conformado cada sistema descrito, el formato se presenta a continuación.

**Figura 8**

*Formato de análisis de modos y efectos de falla*

|  |             |                                     |                         |                              | CUENTA |                             | EQUIPOS        |                       | SISTEMA                   |       |       |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------------------------|-------------------------|------------------------------|--------|-----------------------------|----------------|-----------------------|---------------------------|-------|-------|
|                                                                                   |             |                                     |                         |                              |        |                             | T880/T800/T660 |                       |                           |       |       |
| Subsistema                                                                        | Componentes | Funcion Principal Y Falla Funcional | Potencial Modo De Falla | Potenciales Efectos De Falla | S E V  | Potencial Causa De La Falla | O C C          | Controles Preventivos | Inspecciones De Deteccion | D E T | R P N |
|                                                                                   |             |                                     |                         |                              |        |                             |                |                       |                           |       |       |
|                                                                                   |             |                                     |                         |                              |        |                             |                |                       |                           |       |       |

*Nota:* Elaboración propia

**Tabla 1**

*Criterios de evaluación de severidad SEV*

| Categoría                            | Efectos en el equipo                                                                      | Rango  | Categoría                                         | Efectos en la producción                                                                     |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Seguridad o incumplimiento normativo | Modo de falla que afecta la operación completa del tractocamión                           | 10 a 9 | Seguridad o incumplimiento normativo              | Puede ocasionar lesiones al operador                                                         |
| Función primaria                     | Perdida completa de la función sin afectar la integridad del operador                     | 8      | Interrupción importante                           | El 100 % del tracto no puede operar                                                          |
| Esencial                             | Degradación de la función primaria el tractocamión seguirá operando a un bajo rendimiento | 7      | Interrupción significativa                        | La producción se verá afectada ocasionando retrasos e incrementando el costo de mano de obra |
| Función secundaria                   | Tracto operativo, pero con pérdida de prestaciones                                        | 6      | Reelaboración de trabajos por parte de la empresa | Todo el trabajo debe repetirse he inspeccionarse                                             |
|                                      | Degradación de la función secundaria nivel de operación reducido                          | 5      | Reelaboración de trabajos por parte de la empresa | Una parte del trabajo debe repetirse                                                         |
| Molestia operativa                   | Aparición de sonido vehículo operable sin cumplir conformidad                             | 2 a 4  | Elaboración de trabajos por parte del operador    | Ligero inconveniente para el operador                                                        |
| Sin efectos                          | No detectable                                                                             | 1      | Sin efectos                                       | No detectable                                                                                |

*Nota.* Adaptado de Surface Vehicle Standard J1739, SAE International, (2009) (p.23, anexo A).

**Tabla 2***Criterios de evaluación de ocurrencia OCC*

| <b>Probabilidad de falla</b> | <b>Criterio de ocurrencia de fallo</b>                                                                             | <b>Rango</b> |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Muy alta                     | Fallo inevitable que se producirá con certeza y frecuentemente                                                     | 10           |
| Alta                         | Fallo que se presenta con frecuencia, que tiene alta probabilidad que ocurra ya que se ha presentado anteriormente | 7 a 9        |
| Moderada                     | Fallas ocasionales sujetos a condiciones                                                                           | 4 a 6        |
| Baja                         | Solo fallas aisladas                                                                                               | 2 a 3        |
| Muy baja                     | Sin efectos                                                                                                        | 1            |

*Nota.* Adaptado de Surface Vehicle Standard J1739, SAE International, (2009) (p.24, anexo B).**Tabla 3***Criterios de evaluación de detección DET*

| <b>Posibilidad de detección</b> | <b>Criterio de detección</b>                                                                                | <b>Rango</b> |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Difícil de detectar             | No detectable fácilmente o de incertidumbre absoluta y carece de control de detección                       | 9 a 10       |
| Pequeña probabilidad            | Detección de modo de fallo por parte del operador durante la operación del tracto                           | 6 a 8        |
| Mediana probabilidad            | Detección de modo de fallo por parte del operador antes de operar el tracto                                 | 3 a 5        |
| Alta                            | Detección de defectos sencilla evitando pérdida de función, aunque podría escapar a los controles regulares | 2            |
| Muy Alta                        | Fácil detectar por controles regulares, prevención de errores por causas visibles                           | 1            |

*Nota.* Adaptado de Surface Vehicle Standard J1739, SAE International, (2009) (p.25, anexo C).

Como se aprecia en las imágenes anteriores las escalas establecidas para cada parámetro reflejan distintos efectos que permiten cuantificar repercusiones asociadas a cada nivel. Las empresas pueden asignar valores correspondientes o seguir los estándares previamente definidos, asegurando una evaluación precisa y consistente (SAE International, 2009).

El RPN es un valor derivado de la multiplicación de la ocurrencia, severidad y detección, proporcionando un umbral para evaluar las consecuencias. Las empresas pueden determinar, según sus criterios internos, si el valor cumple con los estándares establecidos (SAE International, 2009).

## ***2.5 Análisis de Causa Raíz en Mantenimiento***

Es un método estructurado diseñado para determinar la causa raíz de una falla o inconveniente en un sistema, equipo o proceso de producción. Su propósito esencial es evitar que ocurran problemas en el futuro, enfocándose en resolver las causas profundas en lugar de solo tratar los efectos visibles (Tilocca et al., 2024).

**2.5.1 Metodologías del Análisis de Causa Raíz.** Dentro de este existen varias metodologías de aplicación que permiten identificar, organizar, priorizar y prevenir las causas de un problema. No se trata de aplicar todas a la vez, sino de elegir las más adecuadas según las necesidades. Las metodologías empleadas en la presente tesis son las siguientes:

- Análisis de Pareto
- Diagrama de Ishikawa
- Árbol de causas
- Árbol de fallos
- Integración al análisis de modos y efectos de falla

Las metodologías antes descritas se presentan en el orden de aplicación a continuación se describirá cada una de ellas a mayor profundidad indicando su objetivo de la aplicación y el orden de aplicación así mismo se incluirá los formatos de los diagramas aplicados y una descripción de los mismo y como se rellena la información en cada uno de ellos haciendo énfasis en cada uno de sus partes o componentes de ser necesario.

**Diagrama de Ishikawa.** También llamado espina de pescado fue desarrollado por el doctor Kaoru Ishikawa en 1960. Se aplica en segunda posición por ser una herramienta exploratoria y visual que ayuda a organizar ideas y factores antes de entrar en análisis más técnicos. Permite la identificación de las causas de un problema, esta metodología nos permite abrir el espectro de posibles causas agrupadas en categorías como Método, Máquina, Material, Mano de obra, Medición, Medio ambiente (Tilocca et al., 2024).

**Clasificación de las causas de las fallas.** La tabla nro. 4 se utilizo para categorizar las causas del modo de falla. Este enfoque ayuda a estructurar el análisis de causa raíz y a tomar decisiones más efectivas en planes de mantenimiento preventivo, predictivo o correctivo.

**Tabla 4** 6 M de Mantenimiento

| Categoría                | Posibles Causas                                                    |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Mano de obra u operación | Ej.: falta de capacitación, error humano, fatiga                   |
| Máquina                  | Ej.: desgaste, mala calibración, falta de mantenimiento preventivo |
| Materiales               | Ej.: calidad baja, especificaciones incorrectas, contaminantes     |
| Métodos                  | Ej.: procedimiento incorrecto o no documentado                     |
| Mediciones               | Ej.: instrumento mal calibrado, datos inexactos                    |
| Medio ambiente           | Ej.: polvo, humedad, mala ventilación, temperatura extrema         |

*Nota,* Adaptado de 6 M de mantenimiento, A. Tilleria (2010)

El diagrama de Ishikawa es el formato inicial para realizar esta exploración inicial de las causas este está compuesto por una columna principal de la cual se desprenden la causas del

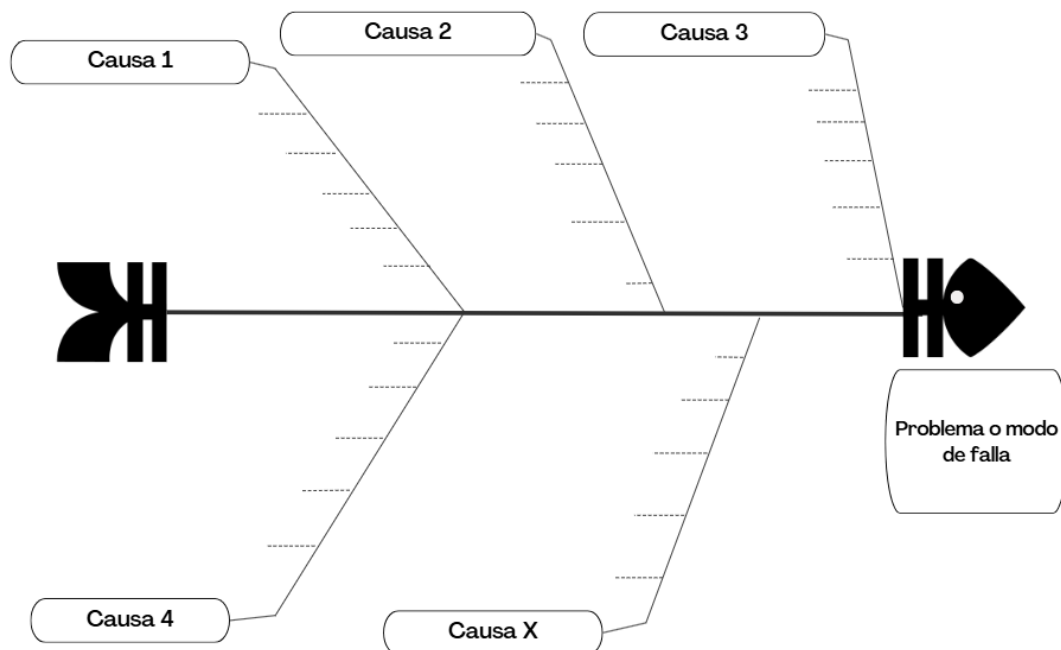
problema, mientras que el problema se encuentra en la cabeza que para nuestro caso vendría a representar el modo de falla del componente.

Para cada una de las causas se debe indicar porque se la selecciono para indagar en la raíz de un problema mediante la formulación de la pregunta "¿Por qué?", profundizando en el origen del fallo.

Para un mismo problema o modo de falla puede tener en un principio una a más causas, en este punto no se trata de encontrar la causa raíz del problema sino de ampliar, introducir al grupo de mantenimiento, categorizar y exponer todas las posibles causas del modo de falla de una forma visual y fácil de entender que nos permita sentar las bases para entrar a un análisis más técnico haciendo uso de documentación como informes ordenes de trabajo y testimonios.

### Figura 9

*Formato de grafico de Ishikawa*



*Nota:* Elaboración propia

**Árbol de causas.** constituye una metodología empleada en la investigación de accidentes que se fundamenta en el análisis retrospectivo relacionando posibles causas y hechos, en busca los factores que produjeron estos eventos, no los culpables o la causa raíz. A partir de un evento o modo de falla ya ocurrido, esta herramienta nos permitió representar los hechos y causas en forma secuencial y condiciones que llevaron al problema o modo de fallo y estructurarlo cronológicamente lo que se identificó en el análisis documentario y en el Ishikawa, mostrando cómo se relacionan las causas. (Wang et al., 2019).

Esta metodología se sustenta mediante hechos reales concretos y objetivos, para nuestro caso esto representa el análisis documentario como son los informes, fotos, ordenes de trabajo (Emre Taçyıldız et al., 2022).

**Diagrama del árbol de causas.** El diagrama comienza a dibujarse partiendo del modo de falla y continua de derecha a izquierda o también puede adoptar la forma de arriba hacia abajo.

Dentro del diagrama encontraremos dos estructuras claramente marcadas las cuales representan nuestros hechos permanentes y nuestros hechos ocasionales.

## Figura 10

*Código gráfico del árbol de causas*



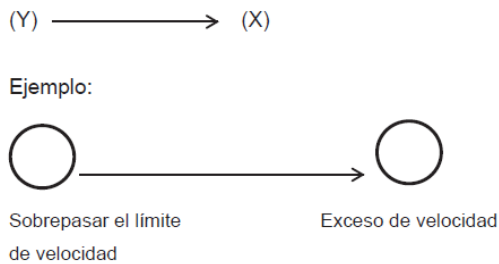
*Nota.* Adaptado de El método del árbol de causas aplicado a la investigación de accidentes laborales Clemow. A (2012).

Las relaciones entre hechos se pueden dar de tres formas secuencial, conjunción y disyunción.

Relación secuencial: para que el hecho “X” ocurriera solo es necesario que ocurriera el hecho “Y”

### Figura 11

#### *Relación secuencial de causa*

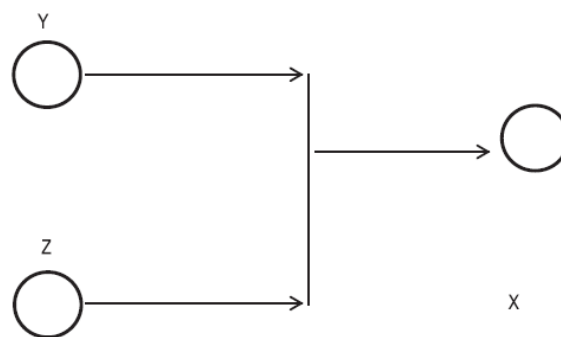


*Nota.* Tomado de El método del árbol de causas aplicado a la investigación de accidentes laborales Clemow. A (2012).

Relación de conjunción: Para que el hecho “X” se dé, el hecho “Y” y “Z” se tienen que dar primero.

### Figura 12

#### *Relación de conjunción de causa*

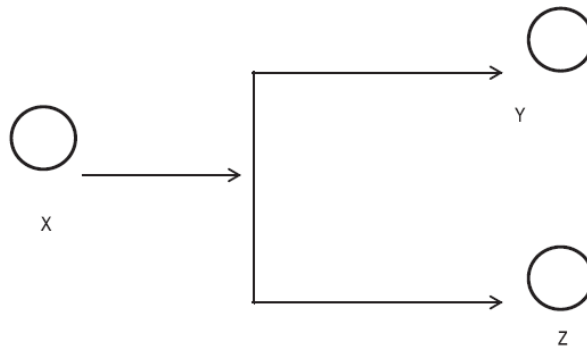


*Nota.* Tomado de El método del árbol de causas aplicado a la investigación de accidentes laborales Clemow. A (2012).

Relación de disyunción: Se da cuando varios hechos se originan por un solo hecho anterior

**Figura 13**

*Relación de disyunción de causa*



*Nota.* Tomado de El método del árbol de causas aplicado a la investigación de accidentes laborales Clemow. A (2012).

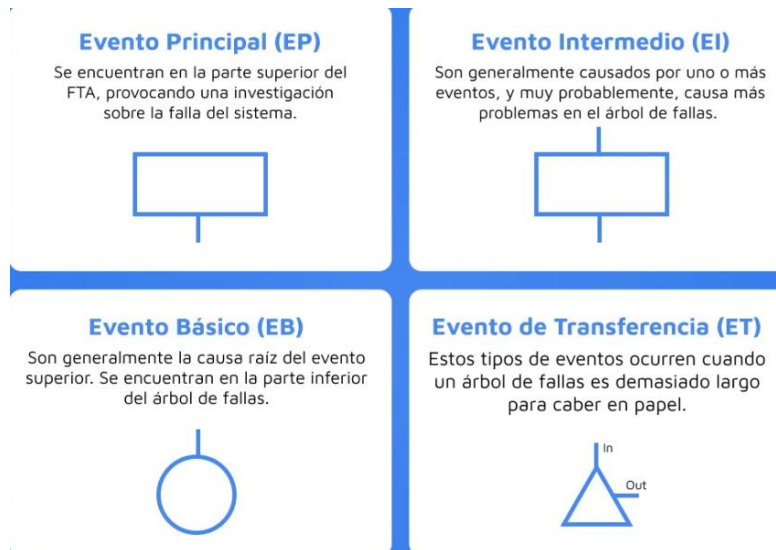
**Árbol de Fallas.** es otra metodología gráfica que permite examinar todas las causas de las fallas en un sistema o subsistema. Se basa en la lógica booleana para relacionar diversos eventos de arriba hacia abajo, ya que busca identificar las fallas en los componentes que originan los modos de falla en el sistema de nominados eventos principales.

Su estructura del árbol se conforma por eventos y puertas lógicas, las cuales interconectan dichos eventos con el fin de analizar las combinaciones lógicas de las causas que producen el modo de falla presentadas en el diagrama de Ishikawa y poder hallar la causa o causas raíz (Zhao et al., 2026).

Para la presente tesis se realizó tanto el árbol de causas como el árbol de fallas mediante el empleo del software Visio el cual facilitó su elaboración ya que cuenta con una biblioteca de símbolos y figuras propios de cada metodología como por ejemplo la lógica booleana, de esta forma se logró estructurar y graficar ambos gráficos respetando su forma de graficar. El desarrollo de ambos gráficos se mostrará en el capítulo IV donde se desarrollará la metodología implementada en esta tesis.

**Figura 14**

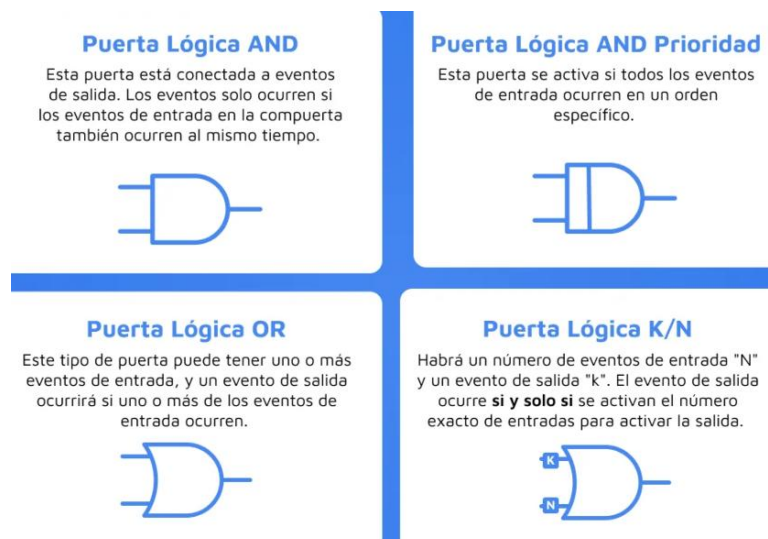
*Símbolos de eventos del árbol de fallas*



*Nota.* Tomado de Toro. R (2023), [www.fracttal.com/es/blog/como-construir-un-arbol-de-fallas-para-un-motor-electrico](http://www.fracttal.com/es/blog/como-construir-un-arbol-de-fallas-para-un-motor-electrico).

**Figura 15**

*Símbolos de puertas lógicas del árbol de fallas*



*Nota.* Tomado de Toro. R (2023), [www.fracttal.com/es/blog/como-construir-un-arbol-de-fallas-para-un-motor-electrico](http://www.fracttal.com/es/blog/como-construir-un-arbol-de-fallas-para-un-motor-electrico).

## 2.5.2 Integración de metodologías

En este punto se juntó las metodologías del Análisis de modos y efectos de falla con las metodologías del análisis causa Raíz.

La vinculación se da a través de la priorización de tareas preventivas, correctivas y un criterio de criticidad utilizando esta causa, en otras palabras, la metodología análisis causa raíz transforma cada causa en un criterio de criticidad así las tareas no se abordan por orden de aparición sino por el impacto en la seguridad, confiabilidad y costos de las fallas. Dónde la priorización de tareas y el nivel de criticidad se adjuntaran en nuevas columnas a nuestro formato de análisis de modo y efectos de falla presentado en la sección de la metodología de mantenimiento basado en la confiabilidad convirtiéndose nuestro nuevo formato híbrido a ser empleado el cual es el siguiente.

**Tabla 5**

*Formato AMEF y ACR final*

| <div></div> |            |                                     |                         |                              |       | CUENTA                   |       |                       | EQUIPO                    |       | SISTEMA     |                       |                      | HOJA   |       |       |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------------------------------------|-------------------------|------------------------------|-------|--------------------------|-------|-----------------------|---------------------------|-------|-------------|-----------------------|----------------------|--------|-------|-------|-----------|
|                                                                                                |            |                                     |                         |                              |       | Bambas / Minsur          |       |                       | T660/T800/T880            |       | Transmisión |                       |                      | 1 de 5 |       |       |           |
| Subsistema                                                                                     | Componente | Función Principal y Falla funcional | Potencial modo de falla | Potenciales efectos de falla | S E V | Potencial causa de falla | O C C | Controles preventivos | Inspecciones de detección | D E T | NPR inicial | Resultados Causa Raíz |                      |        |       |       |           |
|                                                                                                |            |                                     |                         |                              |       |                          |       |                       |                           |       |             | Acciones correctivas  | Acciones preventivas | S E V  | O C C | D E T | NPR final |
|                                                                                                |            |                                     |                         |                              |       |                          |       |                       |                           |       |             |                       |                      |        |       |       |           |
|                                                                                                |            |                                     |                         |                              |       |                          |       |                       |                           |       |             |                       |                      |        |       |       |           |
|                                                                                                |            |                                     |                         |                              |       |                          |       |                       |                           |       |             |                       |                      |        |       |       |           |

*Nota:* Elaboración propia

Tras la conclusión de la metodología análisis causa raíz con las tareas o acciones preventivas y correctivas y la criticidad determinadas se recalculara el número de prioridad de riesgo ya considerando las acciones preventivas y correctivas implementadas para cada modo de falla esto se integrara en nuestro formato de análisis de modos y efectos de falla en las columnas destacadas en amarillo, siendo la tabla numero 5 nuestro formato final a emplear.

## ***2.6 Mantenimiento Basado en la Condición***

El MBC es un enfoque que se fundamenta en la supervisión continua del estado de los activos en tiempo real. Emplea sensores, análisis de datos y diversas técnicas para evaluar su rendimiento y detectar cualquier anomalía antes de que se convierta en un problema (Andersen & Nielsen, 2025).

Este complementa el mantenimiento centrado en la confiabilidad, ya que permite detectar posibles fallos en los activos y tomar medidas para garantizar su máximo rendimiento y continuidad operativa (Andersen & Nielsen, 2025).

**2.6.1 Tipos de Mantenimiento Basados en la Condición.** Una de las principales ventajas es su carácter no invasivo, lo que permite recopilar datos en tiempo real sin alterar el funcionamiento de la máquina. Una de la más empleadas en el sector de transportes en el análisis de lubricante. Esta consiste en examinar muestras de aceite para determinar el estado del lubricante, la posible contaminación y el desgaste de los componentes mecánicos. Se evalúan propiedades como la viscosidad y la presencia de aditivos activos, además de identificar contaminantes peligrosos. También ayuda a detectar partículas generadas por desgaste, corrosión o degradación de la superficie de la máquina (Ruan et al., 2024).

Este tipo de mantenimiento funciona como una herramienta para detectar condiciones que podrían indicar una falla inminente, lo que ayuda a determinar el momento óptimo para ejecutar las tareas definidas por el RCM (R. Zheng et al., 2024).

## ***2.7 Análisis de Lubricante***

Este constituye una herramienta predictiva, reconocida por su amplia aplicación y sus beneficios monetarios significativos. Los avances en tecnología, software especializado e instrumentación han transformado este campo, facilitando la gestión de los programas de análisis y maximizando el retorno sobre la inversión en mantenimiento (Kurre et al., 2015).

Actualmente, muchas empresas en Latinoamérica emplean soluciones informáticas para monitorear el rendimiento y las condiciones operativas de sus equipos. Este enfoque moderno permite definir advertencias para variables críticas. Si alguna de estas variables excede los rangos establecidos, se pueden tomar acciones correctivas oportunas, no solo para prevenir fallas, sino también para reducir el desgaste y extender significativamente la vida útil de los activos (Nowduru et al., 2024).

**2.7.1 Tipos de aceites.** Los lubricantes se categorizan conforme a los estándares establecidos por la SAE (Sociedad de Ingenieros Automotrices) y el API (Instituto Americano del Petróleo), los cuales definen sus propiedades de viscosidad y desempeño.

### **Mono grado**

- SAE 40: Recomendado para motores sometidos a cargas pesadas, especialmente en condiciones de alta temperatura como las que se presentan en verano.
- SAE 30: Adecuado para motores de vehículos livianos que operan en climas cálidos.

- SAE 20: Utilizado en ambientes templados o en zonas donde la temperatura baja por debajo de los 0 °C. En el pasado se empleaba para el asentamiento de motores nuevos, aunque esta práctica ya no se considera recomendable.
- SAE 10: Indicado para regiones con temperaturas extremadamente bajas, inferiores a 0 °C.

### **Multigrado**

Los aceites multigrado se clasifican según están compuestos básicamente en tres grupos principales sintéticos, semisintético y minerales.

Aceites sintéticos 5W30, 5W40, 5W50. Estos lubricantes ofrecen un rendimiento superior, con intervalos de cambio que superan los 10,000 km. Son ideales para vehículos nuevos o con bajo kilometraje, y están formulados para operar en condiciones extremas de temperatura invernal (hasta -30 °C) y ambientes cálidos de hasta 30 °C, 40 °C o 50 °C, según el grado (Camba et al., 2025).

Aceite semisintético 10W40. Disponible en versiones semisintéticas o con tecnología sintética, este tipo de aceite es recomendado para intervalos de hasta 7,000 km. Es uno de los más utilizados en vehículos modernos, con un rango de operación que va desde -20 °C hasta 40 °C.

Aceite mineral 15W40. Adecuado tanto para motores diésel como a gasolina, este aceite tiene un rango térmico de -10 °C a 40 °C. Su uso se recomienda para recorridos de hasta 5,000 km, siendo una opción confiable en condiciones estándar (Camba et al., 2025).

Aceite mineral para motores desgastados 20W50. Formulado para vehículos con mayor desgaste mecánico, este aceite también se recomienda para intervalos de 5,000 km. Su rango de

temperatura es de  $-10^{\circ}\text{C}$  a  $40^{\circ}\text{C}$ , y es especialmente útil en climas cálidos, donde las temperaturas superan los  $30^{\circ}\text{C}$  (Camba et al., 2025).

Aceite de alta viscosidad 25W60. Este grado está diseñado para verano intenso y motores con consumo elevado de aceite o desgaste interno significativo (como juego excesivo entre metales). Su formulación ofrece mayor protección en condiciones exigentes (Camba et al., 2025).

**2.7.2 Nomenclatura de Aceites Multigrado.** Un aceite multigrado se identifica por dos números separados por una “W”, como SAE 10W-40 (Camba et al., 2025).

**Tabla 6**

*Significado de Nomenclatura de Aceites Multigrado*

| Parte del Código | Significado                                       | Implicación Practica                                                           |
|------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| 10W              | Viscosidad en frío (Winter)                       | Cuanto más bajo el número, mejor fluye el aceite en arranques en frío.         |
| 40               | Viscosidad en caliente (a $100^{\circ}\text{C}$ ) | Cuanto más alto el número, más espeso es el aceite a temperatura de operación. |

*Nota.* Elaboración propia

Ejemplo: el 5W-30: Excelente fluidez en frío, viscosidad moderada en caliente. Por otra parte, el 15W-40: Menor fluidez en frío, pero mayor protección en temperaturas elevadas

Para el presente caso de estudio Vistony mediante el uso de su plataforma Vistolube se realiza este procedimiento y es el encargado de mandar las alertas ante cualquier observación en los análisis de aceites para poder tomar acciones lo más pronto posible y anticiparnos a fallas futuras.

## **2.8 Indicadores de Gestión**

Estos ayudan a los directivos a planificar el éxito competitivo al mostrar la estrategia y propósito de una organización en medidas concretas de desempeño. En el negocio de mantenimiento de activos, los indicadores técnicos-financieros permiten definir estrategias óptimas y convertirlas en objetivos específicos medibles, facilitando la gestión y mejorando el rendimiento organizacional (Amendola, 2018).

La gestión del mantenimiento, basada en indicadores técnicos y financieros (KPI), permite tomar decisiones informadas, hacer seguimiento y diseñar propuestas de acción para alcanzar sus objetivos empresariales de manera eficiente (Amendola, 2018).

Los indicadores técnicos como el Tiempo Promedio para Fallar (MTTF) y el Tiempo Promedio para Reparar (MTTR), influyen en la gestión y desempeño de los activos productivos. Estos muestran la eficiencia en el uso de los recursos. Su aplicación en unidades operacionales ayuda a optimizar estrategias, bajar costos y extender la vida de los activos, mejorando la rentabilidad del negocio (Amendola, 2018).

Además, el uso de estos indicadores impulsa una evolución empresarial hacia una visión sistémica, donde se identifican roles clave y se redefinen estrategias para enfrentar desafíos futuros. Esta transformación busca mejorar la evaluación de resultados y fortalecer la toma de decisiones en función de la rentabilidad y el desempeño (Amendola, 2018, p. 2).

**2.8.1 Indicadores Técnicos.** Estos indicadores permiten evaluar la eficiencia y confiabilidad de los equipos, sistemas e instalaciones. Entre ellos se destacan el Tiempo Promedio para Fallar, que mide cuánto tiempo puede operar un equipo sin interrupciones, y el Tiempo

Promedio para Reparar, que evalúa la rapidez con la que se restablece su funcionamiento tras un fallo (Amendola, 2018, p. 3-4).

Además, otros indicadores clave incluyen:

- Disponibilidad, muestra el porcentaje de tiempo en el que un equipo está operando.
- Utilización, que mide el tiempo efectivo de uso de un equipo dentro de un tiempo determinado.
- Confiabilidad, que indica la probabilidad de que un equipo haga su función sin fallos.
- Tiempo Promedio entre Fallos (MTBF), que estima la frecuencia con la que ocurren fallos en un equipo (Amendola, 2018, p. 3-4).

**2.8.1.1 Cálculo del MTBF, MTTR y disponibilidad.** Para el cálculo se utilizaron las siguientes definiciones y formulas.

Tiempo de parada (Tp): tiempo en el que no está en funcionamiento el equipo para ello tenemos 4 tipos de tiempo de parada

1. Horas mantenimiento correctivo (Hrs c): Tiempo total dedicado a reparar fallas inesperadas que provocan la detención parcial o total del equipo.
2. Horas de mantenimiento preventivo (Hrs p): Tiempo invertido en tareas programadas para evitar fallas, según intervalos definidos por experiencia o análisis de confiabilidad.

3. Horas de mantenimiento correctivo programado (Hrs cp): Tiempo dedicado a corregir fallas conocidas o latentes, cuya intervención ha sido planificada para minimizar impacto operativo.
4. Horas de auxilio mecánico (Hrs Aux): Tiempo destinado a atender emergencias mecánicas en ruta, fuera del taller.

La suma aritmética de estos 4 tiempos nos dará el tiempo de parada:

#### **Ecuación 1 Tiempo de parada ( $T_p$ )**

$$T_p = \text{Hrs correctivo} + \text{Hrs preventivo} + \text{Hrs correctivo programado} + \text{Hrs auxilio} \quad (1)$$

Horas programadas (HP): es el tiempo total programado que debe trabajar el conductor brindado por el área de operaciones. Según DS 017-2009-MTC los conductores solo pueden conducir 4 horas de forma continua y 10 horas al día. La jornada diaria es de 8 horas, pero tienen una hora para almuerzo y 1 una hora de receso como mínimo dándonos 6 horas efectivas en dos intervalos de 3 horas de funcionamiento del tractocamión, para saber las horas programadas al mes se multiplica este valor por los días totales del mes incluyendo sábado y domingos ya que también son laborables.

#### **Ecuación 2 Horas programadas (HP)**

$$HP = \text{Días del mes} \times 6 \text{ horas} \quad (2)$$

Tiempo de funcionamiento: son las horas efectivas de funcionamiento del tracto este viene dando por la resta de las horas programadas y el tiempo de parada

#### **Ecuación 3 Tiempo de funcionamiento**

$$\text{Tiempo de funcionamiento} = \text{Horas Programadas} - \text{Tiempo parada} \quad (3)$$

Numero de fallas (# fallas): cantidad de fallas que provocan paradas de un equipo a lo largo del mes

Tiempo medio entre fallas (MTBF): tiempo que transcurre entre una falla y la siguiente en el equipo

#### **Ecuación 4 Tiempo medio entre fallas**

$$MTBF = \frac{\textit{Tiempo de funcionamiento}}{\#fallas} \quad (4)$$

Tiempo medio entre reparaciones (MTTR): tiempo que se tarda en restaurar un equipo a su estado funcional tras una falla.

#### **Ecuación 5 Tiempo medio entre reparaciones**

$$MTTR = \frac{\textit{Tiempo de parada}}{\#fallas} \quad (5)$$

Disponibilidad: tiempo en que el equipo puede usarse respecto al tiempo total considerado de trabajo.

#### **Ecuación 6 Disponibilidad**

$$\% \textit{Disponibilidad} = \frac{MTBF}{(MTBF + MTTR)} \quad (6)$$

A forma de ejemplo el detalle del cálculo del mes de junio se adjuntará al final de documento en el Anexo B (ver Anexo B).

## **CAPÍTULO III**

### **3. ESTADO DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO**

En este capítulo se describe un contexto general acerca de la empresa abarcando ubicación geográfica y distribución, organigrama y el procedimiento del transporte de carga en general. Seguido de ello se procederá a describir el estado del área de mantenimiento previo a los cambios en la gestión del área a través del presente proyecto, para ello se empleara el informe de la Auditoria del área que se realizó en setiembre del año 2023 equivalente a 4 meses antes de realizar los cambios en el área. La auditoría de mantenimiento se formuló en base al estándar de normas ISO aplicado a la empresa transportes Hagensac este fue de una sola etapa y consto de 10 elementos sujetos a evaluación y se utilizó cuestionarios, entrevistas, revisión documental, análisis de registros para llevarlo a cabo.

El alcance de esta auditoria fue evaluar la gestión de mantenimiento en el Taller con miras a establecer y mejorar gestión de este ya que se presentaron problemas en forma de una baja disponibilidad y confiabilidad en los equipos, continuos retrasos y presencia continua de fallas inesperadas y paradas sin programar. Este informe, los comentarios tablas de evaluación, puntajes y recomendaciones se adjuntara en los anexos (Revisar Anexo C).

#### ***3.1 La Empresa:***

Hagensac transportes es una empresa familiar que se dedica al transporte de carga por carretera de mercancías, insumos químicos y materiales peligrosos a nivel nacional e internacional, destacándose por su seguridad, integridad, responsabilidad, enfoque a la orientación del cliente y por ser una opción sobresaliente en los sectores industrial y minero. Fue fundada en el año 1998, comenzó sus operaciones en 1999 bajo la dirección del actual gerente general Wilfredo Erquinigo.

Actualmente, la empresa cuenta con una moderna flota de 165 tractocamiones, de la marca Kenworth administradas directamente por el área de mantenimiento de la empresa de un total de 450 unidades capaces de satisfacer los requerimientos de carga de sus clientes. Su flota total está conformada con vehículos de marcas reconocidas como Volvo y Kenworth, además de diversos tipos de semirremolques: furgones, encapsulados, extensibles, camas cunas y plataformas con barandas, con capacidades de carga entre 25 y 60 toneladas métricas (Transportes Hagemasac, 2023).

### ***3.2 Ubicación Geográfica y Distribución:***

Actualmente, esta empresa cuenta con 2 sedes principales en Arequipa una está situada en la Av. Perú 902 su área de operaciones, en el distrito de Cerro Colorado y la segunda se encuentra la carretera antigua a la Joya área de mantenimiento y logística, en Arequipa. Esta ubicación es estratégica, ya que se encuentra cerca de la vía de evitamiento y al parque industrial de río seco. Asimismo, dispone de un acceso privilegiado a la variante de Uchumayo, una vía que permite rápidas conexiones hacia Lima y Tacna en la costa, y hacia Cusco y Puno en la sierra a través de la vía de evitamiento (Transportes Hagemasac, 2023).

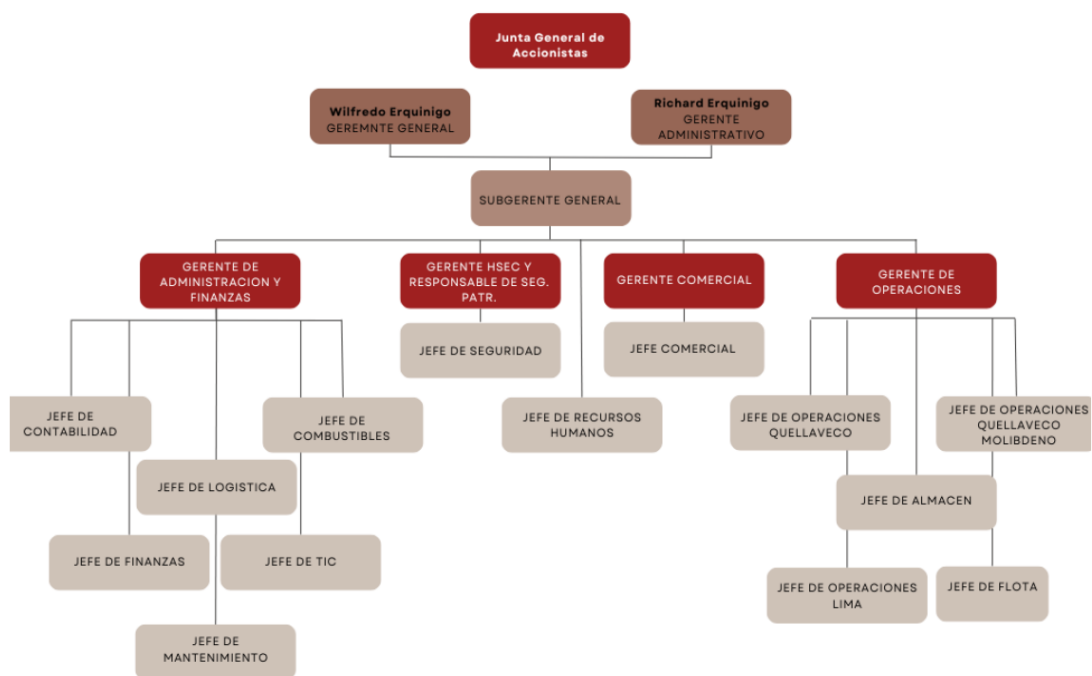
El área de logística mantenimiento, el grifo y el taller de la empresa están localizados en la sede de la carretera antigua la joya, ocupando un espacio de 11,000 m<sup>2</sup>, como se observa en la Figura 14. Es importante destacar que el diseño favorece una operatividad ordenada y eficiente para el tránsito de los tractocamiones. El plano de planta del área del taller de la empresa antes descrito se adjunta como parte de los anexos al final de la investigación con el fin de adaptar todos los detalles del plano para que sean visibles y se pueda apreciar correctamente la distribución de este, Revisar anexo D.

### 3.3 Actual Organigrama de la Empresa:

Los organigramas representan visualmente cómo está estructurada una empresa. Constituyen un documento oficial que proporciona datos sobre distribución de funciones, niveles jerárquicos líneas de responsabilidad y autoridad, así como las relaciones de coordinación y dependencia como se muestra en la figura 16. Se identificó una fragmentación por falta de integración que limita la eficiencia del sistema, genera conflictos de responsabilidad y obstaculiza la implementación de mejoras transversales afectando directamente la mejora continua de los procedimientos de gestión integral de los procesos no solo del área de mantenimiento sino de todas las áreas en general. El siguiente organigrama fue extraído del reporte de sostenibilidad adjunto en anexos (Revisar anexo E).

**Figura 16**

*Actual organigrama de la empresa transportes Hagemasac*



*Nota.* Tomado de Reporte de sostenibilidad, Transportes Hagemasac (2023)

### ***3.4 Procedimiento Del Transporte de Carga***

En la primera etapa, el tractocamión ingresa a las instalaciones y se procede a realizar una inspección tanto del personal como del vehículo, lo que incluye verificar el estado físico del conductor, la utilización de elementos de protección personal, así como completar listas de chequeo del vehículo y de los accesorios de amarre. Posteriormente, el vehículo es trasladado al área de operaciones, donde se inspecciona el lugar.

Durante la segunda etapa, se lleva a cabo la revisión y coordinación del material a transportar, como repuestos, componentes, maquinaria pequeña y otros materiales. También se verifica la plataforma de carga, se asegura y manipula la carga, y se gestionan las guías de remisión. Adicionalmente, se organiza el transporte de la carga, que implica la coordinación con el área de descarga, la liberación de la carga, el estacionamiento del vehículo y la delimitación del área de trabajo.

Finalmente, en la tercera etapa, se procede a la descarga de los componentes, lo cual incluye la entrega de las guías necesarias para la salida del vehículo la descarga y conformidad de la entrega por parte del cliente el cual incluye cantidad y el producto entregado. Con este paso se concluye el proceso de transporte de carga (Transportes Hagemasac, 2023).

### ***3.5 Miembros del área de Mantenimiento***

Jefe de Mantenimiento cumple y hace cumplir las políticas, estrategias concernientes al área de mantenimiento. Gestiona los recursos e insumos necesarios con el área de logística y la gerencia de mantenimiento previos a realizar las intervenciones a los equipos. Aprueba planes de acción campañas y planes de mantenimiento. Informar oportunamente cualquier acto o condición subestándar que se pueda dar en el taller al área de seguridad y salud ocupacional.

Jefe Técnico Del Taller. Supervisa e inspecciona todos los trabajos concernientes a los talleres de las distintas sedes validando todos los procedimientos realizados. Organiza y distribuye los equipos de trabajo del taller y realiza el tareo de su personal técnico y gestiona sus viáticos. Coordina e informa al jefe de mantenimiento todos los trabajos realizados o que están en proceso en el taller. Coordina con el jefe de mantenimiento plan de acción ante un auxilio en carretera

Planner de Tractocamiones. Planifica y programa el mantenimiento preventivo, correctivo, predictivos de los tractocamiones. Coordina con los administradores de la cuenta la programación del mantenimiento preventivo de las unidades según cronograma, Elabora el cronograma de mantenimientos de los tractocamiones.

Planner de Semirremolques. Planifica y programa el mantenimiento preventivo, correctivo, predictivos de los semirremolques. Coordina con los administradores de la cuenta la programación del mantenimiento preventivo de las unidades según cronograma, Elabora el cronograma de mantenimientos de los semirremolques.

Asistente de Mantenimiento Lleva el registro de los auxilios mecánicos, gestiona su documentación y da la alerta ante la presencia de uno. Crea, hace el seguimiento, brinda toda la documentación y cierra las ordenes de trabajo de todos los equipos. Monitorea por GPS a través de la plataforma SISCART la ubicación de las unidades. Recepción de la unidad con el formato de Reporte de fallas del Conductor.

Supervisor de Campo es encargado de la coordinación atención en el taller. Supervisa los trabajos del equipo técnico. Verificar la correcta conservación, uso y disposición de los repuestos empleados en las reparaciones de las unidades. Coordina y realiza el seguimiento de los auxilios mecánicos, proporcionando actualizaciones hasta su resolución final. Informar de manera oportuna

al superior inmediato sobre cualquier acto o condición que no cumpla con los estándares establecidos.

Personal Técnico Mecánico, Eléctrico y Soldadores ejecutan el mantenimiento según la orden de trabajo brindada haciendo uso de epp's correspondientes y aplicando buenas prácticas en el trabajo. Se tarean en la orden de trabajo con su nombre respectivo y actividad y la hora en que se realizó.

### ***3.6 Análisis e interpretación de la auditoria de mantenimiento***

En esta sección del capítulo aborda la descripción del informe de Auditoría de mantenimiento realizado el 23 de setiembre del año 2023. Su aplicación en este estudio busco identificar fortalezas, debilidades y oportunidades de mejora en los procesos de planificación, ejecución y control del mantenimiento de tractocamiones.

El alcance de esta auditoria fue evaluar la gestión de mantenimiento con el objetivo de establecer y mejorar la gestión de esta. La auditoría fue realizada en el local del taller de mantenimiento y sus respectivas oficinas. Se detalla el cuadro de puntuación y se describe los hallazgos para cada ítem evaluado acerca del área de mantenimiento. Fueron un total de 10 elementos evaluados en solo una fase, todos los criterios de evaluación y la auditoria fue realizada en base a normas ISO. Cada elemento se desglosa en subelementos específicos, valorados con un puntaje máximo y un puntaje obtenido, permitiendo calcular el porcentaje de cumplimiento.

La información se recopiló a través de entrevistas, revisión documental, análisis de registros y observación directa de procesos. La figura 17 muestra el cuadro de evaluación utilizado en la auditoria de mantenimiento con los elementos y ítems evaluados, el documento completo se encuentra en los anexos (Revisar Anexo C).

**Figura 17**

*Cuadro de evaluación de la auditoria de mantenimiento*

| Elem.             | Sub Elem. | Tema                                                       | Puntaje Máximo | Puntaje Obtenido | % Obtenido |
|-------------------|-----------|------------------------------------------------------------|----------------|------------------|------------|
| <b>5</b>          |           | <b>Organización</b>                                        | <b>600</b>     | <b>395</b>       | <b>66%</b> |
|                   | 11        | Diseño Organizacional                                      | 330            | 218              | 66%        |
|                   | 12        | Formación de Equipos de Trabajo y Comunicación             | 270            | 177              | 65%        |
| <b>6</b>          |           | <b>Entendimiento del Proceso y la Condición del Equipo</b> | <b>760</b>     | <b>397</b>       | <b>52%</b> |
|                   | 13        | Desarrollo de Planes de Mantenimiento de Equipos           | 390            | 209              | 54%        |
|                   | 14        | Mantenimiento Preventivo y Predictivo                      | 370            | 188              | 51%        |
| <b>7</b>          |           | <b>Origen del Trabajo</b>                                  | <b>400</b>     | <b>200</b>       | <b>50%</b> |
|                   | 15        | Solicitud de Trabajo Correctivo                            | 240            | 92               | 38%        |
|                   | 16        | Inicio del Trabajo Correctivo                              | 160            | 108              | 68%        |
| <b>8</b>          |           | <b>Planeamiento</b>                                        | <b>800</b>     | <b>586</b>       | <b>73%</b> |
|                   | 17        | Calidad y Extensión del Planeamiento                       | 540            | 384              | 71%        |
|                   | 18        | Base de Datos de Trabajos Estándares                       | 180            | 154              | 86%        |
|                   | 19        | Reducción de Demoras y Re-Trabajos                         | 80             | 49               | 61%        |
| <b>9</b>          |           | <b>Programación</b>                                        | <b>750</b>     | <b>514</b>       | <b>69%</b> |
|                   | 20        | Programación de Trabajos                                   | 530            | 341              | 64%        |
|                   | 21        | Carga de Trabajo                                           | 220            | 173              | 79%        |
| <b>10</b>         |           | <b>Asignación y Ejecución del Trabajo</b>                  | <b>400</b>     | <b>262</b>       | <b>65%</b> |
|                   | 22        | Coordinación para Ejecución del Trabajo                    | 150            | 104              | 69%        |
|                   | 23        | Asignación del Trabajo                                     | 250            | 158              | 63%        |
| <b>11</b>         |           | <b>Registro del Trabajo</b>                                | <b>650</b>     | <b>435</b>       | <b>67%</b> |
|                   | 24        | Cierre de la Orden de Trabajo                              | 650            | 435              | 67%        |
| <b>12</b>         |           | <b>Gestión de Intervenciones</b>                           | <b>750</b>     | <b>445</b>       | <b>59%</b> |
|                   | 25        | Gestión de intervenciones de los tractos                   | 415            | 204              | 49%        |
|                   | 26        | Control de Trabajos                                        | 335            | 241              | 72%        |
| <b>13</b>         |           | <b>Gestión de Contratistas</b>                             | <b>700</b>     | <b>363</b>       | <b>52%</b> |
|                   | 27        | Concepción del Contrato Casa Matriz                        | 360            | 231              | 64%        |
|                   | 28        | Administración de Contratos Casa Matriz                    | 340            | 133              | 39%        |
| <b>14</b>         |           | <b>Gestión de Materiales</b>                               | <b>720</b>     | <b>478</b>       | <b>66%</b> |
|                   | 29        | Suministro y Cooperación de Mantenimiento                  | 530            | 374              | 71%        |
|                   | 30        | Materiales de Calidad a Tiempo                             | 190            | 104              | 55%        |
| <b>TOTAL FASE</b> |           |                                                            | <b>6,530</b>   | <b>4,075</b>     | <b>62%</b> |

*Nota.* Tomado de Informe de Auditoría del taller, Transportes Hagemisac (2023)

Este puntaje revela un nivel de cumplimiento del 62% respecto al estándar evaluado, lo que indica una gestión poco funcional y con amplias oportunidades de mejora.

Las áreas con mayor desempeño fueron Registro del Trabajo (67%), Programación (69%) y Planeamiento (73%), lo que representa una adecuada trazabilidad y activación de órdenes, así como una planificación operativa medianamente eficiente.

En contraste, se identifican debilidades significativas en Gestión de Intervenciones de los tractos (49%), Entendimiento del Proceso y Condición del Equipo (52%), y Mantenimiento

Preventivo y Predictivo (51%), lo que evidencia una limitada capacidad para anticipar fallas, gestionar intervenciones efectivas y la carencia de aplicación de criterios técnicos de confiabilidad y causa raíz.

Asimismo, la Gestión de Materiales (66%) y la Gestión de Contratistas (52%) presentan resultados moderados, lo que podría afectar la disponibilidad de recursos y la eficiencia operativa en campo.

Estos resultados sugieren la necesidad de diseñar un plan de mantenimiento que permita mejorar la calidad de los datos técnicos, y fortalecer la coordinación entre áreas operativas. La priorización de acciones correctivas debe enfocarse en los subelementos con menor puntuación, especialmente en solicitud de Trabajos correctivos (38%) y la gestión de intervenciones de los tractos (49%) y administración de contratos de la casa matriz (39 %), para elevar la confiabilidad del sistema y disponibilidad de los activos.

De la figura 17 se ve que el puntaje obtenido fue 4075 de un total de 6530 equivalente a un porcentaje del 62 % clasifico a la gestión después de la auditoria como categoría 5 requiere plan de mejora y monitoreo periódico figura 18.

### Figura 18

*Matriz de clasificación de la gestión de mantenimiento*

| <b>Categoría</b> | <b>% Obtenido</b> | <b>Clasificación</b>                          |
|------------------|-------------------|-----------------------------------------------|
| 1                | 95-100%           | Excelente                                     |
| 2                | 90-94%            | Muy bueno                                     |
| 3                | 80-89%            | Bueno                                         |
| 4                | 70-79%            | Aceptable. Puede ser mejorado                 |
| 5                | 50-69%            | Requiere plan de mejora y monitoreo periódico |
| 6                | 0-50%             | Requiere acción inmediata                     |

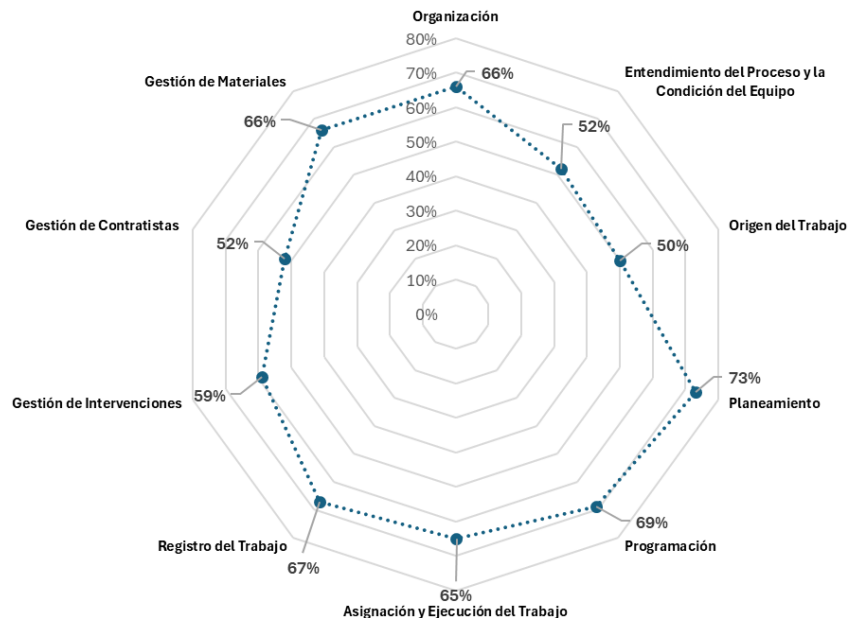
*Nota.* Tomado de Informe de Auditoría del taller, Transportes Hagemasac (2023)

Se evidencia que la organización se encuentra en un nivel medio de madurez en su gestión. Las fortalezas en trazabilidad y programación indican una adecuada capacidad de planificación operativa, mientras que las debilidades en mantenimiento preventivo, predictivo y control de trabajos limitan la confiabilidad y disponibilidad de los activos y generan intervenciones correctivas continuas.

**Figura 19**

*Gráfico radial de los atributos del área de mantenimiento*

### ATRIBUTOS DEL AREA DE MANTENIMIENTO



*Nota.* Elaboración propia

La auditoría confirma la necesidad de:

- Reforzar la estructura organizacional.
- Implementar estrategias de mantenimiento basadas en confiabilidad y causa raíz.
- Mejorar la gestión de mantenimiento aumentando la confiabilidad y disponibilidad.
- Optimizar el uso de indicadores predictivos y análisis causa-raíz.

## **CAPÍTULO IV**

## **4. METODOLOGÍA APLICADA DEL ANÁLISIS CAUSA RAÍZ Y CONFIABILIDAD**

### ***4.1 Sistemas y Subsistemas de los Tractocamiones:***

En la primera parte del capítulo aborda la taxonomía de los tractocamiones basándonos en la norma 14224, la cual constituye un estándar internacional para la jerarquización y organización de datos de confiabilidad y mantenimiento en sistemas industriales. La aplicación de esta norma en el ámbito del transporte pesado permite establecer una clasificación sistemática de sistemas, subsistemas y componentes, asegurando uniformidad en la documentación y facilitando la trazabilidad de la información técnica.

La taxonomía desarrollada en este capítulo se convirtió en un instrumento metodológico esencial para el análisis de fallas, la gestión de la confiabilidad y la optimización de estrategias de mantenimiento. Al estructurar los equipos bajo un marco estandarizado, se logró un lenguaje común entre las operaciones, mantenimiento y áreas de gestión, lo que fortaleció la comunicación y la toma de decisiones.

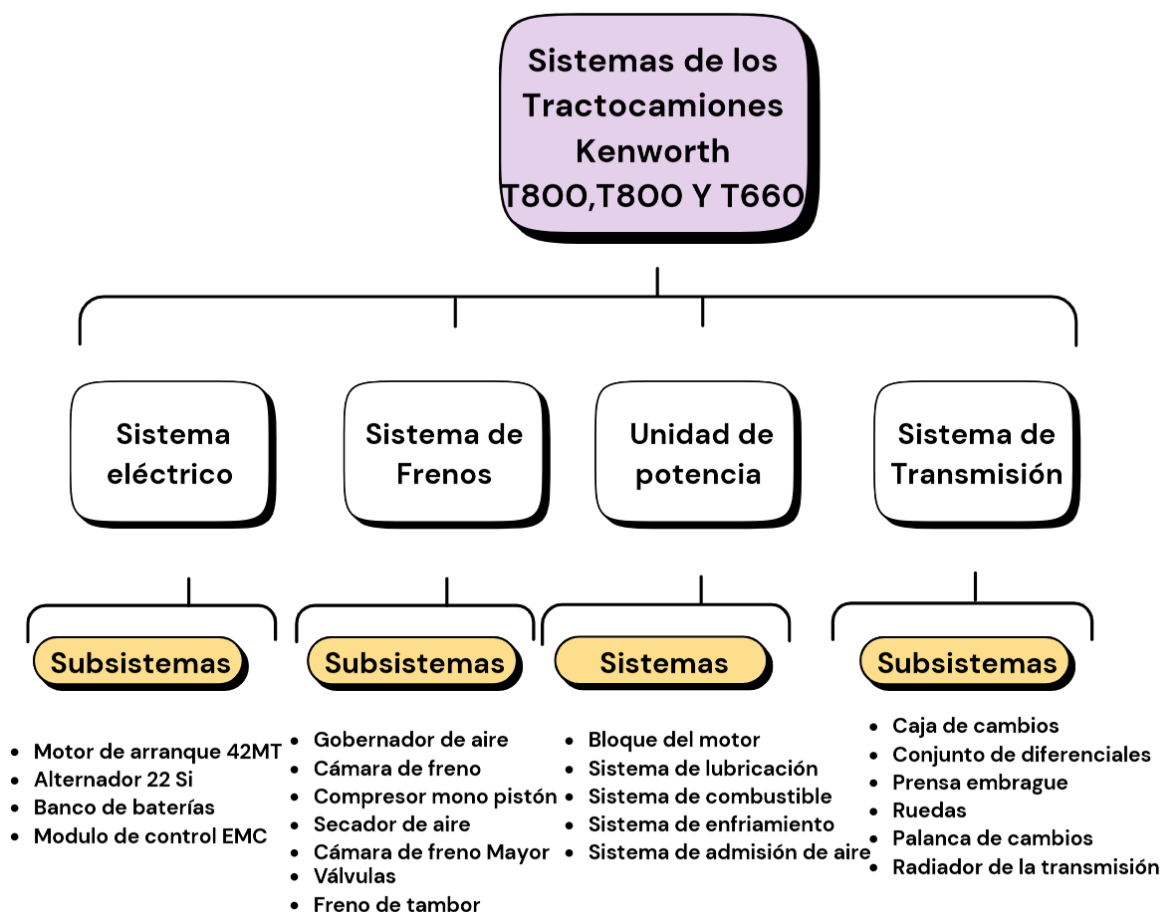
Asimismo, se buscó adaptar la estructura de la norma ISO 14224 a las particularidades de los tractocamiones, integrando criterios técnicos propios de su operación, tales como sistemas mecánicos, eléctricos, electrónicos y transmisión. Esta adaptación permite identificar los componentes y establecer jerarquías funcionales que facilitan la aplicación de las metodologías.

A continuación, en la figura 20 se muestra la Taxonomía o jerarquización de sistemas de los tractocamiones Kenworth T800, T880 y T660, más adelante en el mismo capítulo se hará un resumen de cada sistema con sus componentes más importantes.

La finalidad de esta es identificar sistemas, subsistemas y componentes principales para emplearlos en nuestro análisis ACR y análisis de modos y efectos de falla AMEF posterior y tener un estándar de clasificación de los tractocamiones mediante una jerarquización y estructura clara y trazable esta tuvo un ajuste de acuerdo a la investigación realizada ya que solo se consideró sus sistemas principales y más relevantes, de esta forma se contribuyó y se fortaleció a la toma de decisiones mediante un lenguaje común y estandarizado para todos los involucrados en el mantenimiento de estos equipos.

**Figura 20**

*Taxonomía de los Sistemas de los Tractocamiones Kenworth*

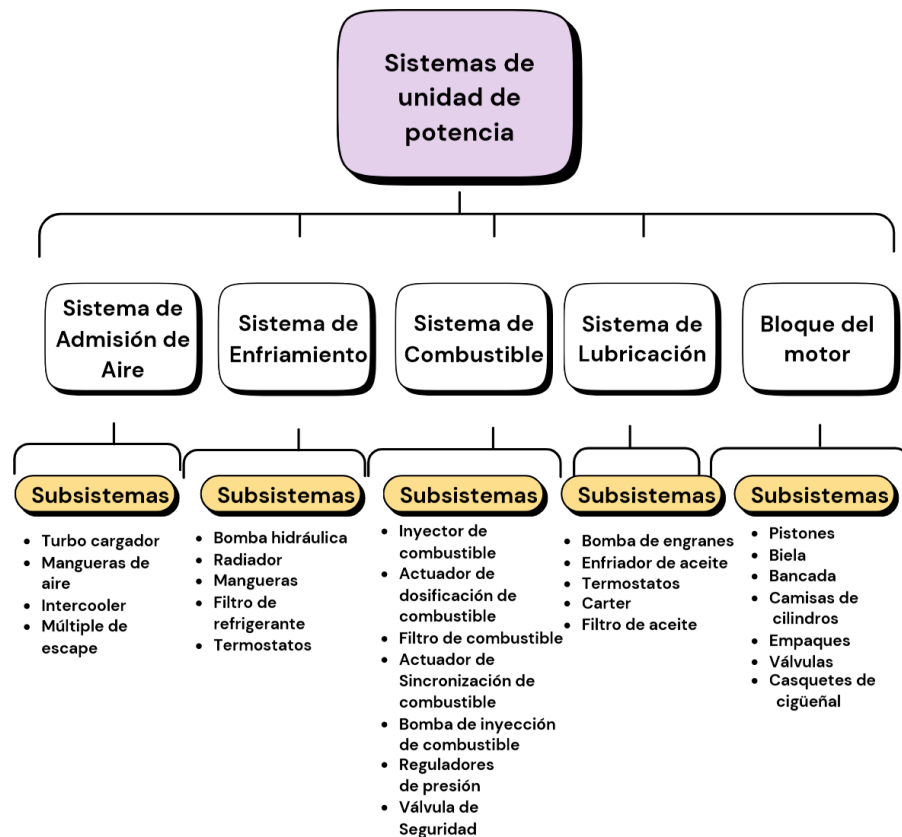


*Nota.* Elaboración propia, ajuste personal acorde con la investigación hecha.

Como observamos los tractocamiones Kenworth poseen 4 sistemas principales, siendo el sistema más elaborado e importante el de la unidad de potencia o motor ya que lo componen 4 sistemas el de lubricación, combustible, enfriamiento y admisión de aire aparte del bloque propio del motor. Al hacer el análisis AMEF podrá distinguir con mayor sencillez cada sistema, subsistema y sus componentes principales lo que permitirá determinar cuál sistema es el más crítico. Se analizan estos 3 modelos porque son los que conforman nuestra flota y con los que se lleva trabajando más de 4 años por lo que se puede identificar de una manera más optima fallas comunes ya que se cuenta con informes, testimonios y reportes.

**Figura 21**

*Taxonomía de los Sistemas de la Unidad de Potencia*



*Nota.* Elaboración propia, ajuste personal acorde con la investigación hecha.

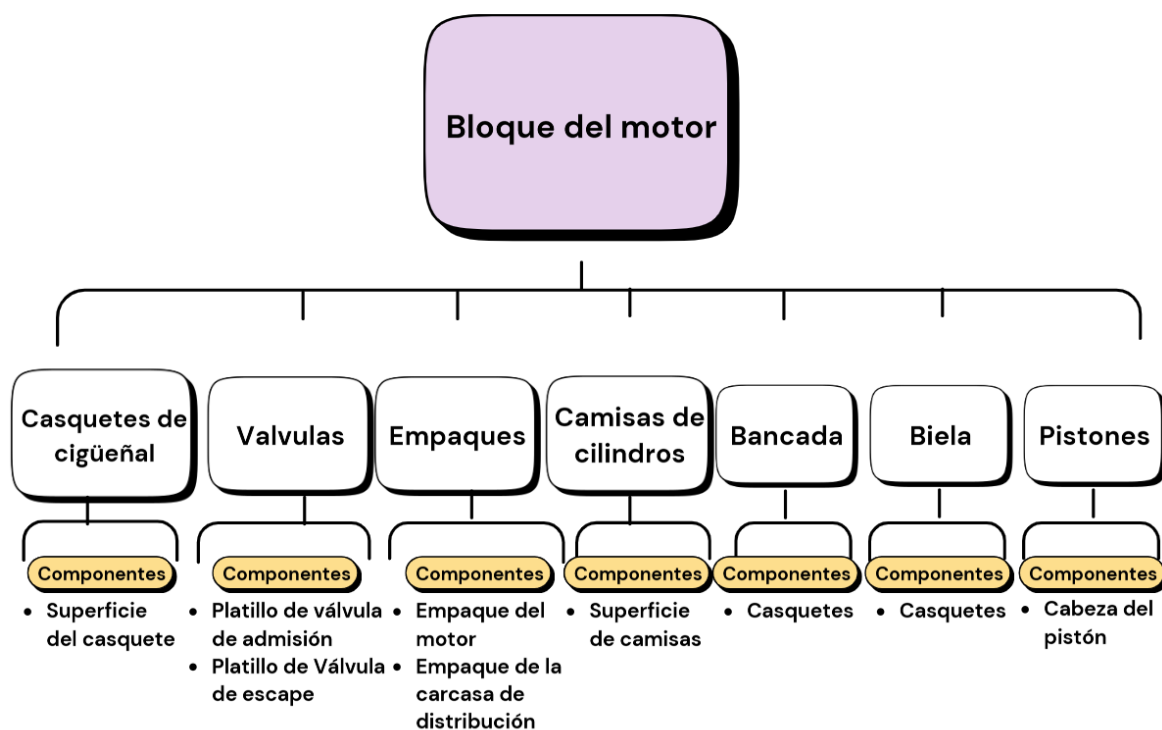
En la figura 21 se muestra el desglose por sistemas y subsistemas de la unidad de potencia, siendo la unidad de potencia el más complejo de jerarquizar para la presente investigación ya que posee varios sistemas y componentes que debieron estar bien definidos para obtener una buena base documental para la gestión y mejora continua del mantenimiento.

A su vez cada sistema de la unidad de potencia se compone de subsistemas y estos se descomponen en distintos componentes, el termino componente se le da a la parte más pequeña del sistema y siendo más específicos es la parte a la cual se realiza el mantenimiento.

El desglose de cada uno de estos subsistemas de la unidad de potencia se muestra a continuación en las siguientes figuras 22, 23, 24, 25 y 26.

**Figura 22**

*Jerarquización del Sistema Bloque de motor*

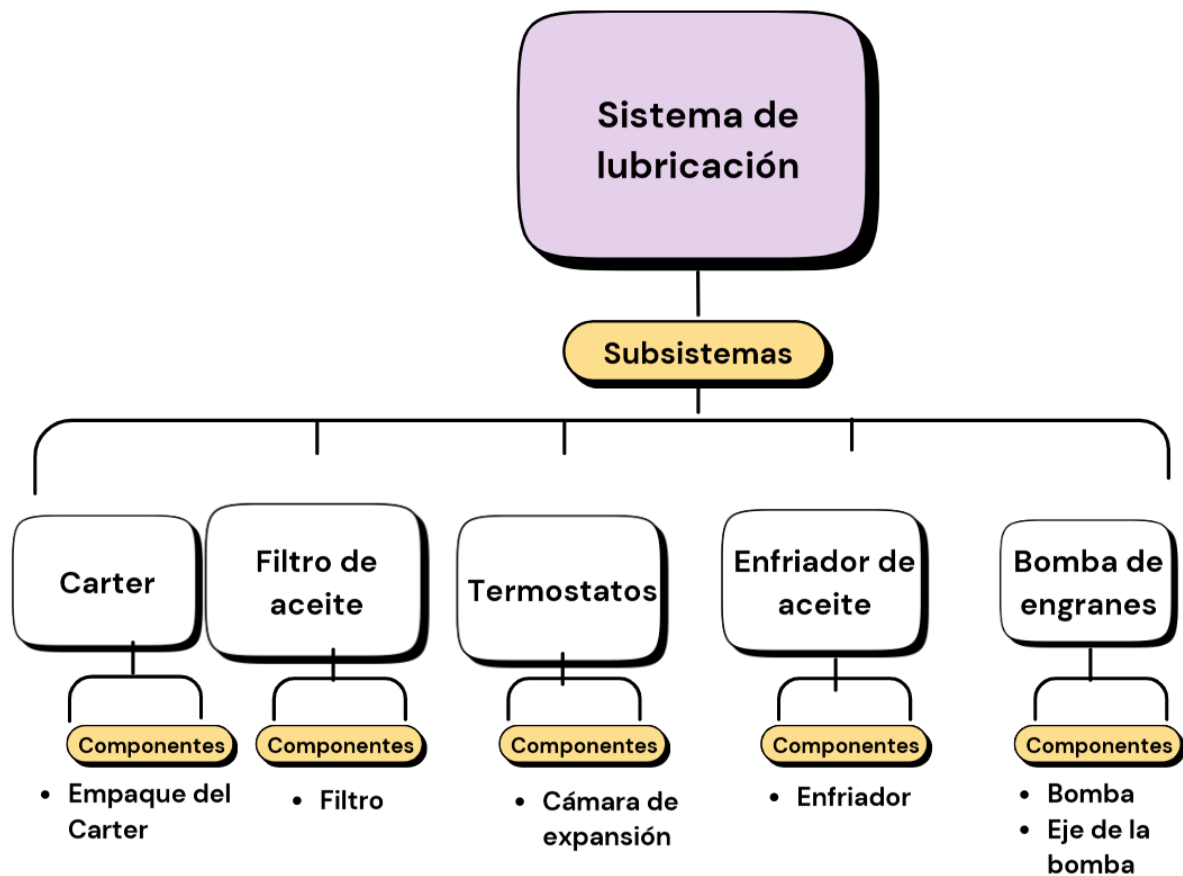


*Nota.* Elaboración propia, ajuste personal acorde con la investigación hecha.

La figura 22 presenta una descomposición jerárquica del bloque del motor, destacando los componentes de cada subsistema. Estos subsistemas son los pistones, biela, bancada, camisas de cilindros, empaques, válvulas y casquetes de cigüeñal. Esta visualización facilita la identificación de componentes críticos para mantenimiento correctivo y preventivo, alineándose con los principios de la norma ISO 14224 al diferenciar claramente funciones, subsistemas y componentes. Es útil tanto para documentación técnica como para capacitación operativa.

**Figura 23**

*Jerarquización del Sistema de Lubricación*



*Nota.* Elaboración propia, ajuste personal acorde con la investigación hecha.

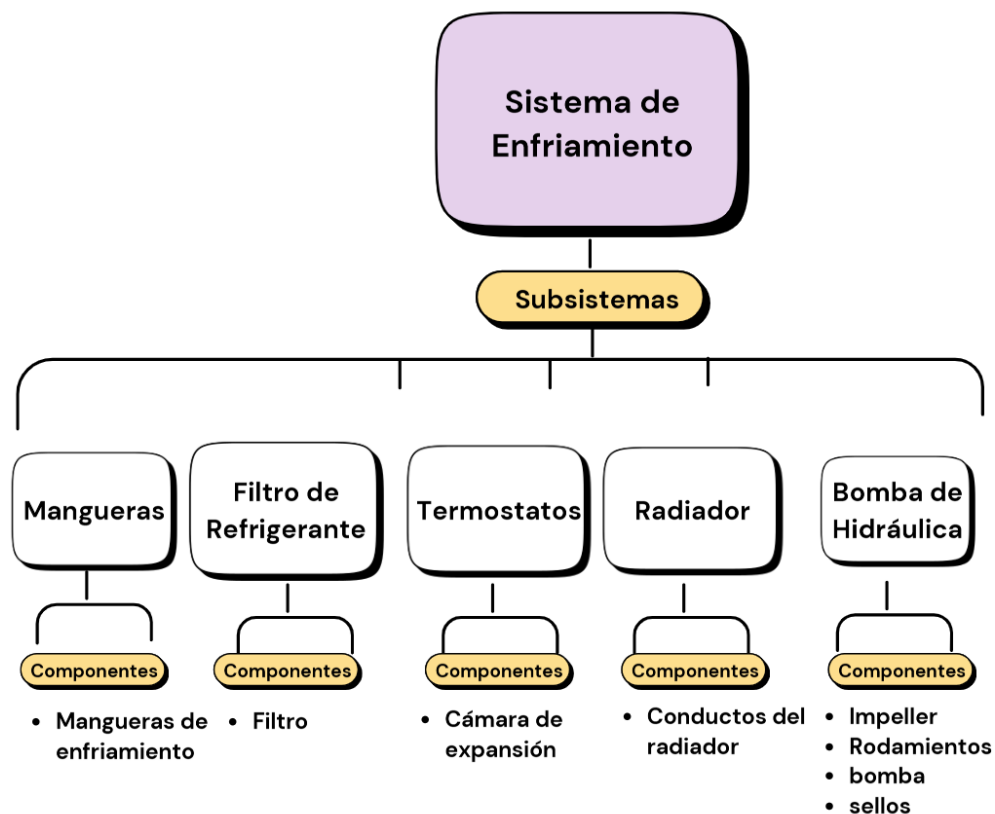
La figura 23 muestra una descomposición funcional del sistema de lubricación, destacando los componentes y subsistemas clave como bomba, eje, enfriador, filtro y empaques.

Este diagrama muestra la taxonomía del sistema de lubricación de un tractocamión Kenworth, organizada en forma jerárquica para mostrar la relación entre subsistemas y componentes de cada sistema.

Esta estructura facilitó el seguimiento técnico y permitió la identificación de los componentes de este subsistema, alineándose con los principios de confiabilidad y permitió una denominación clara y universal para documentación estándar en distintas áreas para estos equipos.

**Figura 24**

*Jerarquización del Sistema de Enfriamiento*



*Nota.* Elaboración propia, ajuste personal acorde con la investigación hecha.

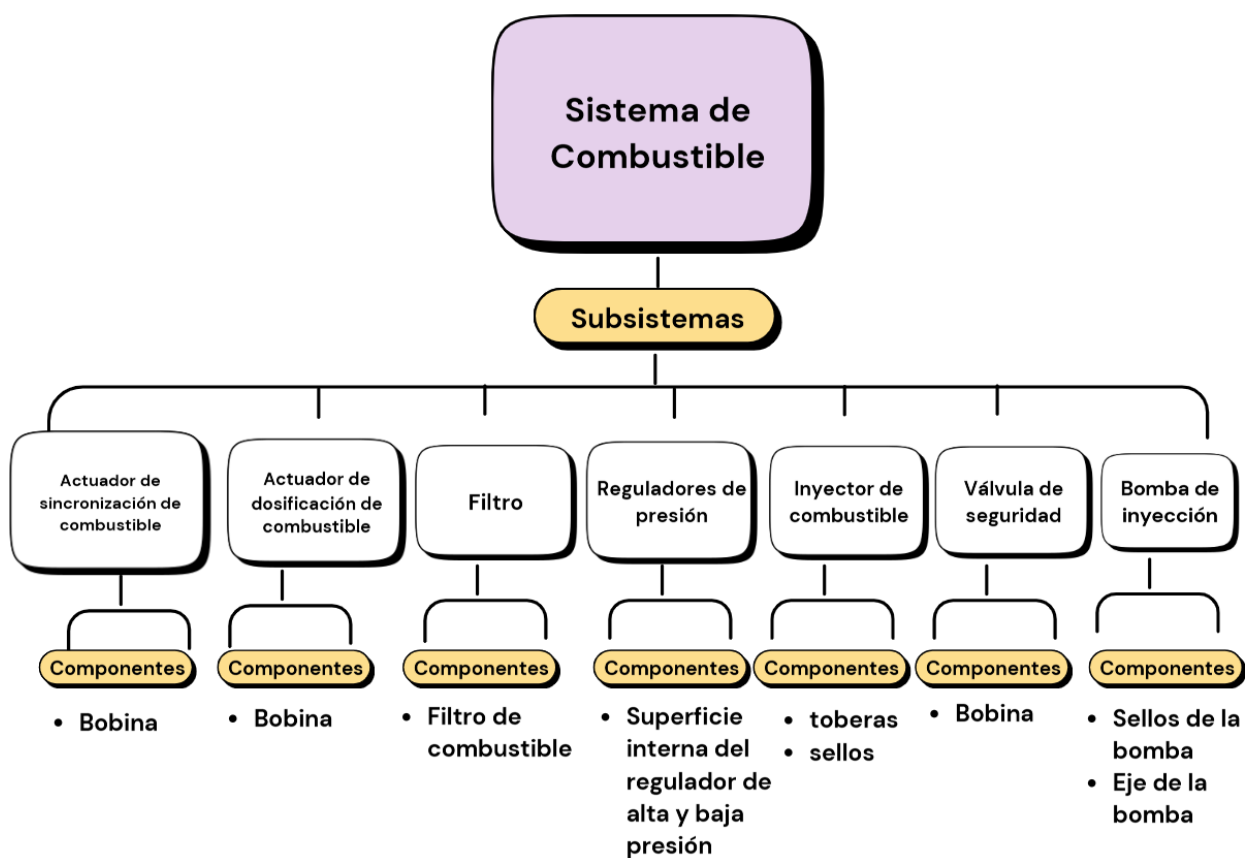
La figura 24 representa una descomposición funcional del sistema de enfriamiento, identificando los componentes de cada subsistema clave como bomba hidráulica, radiador, termostatos, filtro y mangueras.

Este diagrama corresponde a una taxonomía del sistema de enfriamiento de un tractocamión, organizada en subsistemas y componentes para mostrar su estructura jerárquica.

Esta estructura facilitó la planificación de mantenimiento en esta tesis, y permite aplicar criterios de confiabilidad al nivel de componente mantenible.

**Figura 25**

*Jerarquización del Sistema de Combustible*



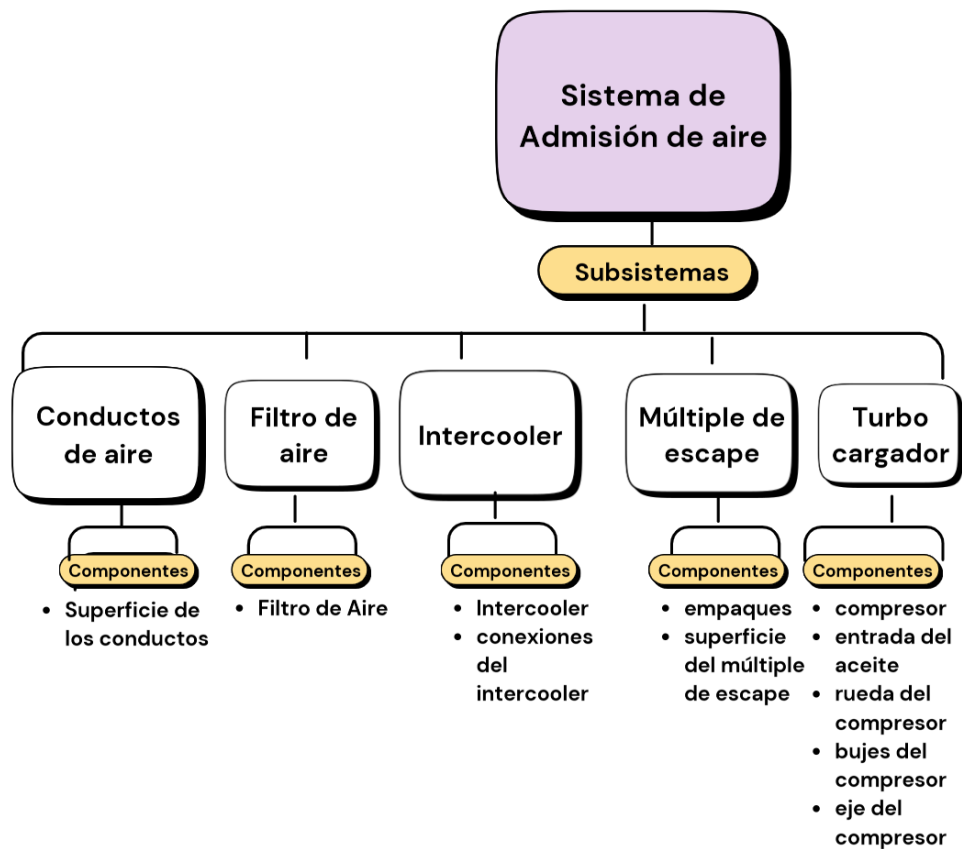
*Nota.* Elaboración propia, ajuste personal acorde con la investigación hecha.

La figura 25 presenta una descomposición funcional del sistema de combustible, identificando los componentes de cada subsistema clave como bomba de inyección, válvulas, inyector, reguladores, filtros y actuadores.

Esta representación evidencia una taxonomía funcional que permite la identificación de elementos clave para el mantenimiento y la confiabilidad, destacando los puntos de inspección más relevantes y alineándose con criterios normativos, convirtiéndose en una herramienta útil tanto para documentación técnica como para capacitación operativa. Asu vez esta permitió focalizar el mantenimiento en elementos críticos, facilitando el diagnóstico de fallas.

**Figura 26**

*Jerarquización del Subsistema de aire*

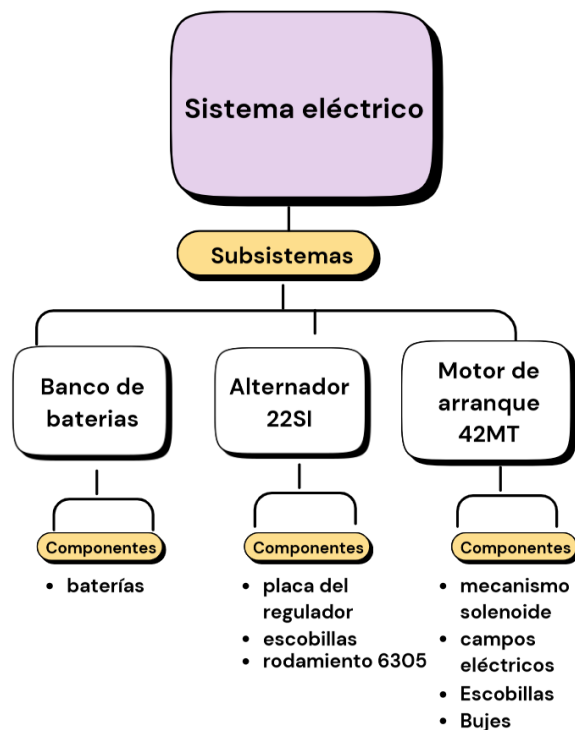


*Nota.* Elaboración propia, ajuste personal acorde con la investigación hecha.

La figura 26 se ve una descomposición funcional del sistema de aire, destacando los componentes de cada subsistema como el turbocargador, múltiple de escape, intercooler, filtro y conductos. En conjunto, la representación muestra la importancia de cada componente al contribuir a optimizar la admisión de aire, garantizando mayor potencia, eficiencia y confiabilidad operativa en el motor del tractocamión. Esta estructura permite identificar los componentes de una manera más sencilla y estándar, facilitando el diagnóstico técnico y la documentación.

**Figura 27**

*Jerarquización del Sistema eléctrico*



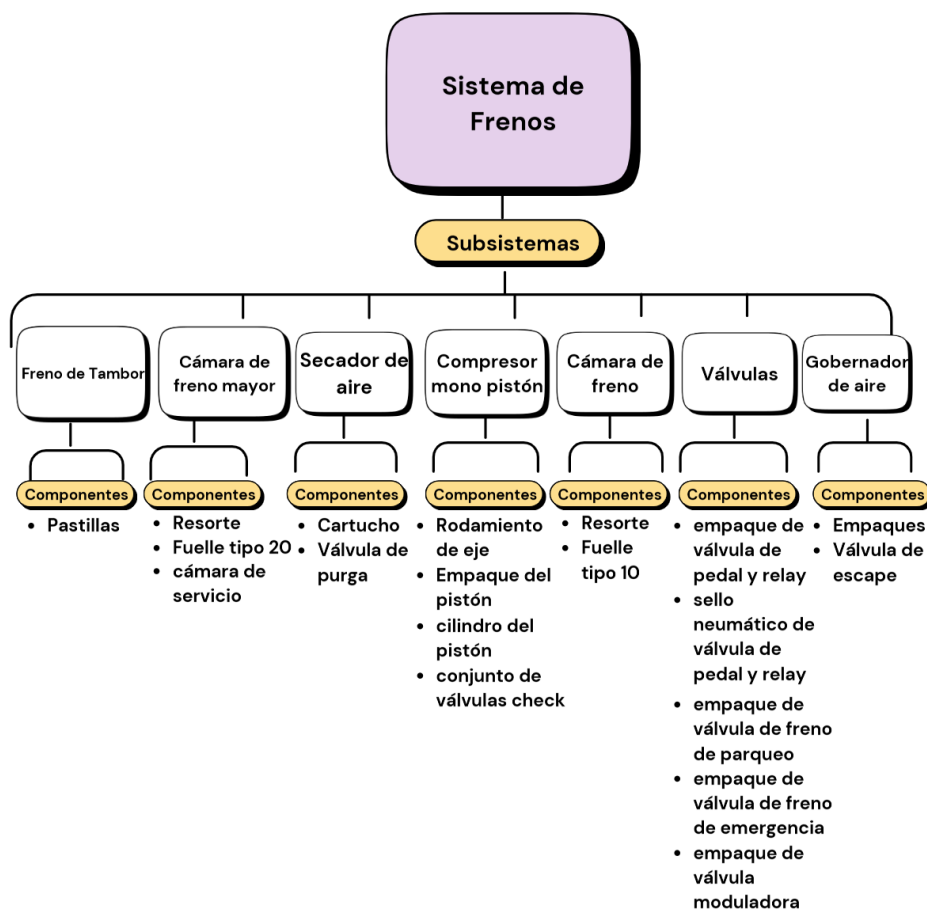
*Nota.* Elaboración propia, ajuste personal acorde con la investigación hecha.

La figura 27 presenta una descomposición funcional del sistema eléctrico, destacando los componentes de los subsistemas motor de arranque, alternador, banco de baterías. Este diagrama corresponde a la taxonomía del sistema eléctrico de un tractocamión, organizada en subsistemas y componentes para mostrar su estructura jerárquica.

Todos los sistemas mencionados serán descritos líneas más abajo destacando su funcionamiento y utilidad que desempeñan cada uno para el tractocamión así mismo de un gráfico descriptivo del sistema completo con sus respectivas partes.

**Figura 28**

*Jerarquización del Sistema de Frenos*



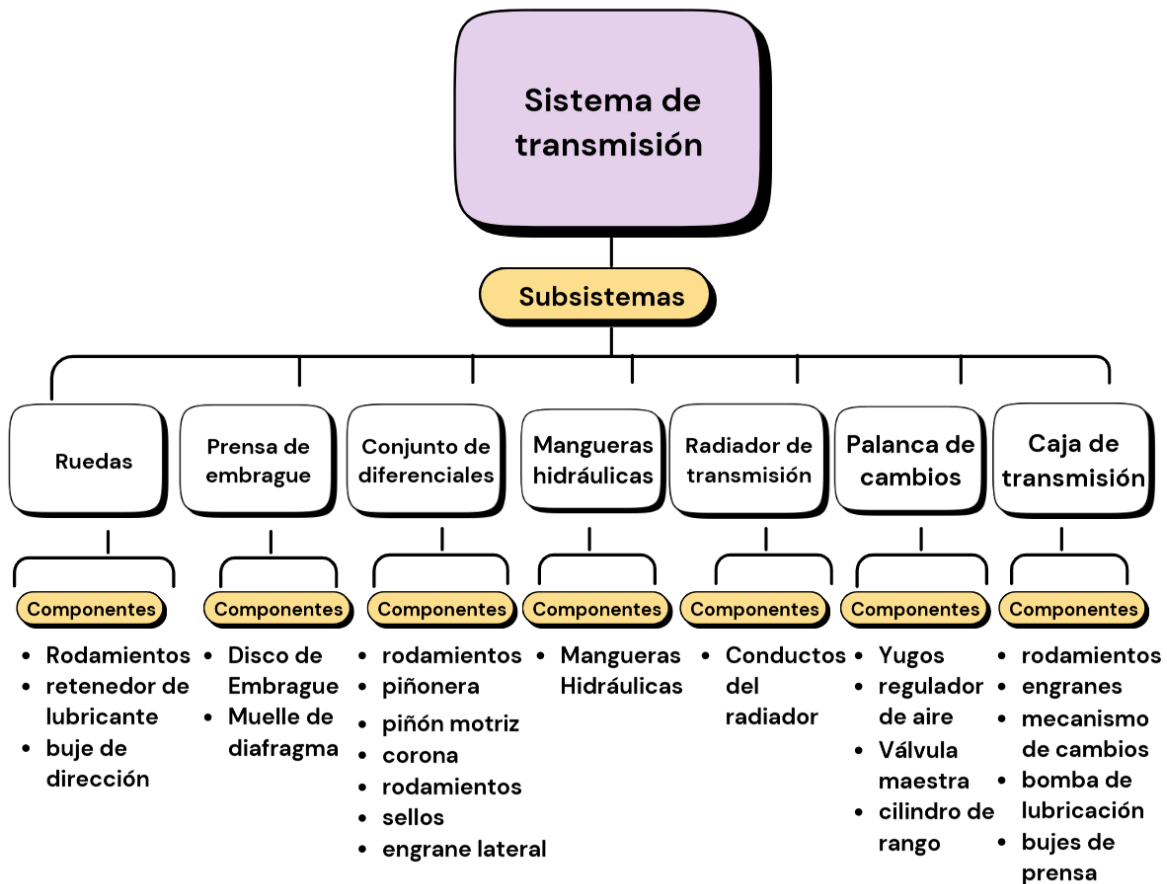
*Nota.* Elaboración propia, ajuste personal acorde con la investigación hecha.

La figura 28 se ve una descomposición funcional del sistema de frenos, identificando los componentes de los subsistemas como válvulas, cámaras, compresores, secadores y frenos de tambor. Esta estructura permite una gestión técnica precisa, y facilita la trazabilidad de fallas en sistemas neumáticos complejos. Este es uno de los sistemas más importantes de los tractocamiones

ya que su correcto funcionamiento involucra otros aspectos importantes como la seguridad de los conductores cualquier falla supondría un accidente he aquí la importancia de su análisis.

**Figura 29**

*Jerarquización del Sistema de Transmisión*



*Nota.* Elaboración propia, ajuste personal acorde con la investigación hecha.

La figura 29 presenta una descomposición funcional del sistema de transmisión, cada subsistema se vincula con sus componentes críticos. Este sistema al igual que el sistema de frenos es de gran importancia de análisis ya que está estrechamente relacionado con la vida útil del vehículo y gran parte del mantenimiento y reemplazo de componentes se da al nivel de este sistema y es primordial para el funcionamiento del tractocamión.

## 4.2 Fichas técnicas del Tractocamión Kenworth T800, T880

**Figura 30**

*Cartilla del tracto T800*

| T800 E5                             |                                            |
|-------------------------------------|--------------------------------------------|
| <b>MOTOR</b>                        |                                            |
| Marca                               | Cummins                                    |
| Modelo                              | ISX15 E5                                   |
| Alimentación                        | Turbo alimentado pos enfriado              |
| Potencia (hp)                       | 450                                        |
| Cilindrada (cm³)                    | 14,800                                     |
| Nro. y disposición de los cilindros | 6 en línea                                 |
| Torque (lb.ft)                      | 1650                                       |
| Radiador (in²)                      | 1,440                                      |
| Tubo de escape                      | 1 vertical                                 |
| Alternador (A)                      | 130 A                                      |
| Arracandor (V)                      | 12 V                                       |
| Baterías                            | 4 de 12V libre de mantenimiento            |
| <b>TRANSMISIÓN Y EMBRAGUE</b>       |                                            |
| Embrague                            | Fuller                                     |
| Tipo                                | Bi Disco de 06 paletas                     |
| Marca / Tipo / # de velocidades     | Fuller / Mecánica / 18 Velocidades         |
| Cardán                              | Heavy Duty                                 |
| Enfriado de aceite de transmisión   | Si                                         |
| Tipo de aceite                      | Aceite sintético                           |
| <b>EJE DELANTERO Y EQUIPO</b>       |                                            |
| Marca                               | Meritor                                    |
| Capacidad (lb)                      | 14,600 lbs                                 |
| Suspensión                          | Muelles 14,600 lbs                         |
| Dirección                           | Hidráulica con enfriador                   |
| Quinta rueda                        | Jost JSK37CX 2"                            |
| <b>EJE POSTERIOR Y EQUIPO</b>       |                                            |
| Marca                               | Meritor                                    |
| Capacidad (lb)                      | 46,000 lbs                                 |
| Capacidad Máxima de Arrastre (kq)   | 72,000                                     |
| Relación de coronas                 | 4.56:1                                     |
| Suspensión (lb)                     | Bolsas de aire KW 46,000                   |
| Traba diferencial                   | Completa                                   |
| Tipo de aceite                      | Aceite sintético                           |
| <b>FRENOS</b>                       |                                            |
| Marca                               | Bendix                                     |
| Tipo                                | 100% Aire / Tambor                         |
| Sistema ABS / ATC                   | 4 sensores / 4 módulos                     |
| <b>TANQUE DE COMBUSTIBLE</b>        |                                            |
| Cantidad                            | 3                                          |
| Capacidad (US gal) C/U              | 135 gls / 75 gls / TQ Def 20.7 gls         |
| Sistema ABS / ATC                   | 4 sensores / 4 módulos                     |
| <b>CABINA Y EQUIPAMIENTO</b>        |                                            |
| Tipo                                | Convencional Dormitorio                    |
| Aire acondicionado                  | En cabina y litera                         |
| Asientos                            | Neumático Ambos                            |
| Indicadores                         | Ergonómicos en sistema Métrico             |
| Cierre de puerta                    | Centralizado                               |
| Claxon corneta                      | Cromado en el techo de cabina              |
| Espejos                             | Aerodinámicos Cromados                     |
| Quinta rueda                        | Jost JSK37CX 2"                            |
| Llantas y aros delanteros           | 295/80R 22.5, Aros de aluminio 22.5 x 8.25 |
| Llantas y aros posteriores          | 11R22.5, Aros de aluminio 22.5 x           |

*Nota.* Tomado de Ipesacamiones (2020), [www.ipesacamiones.com.pe](http://www.ipesacamiones.com.pe).

**Figura 31**

*Cartilla de tracto T880*

| KW T880 E5                          |                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>MOTOR</b>                        |                                                                                                                                                              |
| Marca                               | CUMMINS                                                                                                                                                      |
| Modelo                              | ISX15 E5                                                                                                                                                     |
| Alimentación                        | Turbo alimentado posenfriado                                                                                                                                 |
| Potencia (hp)                       | 450                                                                                                                                                          |
| Cilindrada (cm³)                    | 14,900                                                                                                                                                       |
| Nro. y disposición de los cilindros | 6 en línea                                                                                                                                                   |
| Torque (lb.ft)                      | 1,650                                                                                                                                                        |
| Radiador (in²)                      | De aluminio tipo flujo vertical                                                                                                                              |
| Tubo de escape                      | Vertical Posterior Lado Derecho                                                                                                                              |
| Alternador (A)                      | 160                                                                                                                                                          |
| Baterías                            | 4 Libre de mantenimiento                                                                                                                                     |
| <b>TRANSMISIÓN Y EMBRAGUE</b>       |                                                                                                                                                              |
| Embrague                            | Hidráulico                                                                                                                                                   |
| Tipo                                | Bidisco                                                                                                                                                      |
| Marca / Tipo / # de velocidades     | Fuller Mecánica / 18 Velocidades                                                                                                                             |
| Cardán                              | Heavy duty                                                                                                                                                   |
| Tipo de aceite                      | Sintético                                                                                                                                                    |
| Quinta rueda                        | Holland FW35 2"                                                                                                                                              |
| <b>EJE DELANTERO Y EQUIPO</b>       |                                                                                                                                                              |
| Marca                               | Meritor                                                                                                                                                      |
| Capacidad (lb)                      | 14,600                                                                                                                                                       |
| Suspensión                          | Muelles                                                                                                                                                      |
| Dirección                           | TRW TAS 85 Hidráulica                                                                                                                                        |
| <b>EJE POSTERIOR Y EQUIPO</b>       |                                                                                                                                                              |
| Marca                               | Meritor                                                                                                                                                      |
| Capacidad (lb)                      | 46,000                                                                                                                                                       |
| Relación de coronas                 | 4.30:1                                                                                                                                                       |
| Suspensión (lb)                     | Neumática 46,000                                                                                                                                             |
| Traba diferencial                   | Bloqueo de diferenciales mecánico ambos ejes                                                                                                                 |
| Tipo de aceite                      | Sintético                                                                                                                                                    |
| <b>FRENOS</b>                       |                                                                                                                                                              |
| Tipo                                | 100% AIRE / Tambor todas las ruedas                                                                                                                          |
| Sistema ABS / ATC                   | Si                                                                                                                                                           |
| <b>TANQUE DE COMBUSTIBLE</b>        |                                                                                                                                                              |
| Cantidad                            | 3                                                                                                                                                            |
| Capacidad (US gal) C/U              | 135 gal. / 75 gal. / TQ. Def. 20.7 gal.                                                                                                                      |
| Tapa de tanque                      | Con llave                                                                                                                                                    |
| <b>CABINA Y EQUIPAMIENTO</b>        |                                                                                                                                                              |
| Tipo                                | Aerodyne de 52"                                                                                                                                              |
| Aire acondicionado                  | Si                                                                                                                                                           |
| Asientos                            | Asiento neumático piloto y copiloto                                                                                                                          |
| Indicadores                         | Pantalla multifunciones a color de 5", información de presión de turbo, nivel de aceite, presión de aire, mantenimiento, consumo de combustible, entre otros |
| Cierre de puerta                    | Centralizado                                                                                                                                                 |
| Claxon corneta                      | Centralizado                                                                                                                                                 |
| Espejos                             | Aerodinámicos de color de la cabina                                                                                                                          |
| Elevallas                           | Eléctrico                                                                                                                                                    |
| Implementos de seguridad            | Cinturones de seguridad de 3 puntos<br>Alarma de retroceso<br>Control de cruce                                                                               |
| Implementos equipo aliado           | ABS (Sistema antibloqueo de frenos)<br>ATC (Control de tracción automática)                                                                                  |
| Implementos remolque                | Preparación para toma de fuerza (PTO)                                                                                                                        |
| Deflectores y alerones              | Preparación eléctrica y neumática para carreta<br>Si                                                                                                         |

*Nota.* Tomado de Ipsacamiones (2020), [www.ipesacamiones.com.pe](http://www.ipesacamiones.com.pe).

Como se ve las figuras 30 y 31 los modelos T800 y T880, clasificados como tractocamiones de maquinaria pesada, tienen un motor Cummins ISX15 de 450 Hp a 1700 rpm, con par máximo de 1850 lb-ft, transmisión Fuller 16918b de 18 marchas y sistema de potencia doble diferencial. El conjunto incluye frenos neumáticos Bendix, suspensión trasera de 46,000 lb y suspensión delantera 14,600 lb (KENWORTH, 2017).

**4.2.1 Sistema de combustible.** se encarga de garantizar suministro eficiente de combustible hacia las cámaras de combustión. Está diseñado para garantizar un suministro confiable y limpio de diésel al motor en aplicaciones pesadas y de larga distancia.

Se compone de tanques de aluminio de gran capacidad que reducen peso y aumentan durabilidad, líneas de alimentación y retorno que mantienen la presión adecuada, una bomba que impulsa el combustible hacia los filtros, los cuales eliminan impurezas y agua para proteger los inyectores, y un sistema de inyección electrónica de alta presión que controla con precisión la cantidad y el momento de la inyección, optimizando potencia y eficiencia.(KENWORTH, 2017).

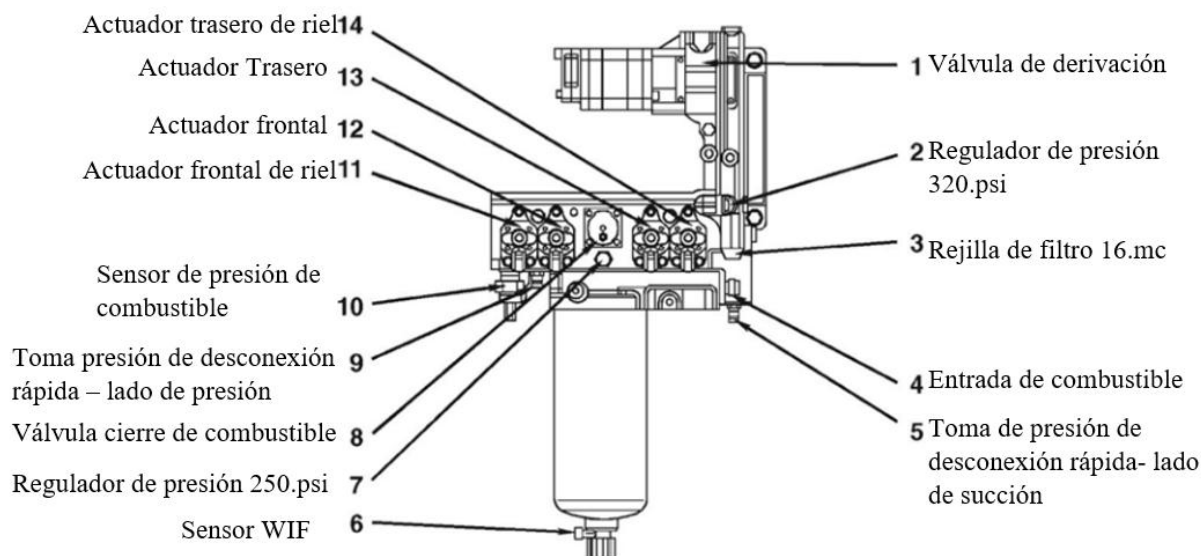
Esto asegura el cumplimiento de normativas ambientales modernas, ofreciendo así un rendimiento confiable y eficiente en operaciones vocacionales exigentes como construcción, minería y transporte pesado.

Su elemento principal es el módulo de inyección de combustible integrado (ISFM) el cual se ve en la figura 32, alberga la mayor parte de los componentes esenciales para su funcionamiento (KENWORTH, 2017).

En estos motores el ISFM es un bloque compacto que presuriza y distribuye el diésel hacia los inyectores. Este busca reducir fugas, simplificar mantenimiento y garantizar presión estable aproximadamente 320 psi.

**Figura 32**

*Módulo de inyección*



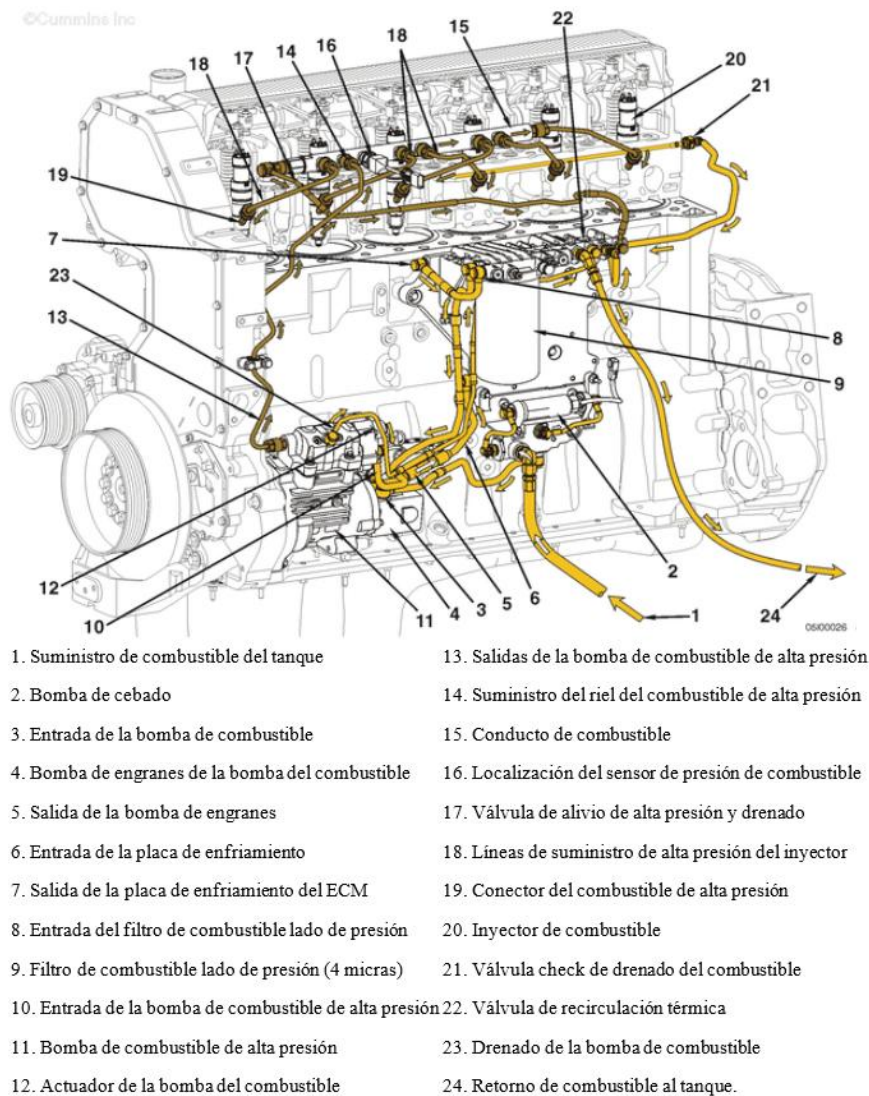
*Nota.* Adaptado de Manual de Operación y Mantenimiento (2025), <https://quickserve.cummins.com>.

En la figura 32 se observa que el combustible ingresa al módulo ISFM por la entrada de combustible numeral 4, donde pasa por una rejilla de filtro de 16 micras numeral 3 que retiene impurezas gruesas. Desde allí, se canaliza hacia la válvula de derivación numeral 1, que permite el paso alternativo en caso de obstrucción, y luego hacia el regulador de presión de 320 psi numeral 2, que estabiliza la presión en la etapa inicial. En el lado de succión, se encuentra una toma de presión de desconexión rápida numeral 5 para diagnóstico, junto al sensor WIF numeral 6, que detecta presencia de agua en el combustible. Posteriormente, el flujo pasa por el regulador de presión de 250 psi numeral 7, que ajusta la presión para la etapa de alta presión, y por la válvula de cierre de combustible numeral 8, que permite cortar el suministro en condiciones de seguridad o apagado. En el lado de presión, otra toma de presión de desconexión rápida numeral 9 permite verificar presión posterior, mientras que el sensor de presión de combustible numeral 10 informa al ECM sobre las condiciones del sistema. El módulo incluye cuatro actuadores: el actuador frontal

de riel numeral 11 y el actuador trasero de riel numeral 14 regulan la presión y dirigen el flujo hacia el riel común, mientras que el actuador frontal de sincronización numeral 12 y el actuador trasero de sincronización numeral 13 ajustan el momento de inyección según la demanda del motor y la estrategia de emisiones. Este conjunto permite una gestión precisa del combustible, optimizando la eficiencia, la potencia y el control de emisiones (KENWORTH, 2017).

### Figura 33

#### *Subsistema de combustible del motor X15 Cummins*



*Nota.* Adaptado de Manual de Operación y Mantenimiento (2025), <https://quickserve.cummins.com>.

En la figura 33 se observa que el combustible es extraído del tanque numeral 1 mediante la bomba de cebado numeral 2, que lo impulsa hacia la entrada de la bomba de engranes numeral 3, ubicada en la bomba de combustible. Esta bomba de engranes numeral 4 genera una presión inicial y envía el flujo por su salida numeral 5 hacia la placa de enfriamiento del motor, ECM numeral 6, donde el combustible actúa como fluido térmico para estabilizar la temperatura del módulo. Luego, el flujo sale de la placa numeral 7 y entra al filtro de combustible del lado de presión numeral 8, el cual retiene partículas mayores a 4 micras numeral 9. El combustible limpio ingresa a la bomba de alta presión numeral 10, que lo comprime intensamente numeral 11 bajo control del actuador de la bomba numeral 12, y lo distribuye por sus salidas numeral 13 hacia el riel de combustible de alta presión numeral 14. Allí, el combustible va por los conductos numeral 15, donde se encuentra el sensor de presión numeral 16 que informa al ECM, y una válvula de alivio numeral 17 que protege el sistema ante sobrepresión. El combustible continúa por las líneas de alta presión numeral 18 hasta los conectores numeral 19 y finalmente llega a los inyectores numeral 20, que lo dosifican directamente en la cámara de combustión. El excedente o retorno del inyector pasa por una válvula check de drenado numeral 21, y el múltiple de drenado incluye una válvula de recirculación térmica numeral 22 que regula el retorno según la temperatura. El drenado de la bomba numeral 23 y el retorno general del sistema numeral 24 devuelven el combustible no utilizado al tanque, cerrando el ciclo (CUMMIS Engine Company, 2020).

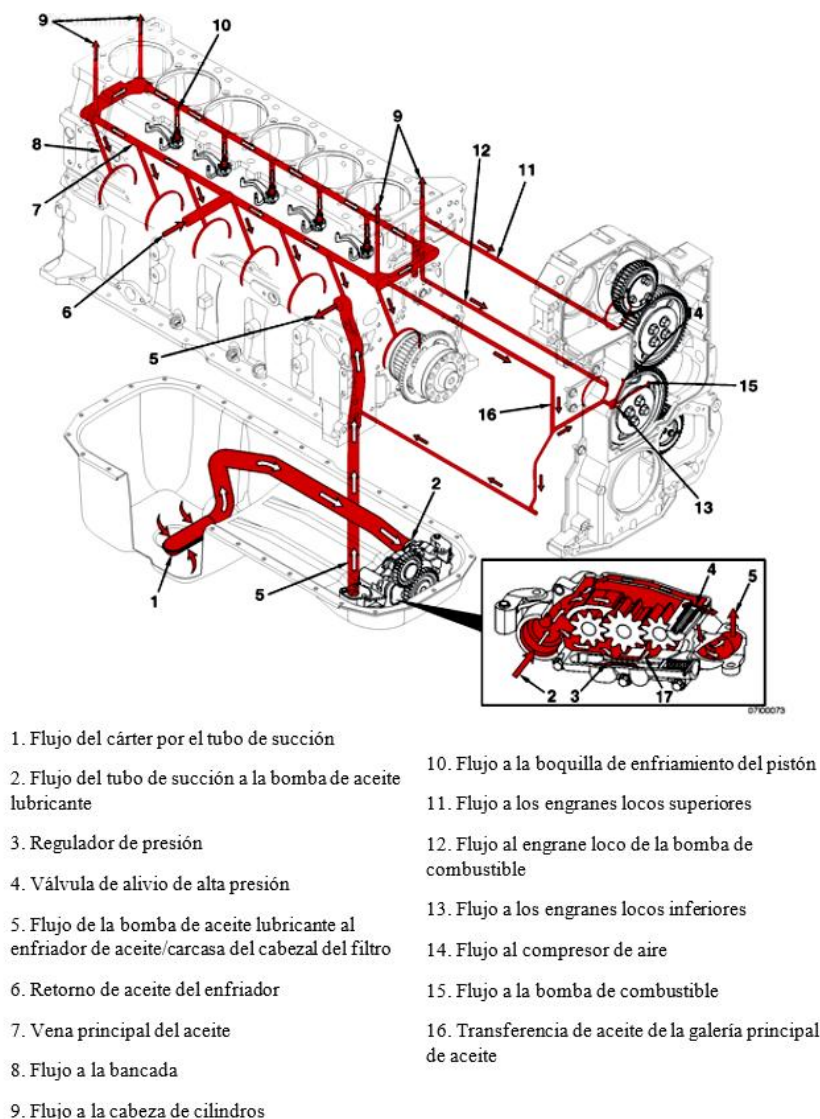
**4.2.2 Sistema de lubricación.** Este sistema es fundamental para el funcionamiento eficiente del tractocamión, ya que las altas fuerzas presentes pueden provocar un desgaste acelerado en los componentes si no reciben una lubricación adecuada.

Para evitarlo, el sistema abarca prácticamente todas las partes del motor, con un bloque diseñado para garantizar la distribución óptima del lubricante.

El impacto del sistema de lubricación en tractocamiones se refleja en la mayor durabilidad del motor y la transmisión al reducir costos de mantenimiento, en la optimización del consumo de combustible al disminuir pérdidas por fricción, en la prevención de fallas críticas como el gripado de pistones o daños en engranajes y en la confiabilidad operativa indispensable en el transporte pesado de largas distancias (CUMMIS Engine Company, 2020).

## Figura 34

### *Sistema de lubricación del motor Cummins ISX15*



*Nota.* Adaptado de Manual de Operación y Mantenimiento (2025), <https://quickserve.cummins.com>.

En la figura 34 se observa que el aceite lubricante inicia su recorrido desde el cárter numeral 1, siendo aspirado por el tubo de succión hacia la bomba numeral 2, que lo impulsa bajo presión. Esta presión es regulada por el regulador de presión numeral 3, mientras que la válvula de alivio de alta presión numeral 4 protege el sistema ante sobrepresiones. El flujo continúa hacia el enfriador de aceite y la carcasa del cabezal del filtro numeral 5, donde se estabiliza térmicamente y se filtra. Luego, el aceite retorna a la galería principal numeral 6, también llamada vena principal del aceite numeral 7, desde donde se distribuye hacia la bancada numeral 8, la cabeza de cilindros numeral 9, y las boquillas de enfriamiento de los pistones numeral 10, que reducen la temperatura en la zona de combustión. Simultáneamente, el aceite lubrica los engranes locos superiores numeral 11, el engrane loco de la bomba de combustible numeral 12, y los engranes locos inferiores numeral 13, asegurando la sincronización del tren de engranajes. También se dirige al compresor de aire numeral 14 y a la bomba de combustible numeral 15, manteniendo su operación estable. La galería principal permite la transferencia de aceite hacia estos puntos numeral 16, y finalmente, el regulador sensor descarga el exceso de presión por un conducto que lo redirige a la entrada de la bomba numeral 17, cerrando el ciclo y asegurando una recirculación eficiente (CUMMIS Engine Company, 2020).

**4.2.2.1 Bomba de engranes.** Es el componente responsable de impulsar el lubricante a través de las galerías del motor para garantizar una adecuada lubricación. Presenta más partes que la conforman.

En la figura 34 en una ampliación ubicada en la parte inferior derecha, se ve el engranaje conductor al lado del engranaje loco, encargados de desplazar el fluido dentro de la bomba. Además, cuenta con un regulador de presión, identificado con el número 3, que establece un límite adecuado para garantizar una operación eficiente. Por otro lado, el número 4 señala la válvula de

alivio, diseñada para activarse cuando exceda los 1034 KPa de presión (CUMMIS Engine Company, 2020).

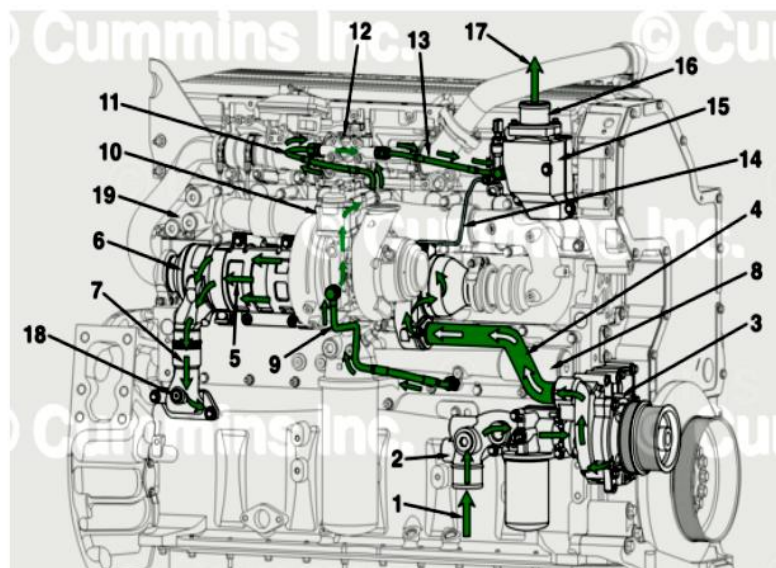
- Válvula reguladora: mantiene la presión adecuada del aceite en el motor, permitiendo que el exceso regrese al cárter.
- Válvula del filtro baipás: Se activa en caso de obstrucción en el filtro para asegurar la lubricación continua del turbocompresor.
- Válvula de refrigeración del pistón: Responde a la presión y se abre ligeramente por encima de la presión de estándar del sistema.
- Distribución de aceite: El aceite es conducido por la galería longitudinal del motor y pulverizado por boquillas dirigidas a la parte inferior de cada pistón.
- Válvula del filtro de flujo total: Se abre si el filtro se bloquea, garantizando la lubricación adecuada.
- Válvula de alivio: Entra en funcionamiento si la presión del sistema de lubricación es excesiva, como en el arranque en frío durante el invierno.
- Válvula baipás del intercambiador: Dirige el aceite fuera del intercambiador en el calentamiento del motor, agilizando la lubricación en arranques fríos. Esta válvula opera de forma termostática y regula según la temperatura del aceite (CUMMIS Engine Company, 2020).

**4.2.3 Sistema de refrigeración.** Este sistema regula la temperatura del motor al desempeñar cuatro funciones clave, extraer el calor generado por los componentes del motor, facilitar la circulación del refrigerante, disipar el calor acumulado mediante el radiador y mantener

la temperatura óptima del refrigerante con el termostato. Por otra parte, ayuda en la protección de componentes, evitando daños en pistones, válvulas, camisas y juntas por exceso de calor; en la optimización del rendimiento, al mantener la eficiencia del motor mediante una combustión estable; y en la prevención de fallas críticas, ya que reduce el riesgo de deformaciones, gripado o fisuras en piezas metálicas (CUMMIS Engine Company, 2020).

**Figura 35**

*Sistema de enfriamiento del Motor Cummins ISX15*



1. Entrada del Flujo de refrigerante desde el radiador
2. Conexión de entrada del refrigerante
3. Bomba del agua
4. Suministro de refrigerante hacia el enfriador de la recirculación del gas de escape (EGR)
5. Flujo de refrigerante a través del enfriador EGR
6. Enfriador EGR
7. Retorno de refrigerante al bloque de cilindros
8. Carcasa del enfriador de aceite lubricante
9. Flujo de refrigerante a la carcasa del cojinete del turbocargador y actuador del turbocargador
10. Actuador del turbocargador

11. Flujo de refrigerante desde el actuador del turbocargador al EGR
12. Ensamble de medición de flujo másico EGR
13. Flujo de refrigerante del ensamble de medición de flujo másico EGR a la carcasa del termostato
14. Línea de venteo de refrigerante del enfriador EGR
15. Carcasa del termostato
16. Conexión de salida del agua
17. Flujo de refrigerante al radiador
18. Suministro de refrigerante al sistema de reducción catalítica selectiva (SCR).
19. Múltiple de refrigerante (suministro) del fabricante de equipo original (OEM)

*Nota.* Adaptado de Manual de Operación y Mantenimiento (2025), <https://quickserve.cummins.com>.

En la figura 35 se observa el recorrido del refrigerante y el funcionamiento del sistema. El refrigerante previamente enfriado ingresa al motor desde el radiador numeral 1 a través de la conexión de entrada del refrigerante numeral 2, dirigiéndose a la bomba de agua numeral 3, que impulsa el flujo hacia distintos componentes. Una de las primeras rutas abastece el enfriador de gases de escape numeral 4, donde el refrigerante circula numeral 5 para disipar el calor de los gases numeral 6, retornando luego al bloque de cilindros numeral 7. Simultáneamente, otra porción del flujo se dirige al enfriador de aceite lubricante numeral 8, y otra más hacia la carcasa del cojinete y el actuador del turbocargador numeral 9 y 10. Desde el actuador, el refrigerante fluye hacia el ensamble de medición de flujo másico EGR numeral 11 y 12, y posteriormente se canaliza hacia la carcasa del termostato numeral 13 y 15, donde también se conecta la línea de venteo del enfriador EGR numeral 14. Una vez regulado por el termostato, el refrigerante sale por la conexión de salida del agua numeral 16 y regresa al radiador para disipar el calor numeral 17. Además, una derivación del sistema abastece de refrigerante al sistema de reducción catalítica selectiva SCR numeral 18, mientras que el múltiple de refrigerante del fabricante OEM numeral 19 distribuye el flujo hacia componentes adicionales del vehículo (CUMMIS Engine Company, 2020).

El ventilador del motor Cummins ISX15 está diseñado para regular la temperatura del motor y mantenerlo dentro de los rangos óptimos de funcionamiento. Este sistema, que puede operar mediante embrague o control electrónico, se activa cuando la temperatura del refrigerante alcanza un umbral específico. Su función principal es disipar el calor del radiador, contribuyendo a la refrigeración del motor y previniendo el sobrecalentamiento (CUMMIS Engine Company, 2020).

**4.2.4 Sistema de admisión de aire.** Este sistema asegura el ingreso adecuado de aire al entrada de admisión, asegurando su limpieza y temperatura óptima para una mezcla eficiente de

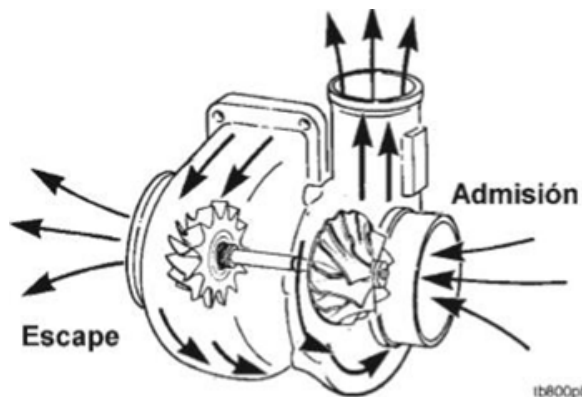
combustible y aire. Si el aire es óptimo en calidad, el motor funcionara a su capacidad nominal sin generar desgastes prematuros en los componentes (CUMMIS Engine Company, 2020).

El aire se toma del entorno y pasa por filtros que eliminan cualquier contaminante. Luego, ingresa a la admisión del turbocompresor, donde se comprime antes de ser dirigido al sistema de admisión. Sin embargo, antes de llegar allí, atraviesa un intercooler, que reduce la temperatura adquirida durante la compresión. Esto es crucial, ya que el aire caliente pierde densidad, lo que puede afectar la mezcla de aire y combustible y aumentar la formación de carbonilla.

Finalmente, el aire es distribuido a las cámaras de los cilindros a través del múltiple de admisión. Tras la combustión, los gases generados se conducen hacia el puerto de la turbina del turbocompresor, permitiendo que el sistema vuelva a absorber aire y continúe su ciclo de operación (CUMMIS Engine Company, 2020).

### Figura 36

#### *Turbocargador ISX15*



*Nota.* Tomado de <https://quickserve.cummins.com/qs3/portal/service/manual/es/es3150946/>, 2025

En la figura 36 se observa que los gases de escape son expulsados a gran velocidad, utilizando su energía para impulsar la turbina, que a su vez acciona directamente la rueda impulsora. Esto es posible porque ambas comparten un mismo eje, el cual gira apoyado en un

conjunto de cojinetes que facilitan el movimiento. Por otro lado, en el lado del compresor, la carcasa de diseño en espiral favorece la compresión del aire al reducir gradualmente el área disponible como se observa en la figura 36 (CUMMIS Engine Company, 2020).

El sistema de lubricación cumple un papel clave en la reducción de la fricción dentro del turbocompresor, ya que opera a altas revoluciones debido a la acción de los gases de escape. Además, el lubricante también contribuye a la refrigeración del eje que conecta la turbina con la rueda impulsora, así como del conjunto de cojinetes, asegurando un funcionamiento eficiente (CUMMIS Engine Company, 2020).

**4.2.5 Sistema de transmisión.** La transmisión 16915 Eaton Fuller es responsable de ajustar las velocidades según carga y terreno. Dispone de 18 marchas hacia adelante y 3 hacia atrás, lo que es posible gracias a la configuración de 3 trenes de engranajes interconectados. Esta estructura permite que cada cambio pueda duplicarse o triplicarse, ya que cada velocidad cuenta con tres engranajes alineados en paralelo a lo largo de los ejes (Eaton Fuller, 2020).

### **Figura 37**

*Foto de media Caja Eaton Fuller*



*Nota.* Elaboración propia

Esta sección de la caja figura 37 cumple la función de acoplar las relaciones bajas y altas, permitiendo aumentar cambios mediante la palanca de cambios, la cual opera a través de un sistema de accionamiento neumático (Eaton Fuller, 2020). Se ubica debajo de la cabina, en forma perpendicular a la palanca de cambios, facilitando así su manipulación por parte del operador.

Además, capta el movimiento del embrague mediante un conjunto de varillas que activan el mecanismo del embrague dentro de la campana, logrando una junta suave con el cigüeñal.

Durante su funcionamiento, la transmisión alcanza temperaturas elevadas debido a las altas velocidades generadas en las relaciones de los trenes de engranajes. Por ello, la caja está equipada con un sistema de lubricación que utiliza valvulina por sus propiedades térmicas y viscosas (Eaton Fuller, 2020).

**4.2.5.1 Sistema neumático de la caja.** Las transmisiones para transporte pesado cuentan con asistencia neumática compacta que optimiza la junta de las relaciones de velocidad. Este mecanismo actúa sobre la sección auxiliar de la transmisión, asegurando la sincronización de los trenes de engranajes para generar la potencia requerida.

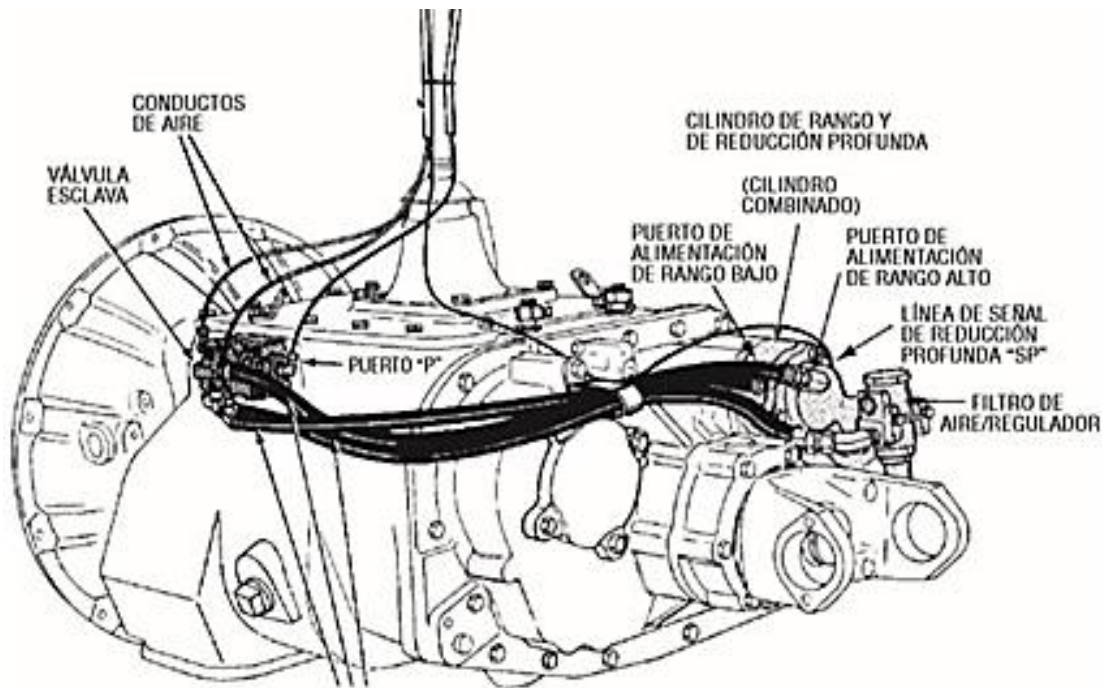
El sistema de accionamiento neumático de la figura 38 interviene en diferentes puntos del conjunto, esto depende de la apertura de las válvulas que se active, permitiendo ajustes precisos en el funcionamiento de la transmisión. Su estructura y operación pueden apreciarse a continuación.

La palanca de cambios actúa como el control para seleccionar entre las diversas relaciones de velocidad. Al activarla, se acceden directamente a las primeras seis velocidades estándar. Para alcanzar las velocidades de fuerza, se utiliza un pulsador ubicado en la parte de arriba, que permite

el ingreso de aire desde la válvula esclava al puerto del rango bajo, manteniendo una presión controlada (Eaton Fuller, 2020).

### Figura 38

*Sistema neumático caja Eaton Fuller 16915b*



*Nota.* Tomado de <https://quickserve.cummins.com/qs3/portal/service/manual/es/es3150946/> , 2025

En la parte posterior de la palanca, una palanquilla facilita el ingreso de aire hacia el puerto de rango alto, lo que posibilita el acceso a los 18 cambios disponibles de marcha delantera. Los engranajes se conectan mediante la válvula esclava, que cuenta con dos cilindros uno para cambios altos y otro para cambios bajos con un conjunto de pines encargados de acoplar la relación requerida (Eaton Fuller, 2020).

La presión al ingreso del sistema neumático oscila entre 110 y 130 psi. Debido a la alta presión en un mecanismo de estas dimensiones, se requiere un ajuste mediante un filtro regulador

de aire, que reduce el nivel de 58-63 psi nominales para el correcto funcionamiento de las relaciones altas y bajas (Eaton Fuller, 2020).

**4.2.5.2 Conjunto de embrague.** Este mecanismo está compuesto por una serie de discos motor con la transmisión del vehículo, permitiendo un acoplamiento progresivo con el volante.

Dentro de la carcasa, hay 2 ganchos que se unen con la prensa, permitiendo la activación del mecanismo al accionar el pedal de embrague. Esto provoca que el disco se separe temporalmente del volante, facilitando que el cambio deseado se acople suavemente (SACHS, 2017).

El disco de embrague está diseñado para alta fricción que garantiza una adherencia eficiente al volante del motor. Esta función se logra por una placa circular de presión, la cual empuja el disco gracias a la acción de un resorte. Además, el disco incorpora una serie de resortes helicoidales que absorben algo del torque al momento de realizar un cambio de velocidad, contribuyendo así a un funcionamiento más estable y eficiente (SACHS, 2017).

**4.2.5.3 Conjunto de diferenciales.** es el encargado de transmitir el torque generado por la caja hacia las ruedas traseras a través de los ejes correspondientes. Su función principal es modificar la dirección del torque en un ángulo de 90 grados para cada eje (MERITOR, 2021).

Además, el sistema de engranajes planetarios permite que las ruedas rueden a velocidades distintas al tomar curvas, compensando la diferencia de recorrido, ya que una rueda se mueve a una velocidad mayor que la otra.

Cuando el engranaje cónico de la caja de transmisión comienza a girar, los engranajes planetarios se activan, bajando la velocidad de giro que se transmite a los ejes de las ruedas. Esto permite que ambas ruedas giren uniformemente cuando el tractocamión avanza en línea recta.

Pero, al tomar una curva, el comportamiento del mecanismo se ajusta para facilitar el giro (MERITOR, 2021).

Los tractocamiones están equipados con dos ejes traseros, cada uno con su propio mecanismo diferencial. El diferencial del último eje trasero es el encargado de transmitir la mayor cantidad de torque, ya que en ese punto la resistencia al movimiento es más significativa (MERITOR, 2021).

Ambos diferenciales están interconectados de la siguiente manera: el primero recibe el cardán desde la caja y transfiere el movimiento al segundo diferencial mediante un cardán más corto. La estructura interna de cada diferencial puede observarse en las siguientes imágenes figura 39 (MERITOR, 2021).

**Figura 39**

*Corona diferencial y planetario Kenworth T800*



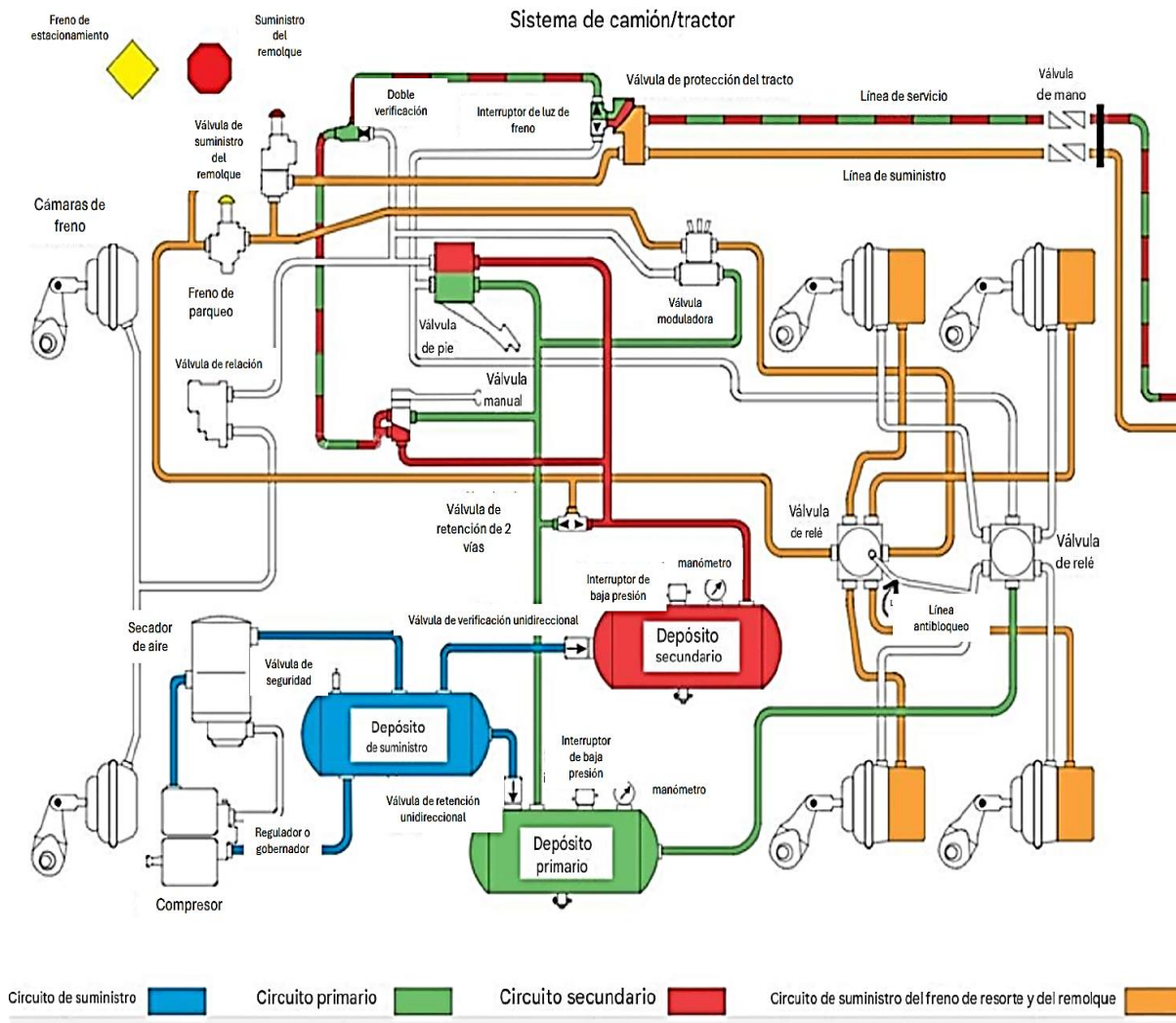
*Nota.* Elaboración propia

**4.2.6 Sistema de frenos.** Se encarga de reducir la velocidad del tracto cuando se requiere por parte del operador. Dada la gran capacidad de carga del automotor y las variadas condiciones del terreno por las que transita, se trata de un sistema crucial en la operación. Además, está

compuesto por múltiples elementos que trabajan en conjunto para garantizar un frenado eficiente y seguro. A continuación, se presenta una imagen 30 que ilustra su funcionamiento (Bendix, 2020).

**Figura 40**

*Sistema de frenos neumáticos BENDIX T800, T880*



*Nota.* Tomado de <https://cumberland-companies.com/wp-content/uploads/2014/11/Bendix-Air-Brake-Handbook-Spanish.pdf>, 2014

Como se ve en la figura 40 el sistema de frenos es completamente neumático y se alimenta del sistema de aire, sacando beneficio de la filtración de impurezas. El proceso comienza cuando el compresor envía el flujo de aire al gobernador, que regula la presión y las pulsaciones generadas

por el motor. Luego, el aire pasa a través del secador de aire, eliminando la gran parte del agua para evitar el desgaste prematuro de los componentes (Bendix, 2017a).

Cuando el aire llega al tanque principal, el aire se divide para abastecer dos tanques de suministro: uno destinado a los frenos de emergencia y otro a los frenos de servicio. el suministro de servicio está conectado a la válvula del pedal de cabina, que controla el paso de aire en proporción al accionamiento.

Al presionar la válvula del pedal, el aire se distribuye en dos direcciones: la primera hacia una válvula diferencial, que regula un flujo igual para cada cámara de freno menor delantero; la segunda hacia dos válvulas relé, de cada par de cámaras de freno mayores, permitiendo su activación (Bendix, 2017a).

En el momento que el aire llega a la válvula relé, sale a alta presión, activando la cámara de freno y liberando la horquilla accionando las bandas, asegurando un frenado eficiente.

El otro tanque también se conecta con la válvula del pedal, pero a través de un puerto diferente, permitiendo la liberación de aire del sistema. Esto provoca que los resortes de las cámaras de freno mayores se desactiven, manteniendo las bandas accionadas de manera continua hasta que el operador permita el suministro de aire (Bendix, 2017a).

Las válvulas de parqueo o suministro de aire son los actuadores encargados de este proceso. Cuando el operador presiona el sistema, se libera el aire, y el accionamiento se vuelve completamente mecánico por parte de los actuadores (Bendix, 2017a).

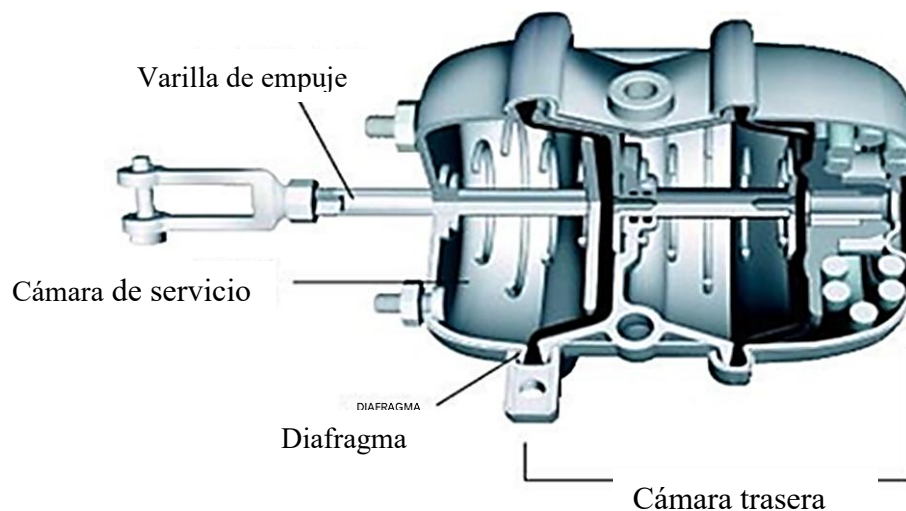
Además, se incorpora válvulas moduladoras que regulan el flujo de aire equivalente a la apertura de la válvula del pedal, garantizando una presión constante (Bendix, 2017a).

El sistema de frenos es igual al de los frenos mayores del cabezote. Su operación responde a la válvula del pedal y el freno de emergencia, cuenta con una válvula de corte de aire para el estacionamiento.

Por otra parte, también se cuenta con cámaras de freno actuadores importantes del sistema. Estos actuadores son responsables de activar el mecanismo de bandas en las ruedas, con dos cámaras asignadas por eje. Los frenos de servicio traseros generan la mayor fuerza de frenado en el tracto, asegurando una respuesta veloz del actuador, que reduce la velocidad de manera igualitaria a la acción del operador (Bendix, 2017a).

#### **Figura 41**

##### *Cámaras de freno*



*Nota.* Tomado de <https://cumberland-companies.com/wp-content/uploads/2014/11/Bendix-Air-Brake-Handbook-Spanish.pdf>, 2014

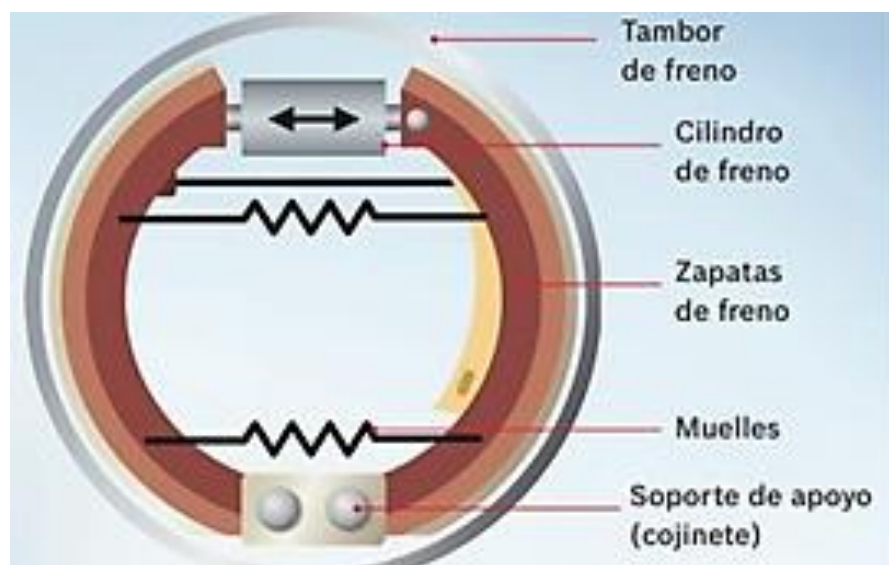
Siguiendo la descripción de la figura 41 cuando se presiona la válvula del pedal, el aire de la cámara de freno sale a través de la válvula relé, lo que reduce la presión que mantenía comprimido el resorte de la cámara de freno. Como resultado, el resorte se expande libremente y empuja la horquilla (Bendix, 2017a).

La cámara de freno dispone de dos puertos de ingreso, uno destinado al servicio y otro a la emergencia. El puerto de servicio está conectado directamente a la agujero delantera, lo que facilita una salida proporcional de la varilla. Por otro lado, el puerto de emergencia se vincula con el agujero trasero, donde el resorte mantiene una mayor compresión, facilitando así su expansión con mayor libertad (Bendix, 2017a).

Las bandas de freno también llamado freno de tambor, su funcionamiento se basa en la fricción entre placas y carcasa . Cuando la cámara de freno empuja la horquilla, los muelles de las zapatas se expanden hasta que entran en contacto con la superficie interna del tambor, generando la acción de frenado como se ve en la figura 42 (Bendix, 2017a).

**Figura 42**

*Sistema de bandas de freno*



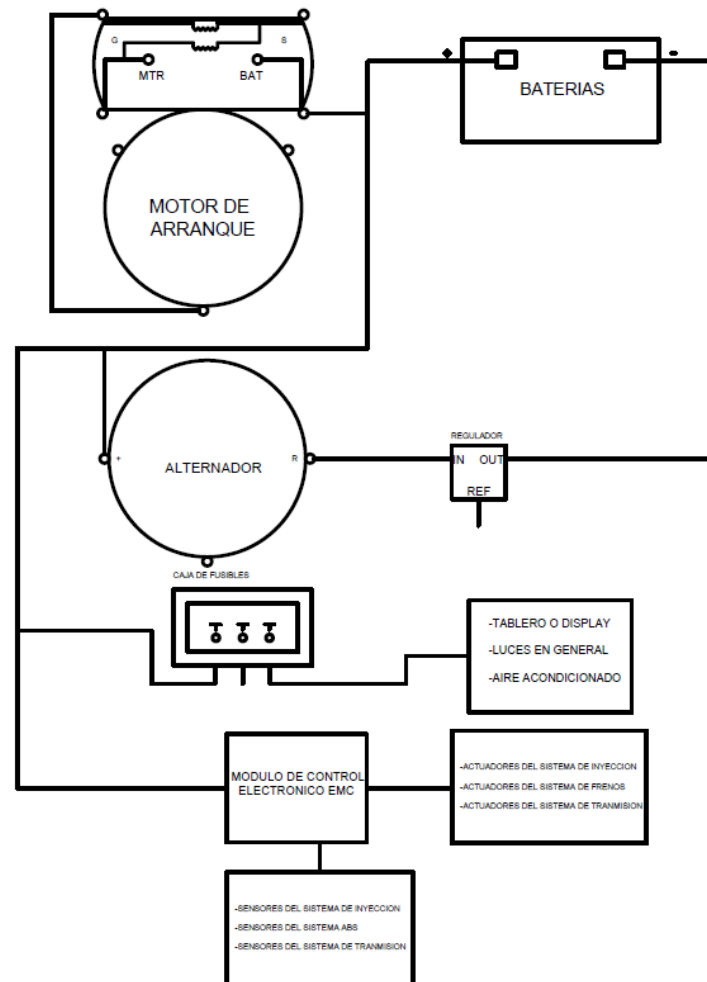
*Nota.* Tomado de <https://cumberland-companies.com/wp-content/uploads/2014/11/Bendix-Air-Brake-Handbook-Spanish.pdf>, 2014

**4.2.7 Sistema Eléctrico.** Es el conjunto encargado de producir, almacenar, transportar y controlar la energía eléctrica para la operación, integrando alternador, baterías, cableado, fusibles,

relés y módulos electrónicos que permiten el arranque del motor, la alimentación de sistemas auxiliares como luces, climatización, frenos ABS, transmisión, seguridad y la gestión electrónica avanzada mediante módulo de control electrónico. A continuación, en la figura 43 se presenta el diagrama de bloques del sistema eléctrico, el cual es una gráfica simplificada que muestra las principales partes del sistema eléctrico y cómo se interconectan entre sí mediante líneas. Se adjuntara el plano completo en los anexos por favor revisar el anexo F.

**Figura 43**

*Diagrama de bloques del sistema eléctrico*



*Nota.* Adaptado de Manual de Operación y Mantenimiento (2025), <https://quickserve.cummins.com>.

El sistema Posee dos baterías de 12 V conectadas en paralelo para suministrar energía de arranque y operación y están ubicadas en compartimentos laterales del chasis. El Alternador convierte energía mecánica en eléctrica para recargar las baterías y alimentar sistemas en marcha y está conectado al motor mediante correa. El motor de arranque o arrancador recibe corriente directa de las baterías para poner en marcha el motor, en la conexión se realiza mediante cables de alta capacidad. La caja de fusibles y relés regula y protege los circuitos eléctricos. También separa alimentación para sistemas críticos motor, luces, frenos y auxiliares radio, climatización. El sistema de iluminación está compuesto por faros delanteros, luces traseras, intermitentes, luces de cabina. Están conectados mediante arneses a la caja de fusibles y controlados por interruptores en tablero.

Instrumentación y tablero display incluye indicadores de velocidad, presión de aceite, temperatura, voltímetro, tacómetro. Recibe señales de sensores distribuidos en motor y transmisión. El sistema de cableado y arneses son el conjunto de mazos eléctricos que conectan baterías, alternador, tablero y accesorios, esta protegidos con cubiertas plásticas y organizados en rutas normadas. El módulo de control electrónico EMC este controla motor, transmisión y sistemas auxiliares. Se comunican mediante buses de datos (CUMMIS Engine Company, 2020).

Podemos identificar 4 circuitos que conforman todo el sistema, el circuito de arranque conformado por las baterías las cuales energizan al interruptor de encendido este se conecta al relé de arranque lo cual hace funcionar al motor de arranque.

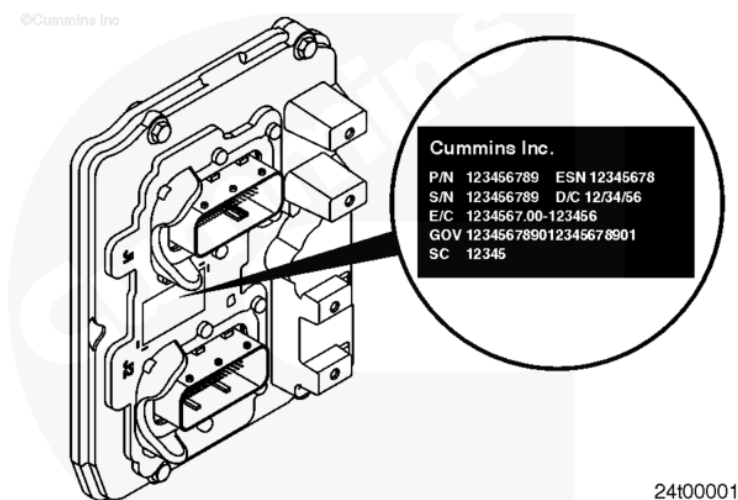
Este está diseñado para soportar alta corriente. El segundo el circuito de carga conformado por el alternador conectado al regulador de voltaje y este a las baterías, cumple la función de mantener nivel de carga estable durante operación. El tercero el circuito de distribución donde las Baterías en conjunto con el alternador alimentan la caja de fusibles y a través de los arneses

energizan los sistemas auxiliares como las luces, el tablero, climatización o aire acondicionado, cada subsistema está protegido por fusibles o relés. Por último, el Circuito de control electrónico usa los sensores para activar los actuadores de los distintos sistemas auxiliares como inyección, frenos ABS y transmisión. La comunicación se da a través de comunicación digital mediante buses de datos (CUMMIS Engine Company, 2020).

**4.2.7.1 Sistema de control electrónico.** Entre los componentes de entrada del ECM se incluyen los sensores encargados de medir la velocidad y sincronización del cigüeñal y el árbol de levas, así como sensores de presión y temperatura, entre otros (CUMMIS Engine Company, 2020).

**Figura 44**

*Módulo de control electrónico CM2350*



*Nota.* Tomado de Manual de Operación y Mantenimiento, <https://quickserve.cummins.com>, 2025.

En la figura 44 se muestra el sistema de control del motor en básicamente el cerebro que decide basándose en señales provenientes de interruptores, contactos y datos almacenados en memoria. Las señales que llegan a la unidad de control del motor (ECM) provienen tanto de la estación de control como de los sensores ubicados en el motor y sus sistemas de ayuda (CUMMIS Engine Company, 2020).

### 4.3 Ficha técnica del Tractocamión Kenworth T660

Figura 45

Cartilla Tracto T660

|  <b>KENWORTH</b> <span style="float: right;">www.motored.com.pe<br/>f /KenworthPeru</span> |                                    |                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|
|                                                                                                                                                                             | <b>T660 AEROCAB 38" 6x4</b>        | <b>T660 FULL 62" 6x4</b>        |
| <b>MOTOR</b>                                                                                                                                                                |                                    |                                 |
| Marca                                                                                                                                                                       | Cummins                            |                                 |
| Modelo                                                                                                                                                                      | ISX                                |                                 |
| Alimentación                                                                                                                                                                | Turbo alimentado pos enfriado      |                                 |
| Potencia (hp)                                                                                                                                                               | 400 - 450 hp                       |                                 |
| Cilindrada (cm <sup>3</sup> )                                                                                                                                               | 14,800                             |                                 |
| Nro. y disposición de los cilindros                                                                                                                                         | 6 en línea                         |                                 |
| Torque (lb.ft)                                                                                                                                                              | 1550 - 1650                        |                                 |
| Radiador (in <sup>2</sup> )                                                                                                                                                 | 1,315                              |                                 |
| Tubo de escape                                                                                                                                                              | 1 vertical                         |                                 |
| Alternador (A)                                                                                                                                                              | 10                                 |                                 |
| Arrancador (V)                                                                                                                                                              | 12                                 |                                 |
| Baterías                                                                                                                                                                    | 3 de 12V libre de mantenimiento    | 4 de 12V libre de mantenimiento |
| <b>TRANSMISIÓN Y EMBRAGUE</b>                                                                                                                                               |                                    |                                 |
| Embrague                                                                                                                                                                    | Fuller                             |                                 |
| Tipo                                                                                                                                                                        | Bi disco                           |                                 |
| Marca / Tipo / # de velocidades                                                                                                                                             | Fuller / Mecánica / 18 velocidades |                                 |
| Cardán                                                                                                                                                                      | Heavy Duty                         |                                 |
| Enfriador de aceite de transmisión                                                                                                                                          | Si                                 |                                 |
| <b>EJE DELANTERO Y EQUIPO</b>                                                                                                                                               |                                    |                                 |
| Marca                                                                                                                                                                       | Meritor                            |                                 |
| Capacidad (lb)                                                                                                                                                              | 14,600                             |                                 |
| Suspensión (lb)                                                                                                                                                             | Muelles 14,600                     |                                 |
| Dirección                                                                                                                                                                   | Hidráulica con enfriador           |                                 |
| <b>EJE POSTERIOR Y EQUIPO</b>                                                                                                                                               |                                    |                                 |
| Marca                                                                                                                                                                       | Meritor                            |                                 |
| Capacidad (lb)                                                                                                                                                              | 46,000                             |                                 |
| Capacidad de arrastre Máxima (kg)                                                                                                                                           | 70,000                             |                                 |
| Relación de coronas                                                                                                                                                         | 4.30 : 1                           |                                 |
| Suspensión (lb)                                                                                                                                                             | Bolsas de Aire KW 46,000           |                                 |
| Traba diferencial                                                                                                                                                           | Inter Dif y Post Post              | Completa                        |
| Tipo de aceite                                                                                                                                                              | Aceite sintético                   |                                 |
| <b>FRENOS</b>                                                                                                                                                               |                                    |                                 |
| Tipo                                                                                                                                                                        | 100% Aire / Tambor                 |                                 |
| Sistema ABS / ATC                                                                                                                                                           | Si                                 |                                 |
| <b>TANQUES DE COMBUSTIBLE</b>                                                                                                                                               |                                    |                                 |
| Cantidad                                                                                                                                                                    | 2                                  |                                 |
| Capacidad (US gal) C/U                                                                                                                                                      | 120                                | 135                             |
| Tapa de tanque                                                                                                                                                              | Con llave                          |                                 |
| <b>CABINA Y EQUIPAMIENTO</b>                                                                                                                                                |                                    |                                 |
| Tipo                                                                                                                                                                        | Aerocab flattop 38"                | Aerocab Aerobyne 62"            |
| Aire acondicionado                                                                                                                                                          | En cabina y litera                 |                                 |
| Asientos                                                                                                                                                                    | Piloto Neumático / Copiloto Fijo   |                                 |
| Indicadores                                                                                                                                                                 | Ergonómicos en sistema métrico     |                                 |
| Cierre de puerta                                                                                                                                                            | Centralizado                       |                                 |
| Claxon corneta                                                                                                                                                              | Bajo cabina                        |                                 |
| Espejos                                                                                                                                                                     | Aerodinámicos pintados             |                                 |
| Quinta rueda                                                                                                                                                                | Jost JSK37USL 2                    |                                 |
| Elevallunas                                                                                                                                                                 | Eléctrico en ambas puertas         |                                 |
| Deflectores y alerones                                                                                                                                                      | Incluye                            |                                 |

Nota. Tomado de Ipesacamiones (2020), www.ipesacamiones.com.pe.

La figura 45 muestra el modelo T660, el cual tiene un motor Cummins ISX de 410 HP, transmisión Fuller 16918 de 18 marchas, sistema de tracción Dana Spicer de doble diferencial, frenos neumáticos, suspensión delantera de 14,600 lb y suspensión trasera Agile 460 de 46,000 lb (KENWORTH, 2017b).

En cuanto a la transmisión, los modelos T660 poseen un sistema robusto diseñado para gestionar variaciones de velocidad. Debido a sus similitudes con otros vehículos de la serie T, la caja de transmisión comparte características con la del modelo T800, incluyendo sus 18 velocidades (KENWORTH, 2017b).

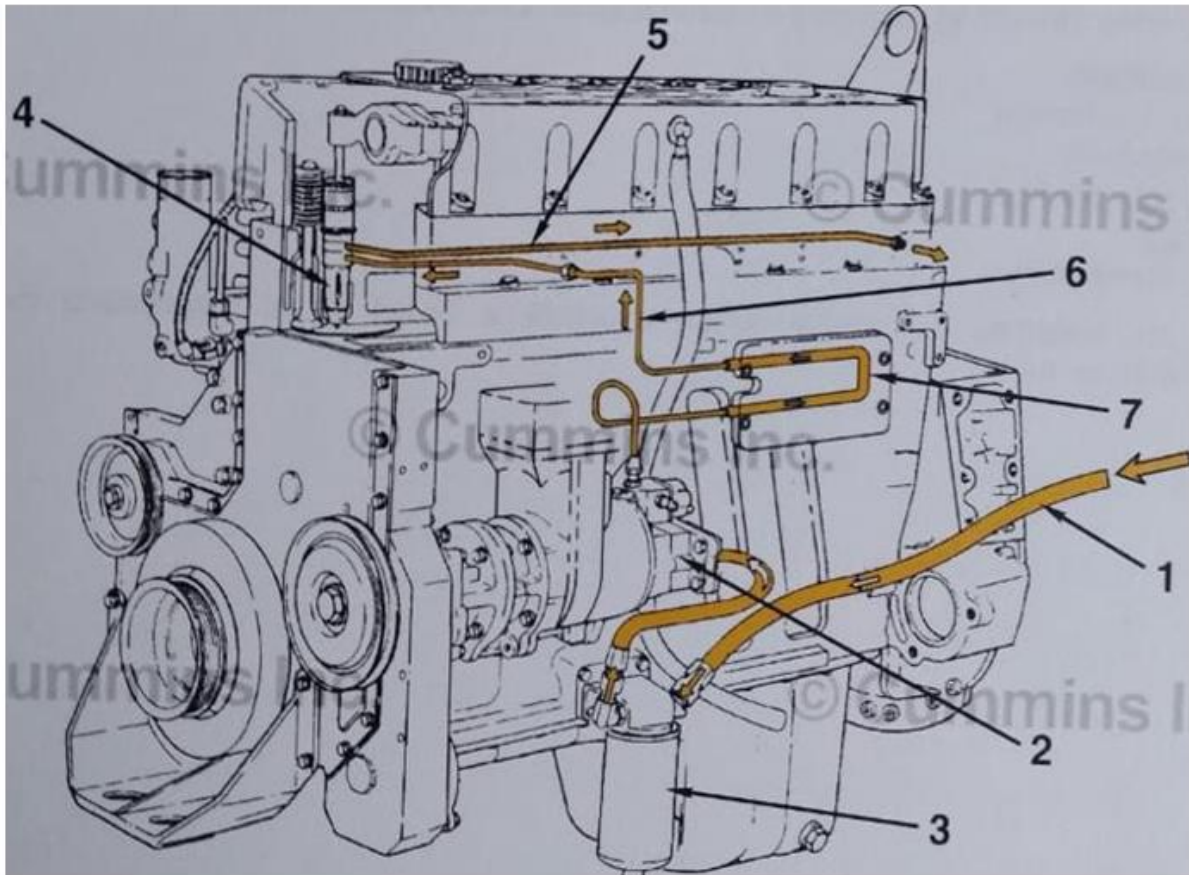
**4.3.1 Sistema de Combustible:** Es responsable de la captura y distribución del combustible dentro de cada cilindro está compuesto por una variedad de elementos. Su función es garantizar la sincronización de las explosiones, así como regular el flujo de los gases de combustión, tanto en su ingreso como en su salida (Cummins, 2017).

Las funciones principales del sistema de combustible en un tractocamión incluyen el almacenamiento y suministro seguro del diésel desde el tanque hacia los inyectores, la dosificación precisa para mantener la relación aire-combustible adecuada, la atomización eficiente mediante los inyectores que favorece una combustión completa y la regulación de presión y caudal adaptándose a las condiciones de carga y velocidad.

En cuanto a la relevancia para el mantenimiento, este sistema requiere inspecciones periódicas de filtros, bombas e inyectores para prevenir obstrucciones, el uso de combustible limpio y de calidad para evitar daños en componentes sensibles y una atención constante, ya que una falla puede provocar pérdida de potencia, incremento en el consumo y daños graves en el motor (CUMMIS Engine Company, 2020).

**Figura 46**

*Diagrama de flujo de combustible Motor ISX*



1. Suministro de Entrada de Combustible
2. Bomba de Combustible
3. Filtro de Combustible
4. Inyector
5. Retorno de Drenado de Combustible
6. Combustible al Inyector
7. Placa de Enfriamiento del ECM

*Nota.* Adaptado de Manual de Operación y Mantenimiento, <https://quickserve.cummins.com>, 2025.

En la figura 46 se observa que el combustible se extrae del tanque mediante la bomba, identificada con el número 3. Antes de ingresar a la entrada de la bomba, va por un filtro que

elimina impurezas. Luego, el fluido es impulsado hacia el enfriador número 7, donde se disipa el calor acumulado por los engranajes, optimizando la eficiencia de la mezcla. Posteriormente, el combustible llega al inyector, número 6, donde es atomizado a una presión de aproximadamente 28,000 psi. El resto de combustible es redirigido al tanque a través del inyector, número 5 (Cummins, 2017).

El motor cuenta con una configuración lineal de seis pistones, con un inyector numeral 4 asignado a cada cámara de combustión. El sistema de inyección está sincronizado con el cigüeñal mediante engranajes, lo que permite la apertura y cierre de las válvulas por parte de los ejes de balancines, facilitando la admisión y expulsión de los gases de combustión (Cummins, 2017).

**4.3.2 Sistema de Lubricación.** Es el mecanismo responsable de llevar el lubricante a través del bloque, asegurando que el fluido alcance las partes móviles del motor. Su función principal es minimizar la fricción mecánica entre los componentes, garantizando un funcionamiento eficiente y reduciendo el desgaste (Cummins, 2017).

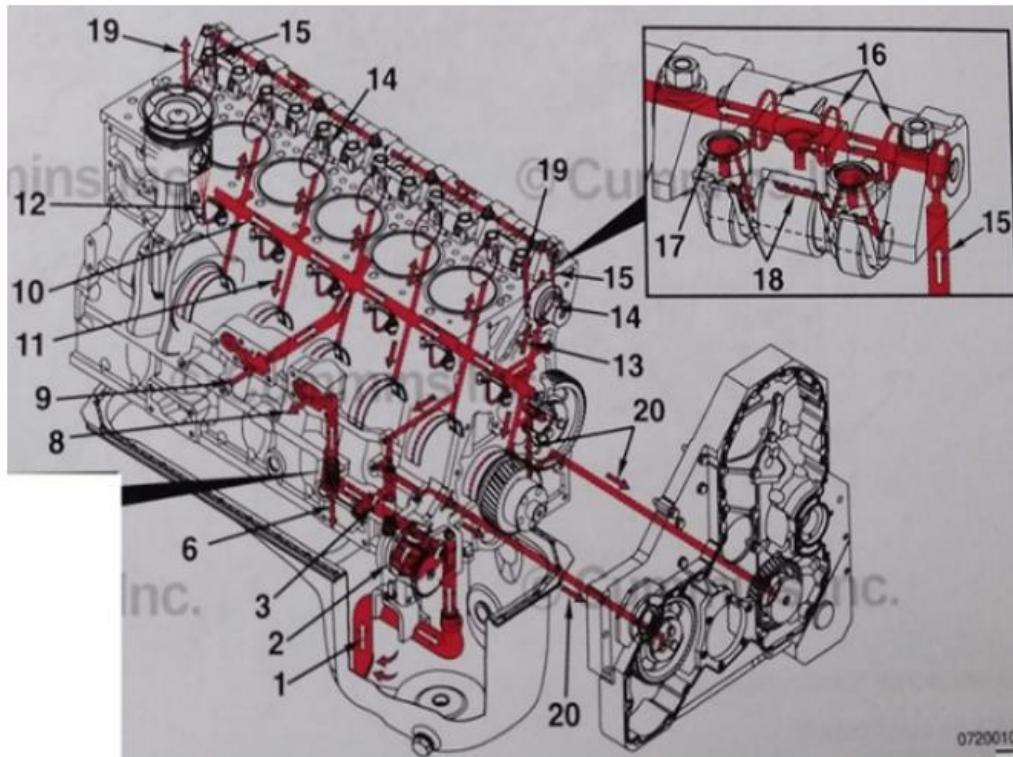
El sistema de lubricación en un tractocamión cumple funciones esenciales como la reducción de fricción y desgaste mediante la formación de una película protectora entre superficies metálicas en movimiento, la disipación de calor para mantener la temperatura adecuada en componentes como pistones, cojinetes y engranajes, la protección contra la corrosión y contaminantes al arrastrar partículas hacia el filtro, y el sellado que mejora la compresión y el rendimiento del motor (Cummins, 2017).

En cuanto a la relevancia para el mantenimiento, este sistema requiere inspecciones periódicas de nivel y calidad del aceite, el reemplazo regular de filtros para evitar acumulación de

partículas, y la atención oportuna a posibles fallas, ya que un mal funcionamiento puede provocar paradas no programadas y costos elevados de reparación (Cummins, 2017).

**Figura 47**

*Flujo del sistema de lubricación Motor ISX*



- |                                                                         |                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| 1. Tubo colector del cárter                                             | 12. Flujo de lubricante hacia los engranes locos del cigüeñal y árbol     |
| 2. Bomba de engranes                                                    | 13. Flujo de lubricante al tren de engranes de distribución               |
| 3. Flujo de aceite en dirección a los cojinetes de bancada del cigüeñal | 14. Flujo de lubricante de las galerías a los cojinetes de los balancines |
| 6. Flujo de aceite en dirección a los cojinetes de bancada del cigüeñal | 15. Flujo de lubricante de las galerías a los cojinetes de los balancines |
| 8. Flujo de aceite en dirección a los cojinetes de bancada del cigüeñal | 16. Resortes de válvula                                                   |
| 9. Flujo de aceite en dirección a los cojinetes de bancada del cigüeñal | 17. Varillas de empuje                                                    |
| 10. Flujo de lubricante en dirección al Bloque de cilindros             | 18. Taques                                                                |
| 11. Flujo de lubricante a través de la culata de cilindros              | 19. Flujo de lubricante de las galerías a los cojinetes de los balancines |
|                                                                         | 20. Flujo de aceite por la tapa frontal del motor                         |

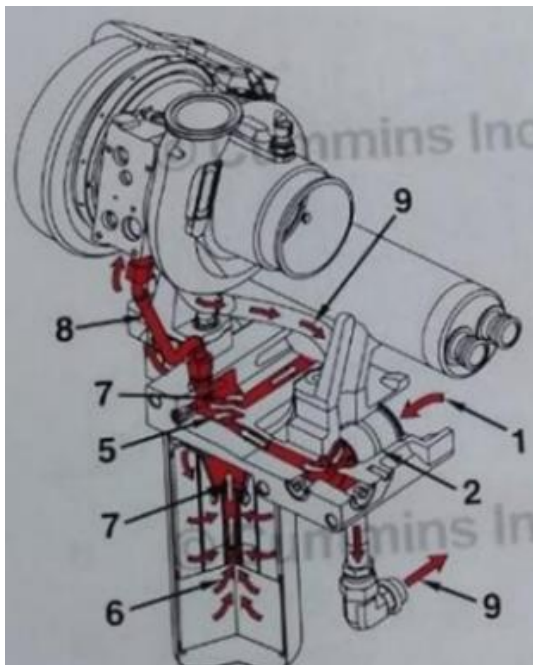
*Nota.* Adaptado de Manual de Operación y Mantenimiento (2025), <https://quickserve.cummins.com>.

En la figura 47 el lubricante es impulsado a través del tubo colector, numero 1 por la acción de la bomba, numero 2. Dentro, atraviesa el regulador de presión, manteniéndose en un rango nominal de 100 a 120 psi. En caso de que se presenten sobrepresiones debido a bruscos cambios de velocidad, la válvula de seguridad permite el retorno del aceite al tanque (Cummins, 2017).

Los indicadores 3, 6, 8 y 9 representan el aceite que va hacia los cojinetes de bancada del cigüeñal. Además, parte del caudal se desvía por boquillas situadas bajo los pistones, facilitando la refrigeración del conjunto pistón-biela en áreas de difícil acceso para el sistema de enfriamiento. Posteriormente, el lubricante asciende por las galerías hasta alcanzar los cojinetes de los balancines, como muestran los números 14, 15 y 19. Finalmente, también va hacia los engranajes locos y del árbol de levas, numero 12 (Cummins, 2017).

### Figura 48

*Flujo del lubricante por el Turbocargador*



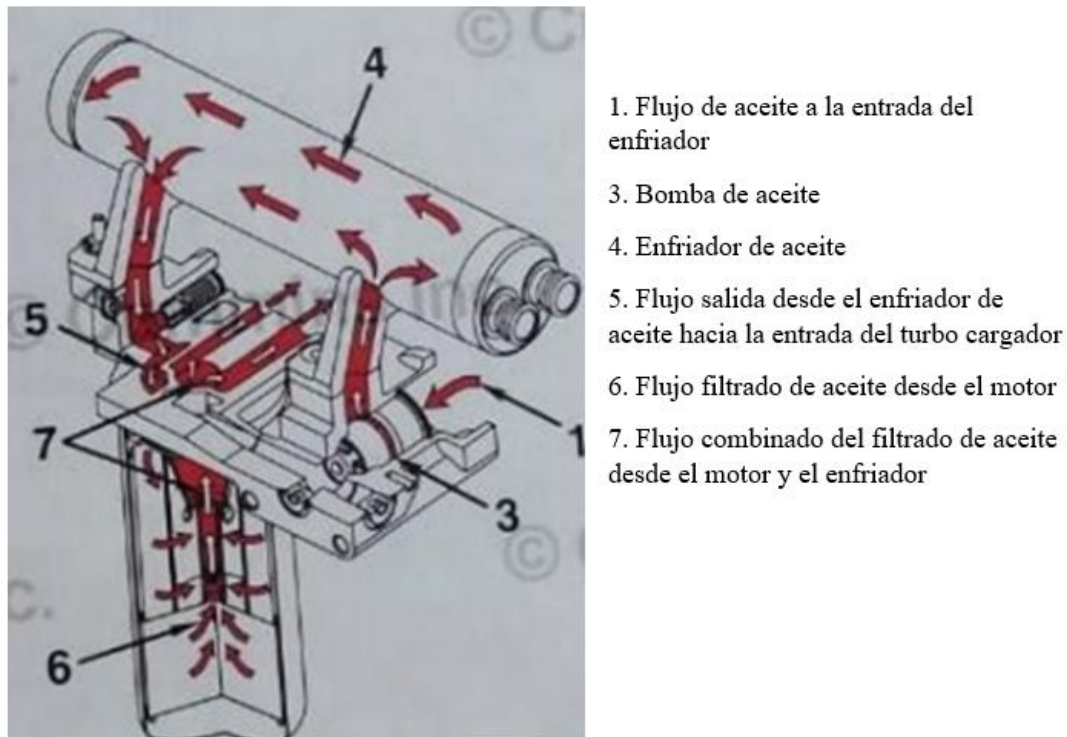
1. Línea de suministro de lubricante del turbo
2. Bomba de aceite
5. Flujo desde el Enfriador de aceite
6. Flujo filtrado de aceite desde el motor
7. Flujo filtrado de aceite desde el motor
8. Flujo de aceite hacia el turbo cargador
9. Retorno de aceite del turbo al cárter

*Nota.* Adaptado de Manual de Operación y Mantenimiento (2025), <https://quickserve.cummins.com>.

En la figura 48 se observa que el aceite pasa por un proceso de filtrado continuo para eliminar cualquier partícula generada durante el funcionamiento del motor, numero 6 y 7. Además, el sistema suministra lubricante al turbo cargador a través de una línea dedicada numeral 1, permitiendo que el aceite llegue al cojinete y rueda impulsora, facilitando un leve movimiento y contribuyendo al enfriamiento del turbo cargador transfiriendo calor al lubricante. Finalmente, el aceite retorna al cárter numeral 9 (Cummins, 2017).

### Figura 49

*Flujo de lubricante en el enfriador de aceite*



*Nota.* Adaptado de Manual de Operación y Mantenimiento (2025), <https://quickserve.cummins.com>.

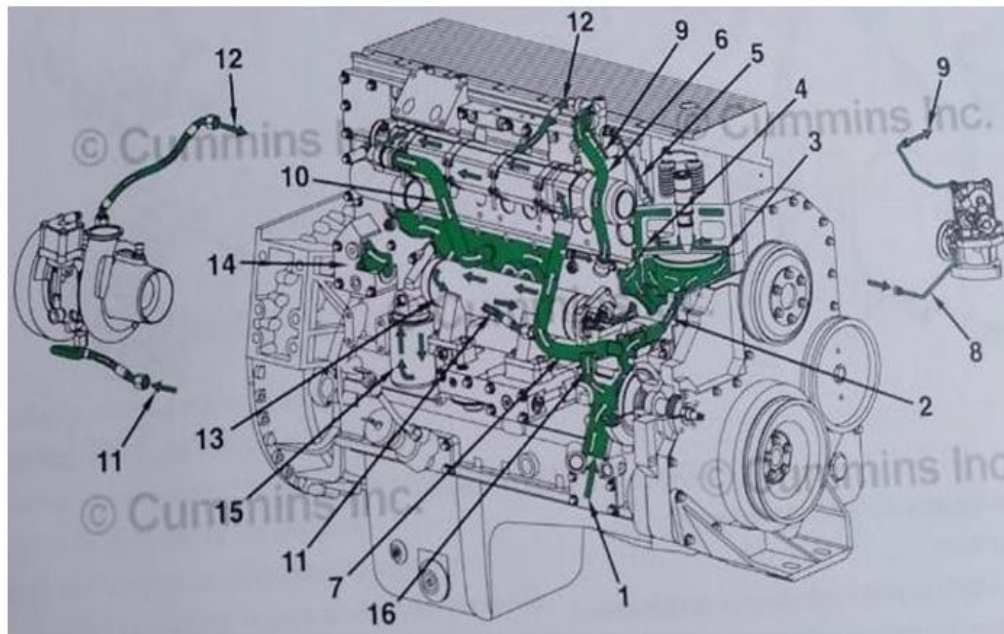
Como se ve en la figura 49 cuando el lubricante supera los 90 grados Celsius, el termostato redirige su flujo hacia el enfriador de aceite numeral 1. Dentro de este, el aceite circula a través de

múltiples conductos rodeados por refrigerante, facilitando así la transferencia de calor y contribuyendo a su enfriamiento eficiente (Cummins, 2017).

**4.3.3 Sistema de Refrigeración.** Encargado de regular la temperatura operativa del motor y suministrar parte del flujo necesario para enfriar tanto el compresor como el turbo cargador. Además, tiene un papel crucial en la refrigeración de áreas de difícil acceso, asegurando un funcionamiento óptimo y eficiente.

**Figura 50**

*Flujo de refrigerante en el Motor ISX*



- |                                                  |                                                   |
|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 1. Puerto de succión                             | 9. Línea de retorno hacia la entrada de la bomba  |
| 2. Puerto de salida                              | 10. Línea de retorno hacia la entrada de la bomba |
| 3. Flujo hacia el bloque de cilindros            | 11. Entrada de refrigerante al turbo cargador     |
| 4. Línea de retorno hacia la entrada de la bomba | 12. Salida de refrigerante del turbo cargador     |
| 5. Línea de retorno hacia la entrada de la bomba | 13. Flujo de refrigerante al enfriador de aceite  |
| 6. Línea de retorno hacia la entrada de la bomba | 14. Enfriador EGR                                 |
| 7. Flujo de refrigerante al enfriador EGR        | 15. Filtro de las galerías                        |
| 8. Válvula reguladora de gases                   | 16. Línea de retorno hacia la entrada de la bomba |

*Nota.* Adaptado de Manual de Operación y Mantenimiento (2025), <https://quickserve.cummins.com>.

Como se ve en la figura 50 cuando el motor funciona, la bomba hidráulica extrae refrigerante del radiador a través del puerto de succión, numero 1 y lo dirige al puerto de salida, donde se distribuye por diversos conductos. Parte de este flujo se envía al bloque de cilindros numeral 3, mientras que otra fracción alimenta el enfriador de aceite número 13 y el enfriador número 7. Cuando pasa por las galerías, el refrigerante atraviesa un filtro número 15 que elimina impurezas (Cummins, 2017).

El turbo cargador cuenta con una línea de refrigeración número 11, al igual que el compresor. El tractocamión incorpora un sistema de enfriamiento para los gases de escape, con una línea de refrigerante conectada a la válvula reguladora de gases, numero 8. Por ultimo están las líneas de retorno a la entrada de la bomba números 4,5,6,9 y 10 (Cummins, 2017).

Cuando la temperatura del sistema supera los 95 grados Celsius, el termostato desvía el flujo hacia el radiador principal, permitiendo que el refrigerante retorne a la bomba y optimice el control térmico del motor (Cummins, 2017).

**4.3.4 Sistema de Admisión de Aire.** Es el sistema responsable de canalizar el aire desde su punto de entrada exterior hasta el proceso de tratamiento de los gases, asegurando una adecuada distribución y optimización del flujo para el funcionamiento eficiente del motor.

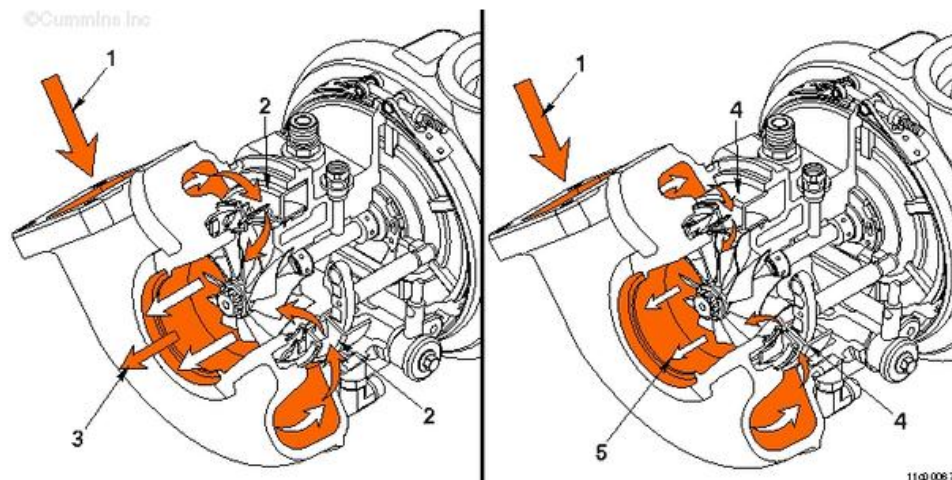
El aire, tras ser filtrado en su ingreso, es aspirado por el turbo cargador y conducido hacia el intercooler, donde se transfiere el calor acumulado durante el proceso de compresión. Este enfriamiento es crucial, ya que un aire demasiado caliente podría provocar una ignición prematura de la mezcla, reduciendo la potencia del motor. Después, el aire fluye hacia las cámaras de combustión a través del múltiple de admisión, pasando por las válvulas. Quemada la mezcla, los gases de escape son expulsados a velocidad hacia el turbo cargador (Cummins, 2017).

Parte de sus funciones principales involucran brindar un suministro de aire limpio y en cantidad adecuada, mejorar la combustión y proteger el motor evitando la entrada de partículas que podrían dañar pistones válvulas y cilindros.

Su importancia para el tractocamión radica en la optimización del consumo de combustible, un sistema limpio y eficiente reduce el gasto energético. Da mayor durabilidad del motor al evitar contaminantes, se disminuye el desgaste interno y se prolonga la vida útil y Reduce las emisiones contaminantes una combustión más completa disminuye la generación de humo y gases nocivos. Por otra parte, el turbo y el intercooler permiten mantener potencia incluso con cargas pesadas o en altitudes elevadas (Cummins, 2017).

### Figura 51

*Flujo de gases por el Turbocargador*



1. Entrada de gas de escape
2. Boquilla deslizante - posición abierta
3. Flujo a baja velocidad del gas de escape
4. Boquilla deslizante - posición cerrada
5. Flujo a alta velocidad del gas de escape.

*Nota.* Adaptado de Manual de Operación y Mantenimiento (2025), <https://quickserve.cummins.com>.

En la figura 51 se observa cómo los gases de escape ingresan, numero 1. Gracias a su diseño geométrico, el flujo aumenta su velocidad, proporcionando una mayor fuerza para impulsar la turbina. Como resultado, la rueda impulsora ubicada en el lado del compresor logra comprimir el aire de manera más eficiente. Finalmente, el aire es expulsado del turbo cargador a una velocidad reducida, optimizando el rendimiento del sistema (Cummins, 2017).

**4.3.5 Sistema de transmisión:** La transmisión 16918 ofrece 18 configuraciones de velocidad adaptadas a diversas condiciones de terreno. Su diseño robusto incorpora tres trenes de engranajes, con una disposición de tres engranes por cada cambio, lo que permite más cambios de velocidad.

Además, este tipo de transmisión cuenta con una sección auxiliar, conocida como media caja, cuya función es sincronizar las relaciones múltiples. Por otro lado, el accionamiento de los engranes se lleva a cabo mediante un sistema neumático, lo que implica que la transmisión dispone de un sistema neumático independiente del vehículo para operar los auxiliares y seleccionar el cambio deseado con precisión (Eaton Fuller, 2017).

Es controlada mediante la palanca de cambios, la cual tiene en su manija un sistema de válvulas encargado de enviar señales neumáticas a la válvula maestra de la caja. Esta última facilita la liberación de aire a una presión aproximada de 100-130 psi, facilitando la sincronización del cambio (Eaton Fuller, 2017).

Durante el funcionamiento del mecanismo, la temperatura aumenta debido a las altas revoluciones. Para contrarrestar esto, la caja contiene valvulina, que cumple la función de lubricar y disipar el calor generado. Además, tiene de una bomba que impulsa el lubricante a través de

mangueras hasta el intercambiador de la transmisión, en la parte frontal del vehículo, mejorando su rendimiento térmico (Eaton Fuller, 2017).

La transmisión cuenta con un acoplamiento entre el eje de caja y la volante del motor, que es la prensa del embrague. Este sistema está compuesto por varios discos cuya función es presionar el embrague contra el volante y transmitir el torque. El disco incorpora placas de alta fricción y un conjunto de resortes que ayudan a amortiguar la transferencia de torque (Dana Spicer, 2017).

Durante su funcionamiento, el conjunto gira en sincronía con el volante de inercia, permitiendo una transmisión eficiente. Al accionar el pedal, el disco se separa momentáneamente, facilitando al operador el cambio de la relación de velocidad sin interrupciones bruscas (Dana Spicer, 2017).

El conjunto diferencial es el sistema responsable de distribuir la potencia que genera tracción en las ruedas traseras. Obtiene la relación de velocidad desde la caja y transfiere el torque a los eje a través del diferencial. Este mecanismo tiene dos cámaras diferenciales, lo que mejora la estabilidad y optimiza la transmisión de fuerza del vehículo (Dana Spicer, 2017).

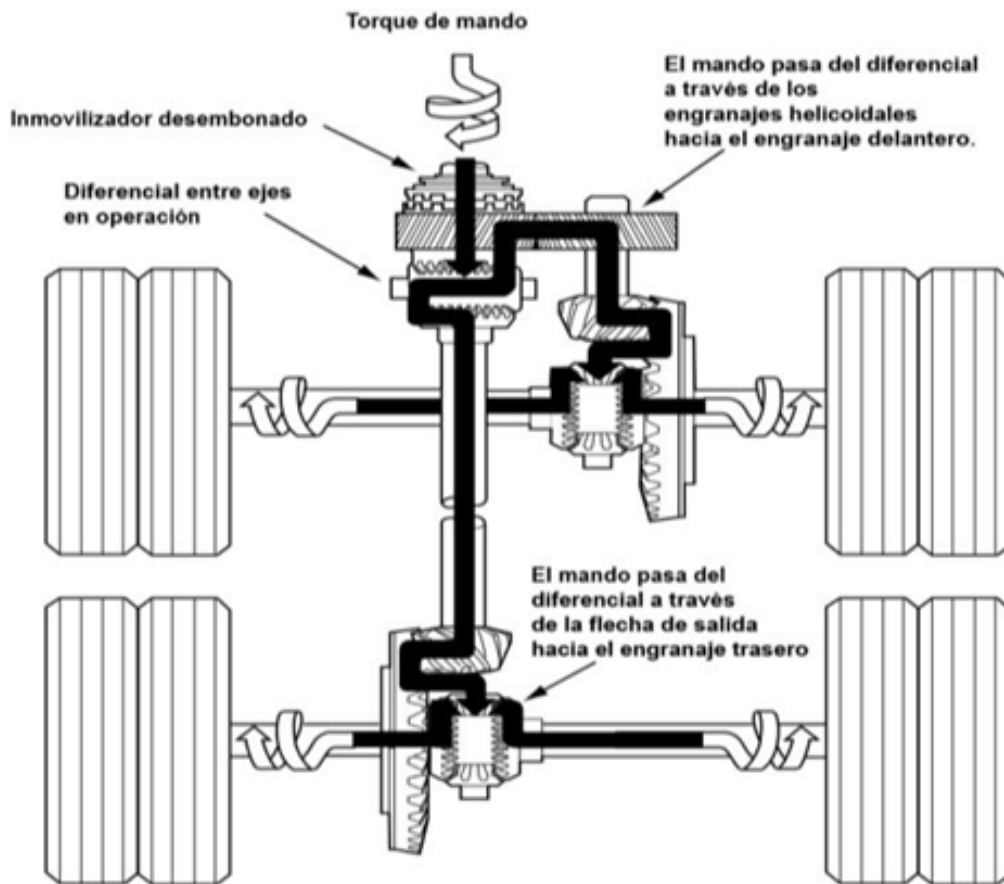
Parte de sus funciones principales involucran la compensación de velocidades, la distribución de torque y la estabilidad y controla, a continuación, en la figura 43 se aprecia como se distribuye la potencia en las 2 cámaras de los diferenciales del tractocamión.

Está compuesto por:

- Corona y piñón: Transfieren la potencia del eje cardán al eje.
- Caja satélite y planetarios: Permiten que las ruedas giren a distinta velocidad en curvas.
- Carcasa de acero fundido: Hecha para soportar cargas extremas.

**Figura 52**

*Distribución de potencia en los diferenciales*



*Nota.* Adaptado de Manual de Operación y Mantenimiento (2025), <https://quickservice.cummins.com>.

Como se ve en la figura 52 el eje de salida se conecta con la primera cámara diferencial mediante el cardán, el cual está acoplado a una junta universal que brinda flexibilidad al girar. A continuación, el eje acciona el piñón, engranando con el sistema planetario y la corona y distribuye la fuerza de manera proporcional entre los ejes de las ruedas y permite que uno gire más rápido que el otro al tomar curvas (Dana Spicer, 2017).

El torque se transfiere al segundo diferencial a través de un cardán corto con junta diferencial. Este sistema aplica mayor fuerza al último eje, garantizando mayor tracción y estabilidad durante el movimiento (Dana Spicer, 2017).

**4.3.6 Sistema de frenos.** Es el sistema responsable de detener el vehículo cuando el operador lo requiere. Destaca por su gran robustez, extendiéndose a lo largo de todo el tractocamión. Debido a la considerable capacidad de carga, cuenta con una amplia variedad de componente que aseguran su funcionamiento óptimo. Dado su carácter crítico, debe responder de manera rápida y eficiente para garantizar la seguridad en la operación (Bendix, 2017c).

El sistema de frenos en un tractocamión es fundamental por diversas razones que garantizan la seguridad y la confiabilidad operativa.

En primer lugar, asegura la protección de los ocupantes y terceros al permitir detener un vehículo de gran masa, evitando accidentes graves. Además, proporciona control en descensos y maniobras, ya que en rutas con pendientes prolongadas el freno de servicio, junto con frenos auxiliares como el freno de motor y los retardadores, previenen el sobrecalentamiento y la pérdida de eficiencia (Bendix, 2017c).

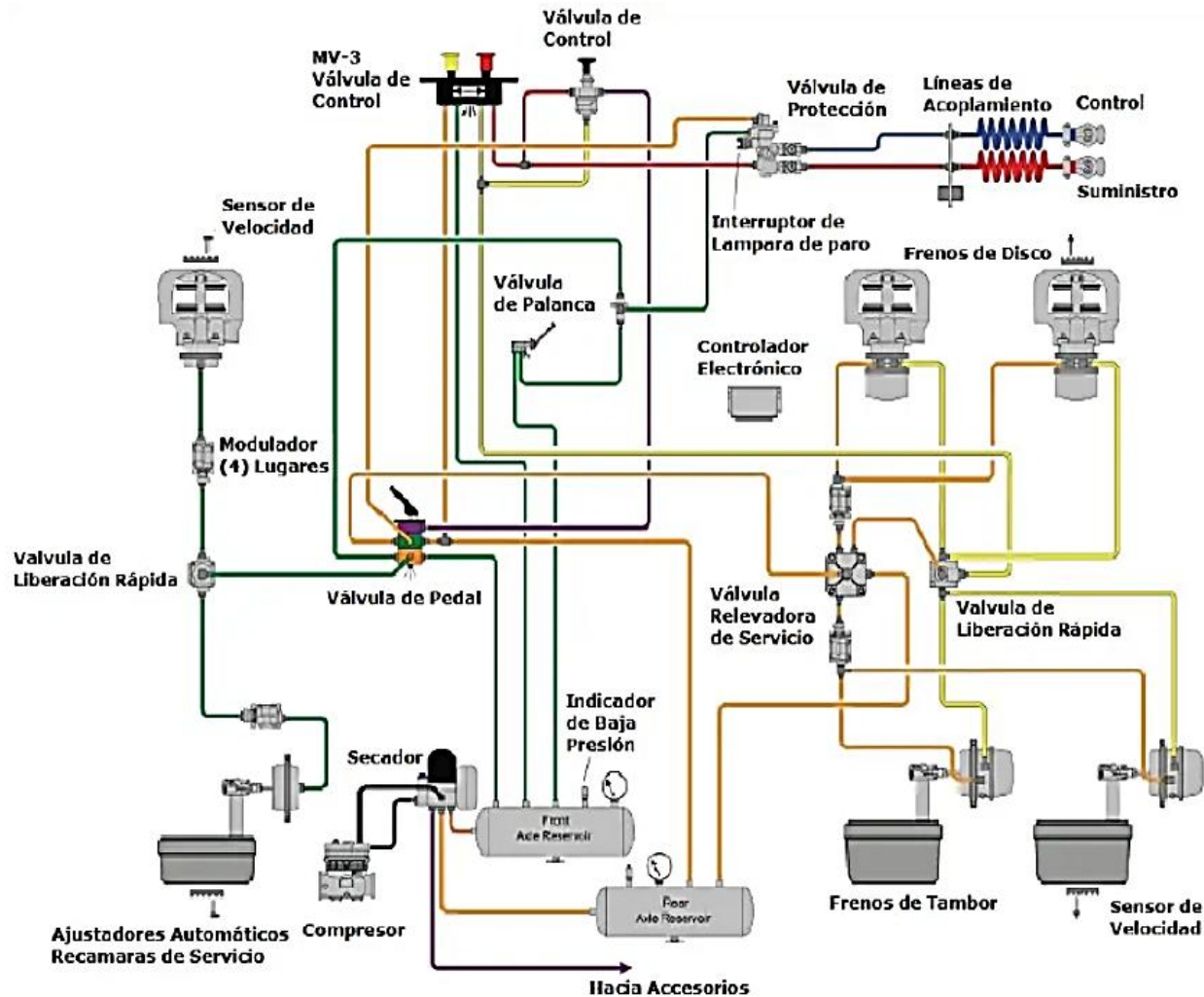
También protege al vehículo y la carga, pues un sistema de frenos confiable reduce el desgaste de la transmisión y del motor, al tiempo que preserva la mercancía transportada.

A esto se suma el cumplimiento normativo, dado que los tractocamiones deben ajustarse a estándares internacionales como FMVSS en Estados Unidos, ECE R13 en Europa o la ISO 14224 en confiabilidad industrial, los cuales exigen redundancia y pruebas periódicas.

Por último, la integración tecnológica de sistemas modernos como ABS, mejora la estabilidad y disminuye el riesgo de derrape durante frenadas de emergencia, consolidando al sistema de frenos como un elemento crítico en la operación segura y eficiente de los tractocamiones (Bendix, 2017c).

**Figura 53**

*Sistema de frenos Bendix T660*



*Nota.* Tomado de <https://cumberland-companies.com/wp-content/uploads/2024/11/Bendix-Air-Brake-Handbook-Spanish.pdf>, 2024

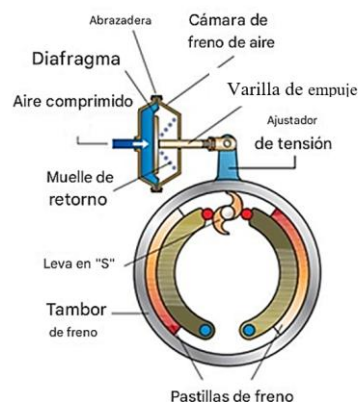
Como se ve en la figura 53 el compresor inicia su operación mediante la transmisión de potencia a través de la polea del motor. El flujo de aire es dirigido al gobernador, que regula la presión del sistema y elimina las pulsaciones ocasionadas por el movimiento de los pistones.

Luego, el aire sigue por el secador, donde se elimina la humedad antes de ingresar a los tanques (Bendix, 2017c).

El sistema tiene 2 secciones que trabajan juntamente con sus respectivos tanques, uno suministra aire a los frenos de servicio, mientras que el otro abastece los frenos de seguridad, diferenciando entre el freno de parqueo y el accionado por operador. Al accionar la válvula del pedal, el aire se va en dos direcciones, una envía aire a la válvula diferencial delanteras, permitiendo un suministro igual a las cámaras de freno menores delanteras; la otra dirige el flujo hacia las válvulas relay en los ejes traseros, asegurando la distribución de aire hacia las cámaras de freno mayores traseros. El tanque de frenos de emergencia proporciona flujo al puerto secundario de las cámaras de freno mayores, y mantiene el resorte contraído. Cuando se activan las válvulas manuales de parqueo del cabezote y del tracto, el aire contenido se libera, permitiendo la elongación del resorte y la activación del sistema de bandas, bloqueando completamente las ruedas, como se ve en la figura 54 (Bendix, 2017c).

## Figura 54

### *Sistema de bandas de freno*



*Nota.* Tomado de <https://cumberland-companies.com/wp-content/uploads/2024/11/Bendix-Air-Brake-Handbook-Spanish.pdf>, 2024

#### ***4.4 Análisis de criticidad de sistemas y subsistemas por el principio de Pareto***

La segunda parte de nuestra metodología correspondió a priorizar e identificar los sistemas y componentes con mayor índice de fallas según los registros de mantenimiento (revisar Anexo G), ya que resultaría muy voluminoso y poco práctico aplicar la metodología ACR y RCM a todos por igual sin ningún tipo de criterio.

Para ello se empleó el diagrama de Pareto por ser una forma de priorización que permite establecer el orden de prioridades en la toma de decisiones permitiendo diferenciar fallas triviales de poca frecuencia e importancia frente a fallas de mayor frecuencia e importancia, para ello se empleó el software Minitab 19 que nos permitirá generar los grafico respectivos.

Las fallas se contabilizan y se lleva el registro en las ordenes de trabajo cuando se emiten y están registradas y almacenadas en la base de datos del software Allison, el proceso normal es que el personal técnico llene la orden de trabajo indicando la actividad que realizo, la falla que corrigió e indique el tiempo que le tomo indicando el sistema y subsistema al que pertenece, luego planificación ingresa estos datos al sistema Allison donde queda registrado.

Luego de procesar la base de datos se halló que en los 12 meses de estudio se presentaron un total de 3091 intervenciones de las cuales 1936 fueron paradas no planificadas o correctivas, se procedió a clasificarlas según el sistema y componente al que pertenecen.

Pareto nos dice que el 80% de las efectos provienen del 20 % de causas, para nuestro caso de estudio se da de la siguiente manera.

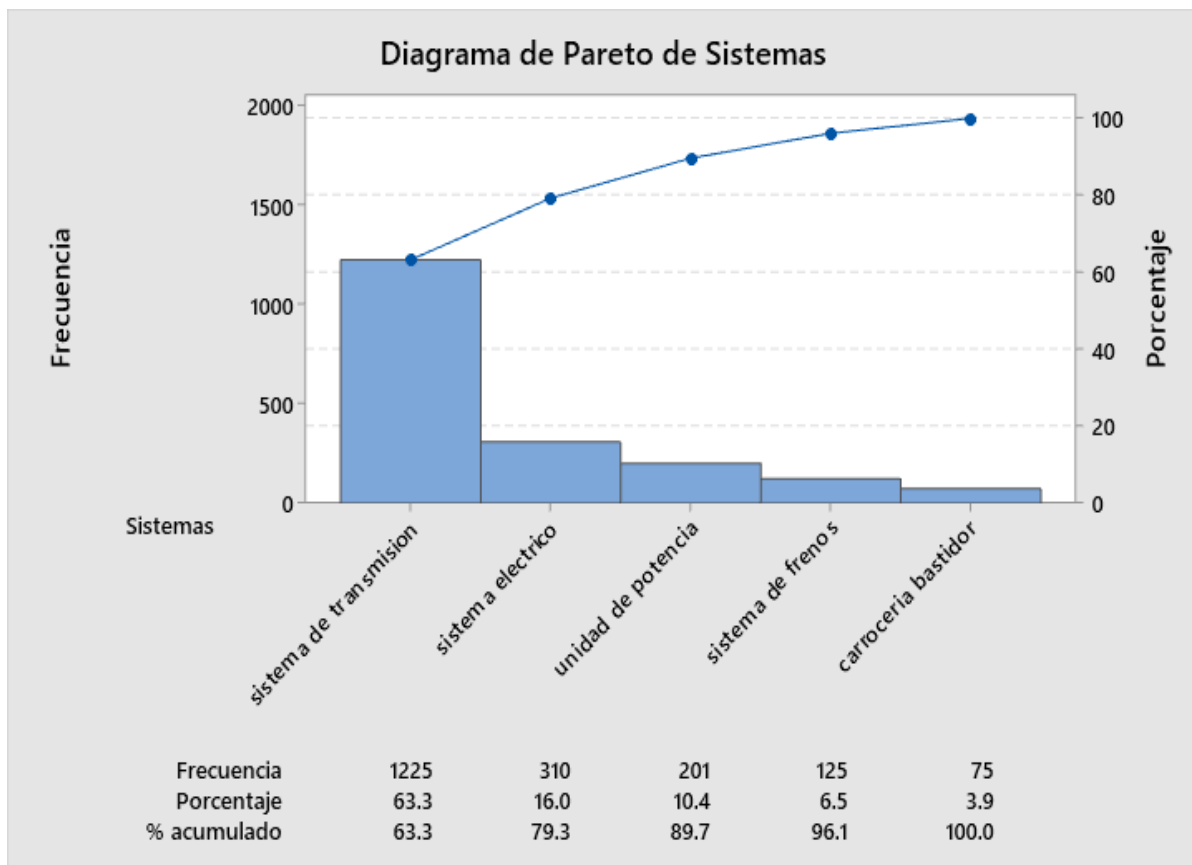
Donde el 100% de las fallas correctivas es 1936, según la regla del 80/20 el sistema de transmisión y el sistema eléctrico con intervenciones de 1225 y 310 respectivamente son el 80%,

por ello se usara y aplicara la metodología ACR y RCM a estos subsistemas para reducir la cantidad de fallas y obtener resultados positivos.

El análisis se muestra en la siguiente figura 55 donde se aprecia el nro. de fallas por cada sistema de los tractocamiones los cuales son sistema de transmisión, sistema eléctrico, unidad de potencia, sistema de frenos y carrocería del bastidor del tractocamión.

**Figura 55**

*Pareto de fallas por sistema*



*Nota.* Elaboración propia

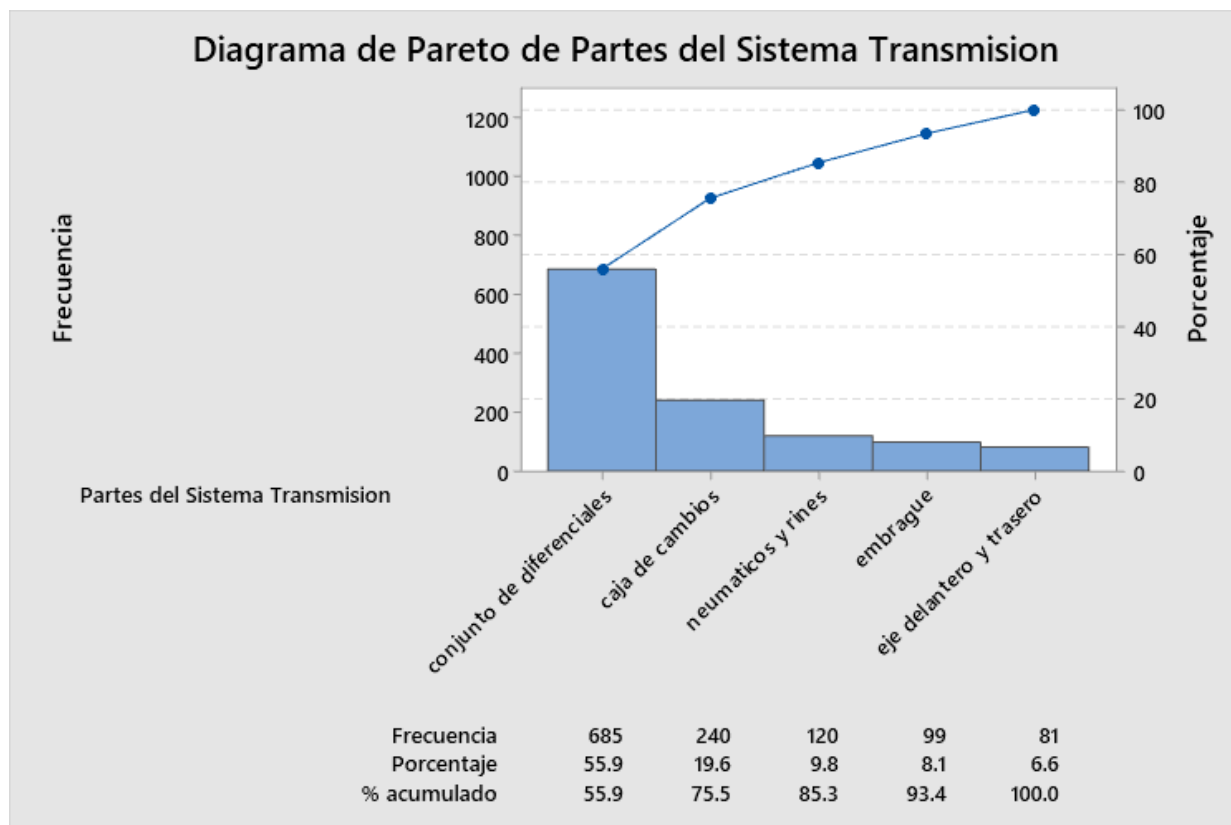
De la misma forma se desglosa las fallas para cada componente principal de los sistemas antes seleccionados para aun ser más específicos en que componentes se aplicara las metodologías ACR y RCM y en la información presentada y trabajada.

Para el sistema el caso del sistema de transmisión se tiene los subsistemas conjunto de diferenciales, caja de cambios, neumáticos y rines, embrague y eje delantero y trasero.

Se observa que el 100 % es 1225 se tiene al conjunto de diferenciales y a la caja de cambios con intervenciones de 685 y 240 respectivamente representando nuestro 80% y serán los componentes a los que se les priorizara y aplicara el análisis ACR y RCM esto se ve representado en la siguiente figura 56.

**Figura 56**

*Pareto de fallas de subsistemas de transmisión*



*Nota.* Elaboración propia

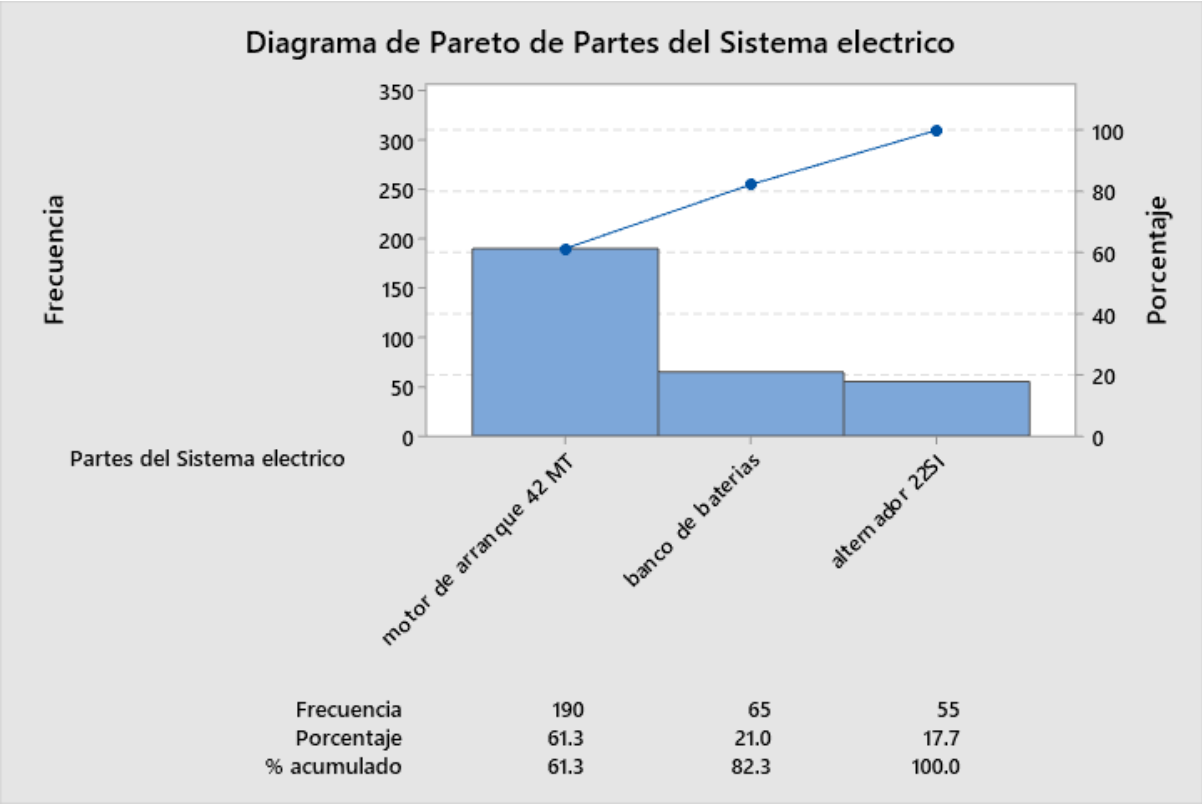
Por ultimo para el sistema eléctrico está compuesto de los subsistemas motor de arranque 42 MT, banco de baterías y alternador 22SI

El diagrama de Pareto evidencia que el motor de arranque 42 MT concentra el 61.3% de las fallas registradas, lo que lo convierte en el componente más crítico del sistema eléctrico. Este dato indica que se debe enfocar esfuerzos de mantenimiento preventivo y análisis causa raíz en este elemento podría generar mejoras significativas en la confiabilidad global.

El banco de baterías y el alternador 725, aunque con menor frecuencia (21.0% y 17.7% respectivamente), completan el 100% de los eventos acumulados. Se observa que su 100 % es 310 se tiene al motor de arranque y al banco de baterías con intervenciones de 190 y 65 respectivamente representando nuestro 80% y serán los componentes a los que se les priorizara y aplicara la metodología esto se ve representado en la siguiente figura 57.

**Figura 57**

*Pareto de fallas de subsistemas eléctrico*



*Nota.* Elaboración propia

## 4.5 Aplicación de la metodología

Se utilizará la metodología de análisis causa raíz como herramienta para definir las causas de los modos de fallas de los distintos componentes de los sistemas antes mencionados y seleccionados de nuestros tractocamiones, así determinar la principal causa o causas de falla de cada modo de falla a su vez estas fueron empleadas posteriormente para crear un criterio de criticidad y relacionarlo con las acciones preventivas y correctivas en nuestra matriz análisis de modos y efectos de falla con el fin de tomar de decisiones y plantear acciones o tareas preventivas y correctivas que ayuden a mitigar los modos de falla.

Por otra parte, el mantenimiento basado en la confiabilidad nos ayudó a priorizar y designar tareas de mantenimiento para realizar el plan. Todo ello será explicado mediante un ejemplo en los siguientes párrafos. La metodología parte estrictamente con la existencia de una falla que ya ha ocurrido, a partir de él se realizara primero el análisis causa raíz siguiendo los pasos mencionados en la teoría.

Para iniciar se realizara un análisis exploratorio del modo de falla mediante una lluvia de ideas y clasificando las causas seleccionadas para finalmente ser representado en un diagrama de espina de pescado para ello primero se debe recopilar toda la información documentaria relacionada al caso esto se ve a continuación.

**4.5.1 Recopilación de datos y análisis inicial del modo de falla.** Este paso consistió en recopilar los datos relacionadas a este modo de falla basándonos en testimonios y documentación (ordenes de trabajo, manual del fabricante, fotografías e informes o experiencia con incidentes previos). Para esto se reúne al equipo de mantenimiento y se empieza definiendo la parte visible del problema, la descripción el que, donde, cuando y cuanto y las posibles causas inmediatas.

En la figura nro. 58 se presenta el informe que documenta una falla crítica en la transmisión relacionada con lo rodamientos de la caja de cambios del tractocamión Kenworth T660, placa BEF-877, con 450,686 km de recorrido. La unidad presentó bloqueo de transmisión, pérdida de tracción y movimiento, lo que motivó la activación del protocolo de auxilio mecánico en la ruta Maras-Las Bambas.

Hallazgos clave: El diagnóstico técnico confirmó desgaste severo en rodamientos y componentes internos de la caja de cambios, dejándola inoperativa. Se coordinó el remolque a taller Arequipa y el reemplazo completo de la caja.

Análisis de antecedentes: El historial de mantenimiento revela síntomas progresivos desde 2021, incluyendo golpeteos, pérdida de potencia, desalineación de eje y fugas. Estos eventos sugieren una degradación acumulativa del sistema de transmisión, posiblemente por fatiga mecánica o insuficiencia en la detección temprana de fallas.

Implicaciones para confiabilidad:

- Este caso refuerza la necesidad de monitoreo predictivo y análisis causa raíz sobre componentes de transmisión.
- Se recomienda integrar esta falla en la matriz de criticidad y actualizar la taxonomía bajo ISO 14224 para mejorar la trazabilidad y priorización de mantenimiento.
- Se aprecia en las imágenes que todos los engranajes están rotos esto propicia el cambio completo de la caja y a su vez afrontar el costo completo de esta.
- No se puede dar operatividad a la unidad ya que perdió uno de los componentes mas importantes para su funcionamiento.
- Se debe trasladar la unidad a taller Arequipa para poder asistir y repararla

Figura 58

Informe de auxilio mecánico falla en la caja de transmisión



INFORME DE AUXILIO MECANICO OT N° 53033 -2024

1.- DATOS GENERALES

|       |                                             |         |                             |
|-------|---------------------------------------------|---------|-----------------------------|
| A     | : Vladimir Inquilla. /Jefe de mantenimiento | Empresa | : TRANSPORTES HAGEMSA S.A.C |
| De    | : Robert Oca Calachua / Supervisor          | Marca   | : KENWORTH                  |
| Tema  | : Auxilio Mecánico                          | Modelo  | : T660                      |
| Ruta  | : Mara-las Bambas                           | Placa   | : BEF-877                   |
| Fecha | : 29/12/2024                                | KM      | : 450,686                   |

2.- REPORTE DE FALLA

1. El conductor reportó bloqueo de la transmisión, pérdida de tracción y movimiento.

2. Se activa el auxilio mecánico coordinado con base Arequipa.

3.- ANTECEDENTES

Fecha: 31/07/2021, se realizó el cambio de pines y bocinas (nuevo) en su mantenimiento MP1, se valida que los terminales están dentro de lo normal sin necesidad de cambio o reemplazo de dichos terminales de dirección.

Fecha: 05/03/2022, se realizó mantenimiento preventivo tipo MP2 en taller, dentro de las tareas a ejecutar están lubricación de todo los puntos a lubricar y se validó estado de los terminales de dirección.

Fecha: 24/04/2022, ingresó a taller conductor reportó golpeteos al accionar la caja de cambios y acelerar.

Fecha: 08/06/2022, ingresó a taller conductor reportó revisar sistema de arranque (arrancador, baterías), no funciona el road relay y revisar luces de cabina.

Fecha: 18/08/2023, el conductor reportó pérdida de potencia y dificultad para cambiar marcha.

Fecha: 21/04/2024, ingresó a taller conductor reportó falta de regulación de embrague.

Fecha: 23/07/2024, ingresó a taller conductor reportó desalineación de eje y fugas de lubricante por la caja de cambios.

Actualmente la unidad cuenta con 450,686 Km de recorrido.

4.- ACCIÓN REALIZADA

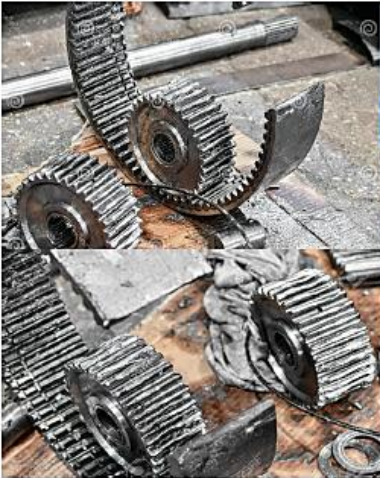
Se solicitó el apoyo mecánico a mantenimiento Base-Arequipa.

Se brindó el apoyo técnico, el mecánico realizó la evaluación de la falla y reporto desgaste en los rodamientos y engranes de la caja de cambios rotos quedando inhabilitada y el tracto fuera de funcionamiento requiere cambio de caja.

Se coordinó con el servicio de grúa para remolcar el tracto hasta taller Arequipa.

Se coordinó con personal planificación y técnico de Base-Arequipa para realizar el reemplazo de la caja de cambios en el taller de Arequipa a su llegada.

5.- IMÁGENES





Nota. Tomado de Informe de auxilio mecanico53033, Transportes Hagemzac (2024).

**Descripción del problema:** sistema de transmisión de traba y dejo de funcionar ocasionando la paralización del tractocamión.

**El que:** la caja de cambios quedo fuera de funcionamiento se reporta rodamientos desgastados y rotos además de engranajes rotos.

**Donde:** en la ruta Mara las Bambas, este presenta derrumbes en temporada de lluvias, alta nubosidad, Temperaturas promedio: entre -3 °C y 19 °C y alta humedad en el ambiente.

**Cuando:** el evento se dio el 21/12/2024 mes en el cual se empieza a dar la temporada de lluvias en la sierra sur del país.

**Cuanto:** el evento involucro la inmovilización del tracto por lo cual se necesitó la contratación de una grúa remolcadora para traerlo al taller Arequipa, además la caja de cambios quedo inutilizada lo cual propicio la compra de una nueva. Ascendiendo a un costo de 8500 USD.

**4.5.2 Diagrama de Ishikawa.** El primer paso representara el análisis previo realizado mediante el diagrama de espina de pescado clasificando en el proceso las posibles causas del problema seleccionadas. Se utilizó el modo de falla de rodamientos desgastados como ejemplo y se procedió seleccionar y a clasificar estas potenciales causas del modo de falla para este caso, se tiene lo siguiente:

**Tabla 7** *Categoría de las causas de las fallas de rodamientos desgastados*

| <b>Categoría</b>         | <b>Causas del modo falla</b>                                           |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Mano de obra u operación | Exceso de lubricación, Cambios bruscos de marcha, Falta de lubricación |
| Materiales               | Desgaste en los engranes                                               |
| Métodos                  | Carga excesiva                                                         |
| Medio ambiente           | Presencia de humedad                                                   |

*Nota.* Elaboración propia

Ya clasificadas las posibles causas de la falla utilizamos el método de 5 por que para desarrollar cada una mostraremos los resultados mediante su representación en el siguiente diagrama de espina de pescado los demás diagramas se adjuntaran en la sección anexos (Revisar Anexo H).

El método parte de cada causa del modo de falla por ejemplo se tiene como posible causa inicial para rodamientos desgastados la falta de lubricación la pregunta sería porque hay falta de lubricación, la respuesta es porque el nivel de aceite se encuentra por debajo del mínimo operativo, a partir de la respuesta se da el segundo porque, porque hay bajo nivel de aceite, porque hay presencia de fugas en retenes, válvulas y o conexiones, el tercer porque sería porque hay fugas, la respuesta es porque no se realiza inspección periódica ni recambio de aceite en intervalos definidos el cuarto por sería porque no se realiza una inspección periódica , la respuesta sería por que el sistema no cuenta con sensores de nivel no alertas de pérdida progresiva, por último el quinto porque por que no se cuenta con sensores, la respuesta final sería porque no se contempla la lubricación como un parámetro crítico para mantenimiento de la misma manera se repite el proceso para las demás causas.

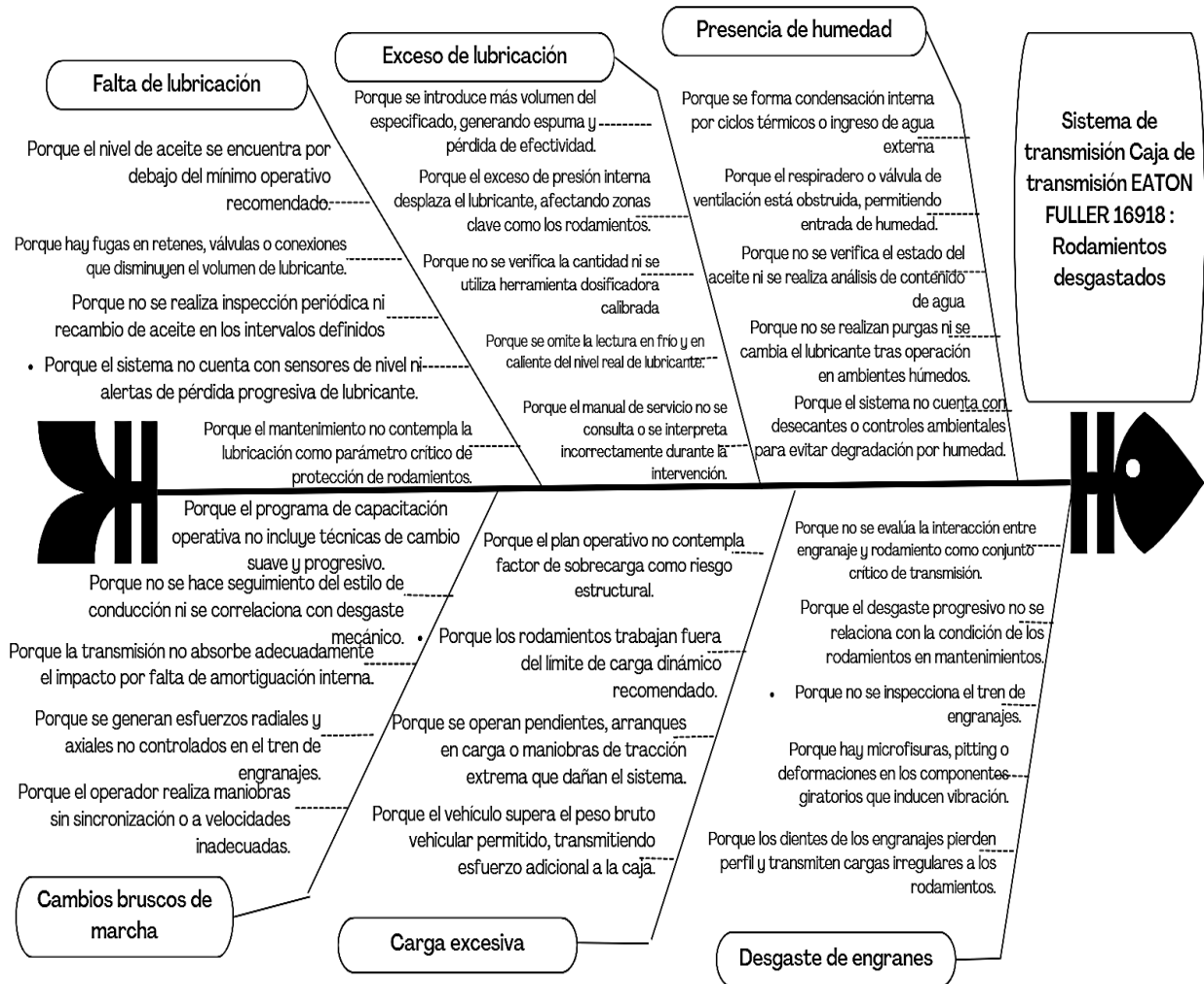
De esta manera el ejercicio se repite para las de más causas de esta forma se ahonda en la posibles causas planteadas por el equipo y será el planteamiento base de donde poder partir y relacionar el diagrama de Ishikawa con el árbol de causas.

El siguiente punto involucrara relacionar esas posibles causas con los hechos reales del informe y a partir de ello hacer un análisis retrospectivo y construir el árbol de causas.

Caso contrario si no hay relación tangible la causa se descarta y solo se continua trabajando con la que si guarden relación.

**Figura 59**

*Diagrama de Ishikawa rodamientos desgastados Caja de transmisión*



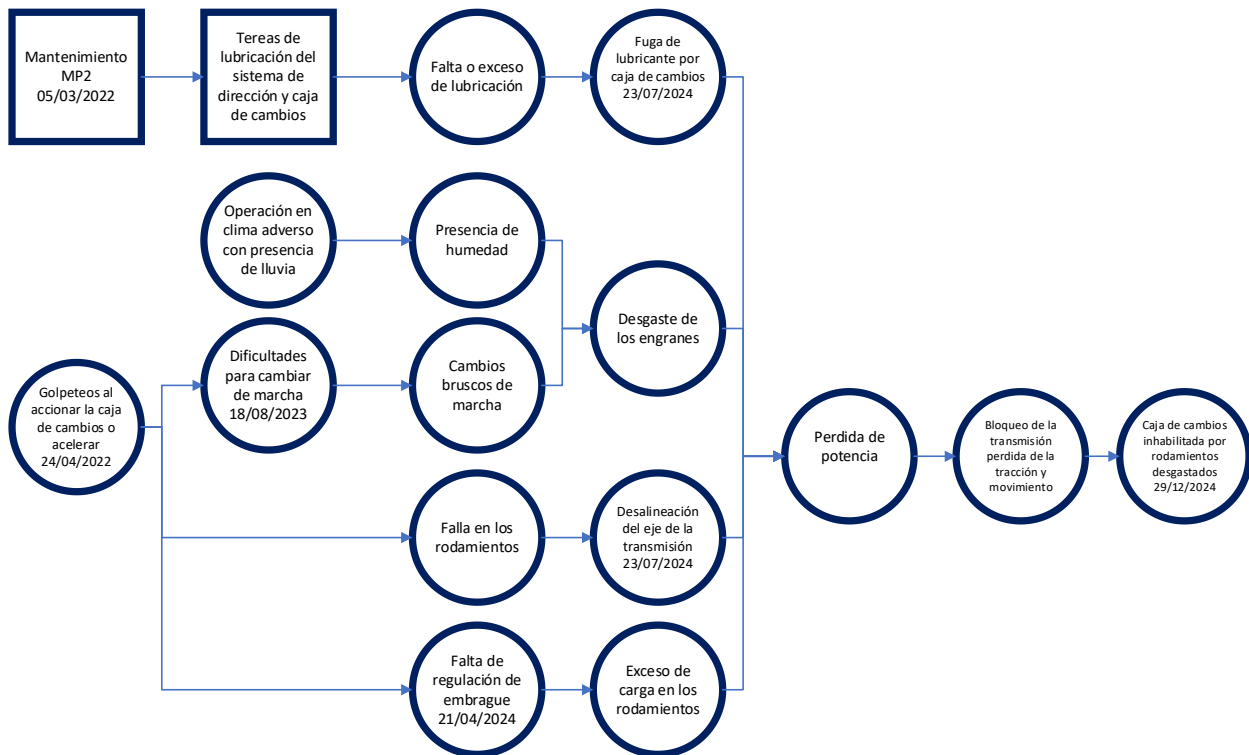
*Nota.* Elaboración propia

**4.5.3 Árbol de causas.** Terminado este análisis exploratorio, se procede a realizar el análisis retrospectivo relacionando las posibles causas de nuestro diagrama de Ishikawa y los hechos del análisis documental y los representamos utilizando el árbol de causas con el fin de organizar y buscar factores que produjeron el modo de falla.

De esta manera también se identifican las causas que guardan relación con el suceso o problema en base a los hechos.

**Figura 60**

*Árbol de causas de rodamientos desgastados*



*Nota.* Elaboración propia

El modo de falla de rodamientos desgastados en este árbol se explica principalmente por una cadena de problemas de lubricación, contaminación y cargas dinámicas irregulares, agravados por desalineación y falta de regulación del embrague. En otras palabras, el desgaste no es un evento aislado, sino el resultado de una combinación de deficiencia en mantenimiento preventivo y condiciones operativas adversas. Los factores encontrados son los siguientes:

1. Factor de mantenimiento - Condiciones de lubricación

- Fuga de lubricante por caja de cambios (23/07/2024), reduce la película protectora en los rodamientos.

- Falta o exceso de lubricación, ambos extremos generan problemas:

Falta: fricción excesiva y desgaste acelerado.

Exceso: sobrepresión, aireación y pérdida de eficiencia.

-Presencia de humedad, contaminación del lubricante, corrosión interna y fatiga superficial.

## 2. Factores operativos - Cargas mecánicas y operación

- Exceso de carga en los rodamientos, sobreesfuerzo que acelera la fatiga.

- Cambios bruscos de marcha y golpeteos al accionar la caja (24/09/2023), generan cargas dinámicas irregulares que afectan la vida útil de los rodamientos y engranes.

- Operación en clima adverso con lluvia, aumenta la probabilidad de contaminación y variaciones térmicas.

## 3. Factores estructurales - Alineación y regulación

- Desalineación de la transmisión (23/07/2024), provoca esfuerzos radiales y axiales no uniformes en los rodamientos.

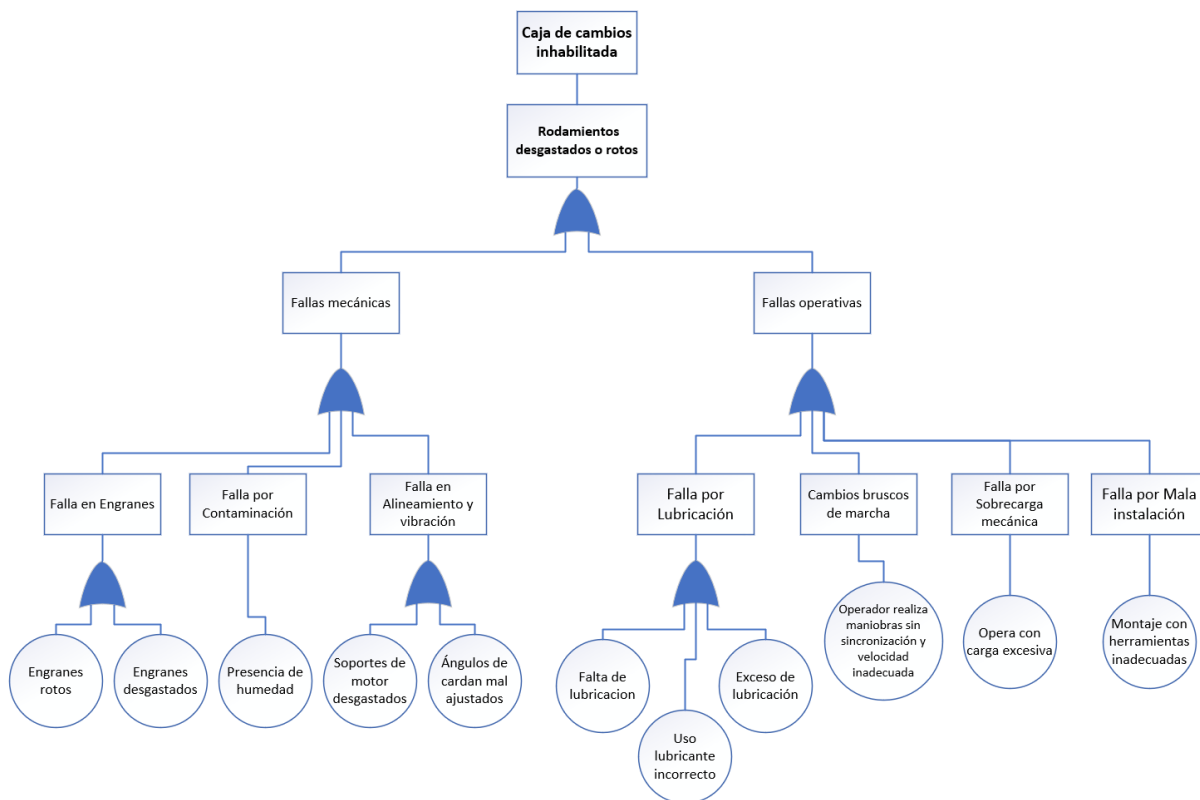
-Falta de regulación de embrague (21/04/2024), transmite cargas irregulares y vibraciones hacia la caja de cambios.

**4.5.4 Árbol de fallas.** En este punto se procede a analizar todas las causas del nuestro modo de falla a nivel de subsistema caja de cambios Eaton Fuller 16918b. Esto nos sirve para identificar, organizar y comprender las causas que pueden llevar al evento no deseado y determinar nuestra causa raíz.

En la figura 61 el evento superior es la caja de cambios inhabilitada, consecuencia directa de rodamientos dañados. El árbol divide las causas en dos grandes ramas: fallas mecánicas y fallas por factor humano, lo que permite diferenciar entre problemas de diseño/mantenimiento y errores operativos. Este modelo de caja de cambios, usado en tractocamiones de alta capacidad, depende de rodamientos robustos para soportar cargas axiales y radiales en condiciones severas. El árbol evidencia que:

**Figura 61**

*Árbol de fallas rodamientos desgastados o rotos*



*Nota.* Elaboración propia

- La confiabilidad del sistema está fuertemente ligada al control de lubricación y alineación.

- El factor humano es tan crítico como el mecánico, pues maniobras inadecuadas y sobrecargas pueden acelerar el desgaste incluso en componentes diseñados para alta resistencia.
- La instalación y el mantenimiento preventivo son determinantes para evitar que los rodamientos se conviertan en el eslabón débil.
- Engranajes rotos o desgastados generan cargas irregulares que se transmiten a los rodamientos.
- Cambios bruscos de marcha, generan impactos dinámicos que reducen la vida útil de los rodamientos.

**4.5.5 Análisis causal y determinación de la causa raíz.** Se analizaron cada una de las causas y la documentación presentada respecto al modo de falla se concluyó lo siguiente respecto a cada causa:

**Presencia de humedad:** si bien para la fecha en que se dio el evento ya había presencia de lluvias a lo largo de la ruta el tracto ya presentaba problemas anteriores relacionados con la caja sin tener el factor ambiental presente, se le cambiaba el lubricante debido a la presencia de humedad en estos meses y su válvula de ventilación estaba en buen estado no estaba obstruida.

**Cambios bruscos de marcha:** a pesar de que los conductores son capacitados trimestralmente en manejo defensivo y en la operación de los tractocamiones, no se cuenta con un programa de seguimiento de estilo de conducción ni monitoreo continuo, se pudo a ver dado que el conductor forzara la máquina al hacer una maniobra, pero es difícil de determinar que se dio esta condición por ello es descartada, por otra parte los amortiguadores estaban en buen estado y podían haber absorbido cualquier impacto.

**Carga excesiva:** esta causa se descarta ya que la carga bruta con la que circulaba el tractocamión era la adecuada y nunca se excedió el límite, si bien el terreno agreste y las pendientes de la ruta por la que circulaba pudo haber contribuido al desgaste de los rodamientos por un sobre esfuerzo el tracto camión no transita siempre por las mismas rutas y esta unidad había sido asignada recientemente a la cuenta Bambas, este no es la causa raíz.

**Lubricación:** el día 23/07/2024 que se atendió a la unidad por fuga de lubricante se purgo el sistema, se corrigió esta falla y se realizó el cambio de lubricante antes de su salida se le realizo un inspección rutinaria no presento fugas ni exceso de lubricación, se cuenta con sensores de nivel y una herramienta dosificadora calibrada para suministrar el lubricante.

**Desgaste o ruptura de los engranes:** como se observa en la figura 61 en el reporte de auxilio mecánico en la parte de antecedentes el equipo ya venía mostrando síntomas meses anteriores relacionados directamente con el modo de falla como son los golpeteos, dificultad en hacer los cambios, fugas de lubricante y desalineación en el eje. Además, el tracto ya presentaba un alto kilometraje por lo cual ya debía habersele realizado un mantenimiento a la caja sin embargo nunca hubo registro de este. Esta se determinó como causa raíz de modo de falla.

**4.5.6 Metodología RCM.** La estrategia mantenimiento basado en la confiabilidad se ha diseñado tomando como base la norma SAE J1739. Además, se han realizado ciertas modificaciones para adaptarlo a las necesidades específicas de la empresa.

La plantilla empleada recoge información sobre los componentes clave de los sistemas del equipo. En ella, los valores de los indicadores se establecen a partir de las tablas definidas por la norma. Además, la valoración también se recalcula después de aplicar las acciones implementadas

para los modos de fallo que son el resultado de nuestro análisis de causa raíz, lo que facilita la evaluación del beneficio inmediato de este análisis.

**4.5.6.1 Función principal y Modos de Falla.** Para llevar a cabo el análisis inicial se continua con el ejemplo de la caja de cambios del sistema de transmisión, en la siguiente tabla nro. 8. Lo que se pretende es hallar el número de prioridad de riesgo de este componente y con ello determinar el sistema más crítico de los tractocamiones. El primer paso es definir la función principal y falla funcional del componente, además se identificaron 5 modos de falla que afectan directamente a su funcionamiento.

**Tabla 8**

*Modos de falla de la caja de transmisión Eaton Fuller*

|                                                                                    |                             |                                                                                                                                                        |                                |                    |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------|
|  |                             | <b>CUENTA</b>                                                                                                                                          | <b>EQUIPO</b>                  | <b>SISTEMA</b>     |
|                                                                                    |                             | <b>Bambas / Minsur</b>                                                                                                                                 | <b>T800, T660, T880</b>        | <b>Transmisión</b> |
| <b>Subsistema</b>                                                                  | <b>Componentes</b>          | <b>Función Principal y Falla funcional</b>                                                                                                             | <b>Potencial modo de falla</b> |                    |
| Caja de transmisión EATON FULLER<br>16918b,16918                                   | <b>Rodamientos</b>          | Adaptar la potencia del motor a las condiciones de carga y velocidad, permitiendo un desplazamiento eficiente y controlado                             | Rodamientos gastados           |                    |
|                                                                                    | <b>Engranes</b>             |                                                                                                                                                        | Engranes rotos                 |                    |
|                                                                                    | <b>Mecanismo de cambios</b> | Pérdida de capacidad para ajustar la potencia del motor según las condiciones de carga y velocidad, provocando desplazamiento ineficiente o inestable. | Mecanismo de cambios atascado  |                    |
|                                                                                    | <b>Bomba de lubricación</b> |                                                                                                                                                        | Bomba de lubricación malograda |                    |
|                                                                                    | <b>Bujes de prensa</b>      |                                                                                                                                                        | Bujes de la prensa desgastados |                    |

*Nota.* Elaboración propia, ajuste propio en base al formato y la investigación realizada

**4.5.6.2 Efectos de las fallas.** En la siguiente tabla 9 se puede visualizar los efectos de cada modo de falla anteriormente mencionado los cuales son muy importantes para el análisis y guardan estrecha relación ya que una buena aplicación del número de prioridad de riesgo se basa en

cuantificar el riesgo de cada modo de falla si un efecto de falla no es identificado de forma correcta no se podrá realizar un buen análisis.

**Tabla 9 Efectos de falla de la caja de transmisión Eaton Fuller**

|  |                      | CUENTA                                                                                                                                                                                                                                                                                   | EQUIPO                        | SISTEMA                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                   |                      | Bambas / Minsur                                                                                                                                                                                                                                                                          | T800, T660, T880              | Transmisión                                                                   |
| Subsistema                                                                        | Componentes          | Función Principal y Falla funcional                                                                                                                                                                                                                                                      | Potencial modo de falla       | Potenciales efectos de falla                                                  |
| Caja de transmisión EATON FULLER 16918b,16918                                     | Rodamientos          | Adaptar la potencia del motor a las condiciones de carga y velocidad, permitiendo un desplazamiento eficiente y controlado<br><br>Pérdida de capacidad para ajustar la potencia del motor según las condiciones de carga y velocidad, provocando desplazamiento ineficiente o inestable. | Rodamientos desgastados       | Más esfuerzo mecánico entre los trenes de engranajes afecta la piñonera       |
|                                                                                   | Engranes             |                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Engranes rotos                | Presencia de virutas que dañan los demás engranes / La fuerza del cambio baja |
|                                                                                   | Mecanismo de cambios |                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Mecanismo de cambios atascado | La palanca de cambios no se mueve y permanece en un cambio determinado        |
|                                                                                   | Bomba de lubricación |                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Bomba de lubricación averiada | Engranes fundidos por la fricción dañando varios trenes                       |
|                                                                                   | Bujes de prensa      |                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Bujes de la prensa gastados   | No hay facilidad para ejecutar los cambios                                    |

*Nota.* Elaboración propia, ajuste propio en base al formato y la investigación realizada

**4.5.6.3 Calculo de Numero de prioridad de riesgo inicial y parámetros.** se definen las potenciales causas de los modos de falla y se le da una puntuación inicial de ocurrencia, severidad y detección en base a la frecuencia, probabilidad y gravedad de la falla, con el cual se obtiene un NPR inicial. De igual forma se procedió a recalcular este valor al final después de establecer las causas raíz y las tareas RCM con el fin de hacer una comparación entre el resultado inicial y final y ver en qué medida influyen el análisis ACR y las tareas RCM en el modo de fallo permitiéndonos ordenar los modos de fallo, dar prioridad y enfocar correctamente nuestros recursos. Se desarrollara el ejemplo más adelante.

**Tabla 10** *Calculo de RPN inicial caja de cambios*

|                                                     |                      |                                                                                                                                                     |                                |                                                                               |       | CUENTA                                                                                                                |       |                                                                     | EQUIPO                                                               |       |               |  |
|-----------------------------------------------------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-------|---------------|--|
|                                                     |                      |                                                                                                                                                                                                                                      |                                |                                                                               |       | Bambas / Minsur                                                                                                       |       |                                                                     | T800, T660, T880                                                     |       |               |  |
| Subsistema                                          | Componentes          | Función Principal y Falla funcional                                                                                                                                                                                                  | Potencial modo de falla        | Potenciales efectos de falla                                                  | S E V | Potenciales causas de falla                                                                                           | O C C | Controles preventivos                                               | Inspecciones de detección                                            | D E T | R P N inicial |  |
| Caja de transmisión<br>EATON FULLER<br>16918b,16918 | Rodamientos          | Adaptar la potencia del motor a las condiciones de carga y velocidad, permitiendo un desplazamiento eficiente y controlado<br><br>Pérdida de capacidad para ajustar la potencia del motor según las condiciones de carga y velocidad | Rodamientos gastados           | Más esfuerzo mecánico entre los trenes de engranajes afecta la piñonera       | 7     | falta de lubricación, exceso de lubricación, humedad, cambios bruscos de marcha, carga excesiva, desgaste de engranes | 3     | Buscar ruidos en la transmisión                                     | Desmontar y desarmar la transmisión / ver el desgaste de componentes | 7     | 147           |  |
|                                                     | Engranes             |                                                                                                                                                                                                                                      | Engranes rotos                 | Presencia de virutas que dañan los demás engranes / La fuerza del cambio baja | 10    | Falta de lubricación / Desgaste progresivo de componentes                                                             | 3     | Buscar ruidos en la transmisión o vibración en la palanca de cambio | Desmonta la transmisión y Desarmar los trenes de engranajes          | 7     | 210           |  |
|                                                     | Mecanismo de cambios |                                                                                                                                                                                                                                      | Mecanismo de cambios atascado  | La palanca de cambios no se mueve y permanece en un cambio determinado        | 10    | Suciedad presente en los rieles o Lubricante desgastado                                                               | 3     | Revisar el movimiento de la palanca (manejeable y suave)            | Desmontaje de la caja y sacar la palanca de cambios                  | 7     | 210           |  |
|                                                     | Bomba de lubricación |                                                                                                                                                                                                                                      | Bomba de lubricación malograda | Engranes fundidos por la fricción dañando varios trenes                       | 10    | Taponamiento por suciedad /piñón impulsor roto                                                                        | 3     | Búsqueda ruido en la piñonera                                       | Desarmar los trenes de engranajes, sacar la bomba                    | 7     | 210           |  |
|                                                     | Bujes de prensa      |                                                                                                                                                                                                                                      | Bujes de la prensa desgastados | No hay facilidad para ejecutar los cambios                                    | 7     | Desgaste progresivo, calor, cambios de marcha bruscos, fugas de lubricante, desalineación, falla del embrague         | 3     | Revisar el movimiento de la palanca (manejeable y suave)            | Desmontaje de la caja y el conjunto de prensa                        | 7     | 147           |  |

*Nota.* Elaboración propia, ajuste propio en base al formato y la investigación realizada

En la tabla 10 anterior se identificó 6 potenciales causas de falla de rodamientos desgastados, seguido de ello se añaden 2 columnas controles preventivo e inspecciones de detección donde se registran las medidas que ya viene tomando el personal de mantenimiento para prevenir estos posibles fallos. Conforme a ellos se puntúa la ocurrencia con 3, qué tan probable es que esa causa genere el modo, la detectabilidad con 7, qué tan probable es detectar esa causa antes del modo, la severidad 7, qué tan grave es el efecto si ocurre ese modo, cuyo producto de los tres nos da el valor de RPN inicial que se encuentra en la última columna. Dio como resultado puntajes muy altos por lo cual lo mitigaremos tomando e implementando acciones o tareas preventivas y

correctivas, este proceso se repite para cada modo de fallo. En este punto finaliza el análisis RCM inicial, lo que sigue es el análisis ACR.

**4.5.7 Integración de las metodologías causa raíz y confiabilidad.** En la metodología de análisis causa raíz para el modo de falla rodamientos desgastados de la caja de cambios se identificó el desgaste progresivo de los engranes como causa principal del modo de falla. A su vez la vinculación y priorización de tareas se da a partir de esta causa ya que la metodología consiste en transformar cada causa raíz en un criterio de criticidad así las tareas no se abordan por orden de aparición sino por el impacto en la seguridad, confiabilidad y costos de las fallas. Este análisis de las fallas estarán en el anexo I (Revisar anexo I). A continuación, se presentara para el ejemplo de rodamientos desgastados en la tabla nro. 11, para este caso rodamientos desgastados el costo de la falla es:

**Tabla 11** *Costo de falla rodamientos desgastados*

| Falla o modo de falla   | Costo de componente<br>Nuevo USD | Costo de equipo parado<br>USD/Dia | Costo de mano de<br>obra e insumos<br>estimado USD/Dia |
|-------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Rodamientos desgastados | 500                              | 1200                              | 200                                                    |

*Nota:* Elaboración propia

**Tabla 12** *Priorización de tareas, Costo y criticidad*

| Falla o modo de<br>falla   | Causa raíz                            | Impacto/ seguridad                                                                  | Días<br>unidad<br>parada | Costo USD<br>estimado | Tareas RCM                                                                                             | Nivel de<br>criticidad |
|----------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| Rodamientos<br>desgastados | Desgaste<br>progresivo de<br>engranes | Mas esfuerzo<br>mecánico entre los<br>trenes de engranajes,<br>riesgo de daño mayor | 1                        | 1900                  | Acción correctiva<br>reemplazo de<br>rodamientos y<br>engranes, cambio<br>preventivo cada<br>120000 Km | Alto                   |

*Nota.* Elaboración propia

Finalmente se tomaron decisiones y acciones o tareas correctivas y preventivas RCM en base al tiempo de parada, el costo estimado y el nivel de criticidad presentados en la anterior tabla 12 para poder mitigarlas y con ello minimizar a su vez el modo de fallo estas están representadas en la siguiente tabla 13 como parte de nuestra matriz de modos y efectos de falla.

**Tabla 13** Acciones preventivas y correctivas de la caja de transmisión

| <div><br/>"Querer Es Poder"</div> |                      |                                                                                                                                                                                                                                       |                                | CUENTA                                                                        |     |                                                               | EQUIPO           |                                                                     | SISTEMA                                                              |     |     |                                                  |                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-----|---------------------------------------------------------------|------------------|---------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-----|-----|--------------------------------------------------|----------------------|
|                                                                                                                    |                      |                                                                                                                                                                                                                                       |                                | Bambas / Minsur                                                               |     |                                                               | T800, T660, T880 |                                                                     | Transmisión                                                          |     |     |                                                  |                      |
| Subsistema                                                                                                         | Componentes          | Función Principal y Falla funcional                                                                                                                                                                                                   | Potencial modo de falla        | Potenciales efectos de falla                                                  | SEV | Causas de falla                                               | OC               | Controles preventivos                                               | Inspecciones de detección                                            | DET | RPN | Acciones correctivas                             | Acciones Preventivas |
| Caja de transmisión EATON FULLER 16918b,16918                                                                      | Rodamientos          | Adaptar la potencia del motor a las condiciones de carga y velocidad, permitiendo un desplazamiento eficiente y controlado<br><br>Pérdida de capacidad para ajustar la potencia del motor según las condiciones de carga y velocidad. | Rodamientos gastados           | Más esfuerzo mecánico entre los trenes de engranajes afecta la piñonera       | 7   | Desgaste progresivo de los engranes                           | 3                | Buscar ruidos en la transmisión                                     | Desmontar y desarmar la transmisión / ver el desgaste de componentes | 7   | 147 | Remplazo de rodamientos y engranes               | cada 120000 Km       |
|                                                                                                                    | Engranes             |                                                                                                                                                                                                                                       | Engranes rotos                 | Presencia de virutas que dañan los demás engranes / La fuerza del cambio baja | 10  | Falta de lubricación / Desgaste progresivo de los componentes | 3                | Buscar ruidos en la transmisión o vibración en la palanca de cambio | Desmonta la transmisión y Desarmar los trenes de engranajes          | 7   | 210 | Remplazo de juego de engranes y rodamientos      | cada 120000 Km       |
|                                                                                                                    | Mecanismo de cambios |                                                                                                                                                                                                                                       | Mecanismo de cambios atascado  | La palanca de cambios no se mueve y permanece en un cambio determinado        | 10  | Suciedad presente en los rieles o Lubricante desgastado       | 3                | Revisar el movimiento de la palanca (manejeable y suave)            | Desmontaje de la caja y sacar la palanca de cambios                  | 7   | 210 | Limpieza de rieles y cambio de bujes             | cada 120000 Km       |
|                                                                                                                    | Bomba de lubricación |                                                                                                                                                                                                                                       | Bomba de lubricación malograda | Engranes fundidos por la fricción dañando varios trenes                       | 10  | Taponamiento por suciedad /piñón impulsor roto                | 3                | Búsqueda ruido en la piñonera                                       | Desmonta la caja y Desarmar los trenes de engranajes, sacar la bomba | 7   | 210 | Remplazo de la bomba y trenes de engrane dañados | cada 120000 Km       |
|                                                                                                                    | Bujes de prensa      |                                                                                                                                                                                                                                       | Bujes de la prensa desgastados | No hay facilidad para ejecutar los cambios                                    | 7   | Desgaste progresivo de los bujes                              | 3                | Revisar el movimiento de la palanca (manejeable y suave)            | Desmontaje de la caja y el conjunto de prensa                        | 7   | 147 | Remplazo de bujes                                | cada 120000 Km       |

*Nota.* Elaboración propia, ajuste propio en base al formato y la investigación realizada

Con la toma de decisiones finaliza el análisis ACR lo siguiente es calcular el NPR final y evaluarlo para identificar si las acciones tomadas inciden positivamente en mitigar las causas este punto se explicara en el siguiente párrafo de la estrategia RCM.

Con las acciones o tareas correctivas y preventivas RCM se procura en reducir la ocurrencia, o mejorar la detectabilidad. Por otra parte la severidad, rara vez se reduce ya que está ligada al efecto final y el NPR final es el producto de los 3. posteriormente se vuelve a puntuar estas causas, pero ya tomando en cuenta estas tareas preventivas y correctivas RCM para cada caso el cual nos da un NPR final, con el procedemos a evaluar el NPR final y el inicial y verificar que haya disminuido lo cual nos indica que se está controlando la causa de la falla y se está mejorando la confiabilidad del sistema. Esto se ve representado en la siguiente tabla 13.

**Tabla 14** Matriz modos y efectos de falla final Sistema de transmisión P1

| <br>"Querer Es Poder" |                      |                                                                                                    |                                |                                                                               | CUENTA                                     |                                                         | EQUIPO              |                                                                     | SISTEMA                                                              |                                               | HOJA        |                                                   |                      |                 |    |     |           |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------|---------------------------------------------------|----------------------|-----------------|----|-----|-----------|------------|
|                                                                                                        |                      |                                                                                                    |                                |                                                                               | Bombas / Minsur                            |                                                         | T660/T800/T880      |                                                                     | Transmisión                                                          |                                               | 1 de 5      |                                                   |                      |                 |    |     |           |            |
| Subsistema                                                                                             | Componente           | Función Principal y Falla funcional                                                                | Potencial modo de falla        | Potenciales efectos de falla                                                  | SEV                                        | Causa(s) de falla                                       | OC                  | Controles preventivos                                               | Inspecciones de detección                                            | DET                                           | NPR inicial | Resultados Causa Raiz                             |                      |                 |    |     |           |            |
|                                                                                                        |                      |                                                                                                    |                                |                                                                               |                                            |                                                         |                     |                                                                     |                                                                      |                                               |             | Acciones correctivas                              | Acciones preventivas | SEV             | OC | DET | NPR final | Criticidad |
| Caja de transmisión EATON FULLER 16918/16918b                                                          | Rodamientos          |                                                                                                    | Rodamientos gastados           | Más esfuerzo mecánico entre los trenes de engranajes afecta la piñonera       | 7                                          | Desgaste progresivo                                     | 3                   | Buscar ruidos en la transmisión                                     | Desmontar y desarmar la transmisión / ver el desgaste de componentes | 7                                             | 147         | Reemplazo de rodamientos y engranes               | cada 120.000 Km      | 7               | 3  | 1   | 21        | ALTO       |
|                                                                                                        | Engranes             | Adaptar la potencia del motor a las condiciones de carga y velocidad,                              | Engranes rotos                 | Presencia de virutas que dañan los demás engranes / La fuerza del cambio baja | 10                                         | Falta de lubricación / Desgaste progresivo              | 3                   | Buscar ruidos en la transmisión o vibración en la palanca de cambio | Desmonta la transmisión y Desarmar los trenes de engranajes          | 7                                             | 210         | Reemplazo de juego de engranes y rodamientos      | cada 120.000 Km      | 10              | 3  | 1   | 30        | MUY ALTO   |
|                                                                                                        | Mecanismo de cambios | permitiendo un desplazamiento eficiente y controlado                                               | Mecanismo de cambios atascado  | La palanca de cambios no se mueve y permanece en un cambio determinado        | 10                                         | Suciedad presente en los rieles o Lubricante desgastado | 3                   | Revisar el movimiento de la palanca (manejeable y suave)            | Desmontaje de la caja y sacar la palanca de cambios                  | 7                                             | 210         | Limpieza de rieles y cambio de bujes              | cada 120.000 Km      | 10              | 3  | 1   | 30        | MUY ALTO   |
|                                                                                                        | Bomba de lubricación | Pérdida de capacidad para ajustar la potencia del motor según las condiciones de carga y velocidad | Bomba de lubricación malograda | Engranes fundidos por la fricción dañando varios trenes                       | 10                                         | Taponamiento por suciedad /piñón impulsor roto          | 3                   | Búsqueda ruido en la piñonera                                       | Desmonta la caja y Desarmar los trenes de engranajes, sacar la bomba | 7                                             | 210         | Reemplazo de la bomba y trenes de engrane dañados | cada 120.000 Km      | 10              | 3  | 1   | 30        | MUY ALTO   |
|                                                                                                        | Bujes de la prensa   |                                                                                                    |                                | Bujes de la prensa desgastados                                                | No hay facilidad para ejecutar los cambios | 7                                                       | Desgaste progresivo | 3                                                                   | Revisar el movimiento de la palanca (manejeable y suave)             | Desmontaje de la caja y el conjunto de prensa | 7           | 147                                               | Reemplazo de bujes   | cada 120.000 Km | 10 | 3   | 1         | 30         |

*Nota.* Elaboración propia, ajuste propio en base al formato y la investigación realizada

Como resultado de la tabla 14 podemos observar que se mejoró el parámetro de la detección implementando acciones preventivas representado por una frecuencia de inspección y reemplazo en el plan de mantenimiento de los distintos componentes el cual coincide y se realiza en el mantenimiento denominado MP3 de motor caja y coronas que se verá más adelante. Como vemos el método NPR mediante su puntuación nos ayudó a identificar el componente y sistema más crítico, esto nos ayudó a enfocar la atención a los modos de falla de los sistemas más relevantes y frecuentes y mostrarnos de esa manera cuando y donde debemos intervenir el tractocamión para evitar paradas no planificadas y mejorar la confiabilidad. Las demás matrices RCM se mostraran en la parte de anexos (revisar anexo J).

**4.5.8 Sistema más crítico.** Tras este análisis se determinó que para los 3 modelos el sistema más crítico es el Sistema de transmisión, debido a lo siguiente:

**1. Impacto directo en la movilidad y operación, la transmisión es el vínculo funcional entre el motor y las ruedas, permitiendo el desplazamiento del vehículo bajo diferentes cargas y condiciones.**

- Una falla en este sistema inmoviliza completamente el tractocamión, generando paradas no programadas y pérdidas operativas significativas.

**2. Alta severidad en caso de falla, fallas como rotura de engranajes, pérdida de presión hidráulica o deslizamiento de embrague pueden provocar:**

- Pérdida de control del vehículo pudiendo ocasionar accidentes con víctimas fatales.
- Daños colaterales en motor, diferencial o ejes.
- Riesgos para el operador y terceros si ocurre en carretera o maniobras de carga.

### **3. Frecuencia de ocurrencia por condiciones reales, está expuesto a:**

- Sobrecargas por malas prácticas de conducción.
- Desgaste acelerado por operación en pendientes, tráfico urbano o rutas de montaña.
- Contaminación por polvo, humedad o falta de mantenimiento preventivo.

### **4. Baja detectabilidad de fallas incipientes**

- Muchas fallas comienzan con síntomas sutiles como vibraciones, ruidos, pérdida de potencia que pueden pasar desapercibidos sin diagnóstico especializado.
- La detección temprana requiere herramientas específicas como escáner, análisis de aceite, inspección visual profunda, lo que reduce la capacidad de detección operativa.

### **5. Costos elevados de reparación y tiempo de inactividad**

- Desmontaje completo del sistema.
- Repuestos costosos, de alta precisión y no se cuenta el componente en stand by.
- Tiempos prolongados de reparación, afectando la disponibilidad del vehículo.

### **6. Interdependencia con otros sistemas, una falla en transmisión puede generar efectos en cadena:**

- Sobrecarga del motor.
- Daño en el sistema de frenos por frenado excesivo.
- Alteración en el sistema eléctrico por sensores y actuadores asociados.

Por otra parte, el subsistema más crítico es el conjunto de diferenciales (engranes, piñonera, rodamiento prensa de embrague y la corona) debido a:

- Es el corazón del sistema de frenos en tractocamiones pesados.
- Fallas en válvulas moduladoras o cámaras pueden provocar pérdida total de frenado.
- El compresor es vital para mantener presión en el sistema; su falla detiene el vehículo.
- Las líneas y conexiones están expuestas a vibraciones, humedad y contaminantes.

La tabla 14 resumen se muestra a continuación:

**Tabla 15** *Resumen del puntaje NPR del sistema más crítico*

| Sistema            | NPR  |
|--------------------|------|
| Transmisión        | 5128 |
| Eléctrico          | 700  |
| Unidad de potencia | 525  |
| Frenos             | 330  |

*Nota.* Elaboración propia

## **CAPÍTULO V**

## **5. PLAN DE MANTENIMIENTO, INDICADORES Y ANÁLISIS DE ACEITE**

### ***5.1 Implementación del Plan de mantenimiento preventivo***

El plan se adaptó a las particularidades de cada modelo de tractocamión, permitiendo una gestión diferenciada de cada equipo específico.

Entre los elementos fundamentales del plan se incluyen:

1. Plan de mantenimiento programado, que defina las actividades preventivas y correctivas.
2. Procedimientos de planificación y calendarización de intervenciones, alineados con la criticidad de los activos.
3. Sistema de control de gestión, orientado al seguimiento de indicadores clave de desempeño (Kpi's).
4. Análisis de fallas metodología ACR y RCM, herramienta esencial para impulsar la mejora continua y fomentar la innovación operativa.

En el presente proyecto se utilizó el sistema Allison para tener los registros de las fallas (Revisar anexo G) de los equipos y así mismo generar sus órdenes de trabajo y se usó Excel en para llevar el control de indicadores Kpi's.

El planner será responsable de activar el programa, asegurando y coordinando que todas las personas involucradas en las actividades trabajen alineadas con los objetivos definidos tanto los específicos como el general establecido en la fase de planeación y estructurados dentro de la organización. Por otra parte, también se implementó 1 formato de inspección rutinaria para los

tractocamiones esto con el fin de controlar el estado periódicamente los componentes de los sistemas principales tales como transmisión, suspensión, frenos, dirección y eléctrico además de niveles de fluidos. Estos se muestran en los anexos (Revisar anexo K).

El registro y control del plan de mantenimiento se encuentra en los anexos, (Revisar Anexo L). Se realizó los siguientes cambios o ajustes en los intervalos del kilometraje de mantenimiento de los tractocamiones respecto a las recomendaciones del fabricante.

**Tabla 16** *Cambios en los intervalos de kilometraje por tipo de servicio*

| Tipo De Mantenimiento | Kilometraje<br>Recomendado Por El<br>Fabricante | Kilometraje Cambiado<br>Ajustado | Observaciones                             |
|-----------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------|
| MP1                   | 24000                                           | 30000                            | Cambio De Aceite De Motor                 |
| MP2                   | 48000                                           | 60000                            | Cambio De Aceite De Motor Y Caja          |
| MP3                   | 192000                                          | 120000                           | Cambio De Aceite De Motor, Caja Y Coronas |

*Nota:* Elaboración propia

En el Anexo M se detalla las rutinas o actividades de cada tipo de servicio o mantenimiento (Ver Anexo M).

La tabla 16 presenta los cambios en los intervalos de mantenimiento definidos por el kilometraje recomendado por el fabricante y el kilometraje ajustado de cambio real para distintos tipos de mantenimiento preventivo MP1 a MP3, evidenciando que la estrategia de ajuste está basada en condiciones operativas reales.

La anticipación en MP3 muestra una gestión proactiva del riesgo mecánico, priorizando la confiabilidad sobre la economía de ciclo largo. Los ajustes están respaldados por análisis de causa

raíz, historial de fallas y criticidad de componentes, idealmente integrados en una matriz AMEF de mantenimiento.

## ***5.2 Beneficios del plan de mantenimiento***

### **Confiabilidad superior de los activos**

El enfoque RCM garantiza que las labores de mantenimiento se orienten a conservar los equipos en condiciones seguras y operativas, disminuyendo las paradas no programadas y elevando la disponibilidad.

### **Eliminación de fallas repetitivas**

El ACR facilita la detección y corrección de las causas raíz de los problemas, evitando su recurrencia y fortaleciendo la estabilidad de los sistemas industriales.

### **Uso eficiente de los recursos**

Mediante RCM se jerarquizan las actividades de mantenimiento según su nivel de criticidad, lo que permite evitar gastos innecesarios y dirigir esfuerzos hacia lo que realmente impacta la operación.

### **Mayor vida útil de los equipos**

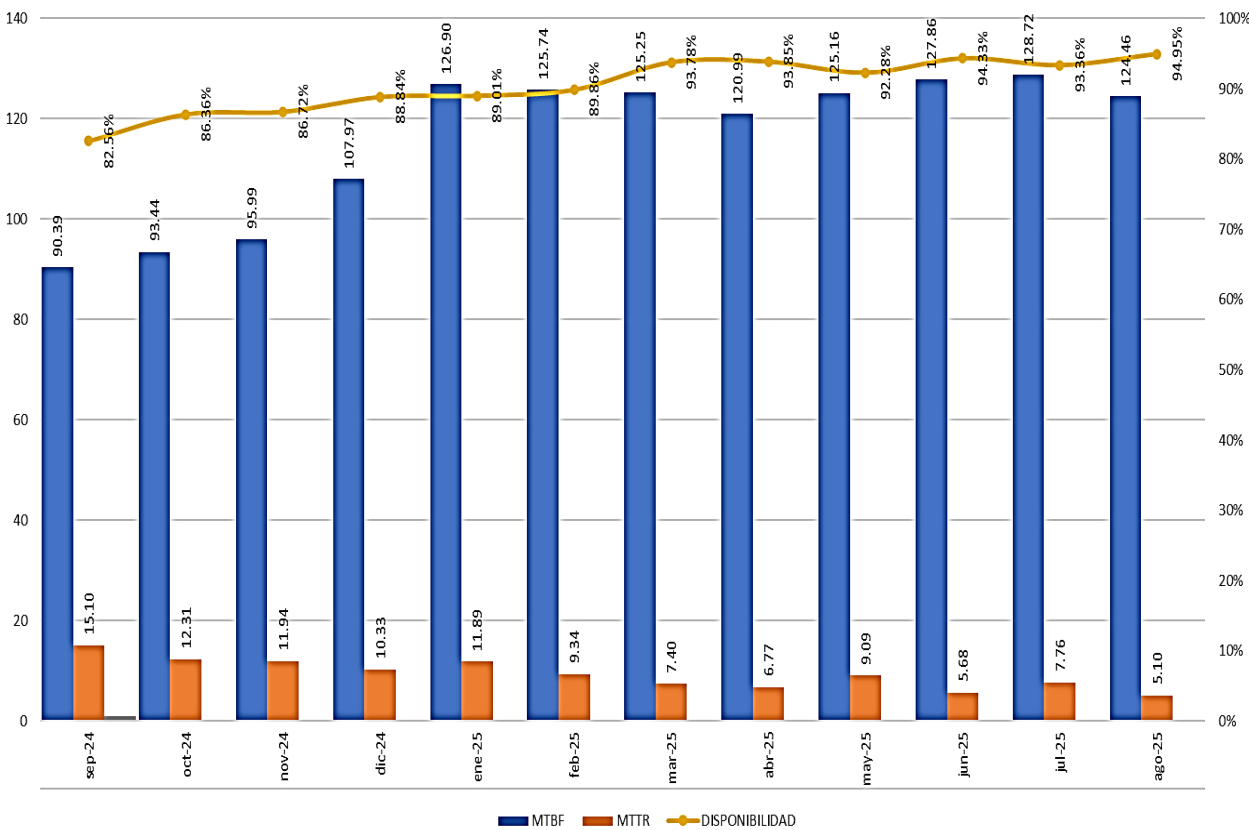
Un plan bien estructurado bajo RCM extiende el ciclo de vida de los activos al aplicar mantenimientos precisos en el momento oportuno.

### **Aprendizaje organizacional y mejora continua**

El ACR impulsa la documentación y el análisis sistemático de fallas, generando conocimiento que se traduce en mejores prácticas y en la capacitación del personal.

5.3 Indicadores Técnicos Septiembre 2024 a Agosto 2025

Figura 62 MTTR MTBF y disponibilidad sep. 2024 a ago. 2025



Nota: Elaboración propia

Tabla 17

Indicadores técnicos de los 6 primeros meses y los 6 últimos meses de estudio

| Indicador      | Promedio de los 6<br>Primeros Meses | Promedio de los 6<br>Últimos Meses | Variación<br>porcentual |
|----------------|-------------------------------------|------------------------------------|-------------------------|
| Disponibilidad | 87.22%                              | 92.96%                             | +6.58%                  |
| MTBF           | 106 .74 horas                       | 125.64 horas                       | +17.70%                 |
| MTTR           | 11.81 horas                         | 6.97 horas                         | -40.98%                 |

Nota. Elaboración propia

De la tabla 17 el análisis comparativo de los indicadores de desempeño entre los primeros seis meses y los últimos seis meses, se observa una tendencia positiva en la gestión de mantenimiento.

Se puede observar una mayor disponibilidad, Esto refleja una mayor proporción de tiempo operativo respecto al total, lo cual indica que las acciones de mantenimiento y gestión han sido efectivas para reducir paradas no programadas., lo cual se debe tanto a menos fallas (MTBF) como a reparaciones más ágiles (MTTR).

El aumento del MTBF indica que las fallas son más distantes, lo que refleja que las mejoras en la implementación de estrategias de mantenimiento, análisis de lubricación, programación del mantenimiento e inspecciones fueron efectivas.

La fuerte reducción del MTTR es especialmente destacable e implica que los equipos de mantenimiento están reparando más rápido, por la mejor capacitación, herramientas, documentación, gestión y acceso a repuestos y la contratación de más personal técnico.

La combinación de mayor disponibilidad, incremento del MTBF y reducción del MTTR evidencia un avance integral en la gestión de mantenimiento.

Se está logrando un sistema más confiable y eficiente, con menos fallas y tiempos de recuperación más cortos. Esto no solo mejora la productividad, sino que también optimiza costos asociados a paradas y reparaciones.

#### ***5.4 Análisis de aceites mantenimiento basado en la condición***

A continuación, se presentarán casos de análisis de aceite para explicar su implicancia y como afectaron a la toma de decisiones, la gestión y programación del plan de mantenimiento.

**Figura 63**

*Reporte de análisis de aceite V2D -740 Motor*

| VISTO LUBE                                                                                                                                             |  | Reporte de análisis     |  |  |  | Alerta  |  |  |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------|--|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|
| <b>Código Muestra #39435</b><br>TRANSPORTES HAGEMSA S.A.C.<br>Código: 20371332210<br>Operación: Taller Principal AQP<br>País: PERU<br>Ciudad: Arequipa |  | Estado                  |  |  |  |                                                                                            |  |  |  |
| <b>Maquina</b><br>V2D-740<br>Código: V2D-740<br>Marca: Kenworth<br>Tipo: Tracto Camion<br>T-660                                                        |  | ID de la muestra        |  |  |  |                                                                                            |  |  |  |
| <b>Componente</b><br>Motor<br>Código: V2D-740 M<br>Marca: No indica<br>Tipo: Motor                                                                     |  | Lubricante              |  |  |  |                                                                                            |  |  |  |
| <b>Lubricante</b><br>VOLTEK C300 SAE 15W40 CK-4<br>Grato: SAE 15W40<br>Marca: Vistony                                                                  |  | Muestreo                |  |  |  |                                                                                            |  |  |  |
|                                                                                                                                                        |  | Recepción               |  |  |  |                                                                                            |  |  |  |
|                                                                                                                                                        |  | Publicación             |  |  |  |                                                                                            |  |  |  |
|                                                                                                                                                        |  | Uso Maquina             |  |  |  |                                                                                            |  |  |  |
|                                                                                                                                                        |  | Uso Lubricante          |  |  |  |                                                                                            |  |  |  |
|                                                                                                                                                        |  | Vol. Relleno            |  |  |  |                                                                                            |  |  |  |
|                                                                                                                                                        |  | Cambio Lubricante       |  |  |  |                                                                                            |  |  |  |
|                                                                                                                                                        |  | Cambio Filtro           |  |  |  |                                                                                            |  |  |  |
|                                                                                                                                                        |  | ¿Es Aceite Nuevo?       |  |  |  |                                                                                            |  |  |  |
|                                                                                                                                                        |  | Viscosidad a 100°C, cSt |  |  |  |                                                                                            |  |  |  |
|                                                                                                                                                        |  | Número Básico, mg KOH/g |  |  |  |                                                                                            |  |  |  |
|                                                                                                                                                        |  | Oxidación, Abs/0.1mm    |  |  |  |                                                                                            |  |  |  |
|                                                                                                                                                        |  | Nitración, Abs/0.1mm    |  |  |  |                                                                                            |  |  |  |
|                                                                                                                                                        |  | Dispersancia            |  |  |  |                                                                                            |  |  |  |
|                                                                                                                                                        |  | Sulfatación, Abs/0.1mm  |  |  |  |                                                                                            |  |  |  |
|                                                                                                                                                        |  | Glicol, %               |  |  |  |                                                                                            |  |  |  |
|                                                                                                                                                        |  | Agua, %                 |  |  |  |                                                                                            |  |  |  |
|                                                                                                                                                        |  | Hollin Abs/0.1mm        |  |  |  |                                                                                            |  |  |  |
|                                                                                                                                                        |  | Hollin (%/W)            |  |  |  |                                                                                            |  |  |  |
|                                                                                                                                                        |  | Combustible % (*)       |  |  |  |                                                                                            |  |  |  |
|                                                                                                                                                        |  | Sodio, ppm              |  |  |  |                                                                                            |  |  |  |
|                                                                                                                                                        |  | Potasio, ppm            |  |  |  |                                                                                            |  |  |  |
|                                                                                                                                                        |  | Silicio, ppm            |  |  |  |                                                                                            |  |  |  |
|                                                                                                                                                        |  | Hierro, ppm             |  |  |  |                                                                                            |  |  |  |
|                                                                                                                                                        |  | Cobre, ppm              |  |  |  |                                                                                            |  |  |  |
|                                                                                                                                                        |  | Aluminio, ppm           |  |  |  |                                                                                            |  |  |  |
|                                                                                                                                                        |  | Plomo, ppm              |  |  |  |                                                                                            |  |  |  |
|                                                                                                                                                        |  | Cromo, ppm              |  |  |  |                                                                                            |  |  |  |
|                                                                                                                                                        |  | Estañio, ppm            |  |  |  |                                                                                            |  |  |  |
|                                                                                                                                                        |  | Niquel, ppm             |  |  |  |                                                                                            |  |  |  |
|                                                                                                                                                        |  | Manganeso, ppm          |  |  |  |                                                                                            |  |  |  |
|                                                                                                                                                        |  | Plata, ppm              |  |  |  |                                                                                            |  |  |  |
|                                                                                                                                                        |  | Cadmio, ppm             |  |  |  |                                                                                            |  |  |  |
|                                                                                                                                                        |  | Titanio, ppm            |  |  |  |                                                                                            |  |  |  |
|                                                                                                                                                        |  | Vanadio, ppm            |  |  |  |                                                                                            |  |  |  |
|                                                                                                                                                        |  | Bario, ppm              |  |  |  |                                                                                            |  |  |  |
|                                                                                                                                                        |  | Boro, ppm               |  |  |  |                                                                                            |  |  |  |
|                                                                                                                                                        |  | Calcio, ppm             |  |  |  |                                                                                            |  |  |  |
|                                                                                                                                                        |  | Molibdeno, ppm          |  |  |  |                                                                                            |  |  |  |
|                                                                                                                                                        |  | Zinc, ppm               |  |  |  |                                                                                            |  |  |  |
|                                                                                                                                                        |  | Fosforo, ppm            |  |  |  |                                                                                            |  |  |  |
|                                                                                                                                                        |  | Magnesio, ppm           |  |  |  |                                                                                            |  |  |  |
|                                                                                                                                                        |  | Partículas Ferrosas     |  |  |  |                                                                                            |  |  |  |
|                                                                                                                                                        |  | PQ                      |  |  |  |                                                                                            |  |  |  |

(\*) El ensayo de **Combustible %** ha sido realizado por un método quimiométrico.

*Nota.* Tomado de <https://app.vistolube.com/my/machines/index/16>, 2024

En la figura 63 se observa el reporte final de la muestra de aceite del motor de la unidad V2D-740 en ella se presenta la condición de presencia de plomo en el aceite, la muestra data del 06/01/2025.

**Las posibles causas de presencia de plomo en el aceite son:**

- Desgaste de cojinetes de aleación blanda babita. Muchos cojinetes de motor están fabricados con aleaciones que contienen plomo. Su presencia en el aceite suele indicar desgaste por fricción, fatiga o contaminación.

- Contaminación por combustible o refrigerante. Si hay dilución del aceite por combustible o ingreso de refrigerante, se puede acelerar el desgaste de componentes blandos, liberando plomo.
- Lubricación inadecuada o pérdida de viscosidad. Un aceite degradado o mal seleccionado puede perder su capacidad de proteger superficies blandas, generando desgaste prematuro.
- Sobrecarga o condiciones operativas severas. Arranques en frío, cargas excesivas o temperaturas fuera de rango pueden provocar micro desprendimientos en cojinetes.

#### **Interpretación de los resultados:**

- Si el plomo aparece junto con cobre y estaño, es muy probable que el desgaste provenga de cojinetes tipo babbitt.
- Un aumento progresivo en los niveles de plomo puede anticipar una falla catastrófica si no se interviene.
- Si el plomo aparece de forma aislada y estable, podría ser residual o provenir de aditivos antiguos.

#### **Recomendaciones:**

- Cruzar con otros indicadores: como viscosidad, presencia de agua, TBN, y metales de desgaste.
- Comparar con histórico del equipo: ¿es un patrón nuevo o recurrente?
- Inspección física: inspección de cojinetes.

- Validar condiciones de operación: ¿hubo sobrecarga, cambios de aceite fuera de programa, o uso de lubricante no especificado?

### Toma de decisiones y acciones correctivas:

- Se programó una inspección general de la unidad para el día 10 de enero cuando suba sin carga desde Tisur a Arequipa.
- Se programo la actividad inspección y reemplazo de cojinetes deslizantes.
- Se tomo nueva muestra sin cambiar el aceite y se continuo el monitoreo.

**Figura 64**

*Reporte de análisis de aceite V2D -740 Transmisión*

| VISTO LUBE<br>VISTONY 2.0                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Reporte de análisis |  |  |  | Alerta  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|--|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Código Muestra #31865</b><br><b>TRANSPORTES HAGEMSA S.A.C.</b><br>Código: 20371332210<br>Operación: Taller Principal AQP<br>País: PERU<br>Ciudad: Arequipa | <b>Datos de la muestra</b><br>Estado<br>ID de la muestra<br>Lubricante<br>Muestreo<br>Recepción<br>Publicación<br>Uso Maquina<br>Uso Lubricante<br>Vol. Relleno<br>Cambio Lubricante<br>Cambio Filtro<br>¿Es Aceite Nuevo?<br>Viscosidad a 100°C, cSt<br>Apariencia visual<br>Oxidación, Abs/0.1mm |                     |  |  |  | Alerta                                                                                     |
|                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     |  |  |  | 31865                                                                                      |
|                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     |  |  |  | MOBILUBE HD 85W140                                                                         |
|                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     |  |  |  | 26/08/2024                                                                                 |
|                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     |  |  |  | 03/09/2024                                                                                 |
|                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     |  |  |  | 04/09/2024                                                                                 |
|                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     |  |  |  | 824,197 KM                                                                                 |
|                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     |  |  |  | 56,319 KM                                                                                  |
|                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     |  |  |  | 8.00                                                                                       |
|                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     |  |  |  | SI                                                                                         |
| <b>Maquina</b><br>V2D-740<br>Código: V2D-740<br>Marca: Kenworth<br>Tipo: Tracto Camion<br>T-660 ;                                                             | <b>Condición del lubricante</b><br>Viscosidad a 100°C, cSt<br>Apariencia visual<br>Oxidación, Abs/0.1mm                                                                                                                                                                                            |                     |  |  |  | NO                                                                                         |
|                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     |  |  |  | 24.65                                                                                      |
|                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     |  |  |  | opaco/pardo                                                                                |
|                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     |  |  |  | 0.02004                                                                                    |
|                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     |  |  |  | 0.0247                                                                                     |
| <b>Componente</b><br>Transmision<br>Código: V2D-740 T<br>Marca: No indica<br>Tipo: Transmision                                                                | <b>Contaminantes del lubricante</b><br>Agua, %<br>Sodio, ppm<br>Potasio, ppm<br>Silicio, ppm                                                                                                                                                                                                       |                     |  |  |  | 6                                                                                          |
|                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     |  |  |  | 4                                                                                          |
|                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     |  |  |  | 48                                                                                         |
|                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     |  |  |  | 79                                                                                         |
|                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     |  |  |  | 2                                                                                          |
|                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     |  |  |  | 10                                                                                         |
|                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     |  |  |  | 0                                                                                          |
|                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     |  |  |  | 0                                                                                          |
|                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     |  |  |  | 0                                                                                          |
|                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     |  |  |  | 0                                                                                          |
| <b>Lubricante</b><br>MOBILUBE HD 85W140<br>Grato: 85W140<br>Marca: Mobil                                                                                      | <b>Metales de desgaste</b><br>Hierro, ppm<br>Cobre, ppm<br>Aluminio, ppm<br>Plomo, ppm<br>Cromo, ppm<br>Estaño, ppm<br>Niquel, ppm<br>Manganeso, ppm<br>Plata, ppm<br>Cadmio, ppm<br>Titanio, ppm<br>Vanadio, ppm<br>Bario, ppm<br>Boro, ppm                                                       |                     |  |  |  | 2                                                                                          |
|                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     |  |  |  | 0                                                                                          |
|                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     |  |  |  | 0                                                                                          |
|                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     |  |  |  | 0                                                                                          |
|                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     |  |  |  | 0                                                                                          |
|                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     |  |  |  | 0                                                                                          |
|                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     |  |  |  | 0                                                                                          |
|                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     |  |  |  | 0                                                                                          |
|                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     |  |  |  | 0                                                                                          |
|                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     |  |  |  | 0                                                                                          |
|                                                                                                                                                               | <b>Metales de composición (Referenciales)</b><br>Calcio, ppm<br>Molibdeno, ppm<br>Zinc, ppm<br>Fosforo, ppm<br>Magnesio, ppm                                                                                                                                                                       |                     |  |  |  | 19                                                                                         |
|                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     |  |  |  | 0                                                                                          |
|                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     |  |  |  | 18                                                                                         |
|                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     |  |  |  | 500                                                                                        |
|                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     |  |  |  | 12                                                                                         |
|                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     |  |  |  | 11                                                                                         |
|                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     |  |  |  |                                                                                            |
|                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     |  |  |  |                                                                                            |
|                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     |  |  |  |                                                                                            |
|                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     |  |  |  |                                                                                            |
|                                                                                                                                                               | <b>Partículas Ferrosas</b><br>PQ                                                                                                                                                                                                                                                                   |                     |  |  |  |                                                                                            |
|                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     |  |  |  |                                                                                            |
|                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     |  |  |  |                                                                                            |
|                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     |  |  |  |                                                                                            |
|                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     |  |  |  |                                                                                            |
|                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     |  |  |  |                                                                                            |
|                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     |  |  |  |                                                                                            |
|                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     |  |  |  |                                                                                            |
|                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     |  |  |  |                                                                                            |
|                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     |  |  |  |                                                                                            |

*Nota.* Tomado de <https://app.vistolube.com/my/machines/index/16>, 2024

**Figura 65**

*Reporte de análisis de aceite V2D -740 Dirección*

| VISTO LUBE                                                                                                                                             |                         | Reporte de análisis |  |  |  | Alerta  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------|--|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Código Muestra #39200</b><br>TRANSPORTES HAGEMSA S.A.C.<br>Código: 20371332210<br>Operación: Taller Principal AQP<br>País: PERU<br>Ciudad: Arequipa |                         |                     |  |  |  | Alerta                                                                                     |
| <b>Maquina</b><br>V2D-740<br>Código: V2D-740<br>Marca: Kenworth<br>Tipo: Tracto Camion<br>T-660                                                        |                         |                     |  |  |  | 39200                                                                                      |
| <b>Componente</b><br>Dirección<br>Código: V2D-740 Dir<br>Marca: No indica<br>Tipo: Dirección                                                           |                         |                     |  |  |  | ATF BRIKSON MD III                                                                         |
| <b>Lubricante</b><br>ATF BRIKSON MD III<br>Grato: ATF<br>Marca:Vistony                                                                                 |                         |                     |  |  |  | 30/12/2024                                                                                 |
| Datos de la muestra                                                                                                                                    | Estado                  |                     |  |  |  | 03/01/2025                                                                                 |
|                                                                                                                                                        | ID de la muestra        |                     |  |  |  | 04/01/2025                                                                                 |
|                                                                                                                                                        | Lubricante              |                     |  |  |  | 889,012 KM                                                                                 |
|                                                                                                                                                        | Muestreo                |                     |  |  |  | 0 KM                                                                                       |
|                                                                                                                                                        | Recepción               |                     |  |  |  | 0.00                                                                                       |
|                                                                                                                                                        | Publicación             |                     |  |  |  | No                                                                                         |
|                                                                                                                                                        | Uso Maquina             |                     |  |  |  | No                                                                                         |
|                                                                                                                                                        | Uso Lubricante          |                     |  |  |  | NO                                                                                         |
|                                                                                                                                                        | Vol. Relleno            |                     |  |  |  | 6.054                                                                                      |
|                                                                                                                                                        | Cambio Lubricante       |                     |  |  |  | opaco/rojo                                                                                 |
| Condición del lubricante                                                                                                                               | Cambio Filtro           |                     |  |  |  | 0.02007                                                                                    |
|                                                                                                                                                        | ¿Es Aceite Nuevo?       |                     |  |  |  | 0.0064                                                                                     |
|                                                                                                                                                        | Viscosidad a 100°C, cSt |                     |  |  |  | 3                                                                                          |
| Apariencia visual                                                                                                                                      | Oxidación, Abs/0.1mm    |                     |  |  |  | 1                                                                                          |
|                                                                                                                                                        | Agua, %                 |                     |  |  |  | 33                                                                                         |
|                                                                                                                                                        | Sodio, ppm              |                     |  |  |  | 3                                                                                          |
| Contaminantes del lubricante                                                                                                                           | Potasio, ppm            |                     |  |  |  | 2                                                                                          |
|                                                                                                                                                        | Silicio, ppm            |                     |  |  |  | 0                                                                                          |
|                                                                                                                                                        | Hierro, ppm             |                     |  |  |  | 0                                                                                          |
| Metales de desgaste                                                                                                                                    | Cobre, ppm              |                     |  |  |  | 0                                                                                          |
|                                                                                                                                                        | Aluminio, ppm           |                     |  |  |  | 0                                                                                          |
|                                                                                                                                                        | Plomo, ppm              |                     |  |  |  | 0                                                                                          |
|                                                                                                                                                        | Cromo, ppm              |                     |  |  |  | 0                                                                                          |
|                                                                                                                                                        | Estaño, ppm             |                     |  |  |  | 0                                                                                          |
|                                                                                                                                                        | Níquel, ppm             |                     |  |  |  | 0                                                                                          |
|                                                                                                                                                        | Manganeso, ppm          |                     |  |  |  | 0                                                                                          |
|                                                                                                                                                        | Plata, ppm              |                     |  |  |  | 0                                                                                          |
|                                                                                                                                                        | Cadmio, ppm             |                     |  |  |  | 0                                                                                          |
|                                                                                                                                                        | Titanio, ppm            |                     |  |  |  | 0                                                                                          |
|                                                                                                                                                        | Vanadio, ppm            |                     |  |  |  | 0                                                                                          |
|                                                                                                                                                        | Bario, ppm              |                     |  |  |  | 0                                                                                          |
|                                                                                                                                                        | Boro, ppm               |                     |  |  |  | 76                                                                                         |
|                                                                                                                                                        | Calcio, ppm             |                     |  |  |  | 115                                                                                        |
|                                                                                                                                                        | Molibdeno, ppm          |                     |  |  |  | 1                                                                                          |
| Metales de composición (Referenciales)                                                                                                                 | Zinc, ppm               |                     |  |  |  | 45                                                                                         |
|                                                                                                                                                        | Fosforo, ppm            |                     |  |  |  | 251                                                                                        |
|                                                                                                                                                        | Magnesio, ppm           |                     |  |  |  | 10                                                                                         |
|                                                                                                                                                        | PQ                      |                     |  |  |  | 3                                                                                          |
| Partículas Ferrosas                                                                                                                                    |                         |                     |  |  |  |                                                                                            |

*Nota.* Tomado de <https://app.vistolube.com/my/machines/index/16>, 2024

En la figura 64 y 65 se observa el reporte final de la muestra de aceite de transmisión y dirección de la unidad V2D-740 en ella se presenta la condición de presencia de silicio en el aceite para ambos casos.

### Las posibles causas de presencia de silicio en el aceite son:

- Contaminación por polvo o tierra. Es la causa más común. El silicio actúa como indicador de ingreso de partículas abrasivas al sistema, especialmente si hay fallas en sellos, respiradores o filtración. Estas partículas pueden rayar superficies internas, acelerar el desgaste de engranajes y rodamientos, y reducir la vida útil del aceite.

- Aditivos antiespumantes o modificadores de fricción siliconas. Algunos aceites contienen siliconas como parte de su formulación. En este caso, el silicio no indica contaminación, pero debe estar dentro de rangos esperados según la hoja técnica del lubricante.
- Contaminación cruzada con otros fluidos. Si se mezcló accidentalmente con grasa, selladores o fluidos hidráulicos que contienen siliconas, puede aparecer silicio en el análisis.

### **Interpretación de los resultados:**

- Silicio como sílice la fuente proviene de polvo, tierra, abrasivos los indicadores asociados son aumento de hierro, cromo, desgaste.
- Silicio como silicona fuente proviene de aditivos, selladores, fluidos los indicadores asociados son que se encuentra sin presencia de metales de desgaste.
- Silicio combinado debido a contaminación cruzada, fluidos los indicadores asociados son cambios en viscosidad, espuma, olor.

### **Recomendaciones:**

- Cruzar con otros elementos: Si hay hierro, cromo o níquel, el silicio probablemente está causando desgaste abrasivo.
- Revisar condiciones de sellado y respiración: ¿Hay entradas de polvo por respiradores mal filtrados?
- Comparar con el histórico del equipo: ¿Es un hallazgo nuevo o recurrente?
- Consultar hoja técnica del aceite: ¿El silicio está dentro del rango esperado por aditivos?

### **Toma de decisiones y acciones correctivas:**

- En los presentes casos no se encontró ningún indicador de los antes mencionados que se relacionara con una posible falla en la maquina y se identificó solo la presencia de silicio como sílice.
- Haciendo una comparación frente otros casos se encontró la misma condición anormal y junto a la supervisión se monitoreo el procedimiento de toma de muestras donde se identificó que el personal técnico estaba utilizando manqueras de 3/16 en condiciones llenas de polución y presencia de tierra lo que derivó en que el almacenamiento de las mangueras no era el adecuado estaba expuesto a polvo y tierra sin protección alguna lo cual derivo en la presencia de silicio en la muestra.
- Se corrigió el almacenamiento tapando todas las conexiones de la bomba para evitar la entrada de polvo o suciedad, y las mangueras se guardaron en bolsas de plástico a prueba de polvo para mantenerlas limpias y listas para su uso evitando muestras contaminadas. Asimismo, se guardó la bomba en posición vertical previniendo que cualquier golpe.
- Se capacito al personal sobre toma de muestras de aceite al igual que el correcto almacenamiento de la instrumentación, Asimismo los supervisores reforzaron este concepto en las charlas al inicio de la jornada de trabajo.
- Se implemento el monitoreo continuo del almacenamiento y el procedimiento de toma de muestras
- Se programo la actividad inspección de la entrada de aire para el siguiente mantenimiento.
- Se tomo nueva muestra sin cambiar el aceite y se continuo el monitoreo.

Figura 66

Reporte de análisis de aceite AFF -905 Motor

| VISTO LUBE                      |  | Reporte de análisis                    |                         |  |  |  |  |  |  |  |  | Alerta  |             |
|---------------------------------|--|----------------------------------------|-------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Código Muestra #39624           |  |                                        |                         |  |  |  |  |  |  |  |  | Alerta                                                                                     | Alerta      |
| TRANSPORTES HAGEMSA S.A.C.      |  |                                        |                         |  |  |  |  |  |  |  |  | 39081                                                                                      | 39624       |
| Código: 20371332210             |  |                                        |                         |  |  |  |  |  |  |  |  | VOLTEK C300                                                                                | VOLTEK C300 |
| Operación: Taller Principal AQP |  |                                        |                         |  |  |  |  |  |  |  |  | SAE 15W40                                                                                  | SAE 15W40   |
| País: PERU                      |  |                                        |                         |  |  |  |  |  |  |  |  | CK-4                                                                                       | CK-4        |
| Ciudad: Arequipa                |  |                                        |                         |  |  |  |  |  |  |  |  | 27/12/2024                                                                                 | 10/01/2025  |
| Maquina                         |  |                                        |                         |  |  |  |  |  |  |  |  | 02/01/2025                                                                                 | 14/01/2025  |
| AFF-905                         |  |                                        |                         |  |  |  |  |  |  |  |  | 03/01/2025                                                                                 | 15/01/2025  |
| Código: AFF-905                 |  |                                        |                         |  |  |  |  |  |  |  |  | 272,467 KM                                                                                 | 273,511 KM  |
| Marca: Kenworth                 |  |                                        |                         |  |  |  |  |  |  |  |  | 0 KM                                                                                       | 0 KM        |
| Tipo: Tracto Camion             |  | Datos de la muestra                    | Estado                  |  |  |  |  |  |  |  |  | 0.00                                                                                       | 0.00        |
| T-800                           |  |                                        | ID de la muestra        |  |  |  |  |  |  |  |  | No                                                                                         | No          |
|                                 |  |                                        | Lubricante              |  |  |  |  |  |  |  |  | No                                                                                         | No          |
|                                 |  |                                        | Muestreo                |  |  |  |  |  |  |  |  | No                                                                                         | No          |
|                                 |  |                                        | Recepción               |  |  |  |  |  |  |  |  | 14.56                                                                                      | 14.48       |
|                                 |  | Condición del lubricante               | Publicación             |  |  |  |  |  |  |  |  | 9.4                                                                                        | 9.4         |
|                                 |  |                                        | Uso Maquina             |  |  |  |  |  |  |  |  | 0.006913                                                                                   | 0.007036    |
|                                 |  |                                        | Uso Lubricante          |  |  |  |  |  |  |  |  | 0.01                                                                                       | 0.01        |
|                                 |  |                                        | Vol. Relleno            |  |  |  |  |  |  |  |  | Buena                                                                                      | Buena       |
|                                 |  |                                        | Cambio Lubricante       |  |  |  |  |  |  |  |  | 0                                                                                          | 0           |
|                                 |  | Contaminantes del lubricante           | Cambio Filtro           |  |  |  |  |  |  |  |  | 0                                                                                          | 0           |
|                                 |  |                                        | ¿Es Aceite Nuevo?       |  |  |  |  |  |  |  |  | 0                                                                                          | 0           |
|                                 |  |                                        | Viscosidad a 100°C, cSt |  |  |  |  |  |  |  |  | 0.016                                                                                      | 0.028       |
|                                 |  |                                        | Número Básico, mg KOH/g |  |  |  |  |  |  |  |  | 0.136                                                                                      | 0.153       |
|                                 |  |                                        | Oxidación, Abs/0.1mm    |  |  |  |  |  |  |  |  | -                                                                                          | -           |
|                                 |  | Metales de desgaste                    | Nitración, Abs/0.1mm    |  |  |  |  |  |  |  |  | 1                                                                                          | 1           |
|                                 |  |                                        | Dispersancia            |  |  |  |  |  |  |  |  | 41                                                                                         | 45          |
|                                 |  |                                        | Sulfatación, Abs/0.1mm  |  |  |  |  |  |  |  |  | 13                                                                                         | 16          |
|                                 |  |                                        | Glicol, %               |  |  |  |  |  |  |  |  | 28                                                                                         | 27          |
|                                 |  |                                        | Agua, %                 |  |  |  |  |  |  |  |  | 2                                                                                          | 1           |
|                                 |  | Metales de composición (Referenciales) | Hollin Abs/0.1mm        |  |  |  |  |  |  |  |  | 0                                                                                          | 1           |
|                                 |  |                                        | Hollin (%/W)            |  |  |  |  |  |  |  |  | 0                                                                                          | 1           |
|                                 |  |                                        | Combustible % (*)       |  |  |  |  |  |  |  |  | 0                                                                                          | 0           |
|                                 |  |                                        | Sodio, ppm              |  |  |  |  |  |  |  |  | 0                                                                                          | 0           |
|                                 |  |                                        | Potasio, ppm            |  |  |  |  |  |  |  |  | 0                                                                                          | 0           |
|                                 |  | Partículas Ferrosas                    | Silicio, ppm            |  |  |  |  |  |  |  |  | 8                                                                                          | 5           |
|                                 |  |                                        | Hierro, ppm             |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                                            |             |
|                                 |  |                                        | Cobre, ppm              |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                                            |             |
|                                 |  |                                        | Aluminio, ppm           |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                                            |             |
|                                 |  |                                        | Plomo, ppm              |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                                            |             |
|                                 |  |                                        | Cromo, ppm              |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                                            |             |
|                                 |  |                                        | Estañol, ppm            |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                                            |             |
|                                 |  |                                        | Níquel, ppm             |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                                            |             |
|                                 |  |                                        | Manganeso, ppm          |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                                            |             |
|                                 |  |                                        | Plata, ppm              |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                                            |             |
|                                 |  |                                        | Cadmio, ppm             |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                                            |             |
|                                 |  |                                        | Titanio, ppm            |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                                            |             |
|                                 |  |                                        | Vanadio, ppm            |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                                            |             |
|                                 |  |                                        | Bario, ppm              |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                                            |             |
|                                 |  |                                        | Boro, ppm               |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                                            |             |
|                                 |  |                                        | Calcio, ppm             |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                                            |             |
|                                 |  |                                        | Molibdeno, ppm          |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                                            |             |
|                                 |  |                                        | Zinc, ppm               |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                                            |             |
|                                 |  |                                        | Fosforo, ppm            |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                                            |             |
|                                 |  |                                        | Magnesio, ppm           |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                                            |             |
|                                 |  |                                        | PQ                      |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                                            |             |
|                                 |  |                                        |                         |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                                            |             |
|                                 |  |                                        |                         |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                                            |             |
|                                 |  |                                        |                         |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                                            |             |
|                                 |  |                                        |                         |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                                            |             |

Nota. Tomado de <https://app.vistolube.com/my/machines/index/16>, 2025

En la figura 66 se observa el reporte final de la muestra de aceite del motor de la unidad AFF-905 en ella se presenta la condición de presencia de silicio y cobre en el aceite.

Las posibles causas de presencia de silicio y cobre en el aceite son:

Silicio

- Contaminación por polvo o tierra. El silicio es el principal indicador de ingreso de partículas abrasivas al motor, especialmente si hay fallas en el sistema de filtración de aire.

Impacto técnico:

- Puede provocar rayado de cilindros, desgaste de anillos y aumento en el consumo de aceite.
- Las partículas de polvo muy finas pueden atravesar el filtro de aire y entrar en la cámara de combustión, quedando suspendidas en el aceite.

Cobre:

- Desgaste de componentes blandos, el cobre suele provenir de cojinetes de bronce, casquillos de válvulas, sellos de aceite o incluso del núcleo del enfriador de aceite.
- Impacto técnico:
- Puede indicar desgaste acelerado o reacción química en el sistema de enfriamiento.

### **Interpretación de resultados:**

La presencia conjunta puede indicar que el motor está operando en condiciones severas, con ingreso de polvo y desgaste de componentes blandos. Si el silicio está elevando la fricción interna, puede acelerar el desgaste de superficies de bronce o latón, liberando cobre.

### **Recomendaciones:**

- Revisar sistema de filtración de aire: ¿hay fugas, filtros saturados o mal instalados?
- Inspeccionar el enfriador de aceite: ¿hay signos de lixiviación química o fuga de refrigerante?
- Cruzar con otros elementos: ¿hay hierro, plomo, estaño o sodio presentes?
- Comparar con histórico: ¿es un patrón nuevo o parte de una tendencia?

## Toma de decisiones y acciones correctivas:

- Se programo la actividad inspección de filtros y sellos para el próximo mantenimiento
- Se programo la actividad inspección del enfriador de aceite para el próximo mantenimiento
- Se programo la inspección general de la unidad para el día 15 de enero antes de salir hacia Minsur.
- Se tomo de nuevo muestras de aceite del motor y se siguió monitoreando

**Figura 67**

*Reporte de análisis de aceite AFF -905 Transmisión*

| VISTO LUBE                                                                                                                                                                                |                         | Reporte de análisis |  |  |  | Alerta  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------|--|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Código Muestra #39625</b><br><b>TRANSPORTES HAGEMSA S.A.C.</b><br><b>Código: 20371332210</b><br><b>Operación: Taller Principal AQP</b><br><b>País: PERU</b><br><b>Ciudad: Arequipa</b> |                         |                     |  |  |  | <b>Alerta</b>                                                                              |
| <b>Maquina</b><br><b>AFF-905</b><br><b>Código: AFF-905</b><br><b>Marca: Kenworth</b><br><b>Tipo: Tracto Camion</b><br><b>T-800</b>                                                        |                         |                     |  |  |  | 39625                                                                                      |
| <b>Componente</b><br><b>Transmision</b><br><b>Código: AFF-905 T</b><br><b>Marca: No indica</b><br><b>Tipo: Transmision</b>                                                                |                         |                     |  |  |  | MOBILUBE HD 85W140                                                                         |
| <b>Lubricante</b><br><b>MOBILUBE HD 85W140</b><br><b>Grato: 85W140</b><br><b>Marca: Mobil</b>                                                                                             |                         |                     |  |  |  | 10/01/2025                                                                                 |
| Datos de la muestra                                                                                                                                                                       | Estado                  |                     |  |  |  | 14/01/2025                                                                                 |
|                                                                                                                                                                                           | ID de la muestra        |                     |  |  |  | 15/01/2025                                                                                 |
|                                                                                                                                                                                           | Lubricante              |                     |  |  |  | 273,511 KM                                                                                 |
|                                                                                                                                                                                           | Muestreo                |                     |  |  |  | 1.951 KM                                                                                   |
|                                                                                                                                                                                           | Recepción               |                     |  |  |  | 0.00                                                                                       |
|                                                                                                                                                                                           | Publicación             |                     |  |  |  | No                                                                                         |
|                                                                                                                                                                                           | Uso Maquina             |                     |  |  |  | No                                                                                         |
|                                                                                                                                                                                           | Uso Lubricante          |                     |  |  |  | NO                                                                                         |
|                                                                                                                                                                                           | Vol. Relleno            |                     |  |  |  | 25.1                                                                                       |
|                                                                                                                                                                                           | Cambio Lubricante       |                     |  |  |  | opaco/pardo                                                                                |
| Condición del lubricante                                                                                                                                                                  | Cambio Filtro           |                     |  |  |  | 0.01143                                                                                    |
|                                                                                                                                                                                           | ¿Es Aceite Nuevo?       |                     |  |  |  | 0.0075                                                                                     |
|                                                                                                                                                                                           | Viscosidad a 100°C, cSt |                     |  |  |  | 4                                                                                          |
|                                                                                                                                                                                           | Apariencia visual       |                     |  |  |  | 2                                                                                          |
| Contaminantes del lubricante                                                                                                                                                              | Oxidación, Abs/0.1mm    |                     |  |  |  | 39                                                                                         |
|                                                                                                                                                                                           | Agua, %                 |                     |  |  |  | 158                                                                                        |
|                                                                                                                                                                                           | Sodio, ppm              |                     |  |  |  | 54                                                                                         |
|                                                                                                                                                                                           | Potasio, ppm            |                     |  |  |  | 6                                                                                          |
| Metales de desgaste                                                                                                                                                                       | Silicio, ppm            |                     |  |  |  | 0                                                                                          |
|                                                                                                                                                                                           | Hierro, ppm             |                     |  |  |  | 1                                                                                          |
|                                                                                                                                                                                           | Cobre, ppm              |                     |  |  |  | 0                                                                                          |
|                                                                                                                                                                                           | Aluminio, ppm           |                     |  |  |  | 0                                                                                          |
|                                                                                                                                                                                           | Plomo, ppm              |                     |  |  |  | 0                                                                                          |
|                                                                                                                                                                                           | Cromo, ppm              |                     |  |  |  | 0                                                                                          |
|                                                                                                                                                                                           | Estaño, ppm             |                     |  |  |  | 0                                                                                          |
|                                                                                                                                                                                           | Niquel, ppm             |                     |  |  |  | 1                                                                                          |
|                                                                                                                                                                                           | Manganeso, ppm          |                     |  |  |  | 0                                                                                          |
|                                                                                                                                                                                           | Plata, ppm              |                     |  |  |  | 0                                                                                          |
|                                                                                                                                                                                           | Cadmio, ppm             |                     |  |  |  | 0                                                                                          |
|                                                                                                                                                                                           | Titinio, ppm            |                     |  |  |  | 0                                                                                          |
|                                                                                                                                                                                           | Vanadio, ppm            |                     |  |  |  | 0                                                                                          |
|                                                                                                                                                                                           | Bario, ppm              |                     |  |  |  | 0                                                                                          |
| Metales de composición (Referenciales)                                                                                                                                                    | Boro, ppm               |                     |  |  |  | 7                                                                                          |
|                                                                                                                                                                                           | Calcio, ppm             |                     |  |  |  | 34                                                                                         |
|                                                                                                                                                                                           | Molibdeno, ppm          |                     |  |  |  | 1                                                                                          |
|                                                                                                                                                                                           | Zinc, ppm               |                     |  |  |  | 27                                                                                         |
| Partículas Ferrosas                                                                                                                                                                       | Fosforo, ppm            |                     |  |  |  | 580                                                                                        |
|                                                                                                                                                                                           | Magnesio, ppm           |                     |  |  |  | 15                                                                                         |
|                                                                                                                                                                                           |                         | PQ                  |  |  |  | 25                                                                                         |

*Nota.* Tomado de <https://app.vistolube.com/my/machines/index/16>, 2025

En la figura 67 se observa el reporte final de la muestra de aceite de transmisión de la unidad AFF-905 en ella se presenta la condición de presencia de silicio y cobre en el aceite además de la presencia de partículas ferrosas en precaución.

**Las posibles causas de presencia de silicio y cobre en el aceite son:**

Contaminación por polvo o tierra silicio:

El silicio suele provenir de partículas abrasivas que ingresan por respiradores mal filtrados, sellos defectuosos o mantenimiento en ambientes contaminados.

Impacto técnico:

- Actúa como una “lija” interna, acelerando el desgaste de engranajes, rodamientos y superficies de fricción.
- Si no se controla, puede provocar rayaduras, pérdida de eficiencia y fallas prematuras.

Cobre

Desgaste de componentes de bronce o latón, el cobre puede provenir de casquillos, bujes, arandelas de empuje o sincronizadores en transmisiones manuales.

Impacto técnico:

- Indica fricción excesiva o pérdida de película lubricante.
- Si aparece junto con hierro o plomo, puede sugerir desgaste de cojinetes compuestos.

**Interpretación de resultados:**

La combinación sugiere que el sistema está operando en condiciones severas o contaminadas, donde el ingreso de partículas externas está acelerando el desgaste de componentes blandos.

**Recomendaciones:**

- Validar si el aceite cumple con la especificación API GL-5 y si fue almacenado correctamente.
- Si los niveles son altos, considerar cambio de aceite y revisión interna de componentes.

**Toma de decisiones y acciones correctivas:**

- Se programo la actividad inspección de la entrada de aire para el siguiente mantenimiento.
- Se programo la actividad inspección y cambio de arandelas de empuje y cojinetes de bronce.
- Se programo la inspección general de la unidad para el día 15 de enero antes de salir hacia Minsur.
- Se tomo nueva muestra y se continuó monitoreando

**Figura 68**

*Ejemplo de reporte de análisis de aceite AJT -899 Transmisión*

VISTO

LUBE

VISTONY 2.0

Reporte de análisis

Alerta

Código Muestra #39846

TRANSPORTES HAGEMSA S.A.C.

Código: 20371332210

Operación: Taller Principal AQP

País: PERU

Ciudad: Arequipa

Maquina

AJT-899

Código: AJT-899

Marca: Kenworth

Tipo: Tracto Camion

T-800 2

Componente

Transmision

Código: AJT-899 T

Marca: No indica

Tipo: Transmision

Lubricante

GEAR OIL GL-5 85W-140

Grato: 85W-140

Marca:Vistony

Datos de la muestra

Estado

ID de la muestra

Lubricante

Muestreo

Recepción

Publicación

Uso Maquina

Uso Lubricante

Vol. Relleno

Cambio Lubricante

Cambio Filtro

¿Es Aceite Nuevo?

Condición del lubricante

Viscosidad a 100°C, cSt

Apariencia visual

Oxidación, Abs/0.1mm

Contaminantes del lubricante

Agua, %

Sodio, ppm

Potasio, ppm

Silicio, ppm

Hierro, ppm

Cobre, ppm

Aluminio, ppm

Plomo, ppm

Cromo, ppm

Metales de desgaste

Estañ, ppm

Níquel, ppm

Manganeso, ppm

Plata, ppm

Cadmio, ppm

Titanio, ppm

Vanadio, ppm

Bario, ppm

Boro, ppm

Metales de composición (Referenciales)

Calcio, ppm

Molibdeno, ppm

Zinc, ppm

Fosforo, ppm

Magnesio, ppm

Partículas Ferrosas

PO

Alerta

39846

GEAR OIL GL-5 85W-140

15/01/2025

20/01/2025

22/01/2025

480,250 KM

13.126 KM

8.00

SI

SI

NO

16.4

opaco/amber

0.1799

0.0010

2

15

5

501

11

1

1

0

0

2

0

0

0

0

0

2

13

2

47

493

8

20

*Nota.* Tomado de <https://app.vistolube.com/my/machines/index/16>, 2025

En la figura 68 se observa el reporte final de la muestra de aceite de la transmisión de la unidad AJT-899 en ella se presenta la condición de presencia de hierro y potasio en el aceite además de una viscosidad a 100 °C de 16.4 cSt y oxidación de 0.1799, la muestra data del 15/01/2025.

**Las posibles causas de presencia de hierro, potasio en el aceite y una viscosidad a 100 °C de 16.4 cSt y oxidación de 0.1799 son:**

### *Hierro*

- Origen probable: engranajes, ejes, rodamientos o carcasa interna de la transmisión.

Significado técnico:

- Desgaste mecánico activo por fricción, carga excesiva o pérdida de película lubricante.
- Si aparece junto con cobre o plomo, puede indicar desgaste de cojinetes compuestos.

Potasio:

- Origen probable: contaminación por refrigerante especialmente si hay glicoles, agua tratada con sales, o fluidos externos.

Significado técnico:

- El potasio no forma parte de los aditivos típicos del aceite de transmisión. Su presencia sugiere contaminación cruzada, posiblemente por fuga interna en un intercambiador de calor o por prácticas de mantenimiento deficientes.

*Viscosidad a 100 °C de 16.4 cSt:*

Para un aceite SAE 85W140, se espera una viscosidad mucho más alta a 100 °C normalmente es entre 24 y 32 cSt.

Interpretación:

El aceite está fuera de especificación, probablemente diluido o degradado. Puede deberse a ingreso de refrigerante, mezcla con otro fluido, u oxidación avanzada.

*Oxidación: 0.1799*

- Este valor indica presencia de productos de oxidación, como ácidos orgánicos y lodos.
- Aunque el número por sí solo no es crítico, combinado con baja viscosidad y metales de desgaste, sugiere que el aceite está perdiendo propiedades protectoras.

### **Interpretación de resultados:**

- El hierro proviene del desgaste de los engranajes lo cual sugiere fricción interna activa
- El potasio proviene de la contaminación por refrigerante e implica riesgo de corrosión y degradación química asimismo la presencia de una fuga.
- La pérdida de viscosidad es causada por la dilución y oxidación lo cual implica pérdida de película del lubricante.
- la oxidación alta es producida por la degradación térmica e implica la formación de ácidos y lodos.

### **Recomendaciones:**

- Inspección del sistema de enfriamiento: verificar si hay fugas internas en intercambiadores que conecten con la transmisión.
- Revisión de prácticas de mantenimiento: ¿se usó agua tratada, mezclas de aceites o limpieza con productos incompatibles?
- Cambio inmediato de aceite si se confirma degradación y contaminación.
- Inspección física interna si los niveles de hierro aumentan o hay vibraciones o anomalías operativas.

### **Toma de decisiones y acciones correctivas:**

#### **1. Cambio de aceite y limpieza del sistema**

- Se dreno completamente el aceite contaminado.

- Se realizó limpieza interna si hubo lodos o residuos visibles.
- Se cargó aceite nuevo conforme a la especificación OEM GL-5 o superior.

## 2. Inspección de componentes internos

- Se verificó estado de engranajes, rodamientos, casquillos y ejes.
- Se buscó signos de rayado, cavitación o desgaste irregular.

## 3. Revisión de intercambiadores de calor

- La transmisión está conectada a un sistema de enfriamiento, se inspeccionó por fugas internas que puedan permitir el ingreso de refrigerante la fuente probable de potasio.

## 4. Planeamiento y programación de mantenimiento

- Se programó la inspección general de la unidad para el día 20 de enero sin carga antes de salir hacia la filial de Komatsu.
- Se continuó monitoreando.

## CONCLUSIONES

- Se detalló el estado del área de mantenimiento previo, abarcando fortalezas y debilidades del área plasmadas en el reporte de auditoría. Se halló una adecuada capacidad de planificación operativa, las políticas de mantenimiento están presentes, pero no siempre alineadas con indicadores técnicos, existe una baja confiabilidad del sistema y disponibilidad de los activos.

- Se identificó 27 modos de falla en el sistema de transmisión y eléctrico, a través de la aplicación del teorema de Pareto a los sistemas y subsistemas, se logró identificar estos sistemas que fueron los más críticos en función del registro de fallas, esto permitió distinguir y enfocar la aplicación de las metodologías ACR y RCM de los demás sistemas, por otra parte, la taxonomía permitió establecer una clasificación estructurada y estandarizada que facilita la identificación, análisis y gestión de cada componente.

- El análisis de causa raíz ACR ayudó a comprender abordar y definir el origen de los modos de falla presentes en los tractocamiones. Estos fueron analizados usando diagramas de Ishikawa, árbol de fallas y árbol de causas contribuyendo a la mejora continua de la gestión del mantenimiento y toma de decisiones.

- Con el uso del análisis de modos y efectos de falla permitió evaluar cada componente según su severidad, frecuencia de ocurrencia y capacidad de detección, generando un RPN que cuantifica el impacto potencial de cada modo de falla, con ello se determinó como sistema más crítico es el sistema de transmisión con un puntaje de RPN de 5128 y un RPN más alto de 490 por componente. Esta identificación no solo permitió priorizar recursos y acciones correctivas, sino también ajustó los intervalos de mantenimiento y reforzó controles preventivos.

-El diseño del plan de mantenimiento preventivo en conjunto con el análisis causa raíz y el análisis de modos de falla para los activos contribuyo a mejorar su desempeño operacional. Mejorando su disponibilidad de 87.22% a 92.96% y confiabilidad de 106 .74 horas a 125.64 horas promedio de los últimos 6 meses en comparación con los 6 meses anteriores del análisis mediante la planificación de tareas preventivas y el cambio de intervalo de mantenimientos preventivos.

-A partir de los análisis de aceite, se identificaron condiciones anormales en los equipos, lo cual permitió tomar acciones correctivas que optimizaron la vida útil de los componentes. Permitiendo programar tareas de inspección y reemplazo oportunamente reduciendo las potenciales fallas inesperadas en el activo.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda desarrollar o integrar herramientas visuales especializadas automatizadas software que muestren y permitan graficar las rutas causales, criticidad de componentes y análisis de causa raíz de manera más rápida y concisa, agilizando y facilitando la toma de decisiones por parte del personal operativo.

- Se recomienda replicar el modelo de mantenimiento propuesto en flotas con diferentes configuraciones operativas, por ejemplo, cisternas, plataformas o vehículos refrigerados para evaluar su adaptabilidad y eficacia en distintos perfiles de carga y rutas.

-Se recomienda determinar los costos asociados a repuestos e insumos según los tipos de mantenimiento aplicables, y elaborar un presupuesto base con ello realizar un estudio que analice garantice la sostenibilidad del programa.

- Se sugiere investigar la incorporación de sensores IOT y telemetría para alimentar el análisis causa raíz con datos en tiempo real, permitiendo una respuesta proactiva ante desviaciones críticas.

- Futuros trabajos podrían analizar cómo la formación técnica del personal influye en la efectividad del plan RCM, especialmente en la identificación temprana de modos de falla y ejecución de tareas preventivas.

- Se recomienda investigar el impacto de variables como clima, altitud, tipo de carga y estilo de conducción sobre la frecuencia y tipo de fallas, para enriquecer el modelo de mantenimiento tomando en cuenta el contexto operacional.

## REFERENCIAS

- Al-Shayea, A., Fararah, E., Nasr, E. A., & Mahmoud, H. A. (2020). Model for Integrating Production Scheduling and Maintenance Planning of Flow Shop Production System. *IEEE Access*, 8, 208826–208835. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3038719>
- Amendola, L. (2018). *Sistemas balanceados de indicadores en la gestión de activos*.
- Andersen, J. F., & Nielsen, B. F. (2025). A comparative study of time-based maintenance and condition-based maintenance for multi-component systems. *Reliability Engineering & System Safety*, 256, 110759. <https://doi.org/10.1016/j.ress.2024.110759>
- Bendix. (2017a). *cámaras de frenado, Boletín SD-02-4500*. 0–8.
- Bendix. (2017b). *Servicio cámara de freno Boletín SD-02-4526*.
- Bendix. (2017c). *Sistema de frenos Bendix*.
- Bendix. (2020). *Air Brake Handbook tratamiento del aire*. 0–26.
- Bojorquez, E. (2008). *Diseño de un plan de Mantenimiento Productivo Total para el área de texturizado en una empresa productora de yeso*.
- Camba, R. R., Garcia, C. G., Tobar, M. G., & Merchan, J. F. (2025). An Integrated Methodological Approach for Interpreting Used Oil Analysis in Diesel Engines. *LUBRICANTS*, 13(4). <https://doi.org/10.3390/lubricants13040169>
- Castillon, C. (2016). *Recursos utilizados en el soporte técnico*.
- Chambi Mestas, J. J. (2025). *Propuesta para incrementar el periodo de cambio de aceite empleando el mantenimiento predictivo en la flota de tracto Camiones Kenworth T800 de una empresa de transporte de carga ubicada en Arequipa*.
- Chesterton. (2021). *Costo comparativo de los sistemas de mantenimiento*.
- Cummins. (2017). *Manual de operación y mantenimiento ISM e ISMe*.
- CUMMIS Engine Company. (2020). *Manual de diagnóstico y reparación de motores signature ISX15*.
- Dana Spicer. (2017). *Manual de servicio Dana Spicer*.
- Eaton Fuller. (2017). *transmisiones de servicio pesado, Boletín TRSM100*.
- Eaton Fuller. (2020). *transmisiones de servicio pesado boletín TRDR08005, TRSM100*.
- Emre Taçyıldız, A., Çekmen, B., Uzun, A., Cevher Çiftçi, T., Berkay Uzuncu, H., Serdar, S., & Üçer, M. (2022). A retrospective analysis of spinal and cranial injury patterns caused by a fall from a tree in the Karabük province. *Interdisciplinary Neurosurgery*, 30, 101628. <https://doi.org/10.1016/j.inat.2022.101628>

- Eriksen, S., Utne, I. B., & Lützen, M. (2021). An RCM approach for assessing reliability challenges and maintenance needs of unmanned cargo ships. *Reliability Engineering & System Safety*, 210, 107550. <https://doi.org/10.1016/J.RESS.2021.107550>
- Garcia, G. (2010). *La contratación del mantenimiento industrial*.
- García, S. (2015). *Evolución del mantenimiento*.
- Geisbush, J., & Ariaratnam, S. T. (2023). Reliability centered maintenance (RCM): literature review of current industry state of practice. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 29(2), 313–337. <https://doi.org/10.1108/JQME-02-2021-0018>
- Gonzales, F. (2011). *Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado*. (4th edición).
- Jafarpisheh, R., Karbasian, M., & Asadpour, M. (2020). A hybrid reliability-centered maintenance approach for mining transportation machines: a real case in Esfahan. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 38(7), 1550–1575. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-09-2020-0309>
- KENWORTH. (2017a). *Ficha técnica KENWORTH de la montaña T800*. <https://kenworthcolombia.com/wp-content/uploads/FT-TRACTOCAMION-KENWORTH-T880-Euro6-1-v2.pdf>
- KENWORTH. (2017b). *Ficha técnica modelo T660*.
- Keynia, F., Mirhosseini, M., Heydari, A., & Fekih, A. (2022). A budget allocation and programming-based RCM approach to improve the reliability of power distribution networks. *Energy Reports*, 8, 5591–5602. <https://doi.org/10.1016/J.EGYR.2022.04.029>
- Kurre, S. K., Pandey, S., Garg, R., & Saxena, M. (2015). Condition monitoring of a diesel engine fueled with a blend of diesel, biodiesel, and butanol using engine oil analysis. *BIOFUELS-UK*, 6(3–4), 223–231. <https://doi.org/10.1080/17597269.2015.1081763>
- Lema, M., & Ramos, S. (2012). *Implementación de un sistema de mejora continua aplicando total productive maintenance “tpm” en una empresa envasadora de bebidas*.
- Mantenimeinto Industrial. (2013, marzo 20). *MANTENIMIENTO INDUSTRIAL COMO PROCESO PRODUCTIVO*.
- Mantenimiento Preventivo y Definición. (2013). *MANTENIMIENTO PREVENTIVO*.
- MERITOR. (2021). *Manual de mantenimiento, Ejes diferenciales de simple velocidad*. 0–5.
- Molina, J. (2016). *Mantenimiento y seguridad industrial*.
- Moubray, J. (2004). *Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (SECOND EDITION)*.

- Nasri, M. H., Sayed Yaser, D., & Kargar, A. (2020). A Novel Method to Apply Reliability-Centered Maintenance on Over-Current Protection Systems. *Electric Power Components and Systems*, 48(9–10), 1021–1035.  
<https://doi.org/10.1080/15325008.2020.1825553>
- Nowduru, R., Pant, H., Jain, P. K., & Srikanth, V. V. S. S. (2024). Dispersion of novel 0D carbons in 15W40 engine oil using ultrasonication for enhanced lubrication. *Chemical Engineering and Processing - Process Intensification*, 199, 109747.  
<https://doi.org/10.1016/J.CEP.2024.109747>
- OECD. (2018). Manual de Frascati 2015. *Manual de Frascati 2015*.  
<https://doi.org/10.1787/9789264310681-ES>
- Owens, J. (2020). *INDUSTRIAL MAINTENANCE | 2020 REPORT*.
- Palomino-Valles, A., Tokumori-Wong, M., Castro-Rangel, P., Raymundo-Ibañez, C., & Dominguez, F. (2020). TPM Maintenance Management Model Focused on Reliability that Enables the Increase of the Availability of Heavy Equipment in the Construction Sector. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 796(1), 012008.  
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/796/1/012008>
- Parra, C., Márquez, A., & Crespo, M. (2012). *Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad Aplicada en la Gestión de Activo*. Editorial INGEMAN.
- Pazmiño, D. (2013). *Mantenimiento industrial*.
- Perez, V. (2019). *Los pilares del TPM*.
- Pineda, K. (2014). *Manufactura Esbelta, Mantenimiento Productivo Total*.
- Predictiva21. (2021). *Principios del Mantenimiento RCM*.
- Purohit, B. S., Jain, A. K., & Lad, B. K. (2024). An Industrial Scenario-Based Approach to Integrating Maintenance and Quality Planning. *IEEE Access*, 12, 190169–190185.  
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3512667>
- Ramos Velayarce W. (2023). Plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para mejorar la disponibilidad de un Cargador Frontal de una empresa de construcción civil. *Universidad Nacional de Ingeniería*, 2–4.  
<https://repositorio.uni.edu.pe/handle/20.500.14076/27083>
- Rivera, M. (2015). *Implementación del mantenimiento basado en la mplementación del mantenimiento basado en la confiabilidad (rcm) a la empresa fabricaciones generales mantenimiento y servicios s.a.c.*
- Ruan, Y., Yu, J., Luo, X., Huang, W., & Ding, X. (2024). Condition-based maintenance policy for shared service-oriented leased equipment. *Computers and Industrial Engineering*, 198. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2024.110643>
- SACHS. (2017). *Tren de transmisión y sistema de suspensión*. 0–6.

- SAE International. (2009). *SAE International Surface Vehicle Standard J1739* (p. 1).
- Santana, B. (2018). *Administración del mantenimiento*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Sigüenza, G. (2017). *Mantenimiento Centrado en Confiabilidad*.
- Silva, F., Chambel, É., Infante, V., & Ferreira, L. A. (2021). RCM 3 Methodology Application to Armored Military Vehicle Cooling System. *U.Porto Journal of Engineering*, 7(4), 46–60. [https://doi.org/10.24840/2183-6493\\_007.004\\_0004](https://doi.org/10.24840/2183-6493_007.004_0004)
- Smith, A. M., & Hinchcliffe, G. R. (2004). The Living RCM Program. *RCM*, 223–229. <https://doi.org/10.1016/B978-075067461-4/50013-7>
- Socorro, W. (2015). *Mantenimiento correctivo*.
- Supriyanto, H., Kurniati, N., & Supriyanto, M. F. R. (2021). Maintenance Performance Evaluation of an RCM Implementation: A Functional Oriented Case Study. *International Journal of Mechanical Engineering and Robotics Research*, 10(12), 702–709. <https://doi.org/10.18178/ijmerr.10.12.702-709>
- Tilocca, G., Sánchez, D., & Torres-García, M. (2024). Applying the root cause analysis methodology to study the lack of market success of micro gas turbine systems. *Applied Energy*, 360. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2024.122717>
- Tovar, G. (2015). *Fundamentos del Análisis de Falla* (Primera Edición).
- Voronov, S., Frisk, E., & Krysander, M. (2018). Data-Driven Battery Lifetime Prediction and Confidence Estimation for Heavy-Duty Trucks. *IEEE Transactions on Reliability*, 67(2), 623–639. <https://doi.org/10.1109/TR.2018.2803798>
- Wang, F., Zheng, P., Dai, J., Wang, H., & Wang, R. (2019). Fault tree analysis of the causes of urban smog events associated with vehicle exhaust emissions: A case study in Jinan, China. *Science of the Total Environment*, 668, 245–253. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.348>
- Yupanqui Apolinario, E., Rodríguez Carrillo, S. A., & Ordoñez Gamarra, R. J. (2024). Implementation of reliability-centered maintenance (RCM) to improve the availability of CL120 Freightliner tractors in J&J Transportes y Soluciones Integrales Inc. *Proceedings of the 22nd LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology (LACCEI 2024): Sustainable Engineering for a Diverse, Equitable, and Inclusive Future at the Service of Education, Research and Industry for a Society*, 2. <https://doi.org/10.18687/LACCEI2024.1.1.577>
- Zhao, J., Chen, Y., Yang, X., Zhang, Z., & Li, Y. (2026). Failure diagnosis of cooling-water systems using time-sequential fault-tree analysis and gray relational analysis. *Engineering Failure Analysis*, 186, 110537. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2026.110537>

- Zheng, R., Fang, H., & Hu, C. (2024). Joint optimization of inspection and condition-based maintenance for a deteriorating product under extended warranty. *Reliability Engineering and System Safety*, 245. <https://doi.org/10.1016/j.ress.2024.110043>
- Zheng, W., Zhang, H., & Li, Y.-F. (2024). A Systematic Approach to the High-Level Maintenance Scheduling for High-Speed Trains in China. *IEEE Transactions on Reliability*, 73(1), 142–155. <https://doi.org/10.1109/TR.2023.3295478>

## **ANEXOS**

## **ANEXO A**

### **Matriz de consistencia y tabla de variables**

## Matriz de Consistencia

| Problemas                                                                                                                                                                                                                                   | Objetivos                                                                                                                                                                                                                                          | Hipótesis                                                                                                                                                                                                                     | Variables                                                                                                                                                                     | Metodología                                                                                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Problema general</b><br>¿Cómo la implementación de un plan de mantenimiento basado en confiabilidad y análisis de causa raíz permitirá mejorar la fiabilidad y disponibilidad de los tractocamiones de la empresa Transportes Hagemasac? | <b>Objetivo general</b><br>Diseñar un plan de mantenimiento basado en el Análisis de Causa Raíz y el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad, para mejorar la confiabilidad de los tractocamiones Kenworth de la empresa Transportes Hagemasac. | La implementación de un plan de mantenimiento basado en el análisis de causa raíz y la confiabilidad permitirá mejorar la disponibilidad y la confiabilidad de la flota de tractocamiones de la empresa Transportes Hagemasac | <b>Variable independiente:</b><br>Estrategia de mantenimiento basado en la metodologías de análisis causa raíz y confiabilidad aplicado a la flota de tractocamiones Kenworth | <b>Tipo de investigación:</b><br>Aplicada, descriptiva y explicativa.<br><br><b>Diseño:</b> No experimental, transversal |
| <b>Problemas específicos</b><br>- ¿Como describir el estado actual del área de mantenimiento?<br>¿De qué manera se puede realizar la taxonomía de sistemas                                                                                  | <b>Objetivos específicos</b><br>-Identificar el estado del área de mantenimiento haciendo uso del informe de auditoría del área previo a la implementación del plan y realizar la taxonomía de los sistemas y                                      |                                                                                                                                                                                                                               | <b>Variable dependiente:</b><br>Nivel de confiabilidad y disponibilidad operativa de la flota de tractocamiones                                                               | <b>Técnicas:</b><br>Análisis documental, registros de mantenimiento.                                                     |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>subsistemas y componentes de los tractocamiones Kenworth?</p> <p>- ¿Como identificar los sistemas más críticos y como identificar cada uno modos de falla de sus componentes?</p> <p>- ¿De qué manera se implementara conjuntamente las metodologías de Análisis Causa Raíz y Confiabilidad?</p> <p>- ¿Cómo se puede identificar el sistema más crítico mediante el uso del Análisis de modos y Efectos de Falla?</p> <p>- ¿Cómo diseñar el cronograma de inspección reparación y reemplazo para la flota de tractocamiones?</p> | <p>subsistemas de los tractocamiones Kenworth modelos T880, T660 y T800.</p> <p>-Identificar los modos de falla y elaborar el análisis de criticidad de los sistemas y subsistemas de los tractocamiones.</p> <p>-Aplicar la metodología de Análisis causa raíz que permita definir, identificar y abordar las causas fundamentales de cada una de las fallas o modos de falla.</p> <p>-Determinar el sistema más crítico de los tractocamiones con el uso del AMEF de los sistemas y subsistemas de los tractocamiones.</p> <p>-Diseñar el cronograma del plan de mantenimiento en inspección, reparación y reemplazo para la flota de tracto camiones.</p> | <p><b>Uso de las Herramientas:</b></p> <p>-Análisis de Pareto</p> <p>-Diagrama de Ishikawa</p> <p>-Árbol de causas</p> <p>-Árbol de fallos</p> <p>-Análisis de modos y efectos de falla</p> <p><b>Validación:</b></p> <p>Indicadores de gestión de mantenimiento:</p> <p>-Tiempo medio entre reparaciones</p> <p>-Tiempo medio entre fallas</p> <p>-Disponibilidad</p> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Tabla de variables**

| Variables                                                             | Definición conceptual                                                                                                                     | Definición operacional                                                                                                                                                                                      | Dimensiones                                                                                                                           | Indicadores                                                                                                                      | Índices                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Variable independiente:</b><br>Análisis causa raíz y confiabilidad | Conjunto de metodologías para identificar causas raíz de fallas (ACR) y diseñar planes de mantenimiento centrados en confiabilidad (RCM), | implementación práctica de ACR y RCM en los tractocamiones de Transportes Hagensac, mediante análisis de fallas, clasificación de criticidad y definición de tareas de mantenimiento preventivo/predictivo. | Identificación de Modos de fallas y sus causas principales.<br>Clasificación de criticidad.<br>Definición de tareas de mantenimiento. | - Número de fallas analizadas con ACR.<br>- Sistemas clasificados por criticidad.<br>- Tareas preventivas/correctivas definidas. | - % de aplicación de ACR sobre fallas totales.<br>- Cantidad de sistemas más críticos.<br>- Cantidad de tareas preventivas implementadas. |

---

|                              |                            |                       |                    |                      |                        |
|------------------------------|----------------------------|-----------------------|--------------------|----------------------|------------------------|
| <b>Variable dependiente:</b> | La confiabilidad es la     | Medición de           | Confiabilidad      | - Cálculo del MTBF   | - MTBF en horas        |
|                              | probabilidad de que un     | indicadores de        | tiempo medio entre | tiempo medio entre   |                        |
| Confiabilidad y              | equipo funcione sin fallar | confiabilidad y       | fallas (MTBF).     | fallas               |                        |
|                              | en un periodo determinado. | disponibilidad de los | Disponibilidad     | - Cálculo MTTR       | - MTTR en horas.       |
| disponibilidad               | La disponibilidad es la    | tractocamiones antes  | Tiempo de          | Tiempo de reparación |                        |
|                              | proporción de tiempo en    | y después de aplicar  | reparación         | - Calculo de         | - % de disponibilidad. |
| de los                       | que el equipo está         | el plan de            | (MTTR).            | Disponibilidad       |                        |
|                              | operativo respecto al      | mantenimiento         |                    |                      |                        |
| tractocamiones               | tiempo total.              | basado en ACR y       |                    |                      |                        |
|                              |                            | RCM.                  |                    |                      |                        |

---

**Nota.** Elaboración Propia

## **ANEXO B**

### **Cálculo de indicadores de mantenimiento mes de junio**

|                          |    |
|--------------------------|----|
| N° de<br>Días<br>al Mes  | 30 |
| Horas<br>Prog.<br>Al día | 6  |

| PLACA   | MODE<br>LO | jun-25   |          |           |          |              |             |                  |                  |              |             |             |             |
|---------|------------|----------|----------|-----------|----------|--------------|-------------|------------------|------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|
|         |            | H.<br>MC | H.<br>MP | H.<br>AUX | H.<br>CP | T.<br>Parada | H.<br>Prog. | %Utilizac<br>ión | Tiempo.<br>Disp. | %Disp<br>on. | #<br>Fallas | MTBF        | MTTR        |
| BED-809 | T800       | 0.00     | 2.17     | 0.00      | 0.00     | 2.17         | 180         | 99%              | 177.83           | 98.79%       | 1           | 177.83      | 2.17        |
| V9O-785 | T800       | 3.00     | 13.66    | 0.00      | 0.50     | 17.16        | 180         | 90%              | 162.84           | 90.47%       | 3           | 54.28       | 5.72        |
| BED-826 | T800       | 0.00     | 8.24     | 0.00      | 0.00     | 8.24         | 180         | 95%              | 171.76           | 95.42%       | 1           | 171.76      | 8.24        |
| BED-863 | T660       | 36.60    | 0.00     | 1.50      | 0.00     | 38.10        | 180         | 79%              | 141.90           | 78.83%       | 3           | 47.3        | 12.7        |
| BED-864 | T800       | 0.00     | 11.34    | 0.00      | 0.00     | 11.34        | 180         | 94%              | 168.66           | 93.70%       | 1           | 168.66      | 11.34       |
| BED-865 | T800       | 36.93    | 0.00     | 0.00      | 0.00     | 36.93        | 180         | 79%              | 143.07           | 79.48%       | 1           | 143.07      | 36.93       |
| BED-887 | T800       | 3.49     | 17.98    | 0.00      | 0.00     | 21.47        | 180         | 88%              | 158.53           | 88.07%       | 3           | 52.84333333 | 7.15666667  |
| BED-888 | T800       | 0.00     | 0.00     | 0.00      | 0.00     | 0.00         | 180         | 100%             | 180.00           | 100.00%      | 0           | 180         | 0           |
| BEE-734 | T800       | 9.25     | 0.00     | 0.00      | 0.00     | 9.25         | 180         | 95%              | 170.75           | 94.86%       | 1           | 170.75      | 9.25        |
| BEE-735 | T800       | 0.00     | 0.00     | 0.00      | 0.00     | 0.00         | 180         | 100%             | 180.00           | 100.00%      | 0           | 180         | 0           |
| BSJ-944 | T660       | 0.00     | 0.00     | 0.00      | 0.00     | 0.00         | 180         | 100%             | 180.00           | 100.00%      | 0           | 180         | 0           |
| BSK-716 | T660       | 0.00     | 5.50     | 0.00      | 0.00     | 5.50         | 180         | 97%              | 174.50           | 96.94%       | 1           | 174.5       | 5.5         |
| BSJ-935 | T660       | 0.00     | 0.00     | 0.00      | 0.00     | 0.00         | 180         | 100%             | 180.00           | 100.00%      | 0           | 180         | 0           |
| BSJ-858 | T660       | 11.98    | 3.00     | 0.00      | 0.00     | 14.98        | 180         | 92%              | 165.02           | 91.68%       | 3           | 55.00666667 | 4.99333333  |
| BSJ-919 | T660       | 0.50     | 0.00     | 0.00      | 29.63    | 30.13        | 180         | 83%              | 149.87           | 83.26%       | 3           | 49.95666667 | 10.04333333 |
| BSK-761 | T660       | 0.00     | 0.00     | 0.00      | 0.00     | 0.00         | 180         | 100%             | 180.00           | 100.00%      | 0           | 180         | 0           |
| VDE-864 | T880       | 7.00     | 0.00     | 0.00      | 0.00     | 7.00         | 180         | 96%              | 173.00           | 96.11%       | 2           | 86.5        | 3.5         |
| VDE-748 | T880       | 0.00     | 10.50    | 0.00      | 2.64     | 13.14        | 180         | 93%              | 166.86           | 92.70%       | 2           | 83.43       | 6.57        |
| VDE-809 | T880       | 0.00     | 0.00     | 0.00      | 0.00     | 0.00         | 180         | 100%             | 180.00           | 100.00%      | 0           | 180         | 0           |
| VDE-772 | T880       | 0.00     | 0.00     | 0.00      | 0.00     | 0.00         | 180         | 100%             | 180.00           | 100.00%      | 0           | 180         | 0           |
| VDE-823 | T880       | 0.83     | 0.00     | 0.00      | 0.42     | 1.25         | 180         | 99%              | 178.75           | 99.31%       | 2           | 89.375      | 0.625       |
| VDE-876 | T880       | 0.00     | 0.00     | 0.00      | 0.00     | 0.00         | 180         | 100%             | 180.00           | 100.00%      | 0           | 180         | 0           |
| VDE-808 | T880       | 6.00     | 2.30     | 0.00      | 0.00     | 8.30         | 180         | 95%              | 171.70           | 95.39%       | 2           | 85.85       | 4.15        |
| VDE-835 | T880       | 6.92     | 0.00     | 0.00      | 1.50     | 8.42         | 180         | 95%              | 171.58           | 95.32%       | 2           | 85.79       | 4.21        |
| V8S-717 | T800       | 5.92     | 3.83     | 0.00      | 0.00     | 9.75         | 180         | 95%              | 170.25           | 94.58%       | 2           | 85.125      | 4.875       |
| V8S-777 | T800       | 12.81    | 2.75     | 0.00      | 0.00     | 15.56        | 180         | 91%              | 164.44           | 91.36%       | 2           | 82.22       | 7.78        |
| BJX-863 | T800       | 18.50    | 0.00     | 0.00      | 0.00     | 18.50        | 180         | 90%              | 161.50           | 89.72%       | 1           | 161.5       | 18.5        |
| BRQ-877 | T800       | 0.00     | 18.66    | 0.00      | 0.00     | 18.66        | 180         | 90%              | 161.34           | 89.63%       | 1           | 161.34      | 18.66       |
| VDP-809 | T880       | 0.08     | 0.00     | 0.00      | 1.83     | 1.91         | 180         | 99%              | 178.09           | 98.94%       | 2           | 89.045      | 0.955       |

|         |       |       |       |      |       |       |     |      |        |         |   |             |             |
|---------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-----|------|--------|---------|---|-------------|-------------|
| VDE-886 | T880  | 0.00  | 7.01  | 0.00 | 0.00  | 7.01  | 180 | 96%  | 172.99 | 96.11%  | 1 | 172.99      | 7.01        |
| BCS-871 | T-800 | 5.50  | 0.00  | 0.00 | 0.00  | 5.50  | 180 | 97%  | 174.50 | 96.94%  | 1 | 174.5       | 5.5         |
| BRQ-773 | T800  | 0.00  | 0.00  | 0.00 | 4.25  | 4.25  | 180 | 98%  | 175.75 | 97.64%  | 2 | 87.875      | 2.125       |
| BRQ-795 | T800  | 9.74  | 0.00  | 0.00 | 0.00  | 9.74  | 180 | 95%  | 170.26 | 94.59%  | 2 | 85.13       | 4.87        |
| BRS-815 | T800  | 0.00  | 0.00  | 0.00 | 0.00  | 0.00  | 180 | 100% | 180.00 | 100.00% | 0 | 180         | 0           |
| BRS-816 | T800  | 0.00  | 4.84  | 0.00 | 0.00  | 4.84  | 180 | 97%  | 175.16 | 97.31%  | 1 | 175.16      | 4.84        |
| BRQ-729 | T800  | 0.00  | 0.00  | 0.00 | 7.17  | 7.17  | 180 | 96%  | 172.83 | 96.02%  | 1 | 172.83      | 7.17        |
| BSK-781 | T800  | 0.00  | 0.00  | 0.00 | 0.00  | 0.00  | 180 | 100% | 180.00 | 100.00% | 0 | 180         | 0           |
| BRQ-730 | T800  | 5.17  | 3.00  | 0.00 | 1.00  | 9.17  | 180 | 95%  | 170.83 | 94.91%  | 4 | 42.7075     | 2.2925      |
| BRR-849 | T800  | 5.92  | 14.17 | 0.00 | 0.00  | 20.09 | 180 | 89%  | 159.91 | 88.84%  | 3 | 53.30333333 | 6.696666667 |
| BRT-819 | T800  | 0.00  | 3.67  | 0.00 | 0.00  | 3.67  | 180 | 98%  | 176.33 | 97.96%  | 1 | 176.33      | 3.67        |
| BRT-925 | T800  | 0.00  | 9.99  | 0.00 | 0.00  | 9.99  | 180 | 94%  | 170.01 | 94.45%  | 1 | 170.01      | 9.99        |
| BSJ-840 | T800  | 4.68  | 30.99 | 0.00 | 0.00  | 35.67 | 180 | 80%  | 144.33 | 80.18%  | 2 | 72.165      | 17.835      |
| BSK-745 | T800  | 1.75  | 3.17  | 0.00 | 0.00  | 4.92  | 180 | 97%  | 175.08 | 97.27%  | 2 | 87.54       | 2.46        |
| BSK-938 | T800  | 12.42 | 0.00  | 0.00 | 0.00  | 12.42 | 180 | 93%  | 167.58 | 93.10%  | 2 | 83.79       | 6.21        |
| VDE-865 | T880  | 11.34 | 0.00  | 0.00 | 4.33  | 15.67 | 180 | 91%  | 164.33 | 91.29%  | 2 | 82.165      | 7.835       |
| VDE-792 | T880  | 14.87 | 2.00  | 0.00 | 0.33  | 17.20 | 180 | 90%  | 162.80 | 90.44%  | 3 | 54.26666667 | 5.733333333 |
| VDE-771 | T880  | 0.00  | 5.50  | 0.00 | 0.00  | 5.50  | 180 | 97%  | 174.50 | 96.94%  | 1 | 174.5       | 5.5         |
| VDE-840 | T880  | 16.25 | 0.00  | 0.00 | 0.00  | 16.25 | 180 | 91%  | 163.75 | 90.97%  | 1 | 163.75      | 16.25       |
| VDE-793 | T880  | 6.47  | 0.00  | 0.00 | 0.00  | 6.47  | 180 | 96%  | 173.53 | 96.41%  | 1 | 173.53      | 6.47        |
| VDE-781 | T880  | 3.99  | 0.00  | 0.00 | 0.00  | 3.99  | 180 | 98%  | 176.01 | 97.78%  | 1 | 176.01      | 3.99        |
| VDE-857 | T880  | 2.00  | 0.00  | 0.00 | 0.00  | 2.00  | 180 | 99%  | 178.00 | 98.89%  | 1 | 178         | 2           |
| VDE-744 | T880  | 0.83  | 6.27  | 0.00 | 0.00  | 7.10  | 180 | 96%  | 172.90 | 96.06%  | 2 | 86.45       | 3.55        |
| VDE-743 | T880  | 5.65  | 0.00  | 0.00 | 0.00  | 5.65  | 180 | 97%  | 174.35 | 96.86%  | 2 | 87.175      | 2.825       |
| VDE-770 | T880  | 0.00  | 0.00  | 0.00 | 0.00  | 0.00  | 180 | 100% | 180.00 | 100.00% | 0 | 180         | 0           |
| VDE-849 | T880  | 0.00  | 0.00  | 0.00 | 0.00  | 0.00  | 180 | 100% | 180.00 | 100.00% | 0 | 180         | 0           |
| VDE-863 | T880  | 5.58  | 0.00  | 0.00 | 0.00  | 5.58  | 180 | 97%  | 174.42 | 96.90%  | 1 | 174.42      | 5.58        |
| VDE-914 | T880  | 0.00  | 0.00  | 0.00 | 0.00  | 0.00  | 180 | 100% | 180.00 | 100.00% | 0 | 180         | 0           |
| VDE-872 | T880  | 0.00  | 0.00  | 0.00 | 0.00  | 0.00  | 180 | 100% | 180.00 | 100.00% | 0 | 180         | 0           |
| VDF-838 | T880  | 7.96  | 0.00  | 0.00 | 1.66  | 9.62  | 180 | 95%  | 170.38 | 94.66%  | 2 | 85.19       | 4.81        |
| VDF-879 | T880  | 35.60 | 17.00 | 0.00 | 0.00  | 52.60 | 180 | 71%  | 127.40 | 70.78%  | 2 | 63.7        | 26.3        |
| VDE-836 | T880  | 0.00  | 0.00  | 0.00 | 12.47 | 12.47 | 180 | 93%  | 167.53 | 93.07%  | 1 | 167.53      | 12.47       |
| VDE-794 | T880  | 9.94  | 30.15 | 2.00 | 0.00  | 42.09 | 180 | 77%  | 137.91 | 76.62%  | 4 | 34.4775     | 10.5225     |
| VDE-839 | T880  | 0.84  | 0.00  | 0.00 | 0.00  | 0.84  | 180 | 100% | 179.16 | 99.53%  | 2 | 89.58       | 0.42        |

|         |       |       |       |      |       |       |     |      |        |         |   |             |             |
|---------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-----|------|--------|---------|---|-------------|-------------|
| VDE-858 | T880  | 0.00  | 0.00  | 0.00 | 0.00  | 0.00  | 180 | 100% | 180.00 | 100.00% | 0 | 180         | 0           |
| BEE-842 | T660  | 1.00  | 0.00  | 0.00 | 0.00  | 1.00  | 180 | 99%  | 179.00 | 99.44%  | 1 | 179         | 1           |
| BEF-850 | T660  | 4.50  | 0.00  | 0.00 | 0.00  | 4.50  | 180 | 98%  | 175.50 | 97.50%  | 2 | 87.75       | 2.25        |
| BEF-868 | T660  | 0.00  | 4.00  | 0.00 | 0.00  | 4.00  | 180 | 98%  | 176.00 | 97.78%  | 1 | 176         | 4           |
| BEF-877 | T660  | 1.49  | 16.00 | 0.00 | 0.00  | 17.49 | 180 | 90%  | 162.51 | 90.28%  | 2 | 81.255      | 8.745       |
| BEF-887 | T660  | 0.00  | 0.00  | 9.00 | 0.00  | 9.00  | 180 | 95%  | 171.00 | 95.00%  | 2 | 85.5        | 4.5         |
| BEF-914 | T660  | 0.00  | 0.00  | 0.00 | 0.00  | 0.00  | 180 | 100% | 180.00 | 100.00% | 0 | 180         | 0           |
| BED-830 | T660  | 2.24  | 0.00  | 0.00 | 0.00  | 2.24  | 180 | 99%  | 177.76 | 98.76%  | 1 | 177.76      | 2.24        |
| BED-920 | T660  | 0.00  | 2.25  | 0.00 | 0.00  | 2.25  | 180 | 99%  | 177.75 | 98.75%  | 1 | 177.75      | 2.25        |
| BEF-863 | T660  | 0.00  | 0.00  | 0.00 | 0.00  | 0.00  | 180 | 100% | 180.00 | 100.00% | 0 | 180         | 0           |
| BEF-864 | T660  | 13.00 | 0.00  | 0.00 | 0.00  | 13.00 | 180 | 93%  | 167.00 | 92.78%  | 2 | 83.5        | 6.5         |
| BEF-878 | T660  | 0.00  | 15.00 | 0.00 | 0.00  | 15.00 | 180 | 92%  | 165.00 | 91.67%  | 1 | 165         | 15          |
| BEF-888 | T660  | 7.00  | 0.00  | 0.50 | 0.00  | 7.50  | 180 | 96%  | 172.50 | 95.83%  | 2 | 86.25       | 3.75        |
| VDP-781 | T660  | 0.00  | 0.00  | 0.00 | 0.00  | 0.00  | 180 | 100% | 180.00 | 100.00% | 0 | 180         | 0           |
| CCD-824 | T660  | 0.00  | 0.00  | 0.00 | 0.00  | 0.00  | 180 | 100% | 180.00 | 100.00% | 0 | 180         | 0           |
| CCC-916 | T660  | 1.49  | 0.00  | 0.00 | 0.00  | 1.49  | 180 | 99%  | 178.51 | 99.17%  | 1 | 178.51      | 1.49        |
| CCC-915 | T660  | 0.00  | 0.00  | 0.00 | 0.00  | 0.00  | 180 | 100% | 180.00 | 100.00% | 0 | 180         | 0           |
| CCC-883 | T660  | 0.00  | 0.00  | 0.00 | 1.34  | 1.34  | 180 | 99%  | 178.66 | 99.26%  | 2 | 89.33       | 0.67        |
| CCG-705 | T660  | 28.83 | 8.00  | 0.00 | 0.00  | 36.83 | 180 | 80%  | 143.17 | 79.54%  | 3 | 47.72333333 | 12.27666667 |
| CCF-830 | T660  | 0.00  | 3.50  | 0.00 | 0.00  | 3.50  | 180 | 98%  | 176.50 | 98.06%  | 1 | 176.5       | 3.5         |
| CCF-825 | T660  | 0.00  | 5.75  | 0.00 | 0.00  | 5.75  | 180 | 97%  | 174.25 | 96.81%  | 1 | 174.25      | 5.75        |
| CCE-921 | T660  | 0.32  | 12.13 | 0.94 | 0.00  | 13.39 | 180 | 93%  | 166.61 | 92.56%  | 3 | 55.53666667 | 4.46333333  |
| CCE-745 | T660  | 13.18 | 0.00  | 0.00 | 0.00  | 13.18 | 180 | 93%  | 166.82 | 92.68%  | 2 | 83.41       | 6.59        |
| CCE-839 | T660  | 63.54 | 0.00  | 0.00 | 0.00  | 63.54 | 180 | 65%  | 116.46 | 64.70%  | 3 | 38.82       | 21.18       |
| CCD-884 | T660  | 15.34 | 0.00  | 0.00 | 0.00  | 15.34 | 180 | 91%  | 164.66 | 91.48%  | 1 | 164.66      | 15.34       |
| CCF-916 | T660  | 0.00  | 8.25  | 0.00 | 0.00  | 8.25  | 180 | 95%  | 171.75 | 95.42%  | 1 | 171.75      | 8.25        |
| CCD-862 | T660  | 12.58 | 0.00  | 0.00 | 0.00  | 12.58 | 180 | 93%  | 167.42 | 93.01%  | 1 | 167.42      | 12.58       |
| CCD-898 | T660  | 22.24 | 0.00  | 0.00 | 19.40 | 41.64 | 180 | 77%  | 138.36 | 76.87%  | 3 | 46.12       | 13.88       |
| CCE-922 | T880  | 9.44  | 0.00  | 0.00 | 0.00  | 9.44  | 180 | 95%  | 170.56 | 94.76%  | 3 | 56.85333333 | 3.14666667  |
| CCE-948 | T880  | 2.87  | 12.59 | 0.00 | 0.00  | 15.46 | 180 | 91%  | 164.54 | 91.41%  | 2 | 82.27       | 7.73        |
| CCF-856 | T880  | 13.83 | 26.33 | 0.83 | 0.00  | 40.99 | 180 | 77%  | 139.01 | 77.23%  | 3 | 46.33666667 | 13.66333333 |
| CCG-749 | T880  | 12.78 | 0.00  | 0.00 | 0.83  | 13.61 | 180 | 92%  | 166.39 | 92.44%  | 4 | 41.5975     | 3.4025      |
| BCQ-918 | T-800 | 0.00  | 0.00  | 0.00 | 0.00  | 0.00  | 180 | 100% | 180.00 | 100.00% | 0 | 180         | 0           |
| BCS-872 | T-800 | 2.69  | 0.00  | 0.00 | 12.76 | 15.45 | 180 | 91%  | 164.55 | 91.42%  | 3 | 54.85       | 5.15        |

|         |       |       |       |      |       |       |     |      |        |         |   |             |             |
|---------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-----|------|--------|---------|---|-------------|-------------|
| BCT-780 | T-800 | 1.52  | 0.00  | 0.00 | 0.00  | 1.52  | 180 | 99%  | 178.48 | 99.16%  | 1 | 178.48      | 1.52        |
| BCT-785 | T-800 | 1.98  | 6.33  | 4.50 | 1.00  | 13.81 | 180 | 92%  | 166.19 | 92.33%  | 4 | 41.5475     | 3.4525      |
| BCT-786 | T-800 | 1.33  | 0.00  | 0.00 | 16.01 | 17.34 | 180 | 90%  | 162.66 | 90.37%  | 2 | 81.33       | 8.67        |
| BDW-835 | T-800 | 4.02  | 20.25 | 0.00 | 0.00  | 24.27 | 180 | 87%  | 155.73 | 86.52%  | 3 | 51.91       | 8.09        |
| BDX-757 | T-800 | 8.34  | 0.00  | 0.00 | 0.00  | 8.34  | 180 | 95%  | 171.66 | 95.37%  | 2 | 85.83       | 4.17        |
| BCQ-850 | T-800 | 0.00  | 3.00  | 0.00 | 0.00  | 3.00  | 180 | 98%  | 177.00 | 98.33%  | 1 | 177         | 3           |
| BCR-752 | T-800 | 21.42 | 0.00  | 0.00 | 4.83  | 26.25 | 180 | 85%  | 153.75 | 85.42%  | 4 | 38.4375     | 6.5625      |
| BCS-922 | T-800 | 29.15 | 3.14  | 0.00 | 26.67 | 58.96 | 180 | 67%  | 121.04 | 67.24%  | 3 | 40.34666667 | 19.65333333 |
| BCT-779 | T-800 | 0.00  | 0.00  | 0.00 | 0.00  | 0.00  | 180 | 100% | 180.00 | 100.00% | 0 | 180         | 0           |
| BCT-874 | T-800 | 26.65 | 0.00  | 0.00 | 3.08  | 29.73 | 180 | 83%  | 150.27 | 83.48%  | 2 | 75.135      | 14.865      |
| BCT-880 | T-800 | 0.00  | 0.00  | 0.00 | 0.73  | 0.73  | 180 | 100% | 179.27 | 99.59%  | 1 | 179.27      | 0.73        |
| AZJ-890 | T-800 | 0.00  | 0.00  | 0.00 | 0.00  | 0.00  | 180 | 100% | 180.00 | 100.00% | 0 | 180         | 0           |
| AZJ-912 | T-800 | 3.35  | 0.00  | 0.00 | 0.00  | 3.35  | 180 | 98%  | 176.65 | 98.14%  | 2 | 88.325      | 1.675       |
| AZK-705 | T-800 | 0.67  | 8.00  | 0.00 | 15.34 | 24.01 | 180 | 87%  | 155.99 | 86.66%  | 3 | 51.99666667 | 8.00333333  |
| AZK-709 | T-800 | 0.00  | 5.34  | 0.00 | 21.99 | 27.33 | 180 | 85%  | 152.67 | 84.82%  | 2 | 76.335      | 13.665      |
| AZK-721 | T-800 | 0.00  | 0.00  | 0.00 | 0.00  | 0.00  | 180 | 100% | 180.00 | 100.00% | 0 | 180         | 0           |
| AZK-740 | T-800 | 1.83  | 0.00  | 0.00 | 0.00  | 1.83  | 180 | 99%  | 178.17 | 98.98%  | 1 | 178.17      | 1.83        |
| AZK-745 | T-800 | 0.34  | 0.00  | 0.00 | 13.09 | 13.43 | 180 | 93%  | 166.57 | 92.54%  | 3 | 55.52333333 | 4.47666667  |
| AZK-750 | T-800 | 2.99  | 0.00  | 0.00 | 2.60  | 5.59  | 180 | 97%  | 174.41 | 96.89%  | 2 | 87.205      | 2.795       |
| AZK-825 | T-800 | 0.99  | 0.00  | 0.00 | 0.00  | 0.99  | 180 | 99%  | 179.01 | 99.45%  | 1 | 179.01      | 0.99        |
| AZK-844 | T-800 | 35.14 | 0.00  | 0.00 | 0.00  | 35.14 | 180 | 80%  | 144.86 | 80.48%  | 2 | 72.43       | 17.57       |
| AZK-904 | T-800 | 3.98  | 0.00  | 0.00 | 2.32  | 6.30  | 180 | 97%  | 173.70 | 96.50%  | 2 | 86.85       | 3.15        |
| AZL-726 | T-800 | 0.48  | 0.00  | 0.00 | 0.00  | 0.48  | 180 | 100% | 179.52 | 99.73%  | 1 | 179.5150112 | 0.484948112 |
| AZL-737 | T-800 | 8.26  | 0.00  | 0.00 | 0.00  | 8.26  | 180 | 95%  | 171.74 | 95.41%  | 1 | 171.7365485 | 8.263451504 |
| AZL-939 | T-800 | 0.77  | 0.00  | 0.00 | 0.00  | 0.77  | 180 | 100% | 179.23 | 99.57%  | 1 | 179.2260828 | 0.773917204 |
| AZM-849 | T-800 | 5.21  | 0.00  | 0.00 | 0.00  | 5.21  | 180 | 97%  | 174.79 | 97.11%  | 1 | 174.7902049 | 5.20979506  |
| AZL-748 | T-800 | 9.95  | 0.00  | 0.00 | 0.00  | 9.95  | 180 | 94%  | 170.05 | 94.47%  | 2 | 85.02366028 | 4.976339722 |
| AZK-710 | T-800 | 2.85  | 0.00  | 0.00 | 0.00  | 2.85  | 180 | 98%  | 177.15 | 98.42%  | 1 | 177.1498226 | 2.850177449 |
| AZL-707 | T-800 | 4.28  | 0.00  | 0.00 | 0.00  | 4.28  | 180 | 98%  | 175.72 | 97.62%  | 1 | 175.7178967 | 4.282103325 |
| BDX-730 | T-800 | 7.34  | 0.00  | 0.00 | 0.00  | 7.34  | 180 | 96%  | 172.66 | 95.92%  | 1 | 172.6620519 | 7.337948103 |
| V9O-845 | T-800 | 9.35  | 0.00  | 0.00 | 0.00  | 9.35  | 180 | 95%  | 170.65 | 94.81%  | 1 | 170.6532371 | 9.346762861 |
| V9O-775 | T-800 | 4.28  | 0.00  | 0.00 | 0.00  | 4.28  | 180 | 98%  | 175.72 | 97.62%  | 1 | 175.71844   | 4.28155997  |
| V9O-834 | T-800 | 7.22  | 0.00  | 0.00 | 0.00  | 7.22  | 180 | 96%  | 172.78 | 95.99%  | 1 | 172.7823891 | 7.217610854 |
| V9O-826 | T-800 | 9.27  | 0.00  | 0.00 | 0.00  | 9.27  | 180 | 95%  | 170.73 | 94.85%  | 1 | 170.7309023 | 9.269097717 |

|         |       |        |        |       |        |         |     |        |        |        |     |             |             |
|---------|-------|--------|--------|-------|--------|---------|-----|--------|--------|--------|-----|-------------|-------------|
| V9O-833 | T-800 | 3.62   | 0.00   | 0.00  | 0.00   | 3.62    | 180 | 98%    | 176.38 | 97.99% | 1   | 176.3777564 | 3.622243581 |
| BBZ-727 | T800  | 7.40   | 0.00   | 0.00  | 0.00   | 7.40    | 180 | 96%    | 172.60 | 95.89% | 1   | 172.5981211 | 7.401878935 |
| BBZ-930 | T800  | 1.03   | 0.00   | 0.00  | 0.00   | 1.03    | 180 | 99%    | 178.97 | 99.43% | 1   | 178.9724173 | 1.027582682 |
| BJZ-743 | T800  | 9.70   | 0.00   | 0.00  | 0.00   | 9.70    | 180 | 95%    | 170.30 | 94.61% | 1   | 170.3034039 | 9.696596069 |
| BJX-787 | T800  | 1.10   | 0.00   | 0.00  | 0.00   | 1.10    | 180 | 99%    | 178.90 | 99.39% | 1   | 178.9026021 | 1.09739792  |
| ANN-704 | T800  | 5.57   | 0.00   | 0.00  | 0.00   | 5.57    | 180 | 97%    | 174.43 | 96.90% | 1   | 174.4286029 | 5.571397081 |
| BBZ-838 | T800  | 4.07   | 0.00   | 0.00  | 0.00   | 4.07    | 180 | 98%    | 175.93 | 97.74% | 1   | 175.9252143 | 4.074785697 |
| ANM-762 | T-800 | 6.97   | 0.00   | 0.00  | 0.00   | 6.97    | 180 | 96%    | 173.03 | 96.13% | 1   | 173.0270563 | 6.972943744 |
| ANM-818 | T-800 | 5.95   | 2.22   | 0.00  | 0.00   | 8.17    | 180 | 95%    | 171.83 | 95.46% | 2   | 85.91455382 | 4.085446175 |
| ANM-896 | T-800 | 5.24   | 14.13  | 0.00  | 0.00   | 19.37   | 180 | 89%    | 160.63 | 89.24% | 2   | 80.31683961 | 9.683160394 |
| ANN-742 | T-800 | 3.32   | 13.20  | 0.00  | 0.00   | 16.52   | 180 | 91%    | 163.48 | 90.82% | 2   | 81.73983548 | 8.260164523 |
| ANN-743 | T-800 | 4.36   | 10.00  | 0.00  | 0.00   | 14.36   | 180 | 92%    | 165.64 | 92.02% | 2   | 82.81958743 | 7.180412571 |
| V9C-715 | T800  | 0.60   | 0.00   | 0.00  | 0.00   | 0.60    | 180 | 100%   | 179.40 | 99.67% | 1   | 179.4049604 | 0.59503965  |
| AJX-817 | T-800 | 5.58   | 2.00   | 0.00  | 0.00   | 7.58    | 180 | 96%    | 172.42 | 95.79% | 2   | 86.21224556 | 3.787754445 |
| CEE-793 | T800  | 0.64   | 6.00   | 0.00  | 0.00   | 6.64    | 180 | 96%    | 173.36 | 96.31% | 2   | 86.67769895 | 3.322301048 |
| CFF-842 | T800  | 6.22   | 0.00   | 0.00  | 0.00   | 6.22    | 180 | 97%    | 173.78 | 96.54% | 1   | 173.7782194 | 6.221780563 |
| VDP-777 | T800  | 8.25   | 0.00   | 0.00  | 0.00   | 8.25    | 180 | 95%    | 171.75 | 95.41% | 1   | 171.7463851 | 8.25361487  |
| VOP-795 | T800  | 1.35   | 15.00  | 0.00  | 0.00   | 16.35   | 180 | 91%    | 163.65 | 90.91% | 3   | 54.54857357 | 5.451426431 |
| VLK-781 | T800  | 4.90   | 0.00   | 0.00  | 0.00   | 4.90    | 180 | 97%    | 175.10 | 97.28% | 2   | 87.54941997 | 2.450580032 |
| VUY-792 | T800  | 9.99   | 20.00  | 0.00  | 0.00   | 29.99   | 180 | 83%    | 150.01 | 83.34% | 4   | 37.50291113 | 7.497088867 |
| VLK-480 | T800  | 1.53   | 0.00   | 0.00  | 0.00   | 1.53    | 180 | 99%    | 178.47 | 99.15% | 1   | 178.4713263 | 1.528673731 |
| VGA-781 | T800  | 1.18   | 2.00   | 0.00  | 1.00   | 4.18    | 180 | 98%    | 175.82 | 97.68% | 2   | 87.91100775 | 2.088992246 |
| AFF-754 | T800  | 2.43   | 4.00   | 0.00  | 3.14   | 9.57    | 180 | 95%    | 170.43 | 94.68% | 2   | 85.21250035 | 4.78749965  |
| AXN-862 | T800  | 5.44   | 3.00   | 0.00  | 0.00   | 8.44    | 180 | 95%    | 171.56 | 95.31% | 2   | 85.77861163 | 4.221388369 |
| ENN-678 | T800  | 3.84   | 2.00   | 0.00  | 2.25   | 8.09    | 180 | 96%    | 171.91 | 95.51% | 2   | 85.9573402  | 4.042659802 |
| ANN-990 | T800  | 8.51   | 0.00   | 0.00  | 0.00   | 8.51    | 180 | 95%    | 171.49 | 95.27% | 1   | 171.4853839 | 8.514616099 |
| AFF-921 | T800  | 6.76   | 3.24   | 0.00  | 0.00   | 10.00   | 180 | 94%    | 170.00 | 94.44% | 2   | 84.99934047 | 5.000659529 |
| VLK-855 | T800  | 6.64   | 2.25   | 0.00  | 0.00   | 8.89    | 180 | 95%    | 171.11 | 95.06% | 2   | 85.55326331 | 4.44673669  |
| WEE-871 | T800  | 2.13   | 1.25   | 10.00 | 0.00   | 13.38   | 180 | 93%    | 166.62 | 92.57% | 3   | 55.53935668 | 4.460643325 |
| TRR-892 | T800  | 9.02   | 0.00   | 0.00  | 0.00   | 9.02    | 180 | 95%    | 170.98 | 94.99% | 1   | 170.9810296 | 9.01897042  |
| YUD-218 | T800  | 4.58   | 0.00   | 0.00  | 0.00   | 4.58    | 180 | 97%    | 175.42 | 97.46% | 1   | 175.4191968 | 4.580803207 |
| FGA-895 | T800  | 8.11   | 0.00   | 0.00  | 0.00   | 8.11    | 180 | 95%    | 171.89 | 95.49% | 1   | 171.8863093 | 8.113690741 |
| BEE-999 | T800  | 6.45   | 0.00   | 0.00  | 0.00   | 6.45    | 180 | 96%    | 173.55 | 96.42% | 1   | 173.5498045 | 6.450195528 |
| Totales |       | 930.14 | 497.84 | 29.27 | 216.11 | 1673.36 |     | 94.33% |        | 94.33% | 247 | 127.86      | 5.68        |

## **ANEXO C**

### **Informe de auditoría de mantenimiento**

# **Informe de Auditoría de Mantenimiento**

## **TALLER**

Setiembre de 2023

## Introducción

En base al estándar de auditoría de las normas ISO, se ha elaborado un material de auditoría aplicable a Transportes Hagsac.

Este material de auditoría para Hagsac consta de 10 elementos sujetos a evaluación.

La **Fase de la Auditoría de Mantenimiento en el Taller de Mantenimiento** fue llevada a cabo los días **18, 19 y 20 de agosto de 2023**.

Los resultados y recomendaciones de esta primera fase son presentados en el presente informe.

### III. Resultados

Los temas evaluados y puntajes obtenidos son mostrados en el cuadro siguiente:

| Elem.             | Sub Elem. | Tema                                                       | Puntaje Máximo | Puntaje Obtenido | % Obtenido |
|-------------------|-----------|------------------------------------------------------------|----------------|------------------|------------|
| 5                 |           | <b>Organización</b>                                        | 600            | 395              | 66%        |
|                   | 11        | Diseño Organizacional                                      | 330            | 218              | 66%        |
|                   | 12        | Formación de Equipos de Trabajo y Comunicación             | 270            | 177              | 65%        |
| 6                 |           | <b>Entendimiento del Proceso y la Condición del Equipo</b> | 760            | 397              | 52%        |
|                   | 13        | Desarrollo de Planes de Mantenimiento de Equipos           | 390            | 209              | 54%        |
|                   | 14        | Mantenimiento Preventivo y Predictivo                      | 370            | 188              | 51%        |
| 7                 |           | <b>Origen del Trabajo</b>                                  | 400            | 200              | 50%        |
|                   | 15        | Solicitud de Trabajo Correctivo                            | 240            | 92               | 38%        |
|                   | 16        | Inicio del Trabajo Correctivo                              | 160            | 108              | 68%        |
| 8                 |           | <b>Planeamiento</b>                                        | 800            | 586              | 73%        |
|                   | 17        | Calidad y Extensión del Planeamiento                       | 540            | 384              | 71%        |
|                   | 18        | Base de Datos de Trabajos Estándares                       | 180            | 154              | 86%        |
|                   | 19        | Reducción de Demoras y Re-Trabajos                         | 80             | 49               | 61%        |
| 9                 |           | <b>Programación</b>                                        | 750            | 514              | 69%        |
|                   | 20        | Programación de Trabajos                                   | 530            | 341              | 64%        |
|                   | 21        | Carga de Trabajo                                           | 220            | 173              | 79%        |
| 10                |           | <b>Asignación y Ejecución del Trabajo</b>                  | 400            | 262              | 65%        |
|                   | 22        | Coordinación para Ejecución del Trabajo                    | 150            | 104              | 69%        |
|                   | 23        | Asignación del Trabajo                                     | 250            | 158              | 63%        |
| 11                |           | <b>Registro del Trabajo</b>                                | 650            | 435              | 67%        |
|                   | 24        | Cierre de la Orden de Trabajo                              | 650            | 435              | 67%        |
| 12                |           | <b>Gestión de Intervenciones</b>                           | 750            | 445              | 59%        |
|                   | 25        | Gestión de intervenciones de los tractos                   | 415            | 204              | 49%        |
|                   | 26        | Control de Trabajos                                        | 335            | 241              | 72%        |
| 13                |           | <b>Gestión de Contratistas</b>                             | 700            | 363              | 52%        |
|                   | 27        | Concepción del Contrato Casa Matriz                        | 360            | 231              | 64%        |
|                   | 28        | Administración de Contratos Casa Matriz                    | 340            | 133              | 39%        |
| 14                |           | <b>Gestión de Materiales</b>                               | 720            | 478              | 66%        |
|                   | 29        | Suministro y Cooperación de Mantenimiento                  | 530            | 374              | 71%        |
|                   | 30        | Materiales de Calidad a Tiempo                             | 190            | 104              | 55%        |
| <b>TOTAL FASE</b> |           |                                                            | <b>6,530</b>   | <b>4,075</b>     | <b>62%</b> |

El puntaje total obtenido fue de 4075 sobre un máximo de 6530 puntos. El porcentaje global de 62% obtenido cae en la categoría **"5 - Requiere plan de mejora y monitoreo periódico"**, según las clasificaciones mostradas en la tabla siguiente:

| Categoría | % Obtenido | Clasificación                                 |
|-----------|------------|-----------------------------------------------|
| 1         | 95-100%    | Excelente                                     |
| 2         | 90-94%     | Muy bueno                                     |
| 3         | 80-89%     | Bueno                                         |
| 4         | 70-79%     | Aceptable. Puede ser mejorado                 |
| 5         | 50-69%     | Requiere plan de mejora y monitoreo periódico |
| 6         | 0-50%      | Requiere acción inmediata                     |

Los elementos auditados relacionados directamente con el procedimiento de iniciar, ejecutar, supervisar, terminar y registrar el trabajo, han dado un puntaje bajo que ha ocasionado una reducción general de 62%.

Los sub-elementos que están por debajo del 50% y que requieren una acción inmediata son:

- Solicitud de trabajo correctivo (**38%**), sub-elemento 15 del elemento Origen del trabajo (elemento 7).
- Gestión de Paradas (**49%**), sub-elemento 25 del elemento Gestión de Paradas (elemento 12).
- Administración de Contratos Casa Matriz (**39%**), sub-elemento 28 del elemento Gestión de Contratistas (elemento 13).

#### IV. Recomendaciones

A continuación se nombra las recomendaciones para cada uno de los elementos evaluados.

##### **Elemento 5 – Organización**. Puntaje obtenido: 66%

###### Sub-elemento 11 – Diseño Organizacional:

- El reciente cambio organizacional ha causado una desintegración que requiere el liderazgo de la gerencia (Jefe de mantenimiento y Jefe Técnico) para formar un solo equipo. La gerencia, durante este período de transición, debe estar continuamente presente junto al personal técnico y Supervisores de Mantenimiento, mostrándose como parte del cambio.
- Definir formalmente la estructura organizacional, difundirla reiterativamente a todo el personal para que ésta sea claramente entendida y explicar los planes futuros.
- Definir formalmente los roles y responsabilidades de todo el personal, y difundirlos hacia el resto para que sean entendidos.
- Asegurarse de que todo el personal tenga un buen entendimiento del proceso productivo. Esto incluye: monitoreo, registro de pérdidas, planes de mantenimiento y planes de producción.
- El análisis causa-raíz es la base para el mejoramiento continuo. Implementar este análisis a los casos en que se tenga pérdidas operacionales. Indicar esta causa-raíz en la orden de trabajo correspondiente.

###### Sub-elemento 12 – Formación de Equipos de Trabajo y Comunicación:

- Implementar un programa de reconocimiento y premiación al buen rendimiento de un empleado y de un equipo de trabajo.

##### **Elemento 6 - Entendimiento del Proceso y la Condición del Equipo.**

Puntaje obtenido: 52%

###### Sub-elemento 13 – Desarrollo de Planes de Mantenimiento de Equipos:

- Se requiere establecer niveles de criticidad de los equipos y un cambio hacia una mejor estrategia de mantenimiento .
- Definir y realizar monitoreos sobre el desempeño de los equipos, antes y después de la implementación o modificación de los planes de mantenimiento.
- Documentar los cambios, si los hay a los procedimientos de trabajo (Check sheets).

###### Sub-elemento 14 – Mantenimiento Preventivo y Predictivo:

- Cada vez que se cambie el régimen de trabajo de los equipos, debe tenerse en cuenta las implicancias en el mantenimiento.
- Implementar una estrategia que permita clasificar y definir funciones críticas de cada sistema y analizar el origen de la causas de modos de falla.
- Ajustar los planes preventivos para que no solo ataquen síntomas, sino causas estructurales.

- Revisar qué indicadores predictivos como el análisis de aceite no están siendo aprovechados para la condición del tracto. Por ejemplo, usar el análisis de aceite para adelantar las intervenciones.
- Tener a la mano una lista de especialistas para mantenimiento predictivo, a fin de tener un soporte efectivo desde el punto de vista de los costos.
- Revisar el proceso de monitoreo de condición de equipos. Esto incluye: revisión del proceso de registro y revisión del proceso de análisis de datos y tomas de muestra.
- Establecer un mecanismo para controlar el proceso completo del uso del lubricante. Esto incluye: adquisición, transporte, almacenamiento, aplicación y desecho.

**Elemento 7 - Origen del Trabajo.** Puntaje obtenido: 50%

**Sub-elemento 15 – Solicitud de Trabajo Correctivo:**

- Emitir un informe mensual sobre las solicitudes de trabajo correctivo.
- Existe un exceso de la presencia del trabajo correctivo la cual debe ser reducida mediante una estrategia de mantenimiento basado en la confiabilidad.
- Monitorear las solicitudes de trabajo respecto a las órdenes de trabajo. Este monitoreo incluye: cantidad de trabajos originados vía solicitudes de trabajo versus solicitudes verbales, calidad de información suministrada en las solicitudes de trabajo, prioridades asignadas, nivel de modificación o alteración del trabajo realizado respecto a lo solicitado.

**Elemento 8 - Planeamiento.** Puntaje obtenido: 73%

**Sub-elemento 17 – Calidad y Extensión del Planeamiento:**

- Elaborar, documentar y controlar un procedimiento sobre planeamiento del trabajo que incluya flujogramas de proceso.
- Implementar listas de partes a todos los equipos y actividades principales, y, si es aplicable, adjuntar a cada modelo de trabajo preventivo o correctivo su correspondiente.
- Debe trabajarse en la eliminación progresiva de las fallas, haciendo, para cada equipo, una lista de órdenes de trabajo por problemas que originaron paradas, y analizando estas órdenes de trabajo e informes de campo.
- En los planes de trabajo, debe incluirse las herramientas especiales, equipos auxiliares e infraestructuras requeridos para cada trabajo, así como el método de transporte de partes, materiales, herramientas y equipos al lugar de trabajo.
- El nivel de trabajo planificado debe ser monitoreado con el uso de KPIs.
- Debe realizarse periódicamente comparaciones de los tiempos estimados en los trabajos planeados con los reales, para ajustar los tiempos estándares.

- De manera similar, debe revisarse periódicamente la lista de materiales empleados y compararlos con las lista de materiales estándares, para ajustar éstas últimas.

Sub-elemento 19 – Reducción de Demoras y Re-Trabajos:

- Implementar un mecanismo para identificar y registrar en las órdenes de trabajo las demoras en los trabajos, y analizar periódicamente las causas de ellas.

**Elemento 9 - Programación.** Puntaje obtenido: 69%

Sub-elemento 20 – Programación de Trabajos:

- Debe documentarse y controlarse el procedimiento usado para programación de trabajos. Además, este procedimiento debe indicar cómo manejar los trabajos no programados, mediante lineamientos para incluir estos trabajos en los programas ya elaborados.
- SIEMPRE que se re programe un trabajo, debe revisarse la prioridad asignada a la orden de trabajo.
- Controlar con reportes periódicos los trabajos preventivos y correctivos programados no ejecutados.
- Identificar y documentar las razones por las que se deja de hacer los trabajos preventivos.

Sub-elemento 21 – Carga de Trabajo:

- Acordar entre todos los responsables un criterio para manejar interrupciones de trabajos programados y para la inclusión de trabajos oportunos.

**Elemento 10 - Asignación y Ejecución del Trabajo.** Puntaje obtenido: 65%

Sub-elemento 22 – Coordinación para Ejecución del trabajo:

- Establecer, fomentar y controlar la práctica de limpiar los equipos y áreas luego de terminar de realizar un trabajo de mantenimiento.

Sub-elemento 23 – Asignación del trabajo:

- Elaborar un procedimiento escrito y de revisión controlada con las pautas para la asignación y ejecución de trabajos. Difundir luego este procedimiento a todo el personal de mantenimiento y asegurarse de que sea entendido.
- Asignar siempre los trabajos de mantenimiento con la información sobre los repuestos y materiales de consumo requeridos para el trabajo, herramientas especiales, equipos auxiliares, e información de inspección posterior y pruebas.
- Documentar y hacer extensivo el proceso seguido para manejo de llamadas imprevistas.

**Elemento 11 - Registro de Trabajo.** Puntaje obtenido: 67%

Sub-elemento 24 – Cierre de la Orden de Trabajo:

- Preparar un procedimiento escrito y de revisión controlada sobre el término y registro de los trabajos de mantenimiento.
- Establecer como práctica el vincular las órdenes de trabajo de mantenimiento correctivo con la orden de mantenimiento preventivo con la que se detectó el problema, si es el caso.
- Debe establecerse como práctica y fomentarse una retroalimentación de información para mejora del trabajo, sugiriendo en la orden de trabajo alguna mejora.
- Debe hacerse un monitoreo de la proporción de órdenes de trabajo cerradas. Esto podría mostrarse como un indicador de gestión.

**Elemento 12 – Intervenciones**. Puntaje obtenido: 59%

**Sub elemento 25 – Gestión de intervenciones de tractos:**

- Durante las intervenciones, debe llevarse el control del avance y compararlo con el avance estimado. Esta directiva debe ser parte de un procedimiento general.
- Las intervenciones deben incluir pruebas de encendido y pruebas conducción de los tractos. Esto también debe ser parte del procedimiento.
- El supervisor a cargo de la intervención debe ser específica y formalmente asignado, así como también los miembros de los grupos de trabajo.
- Después de cada intervención, debe hacerse una reunión con todos los involucrados para hacer una crítica de ésta, sacar recomendaciones de mejora para próximas intervenciones e implementarlas.
- Después de toda intervención, debe hacerse un informe de resultados y hallazgos. Tener un registro de estos reportes.

**Sub-elemento 26 – Control de Trabajos:**

- Previamente a la intervención, los materiales y partes deben estar fácilmente, almacenados e identificados. Esto ayudará a minimizar demoras y problemas con las partes a usar.
- Durante la intervención, en las reuniones diarias debe verse una medición de la utilización de recursos y el avance del trabajo.
- Debe implementarse un sistema disciplinado para revisión de la calidad de los trabajos en las intervenciones.

**Elemento 13 – Gestión de Contratistas**. Puntaje obtenido: 52%

**Sub-elemento 27 – Concepción del Contrato casa Matriz:**

- Se debe elaborar y utilizar una política y procedimientos escritos para contratos.

- Como parte de esta política, debe estudiarse la posibilidad de implementar contratos basados en incentivos. Debe tenerse claro en qué casos sería conveniente y aplicable esta modalidad.

#### Sub-elemento 28 – Administración de Contratos casa Matriz:

- Todos los trabajos contratados deben ser planificados, programados e incorporados a los programas de mantenimiento. Esta gestión debe estar centralizada en una posición o persona.
- Los cambios en el alcance de un contrato deben ser siempre documentados y aprobados, especialmente en el caso que el contratista suministra materiales o insumos.
- Los roles y las responsabilidades para la administración de un contrato deben estar definidos y ser entendidos, para la casa matriz, el personal y almacenes.
- Debe hacerse una medición y revisión formal del rendimiento de los contratistas con los que se trabaja regularmente, usando un grupo de índices y metas. Este rendimiento debe incluir también seguridad, costo y entrega. Esto hará que mejoren el rendimiento del contratista y los procesos de manejo de contratos.
- La política y los procesos usados para manejar contratos y contratistas deben ser revisados periódicamente.

#### **Elemento 14 – Gestión de Materiales.** Puntaje obtenido: 66%

##### Sub-elemento 29 – Suministro y Cooperación de Mantenimiento:

- El implementar un sistema de código de barras para el almacén haría incrementar su eficiencia.
- Se debe entregar al almacén una proyección semestral o anual de los materiales a usar por los mantenimientos programados.
- Para analizar el ingreso de nuevos ítems al stock de almacén, debe considerarse también el costo de almacenamiento y la disponibilidad.
- El estado de la orden de compra de las partes faltantes requeridas debe ser fácilmente revisado por las personas apropiadas.
- Debe implementarse un mecanismo que facilite la entrega de materiales de stock y evite demoras. Por ejemplo, puede prepararse los materiales con anticipación y colocarse en la zona de despacho con el número de la orden de trabajo como identificación. Este mecanismo es utilizado en los almacenes de concentradoras mineras.
- Debe elaborarse un procedimiento para eliminación de materiales de almacén que no serán devueltos al proveedor.
- Implementar indicadores de gestión compartidos entre Mantenimiento y Almacén, tales como demoras en el trabajo por falta de materiales, valores de inventario, materiales inactivos, etc.

##### Sub-elemento 30 – Materiales de Calidad a Tiempo:

- El proceso de certificación o aprobación del vendedor debe estar orientado también a reducir el número de nuevos vendedores.
- El proceso para reemplazar partes alternando proveedores debe estar documentado y ser constantemente usado. Esto ayudará a mejorar la calidad de los materiales y reducir sus costos de aprovisionamiento.
- Las especificaciones de materiales deben considerar un criterio para

determinar qué repuestos requieren pruebas, documentación de resultados y certificados y requerimientos de empaquetamiento y preservación.

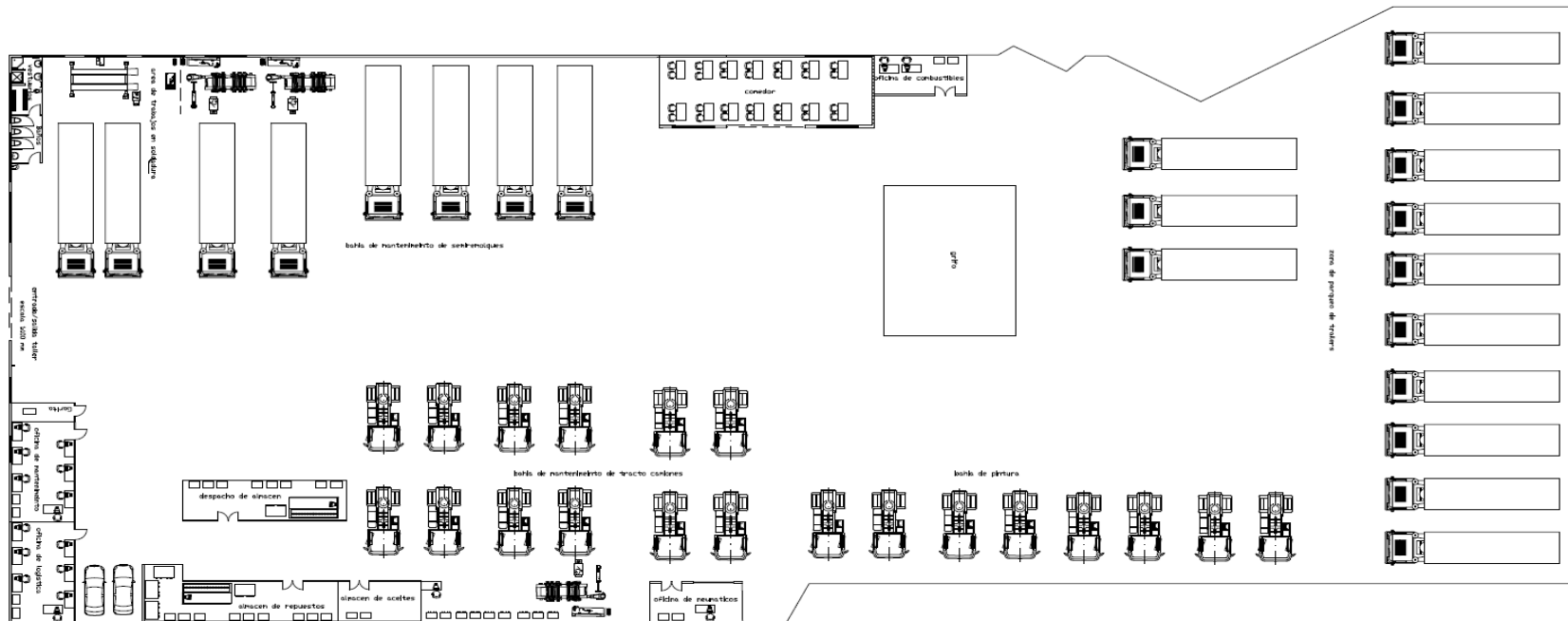
- Las partes críticas mantenidas en stock deben ser revisadas continuamente para revisar su buena condición de preservación.
- Los materiales para trabajos correctivos y preventivos deben estar pre-agrupados, y estar disponibles según el tipo de mantenimiento pertinente para optimizar el tiempo empleado por el personal para cambiar las partes. Por ejemplo, en un mantenimiento MP2 se debe tener listo en despacho almacén los filtros de aceite aire y refrigerante para los cambios al igual que el lubricante y líquido refrigerante.

#### **Recomendaciones adicionales**

- Llevar un registro detallado sobre los resultados de la auditoría.
- Si es posible, comparar los resultados con auditorías de mantenimiento en otras áreas de la empresa (todavía no las hay) ya que la metodología es estándar para todas ellas.
- Implementar planes de mejora con el objetivo de elevar el nivel alcanzado en esta etapa de la auditoría.
- Para cada plan de mejora, implementar un mecanismo de medición de la eficiencia del plan implementado.
- Realizar la misma auditoría a futuro para saber cómo se viene avanzando, y llevar un registro detallado de cada auditoría.
- Implementar archivos que sustenten en copia dura o electrónica que los elementos auditados son usados en el trabajo diario.

## **ANEXO D**

### **Plano de planta del taller**



| N° de Piezas | Denominación                  | Norma      | Material                                                                       | Marca | Dimensiones |
|--------------|-------------------------------|------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------|
|              | Nombre                        | Fecha      | <b>Universidad Católica de Santa María</b>                                     |       |             |
| Elaboró:     | Mauricio Tovar Mascaraqui     | 01/02/2025 | Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica - Eléctrica y Mecatrónica |       |             |
| Revisó:      | Augusto Caceres               | 01/07/2025 |                                                                                |       |             |
| Escala:      | <b>PLANO DE PLANTA TALLER</b> |            |                                                                                |       | Pág: 1      |
| 1:100        |                               |            |                                                                                |       | Págs: 1     |

## **ANEXO E**

### **Reporte de sostenibilidad**

## ÍNDICE

### 1. CARTA DE NUESTRO MÁXIMO REPRESENTANTE DE LA EMPRESA

### 2. SOBRE NUESTRO REPORTE

### 3. ¿QUIÉNES SOMOS?

### 4. NUESTRO ENFOQUE EN SOSTENIBILIDAD

### 5. NUESTRA GESTIÓN ECONÓMICA

### 6. NUESTRA GESTIÓN AMBIENTAL

### 7. NUESTRA GESTIÓN SOCIAL

### 8. ÍNDICE DE CONTENIDOS

## ¿QUIÉNES SOMOS?

(Contenido 2-1, Contenido 2-6)

### Contenido 2-1: Detalles organizacionales

Transportes Hagemsa S.A.C. es una empresa privada dedicada al servicio de transporte de carga por carretera y almacenaje a nivel nacional e internacional cuyas operaciones se dan desde el año 1998.

Actualmente contamos con una sede principal ubicada en la ciudad de Arequipa y tres sedes distribuidas en el centro y sur del país que nos permiten canalizar y distribuir nuestros servicios garantizando el cumplimiento de los estándares de nuestros clientes.

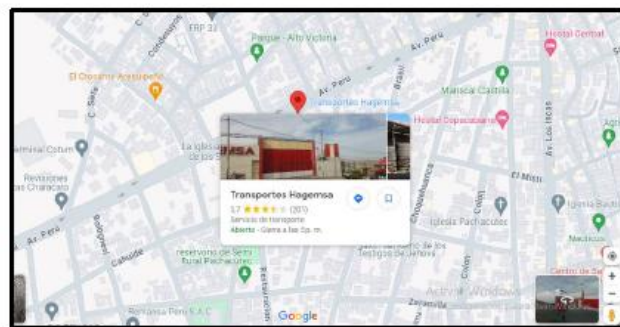


Gráfico 1. Ubicación de sede principal - Arequipa

### SEDES A NIVEL NACIONAL

A nivel nacional contamos con sedes ubicadas en los principales departamentos de Arequipa (central), Lima y Moquegua.

Tabla 2. Sedes a nivel nacional

| N° | SEDE          | DIRECCION                                                              | USO                                  |
|----|---------------|------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| 1  | SEDE AREQUIPA | Cabaña San Isidro Sec. F Valle Chili S/N - Cerro Colorado - Arequipa   | Taller y almacenes                   |
| 2  | SEDE LIMA     | P.J. Carmen Av. Saenz Peña 1999 - Callao - Lima                        | Oficinas administrativas y almacenes |
| 3  | SEDE LIMA     | Av. Argentina 1727 - Callao - Lima                                     | Almacenes                            |
| 4  | SEDE MOQUEGUA | Otr. Los lucumos parcela 07 Carretera Binacional Km 4 int 2 - Moquegua | Oficinas y almacenes                 |

Este formato contiene los Estándares GRI vigentes a la fecha 21 de febrero de 2024, que se realiza la descarga del documento.

|                                                        |
|--------------------------------------------------------|
| ÍNDICE                                                 |
| 1. CARTA DE NUESTRO MÁXIMO REPRESENTANTE DE LA EMPRESA |
| 2. SOBRE NUESTRO REPORTE                               |
| 3. ¿QUIÉNES SOMOS?                                     |
| 4. NUESTRO ENFOQUE EN SOSTENIBILIDAD                   |
| 5. NUESTRA GESTIÓN ECONÓMICA                           |
| 6. NUESTRA GESTIÓN AMBIENTAL                           |
| 7. NUESTRA GESTIÓN SOCIAL                              |
| 8. ÍNDICE DE CONTENIDOS                                |



Gráfico 2. Distribución de las sedes a nivel nacional

### Ubicación de nuestras operaciones

Nuestras operaciones se efectúan en distintas locaciones a nivel nacional, además, es preciso señalar que nuestras operaciones han generado un alcance internacional a otros países como Argentina, Brasil y Chile.



Gráfico 3. Operaciones internacionales

### Contenido 2-6: Actividades, cadena de valor y otras relaciones comerciales

Transportes Hagemsa S.A.C. brinda el servicio de transporte y almacén principalmente a clientes mineros y proveedores de los mismos del sector industria. Las principales rutas de transporte se efectúan desde puertos, donde se recibe la mercancía hasta los almacenes insite de los clientes mineros. Por otro lado,

Este formato contiene los Estándares GRI vigentes a la fecha 21 de febrero de 2024, que se realiza la descarga del documento.

|                                                        |
|--------------------------------------------------------|
| ÍNDICE                                                 |
| 1. CARTA DE NUESTRO MÁXIMO REPRESENTANTE DE LA EMPRESA |
| 2. SOBRE NUESTRO REPORTE                               |
| 3. ¿QUIÉNES SOMOS?                                     |
| 4. NUESTRO ENFOQUE EN SOSTENIBILIDAD                   |
| 5. NUESTRA GESTIÓN ECONÓMICA                           |
| 6. NUESTRA GESTIÓN AMBIENTAL                           |
| 7. NUESTRA GESTIÓN SOCIAL                              |
| 8. ÍNDICE DE CONTENIDOS                                |

geográficamente las operaciones tienen un despliegue en la zona centro y sur del país, principalmente en los departamentos de Arequipa, Moquegua, Apurímac, Cusco, Áncash y Lima.



Gráfico 4. Clientes a nivel nacional

La propuesta del valor actual de la empresa Transportes Hagemsa S.A.C. incluye la siguiente cadena de valor:

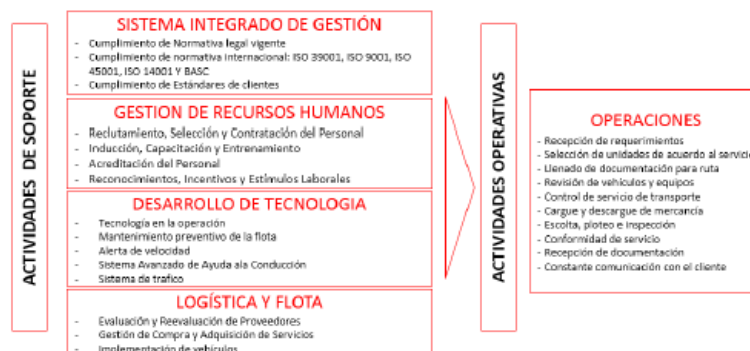


Gráfico 5. Cadena de valor

Nuestra amplia experiencia en el rubro transportes nos ha permitido poder cubrir todas las necesidades de nuestros clientes, brindando el servicio de transporte de carga general, carga sobredimensionada para materiales y equipos desde 40 TN hasta 150 TN y cargas especiales desde 9 m hasta 39 m de largo y transporte de Materiales Peligrosos, Servicio de izaje y descarga insite, entre otros.

Nuestra empresa inicia sus operaciones desde el requerimiento por parte de nuestros clientes hasta la conformidad del servicio, incluyendo el almacenamiento de carga, carga y descarga del insumo y transporte de este.

Este formato contiene los Estándares GRI vigentes a la fecha 21 de febrero de 2024, que se realiza la descarga del documento.

|                                                        |
|--------------------------------------------------------|
| ÍNDICE                                                 |
| 1. CARTA DE NUESTRO MÁXIMO REPRESENTANTE DE LA EMPRESA |
| 2. SOBRE NUESTRO REPORTE                               |
| 3. ¿QUIÉNES SOMOS?                                     |
| 4. NUESTRO ENFOQUE EN SOSTENIBILIDAD                   |
| 5. NUESTRA GESTIÓN ECONÓMICA                           |
| 6. NUESTRA GESTIÓN AMBIENTAL                           |
| 7. NUESTRA GESTIÓN SOCIAL                              |
| 8. ÍNDICE DE CONTENIDOS                                |

Tabla 3. Servicios brindados a nuestros clientes

| RUBRO                              | CLIENTE MINERO (RAZON SOCIAL)        | DESCRIPCION DEL SERVICIO                                                                                              |
|------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| MINERIA                            | MINERA LAS BAMBAS S.A.               | Servicio de puntos de consolidación de carga en tránsito y transporte de carga general y molibdeno para Las Bambas.   |
|                                    |                                      | Servicio de Transporte de Ácido Sulfúrico.                                                                            |
|                                    | COMPAÑIA MINERA ANTAPACCAY S.A.      | Contrato de prestación de servicios de operación de tránsito y transporte terrestre de carga general                  |
|                                    |                                      | Servicio de almacenaje de carga                                                                                       |
|                                    | HUBBAY PERU S.A.C                    | Socio estratégico de transporte (Transportista para concentrado de mineral, carga general y carga sobredimensionada). |
|                                    |                                      | Contrato de prestación de servicios de operación de tránsito y transporte terrestre de carga general                  |
| Transporte, Minería y Construcción | ANGLOAMERICAN QUELLAVECO             | Servicio de almacenaje de carga                                                                                       |
|                                    |                                      | Socio estratégico de transporte (Transportista para material IQBF y carga sobredimensionada).                         |
|                                    | SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE S.A.A.   | Socio estratégico de transporte (Transportista para carga general y carga sobredimensionada).                         |
|                                    |                                      | Contrato exclusivo de distribución de repuestos y componentes a nivel nacional.                                       |
|                                    | FERREYROS SOCIEDAD ANÓNIMA           | Contrato de servicio de transporte terrestre de repuestos, componentes y materiales                                   |
|                                    |                                      | Socio estratégico de transporte (Transportista para carga peligrosa)                                                  |
|                                    | KOMATSU-MITSUI MAQUINARIAS PERU S.A. | Contrato de Transporte de Equipos y Materiales                                                                        |
|                                    |                                      | Contrato de transporte de bolas de acero                                                                              |
|                                    | JOY GLOBAL (PERU) S.A.C.             | Servicio de transporte terrestre nacional                                                                             |
|                                    |                                      | Contrato de transporte de lubricantes a nivel nacional                                                                |
| Materiales Peligrosos              | REACTIVOS NACIONALES S A             | Socio estratégico de transporte (Transportista para carga peligrosa)                                                  |
| Transporte, Minería y Construcción | STRACON S.A.                         | Contrato de transporte de bolas de acero                                                                              |
| Bolas de Acero                     | ME ELEC METAL COMERCIAL PERU S.A.C.  | Servicio de transporte terrestre nacional                                                                             |
| Transporte, Minería y Construcción | FLSMIDTH S.A.C.                      | Contrato de transporte de lubricantes a nivel nacional                                                                |
| Combustibles y Lubricantes         | CORPORACION PRIMAX S.A.              | Socio estratégico de transporte (Transportista para carga general y carga sobredimensionada).                         |
| Transporte, Minería y Construcción | METSO PERU S.A.                      | Socio estratégico de transporte (Transportista para carga peligrosa)                                                  |
| Materiales Peligrosos              | CALQUIPA S.A.C.                      |                                                                                                                       |

### Distribución de servicios de acuerdo al tipo de carga

De acuerdo al tipo de carga, Hagemsa posee carga sobredimensionada, carga internacional y carga Matpel.

Este formato contiene los Estándares GRI vigentes a la fecha 21 de febrero de 2024, que se realiza la descarga del documento.

|                                                        |
|--------------------------------------------------------|
| ÍNDICE                                                 |
| 1. CARTA DE NUESTRO MÁXIMO REPRESENTANTE DE LA EMPRESA |
| 2. SOBRE NUESTRO REPORTE                               |
| 3. ¿QUIÉNES SOMOS?                                     |
| 4. NUESTRO ENFOQUE EN SOSTENIBILIDAD                   |
| 5. NUESTRA GESTIÓN ECONÓMICA                           |
| 6. NUESTRA GESTIÓN AMBIENTAL                           |
| 7. NUESTRA GESTIÓN SOCIAL                              |
| 8. ÍNDICE DE CONTENIDOS                                |



Gráfico 6. Carga sobredimensionada



Gráfico 7. Carga Internacional



Gráfico 8. Carga Matpel

Este formato contiene los Estándares GRI vigentes a la fecha 21 de febrero de 2024, que se realiza la descarga del documento.

## ÍNDICE

### 1. CARTA DE NUESTRO MÁXIMO REPRESENTANTE DE LA EMPRESA

### 2. SOBRE NUESTRO REPORTE

### 3. ¿QUIÉNES SOMOS?

### 4. NUESTRO ENFOQUE EN SOSTENIBILIDAD

### 5. NUESTRA GESTIÓN ECONÓMICA

### 6. NUESTRA GESTIÓN AMBIENTAL

### 7. NUESTRA GESTIÓN SOCIAL

### 8. ÍNDICE DE CONTENIDOS

En nuestras principales actividades económicas no hemos presentado cambios o variaciones significativas en el periodo objeto del informe.

## GOBIERNO CORPORATIVO

### (Contenido 2-9)

#### Contenido 2-9: Estructura de gobernanza y composición

Transportes Hagemsa S.A.C es una empresa que se constituyó en agosto de 1998, bajo el cargo de los hermanos Richard Erquinigo Pereda y Wilfredo Erquinigo Pereda quienes a la actualidad se desenvuelven en los cargos de Gerente Administrativo y Gerente General respectivamente.

Ambos se constituyen como nuestras máximas autoridades y son ellos quienes velan por el desempeño y bienestar de la organización y sus colaboradores.

Nuestro siguiente nivel de gobierno está constituido por la plana ejecutiva dirigida por 4 gerencias y 14 jefaturas quienes tienen a su cargo las diferentes áreas administrativas y operativas de nuestra empresa y por último tenemos la plana no ejecutiva con un aproximado de 530 colaboradores.



#### ORGANIGRAMA

Estructura de Transportes Hagemsa S.A.C. para el periodo 2023.

Este formato contiene los Estándares GRI vigentes a la fecha 21 de febrero de 2024, que se realiza la descarga del documento.

## ÍNDICE

## 1. CARTA DE NUESTRO MÁXIMO REPRESENTANTE DE LA EMPRESA

## 2. SOBRE NUESTRO REPORTE

## 3. ¿QUIÉNES SOMOS?

## 4. NUESTRO ENFOQUE EN SOSTENIBILIDAD

## 5. NUESTRA GESTIÓN ECONÓMICA

## 6. NUESTRA GESTIÓN AMBIENTAL

## 7. NUESTRA GESTIÓN SOCIAL

## 8. ÍNDICE DE CONTENIDOS

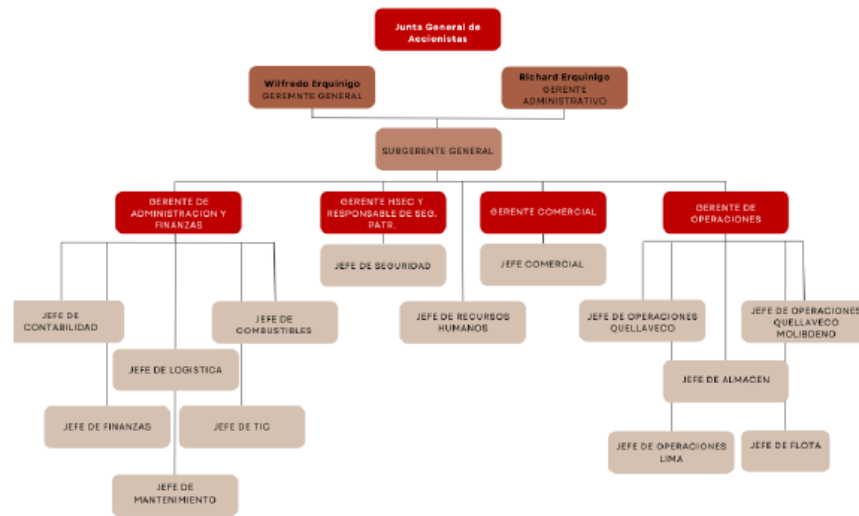


Gráfico 9. Organigrama de Transportes Hagemsa S.A.C.

Es el propósito de Transportes Hagemsa. S.A.C. demostrar capacidad para proporcionar servicios que contribuyan a la satisfacción del cliente a través de la aplicación eficaz del sistema de trabajo que contribuyan a su proceso de mejora continua y el aseguramiento de la conformidad con los requisitos exigidos por nuestros clientes, así como el cumplimiento de la normatividad vigente a la fecha.

En ese sentido, Transportes Hagemsa. S.A.C. ha establecido las funciones inherentes a cada gerencia establecido dentro de la empresa.

### Directorio

Nuestro directorio representa la mayor autoridad jerárquica en la toma de decisiones de la empresa. Por debajo se encuentran las demás gerencias y jefaturas de áreas, quienes trabajan de la mano para cumplir con los objetivos propuestos de la empresa al buscar la mejora continua y la excelencia.

### Gerencia de administración y finanzas

Encargada de promover planes estratégicos y operativos para el desarrollo económico de la empresa, da seguimiento a los flujos de caja en base a rendición de viáticos, extractos de cuentas bancarias, entre otros.

### Gerencia de seguridad

Garantiza que las condiciones de trabajo no representen un peligro para la seguridad y salud de los trabajadores, asegurando el cumplimiento de las actividades establecidas en el Programa anual de Seguridad y Salud Ocupacional y Medio Ambiente.

### Gerencia de comercial

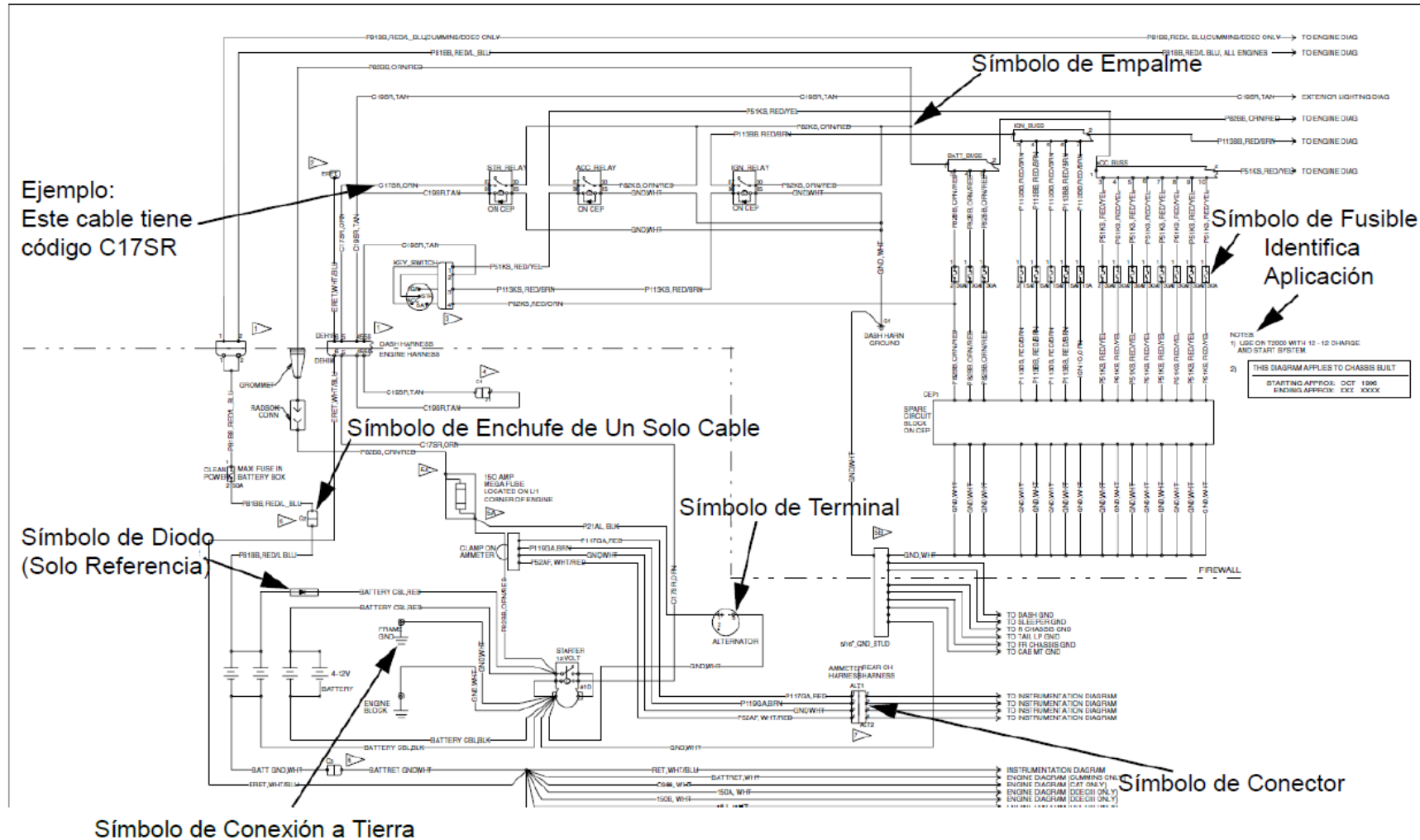
Coordina y ejecuta políticas de comercialización orientadas al logro de una mejor posición en el mercado y garantizando la satisfacción de nuestros clientes garantizando el cumplimiento de sus estándares.

### Gerencia de operaciones

Este formato contiene los Estándares GRI vigentes a la fecha 21 de febrero de 2024, que se realiza la descarga del documento.

## **ANEXO F**

### **Plano del sistema eléctrico**



## Claves del Cableado

### Lista de Definiciones de Claves del Cableado

**Ejemplo:** C17SR

|    |    |                     |                                                                                |
|----|----|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| C  | -- | Función             | Ver abajo Descripción de Función.                                              |
| 17 | -- | Número de Circuito  | Ver " <a href="#">Descripción de Circuito</a> " en <a href="#">Página 28</a> . |
| SR | -- | Destino o Propósito | Ver " <a href="#">Destino o Propósito</a> " en <a href="#">Página 33</a> .     |

| LETRA DE FUNCIÓN | DESCRIPCIÓN                           |
|------------------|---------------------------------------|
| C                | Componentes                           |
| E                | ECU / Control Electrónico             |
| G                | Medidores                             |
| GND              | Tierra                                |
| H                | Calefacción / Aire Acondicionado      |
| L                | Luces                                 |
| P                | Energía                               |
| PCB              | Energía del Corta Circuito de Reserva |
| Relevador        |                                       |
| S                | Reserva                               |

**Ejemplo:** C 17 SR

|                     |       |    |   |                          |
|---------------------|-------|----|---|--------------------------|
| Función             | ..... | C  | = | Componentes              |
| Número de Circuito  | ..... | 17 | = | Solenoide del Arrancador |
| Destino o Propósito | ..... | SR | = | Arrancador               |

Explicación:

C17SR = Solenoide del Arrancador al Arrancador

### Código de Cableado, Corta Circuito de Reserva

**Ejemplo:** PCB 33

|     |    |                          |                                        |
|-----|----|--------------------------|----------------------------------------|
| PCB | -- | Función                  | Energía del Corta Circuito de Reserva. |
| 33  | -- | Número de Corta Circuito | Indica ubicación del porta circuito.   |

## **ANEXO G**

### **Extracto del registro de fallas**

| OT    | Fecha OT   | Placa   | Tipo                     | Preventivo     | Kilometraje |
|-------|------------|---------|--------------------------|----------------|-------------|
| 49317 | 01/09/2024 | AZK-745 | CORRECTIVO               |                | 200568      |
| 49321 | 01/09/2024 | V9O-784 | CORRECTIVO               |                | 155728      |
| 49306 | 01/09/2024 | V1T-887 | PREVENTIVO               | MP1 REMOLCADOR | 1101520     |
| 49361 | 01/09/2024 | V5D-933 | CORRECTIVO               |                | 464225      |
| 49350 | 01/09/2024 | BDX-757 | CORRECTIVO               |                | 200512      |
| 49313 | 01/09/2024 | BEX-937 | CORRECTIVO               |                | 178894      |
| 49319 | 02/09/2024 | D2A-729 | CORRECTIVO               |                | 379446      |
| 49324 | 02/09/2024 | BTW-916 | CORRECTIVO<br>PROGRAMADO |                | 72325       |
| 49325 | 02/09/2024 | F8Q-859 | PREVENTIVO               | MP2 REMOLCADOR | 617942      |
| 49351 | 02/09/2024 | BEW-943 | CORRECTIVO               |                | 219228      |
| 49326 | 02/09/2024 | BSJ-935 | CORRECTIVO               |                | 93362       |
| 49347 | 03/09/2024 | VDE-744 | CORRECTIVO               |                | 66845       |
| 49333 | 03/09/2024 | BJX-863 | CORRECTIVO<br>PROGRAMADO |                | 121470      |
| 49334 | 03/09/2024 | BEF-863 | CORRECTIVO<br>PROGRAMADO |                | 301721      |
| 49335 | 03/09/2024 | BEF-850 | CORRECTIVO<br>PROGRAMADO |                | 290544      |
| 49360 | 03/09/2024 | BEE-842 | CORRECTIVO               |                | 257836      |
| 49340 | 03/09/2024 | BKF-915 | CORRECTIVO<br>PROGRAMADO |                | 166352      |
| 49338 | 03/09/2024 | BEF-864 | CORRECTIVO<br>PROGRAMADO |                | 220337      |
| 49342 | 03/09/2024 | BRT-819 | CORRECTIVO               |                | 170855      |
| 49346 | 04/09/2024 | AZK-740 | PREVENTIVO               | MP2 REMOLCADOR | 191665      |
| 49348 | 04/09/2024 | BED-826 | PREVENTIVO               | MP2 REMOLCADOR | 237616      |
| 49349 | 04/09/2024 | AZK-904 | CORRECTIVO<br>PROGRAMADO |                | 236917      |
| 49353 | 04/09/2024 | F8Q-858 | CORRECTIVO               |                | 28987       |
| 49356 | 04/09/2024 | AZK-721 | CORRECTIVO<br>PROGRAMADO |                | 229915      |
| 49366 | 04/09/2024 | BED-887 | CORRECTIVO               |                | 224798      |
| 49379 | 04/09/2024 | VDE-863 | CORRECTIVO               |                | 9596        |
| 49370 | 04/09/2024 | VDE-872 | CORRECTIVO               |                | 11139       |
| 49357 | 04/09/2024 | AZM-849 | CORRECTIVO               |                | 237599      |
| 49320 | 04/09/2024 | AZL-737 | CORRECTIVO               |                | 182741      |
| 49367 | 04/09/2024 | V9U-871 | CORRECTIVO               |                | 241898      |
| 49365 | 04/09/2024 | BFB-802 | CORRECTIVO               |                | 186700      |
| 49362 | 05/09/2024 | VDE-863 | CORRECTIVO               |                | 9461        |
| 49369 | 05/09/2024 | V5Q-927 | CORRECTIVO<br>PROGRAMADO |                | 1088007     |
| 49371 | 05/09/2024 | V6L-744 | PREVENTIVO               | MP1 REMOLCADOR | 1465926     |
| 49373 | 05/09/2024 | BDW-835 | CORRECTIVO               |                | 198041      |

|       |            |         |                          |                |         |
|-------|------------|---------|--------------------------|----------------|---------|
| 49397 | 05/09/2024 | BCQ-918 | PREVENTIVO               | MP2 REMOLCADOR | 372209  |
| 49376 | 05/09/2024 | V4H-723 | CORRECTIVO               |                | 786019  |
| 49377 | 05/09/2024 | BEF-868 | CORRECTIVO               |                | 844212  |
| 49380 | 06/09/2024 | BRT-925 | CORRECTIVO<br>PROGRAMADO |                | 150952  |
| 49381 | 06/09/2024 | BBZ-838 | CORRECTIVO               |                | 175649  |
| 49432 | 06/09/2024 | BSJ-944 | CORRECTIVO               |                | 97514   |
| 49388 | 06/09/2024 | AZK-740 | CORRECTIVO<br>PROGRAMADO |                | 191670  |
| 49389 | 06/09/2024 | BCQ-850 | PREVENTIVO               | MP1 REMOLCADOR | 158978  |
| 49398 | 07/09/2024 | AZK-750 | CORRECTIVO<br>PROGRAMADO |                | 255781  |
| 49399 | 07/09/2024 | BCS-922 | CORRECTIVO<br>PROGRAMADO |                | 161390  |
| 49415 | 07/09/2024 | BCT-874 | CORRECTIVO<br>PROGRAMADO |                | 150950  |
| 49434 | 07/09/2024 | ANM-818 | PREVENTIVO               | MP3 REMOLCADOR | 414538  |
| 49391 | 07/09/2024 | BEE-735 | CORRECTIVO               |                | 200611  |
| 49392 | 07/09/2024 | V2C-746 | CORRECTIVO<br>PROGRAMADO |                | 666983  |
| 49280 | 07/09/2024 | BCR-752 | PREVENTIVO               | MP3 REMOLCADOR | 178916  |
| 49394 | 07/09/2024 | BCT-880 | CORRECTIVO               |                | 160463  |
| 49396 | 07/09/2024 | AJU-784 | PREVENTIVO               | MP2 REMOLCADOR | 472330  |
| 49401 | 07/09/2024 | AJX-817 | CORRECTIVO<br>PROGRAMADO |                | 328690  |
| 49402 | 07/09/2024 | V6L-744 | CORRECTIVO<br>PROGRAMADO |                | 1465972 |
| 49403 | 07/09/2024 | AZL-939 | CORRECTIVO               |                | 203681  |
| 49405 | 08/09/2024 | V4W-874 | CORRECTIVO               |                | 842398  |
| 49411 | 09/09/2024 | V9U-927 | CORRECTIVO               |                | 243167  |
| 49420 | 09/09/2024 | BEW-777 | CORRECTIVO               |                | 193285  |
| 49410 | 09/09/2024 | AZJ-890 | CORRECTIVO               |                | 257684  |
| 49412 | 09/09/2024 | F8Q-749 | CORRECTIVO               |                | 468624  |
| 49413 | 09/09/2024 | V5S-827 | CORRECTIVO               |                | 819621  |
| 49418 | 09/09/2024 | AZK-709 | CORRECTIVO               |                | 262145  |
| 49419 | 09/09/2024 | BEY-817 | CORRECTIVO<br>PROGRAMADO |                | 203419  |
| 49421 | 09/09/2024 | V2Z-729 | CORRECTIVO<br>PROGRAMADO |                | 1215108 |
| 49422 | 09/09/2024 | AJU-811 | PREVENTIVO               | MP3 REMOLCADOR | 499817  |
| 49423 | 09/09/2024 | BKF-915 | PREVENTIVO               | MP2 REMOLCADOR | 169087  |
| 49424 | 09/09/2024 | V9O-784 | CORRECTIVO<br>PROGRAMADO |                | 156761  |
| 49425 | 09/09/2024 | V4E-795 | CORRECTIVO               |                | 579818  |
| 49441 | 09/09/2024 | BEF-877 | CORRECTIVO               |                | 249860  |
| 49444 | 09/09/2024 | BEF-863 | CORRECTIVO               |                | 3011790 |

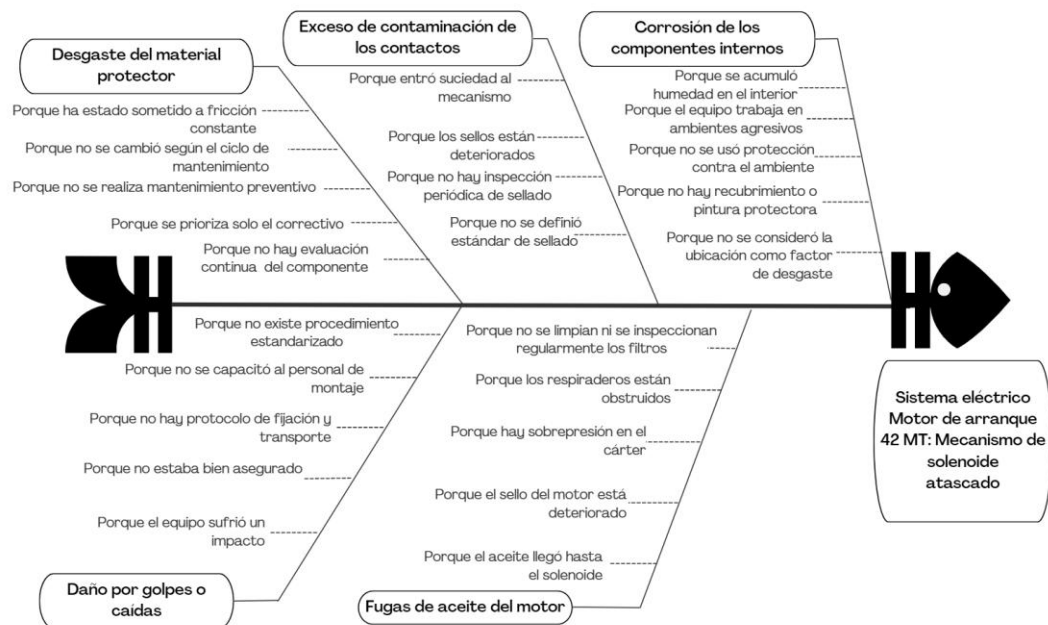
|       |            |         |                           |         |
|-------|------------|---------|---------------------------|---------|
| 49428 | 09/09/2024 | BCR-752 | CORRECTIVO<br>PROGRAMADO  | 178934  |
| 49429 | 10/09/2024 | V4W-874 | CORRECTIVO<br>PROGRAMADO  | 842419  |
| 49436 | 10/09/2024 | AJU-700 | CORRECTIVO<br>PROGRAMADO  | 534601  |
| 49438 | 10/09/2024 | V4H-794 | CORRECTIVO                | 837260  |
| 49442 | 10/09/2024 | VDE-781 | CORRECTIVO                | 10103   |
| 49451 | 10/09/2024 | VDE-863 | CORRECTIVO                | 9478    |
| 49447 | 10/09/2024 | BED-864 | CORRECTIVO                | 234302  |
| 49448 | 10/09/2024 | BDW-835 | PREVENTIVO MP1 REMOLCADOR | 199113  |
| 49450 | 10/09/2024 | V9U-927 | PREVENTIVO MP2 REMOLCADOR | 243167  |
| 49457 | 11/09/2024 | ANN-742 | PREVENTIVO MP3 REMOLCADOR | 426528  |
| 49458 | 11/09/2024 | V4X-882 | CORRECTIVO<br>PROGRAMADO  | 270762  |
| 49460 | 11/09/2024 | BRT-925 | CORRECTIVO                | 152997  |
| 49461 | 11/09/2024 | V8S-717 | CORRECTIVO<br>PROGRAMADO  | 371492  |
| 49463 | 11/09/2024 | VDE-849 | CORRECTIVO<br>PROGRAMADO  | 11148   |
| 49464 | 11/09/2024 | BJX-863 | PREVENTIVO MP1 REMOLCADOR | 122049  |
| 49465 | 11/09/2024 | AJT-900 | CORRECTIVO<br>PROGRAMADO  | 546049  |
| 49467 | 11/09/2024 | AFH-802 | CORRECTIVO<br>PROGRAMADO  | 520679  |
| 49468 | 11/09/2024 | VCL-974 | CORRECTIVO<br>PROGRAMADO  | 520679  |
| 49476 | 11/09/2024 | BEF-863 | CORRECTIVO                | 301963  |
| 49474 | 11/09/2024 | BEF-877 | CORRECTIVO                | 258325  |
| 49475 | 11/09/2024 | BEF-878 | CORRECTIVO                | 285305  |
| 49477 | 12/09/2024 | BEF-864 | CORRECTIVO                | 220573  |
| 49469 | 12/09/2024 | V2D-740 | CORRECTIVO                | 832593  |
| 49490 | 12/09/2024 | V4J-710 | PREVENTIVO MP1 REMOLCADOR | 606115  |
| 49487 | 12/09/2024 | VDE-914 | CORRECTIVO<br>PROGRAMADO  | 9311    |
| 49481 | 12/09/2024 | AJT-900 | CORRECTIVO                | 546049  |
| 49488 | 12/09/2024 | VDE-863 | CORRECTIVO<br>PROGRAMADO  | 9479    |
| 49473 | 12/09/2024 | BED-888 | CORRECTIVO                | 225410  |
| 49478 | 12/09/2024 | BSJ-935 | CORRECTIVO<br>PROGRAMADO  | 94684   |
| 49482 | 12/09/2024 | VDE-808 | CORRECTIVO                | 17762   |
| 49483 | 12/09/2024 | BSJ-858 | CORRECTIVO<br>PROGRAMADO  | 91148   |
| 49484 | 12/09/2024 | V9O-774 | CORRECTIVO                | 9625    |
| 49491 | 12/09/2024 | VDE-809 | CORRECTIVO                | 17315   |
| 49500 | 12/09/2024 | V1U-901 | CORRECTIVO                | 1039484 |

|       |            |         |                           |        |
|-------|------------|---------|---------------------------|--------|
| 49541 | 12/09/2024 | BEE-734 | CORRECTIVO                | 214535 |
| 49492 | 13/09/2024 | BCS-871 | CORRECTIVO<br>PROGRAMADO  | 250806 |
| 49496 | 13/09/2024 | C4M-727 | CORRECTIVO                | 420341 |
| 49497 | 13/09/2024 | BDX-757 | CORRECTIVO<br>PROGRAMADO  | 199737 |
| 49501 | 13/09/2024 | V9C-715 | CORRECTIVO                | 302422 |
| 49502 | 13/09/2024 | V2D-716 | CORRECTIVO                | 759094 |
| 49503 | 13/09/2024 | BEX-844 | CORRECTIVO<br>PROGRAMADO  | 172828 |
| 49505 | 13/09/2024 | BSK-761 | CORRECTIVO<br>PROGRAMADO  | 94189  |
| 49507 | 13/09/2024 | VDE-770 | CORRECTIVO<br>PROGRAMADO  | 8228   |
| 49509 | 13/09/2024 | BCT-780 | CORRECTIVO<br>PROGRAMADO  | 161926 |
| 49511 | 13/09/2024 | V9U-871 | CORRECTIVO                | 243233 |
| 49530 | 13/09/2024 | V9O-765 | CORRECTIVO                | 262978 |
| 49537 | 14/09/2024 | BEF-864 | CORRECTIVO                | 226333 |
| 49532 | 14/09/2024 | BEF-877 | CORRECTIVO                | 250419 |
| 49535 | 14/09/2024 | BEF-863 | CORRECTIVO                | 302376 |
| 49521 | 14/09/2024 | BEF-878 | CORRECTIVO                | 348668 |
| 49512 | 14/09/2024 | AZM-849 | CORRECTIVO<br>PROGRAMADO  | 238994 |
| 49513 | 14/09/2024 | BCT-779 | CORRECTIVO<br>PROGRAMADO  | 248468 |
| 49514 | 14/09/2024 | AZK-710 | CORRECTIVO<br>PROGRAMADO  | 237849 |
| 49516 | 14/09/2024 | BDX-730 | PREVENTIVO MP3 REMOLCADOR | 127176 |
| 49518 | 14/09/2024 | VDE-823 | CORRECTIVO                | 16626  |

## **ANEXO H**

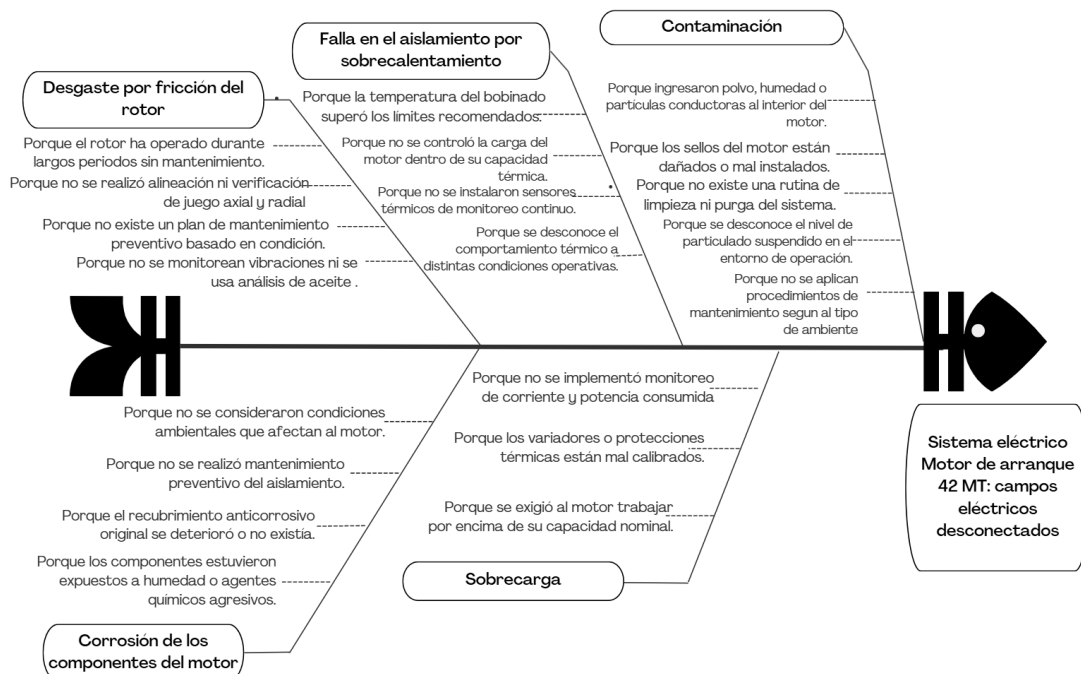
### **Diagramas de espina de pescado**

## Ishikawa para solenoide atascado de motor de arranque 42MT



Nota. Elaboración propia

## Ishikawa campos eléctricos desconectados motor de arranque 42 MT



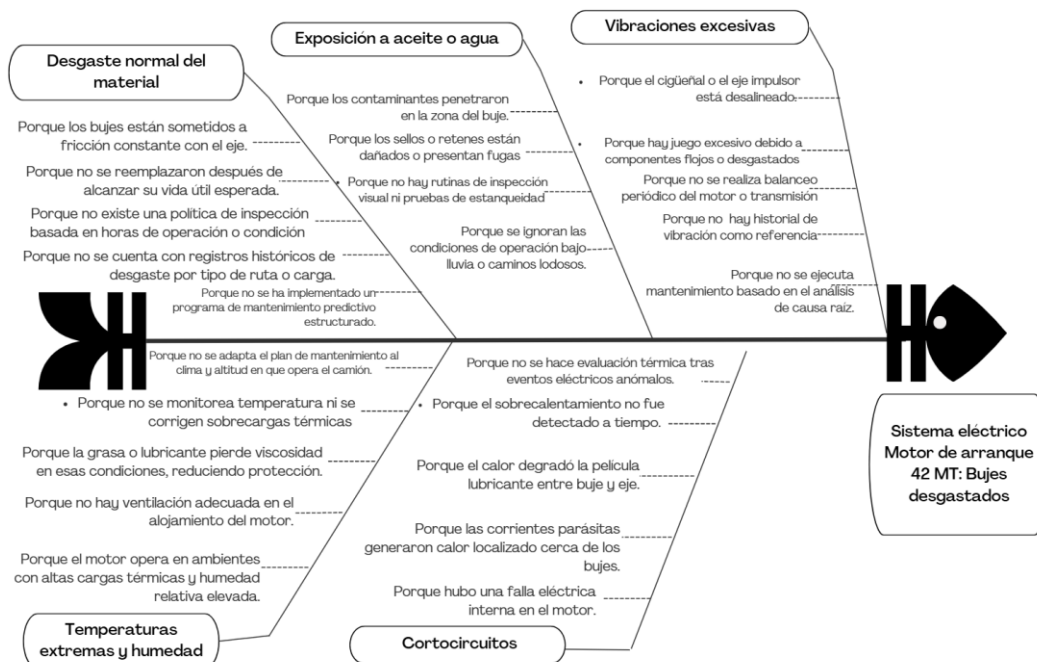
Nota. Elaboración propia

## Ishikawa escobillas gastadas motor de arranque 42 MT



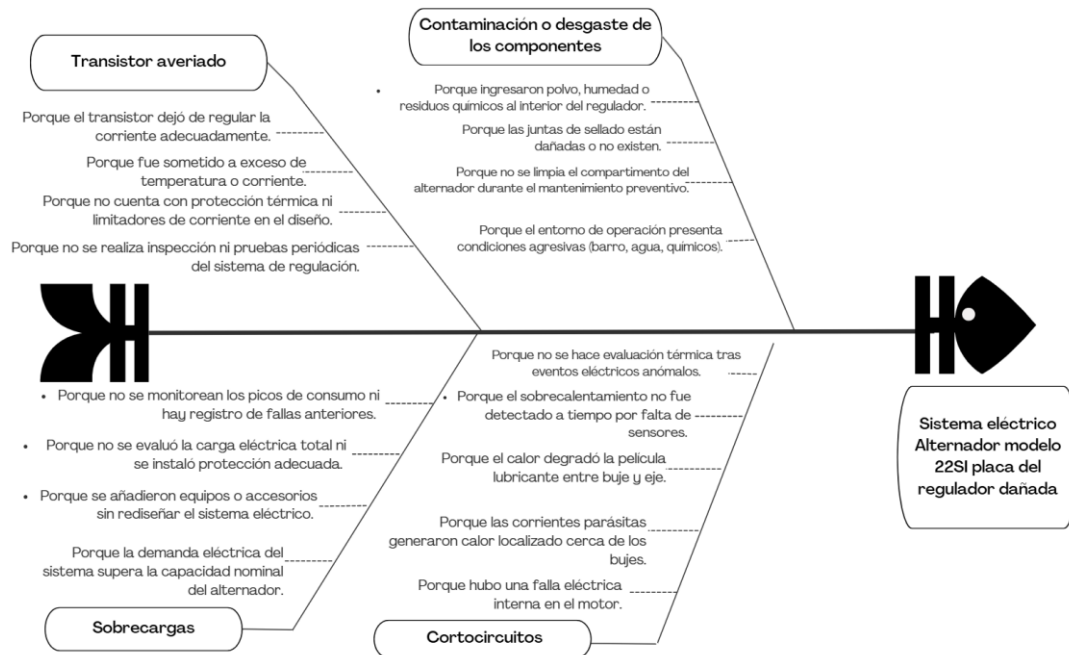
Nota. Elaboración propia

## Ishikawa bujes desgastados motor de arranque 42 MT



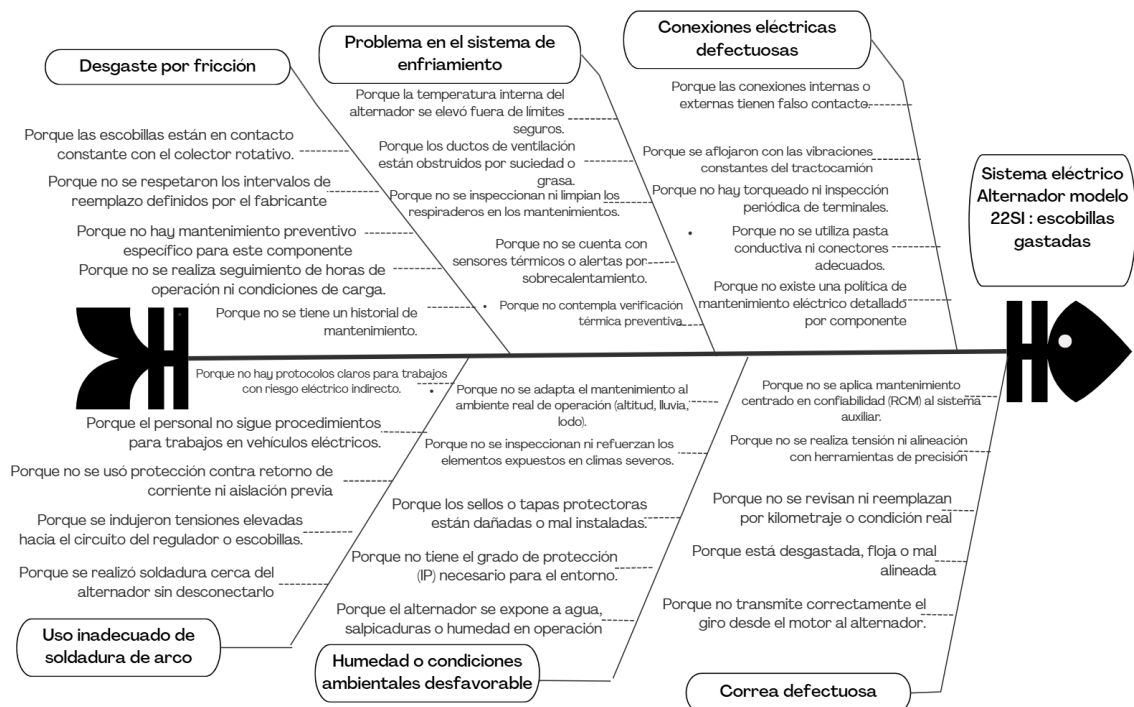
Nota. Elaboración propia

## Ishikawa placa del regulador dañada alternador 22SI



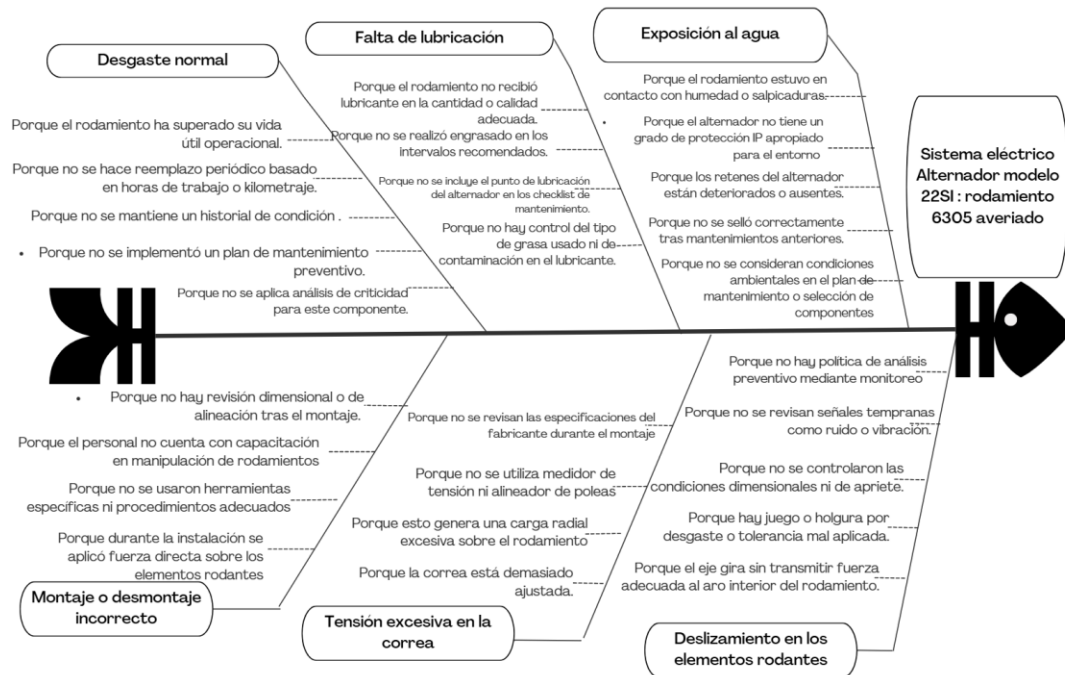
Nota. Elaboración propia

## Ishikawa escobillas gastadas alternador 22SI



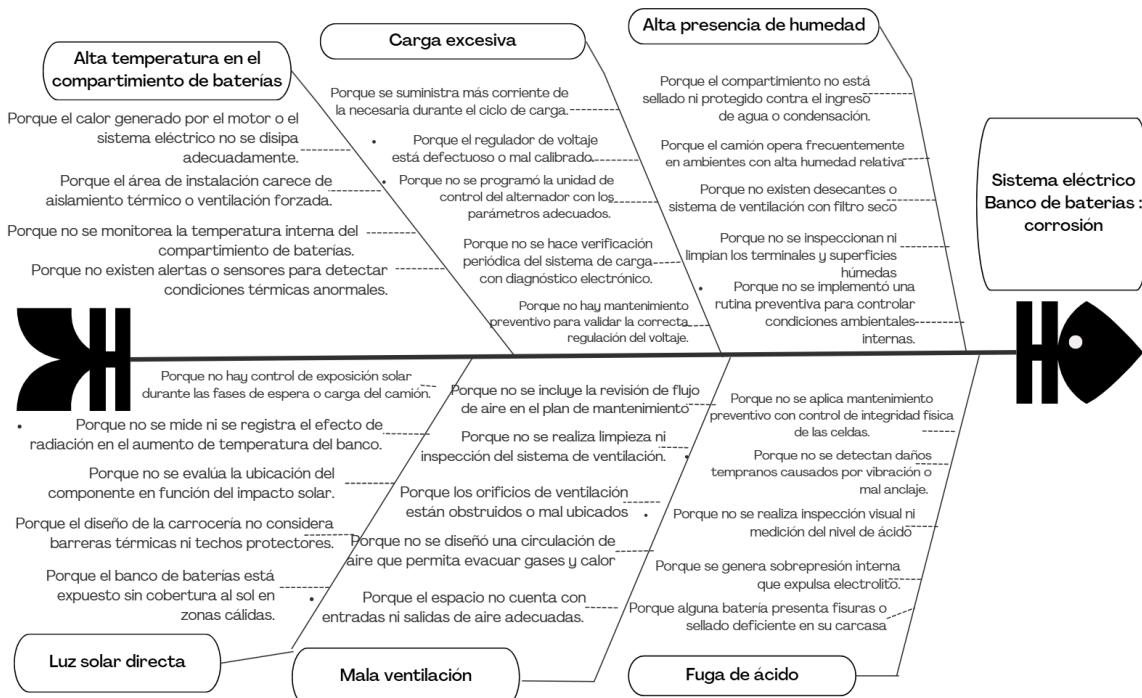
Nota. Elaboración propia

## Ishikawa rodamiento 6305 averiado alternador 22SI



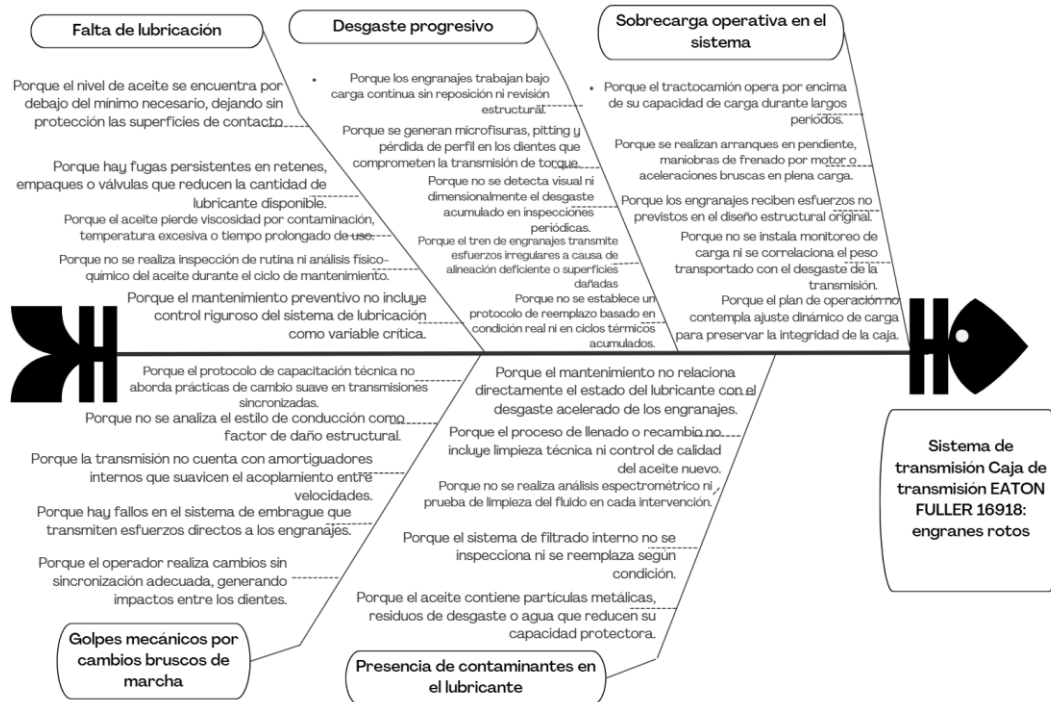
Nota. Elaboración propia

## Ishikawa corrosión Banco de baterías



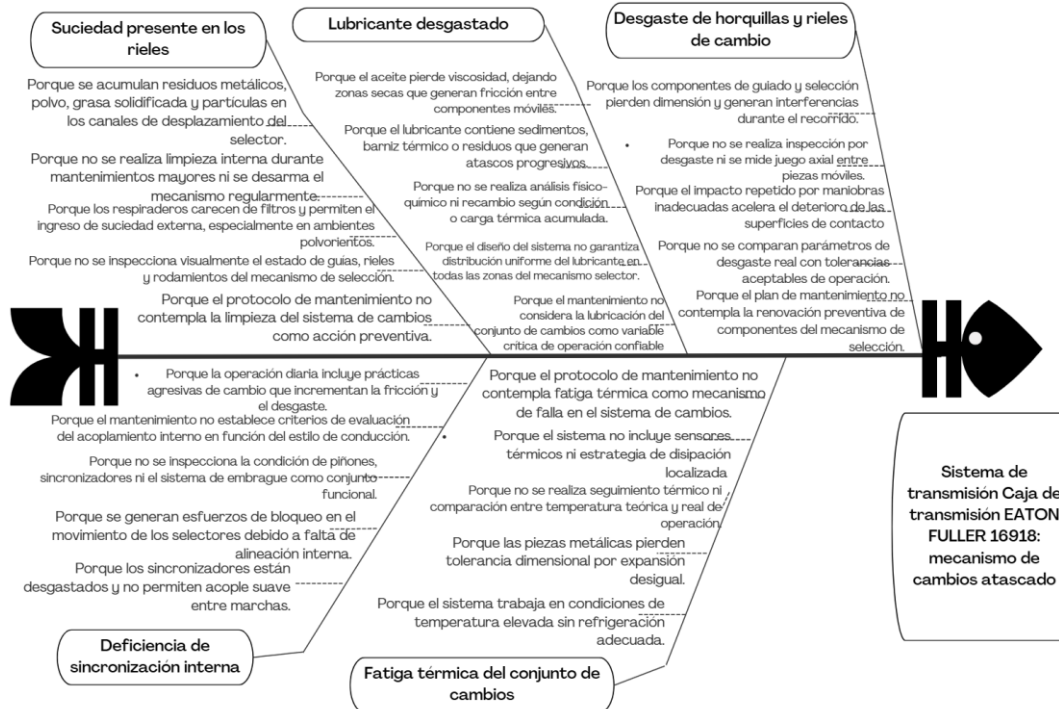
Nota. Elaboración propia

## Ishikawa engranes rotos Caja de transmisión EATON FULLER 16918



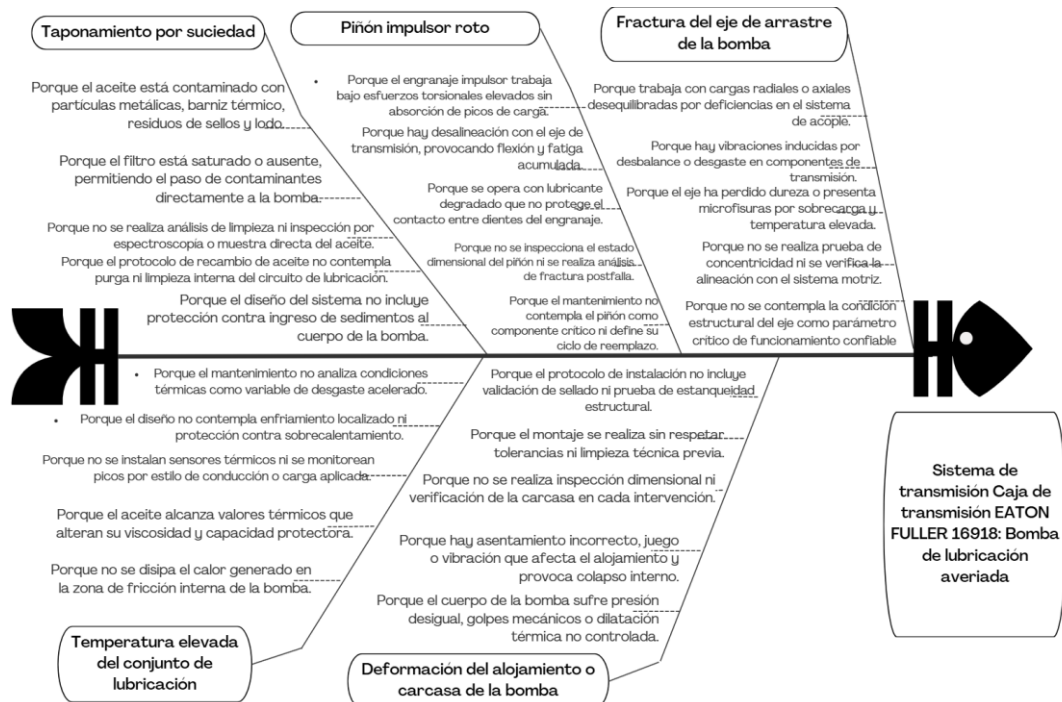
Nota. Elaboración propia

## Ishikawa mecanismo de cambios atascado Caja de transmisión EATON FULLER 16918



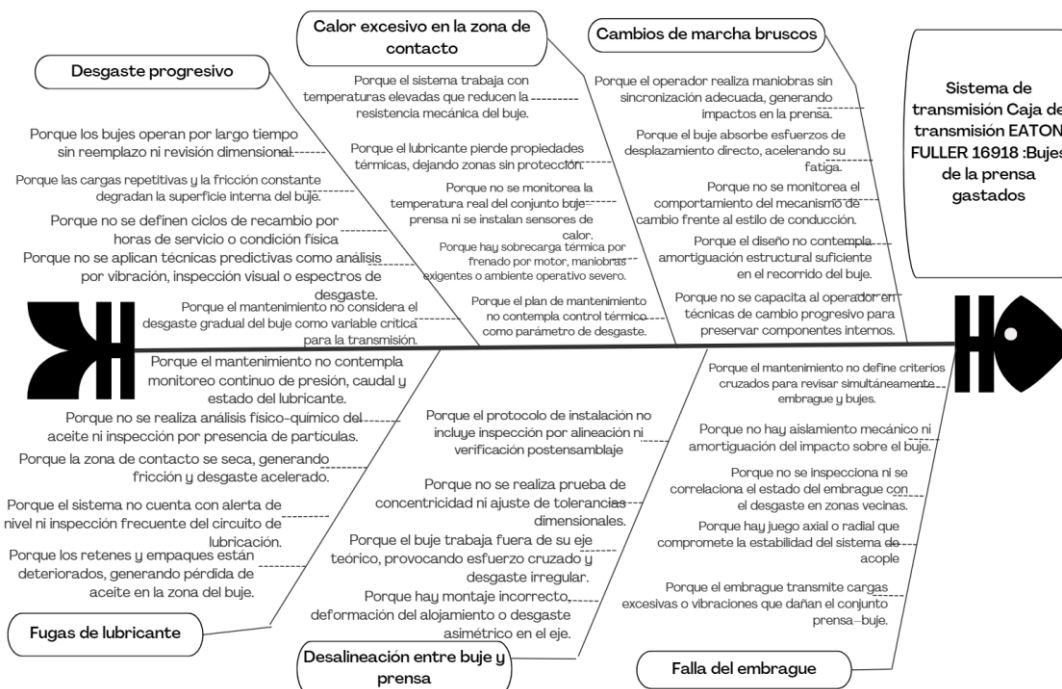
Nota. Elaboración propia

## Ishikawa bomba de lubricación averiada Caja de transmisión EATON FULLER 16918



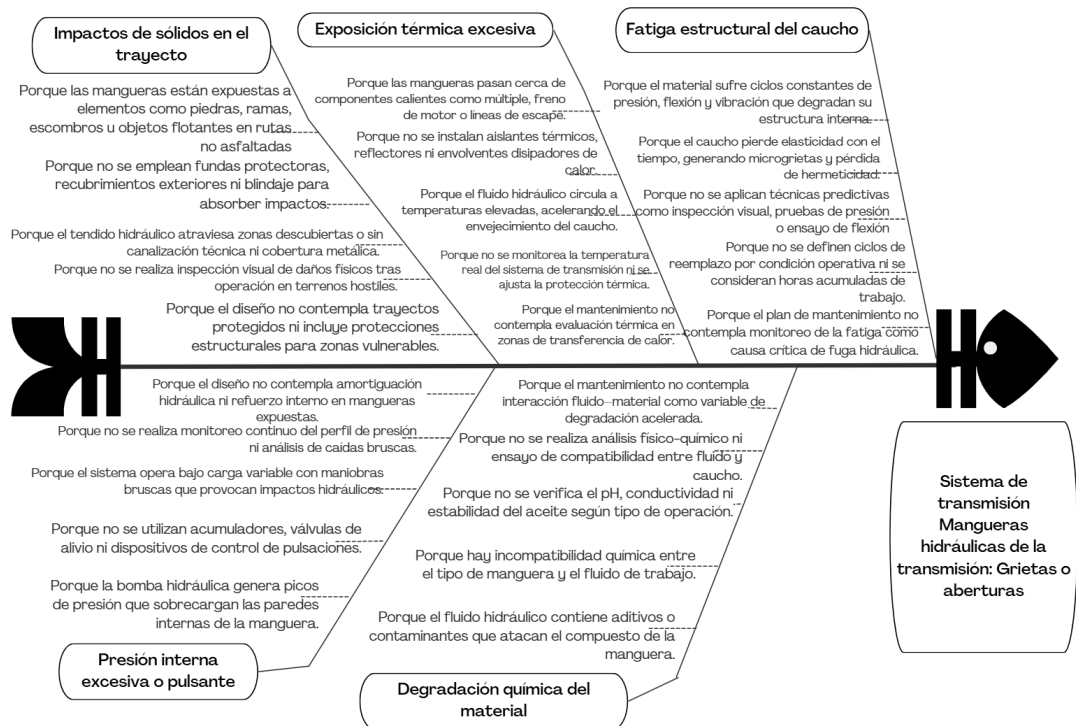
Nota. Elaboración propia

## Ishikawa bujes de la prensa gastados Caja de transmisión EATON FULLER 16918



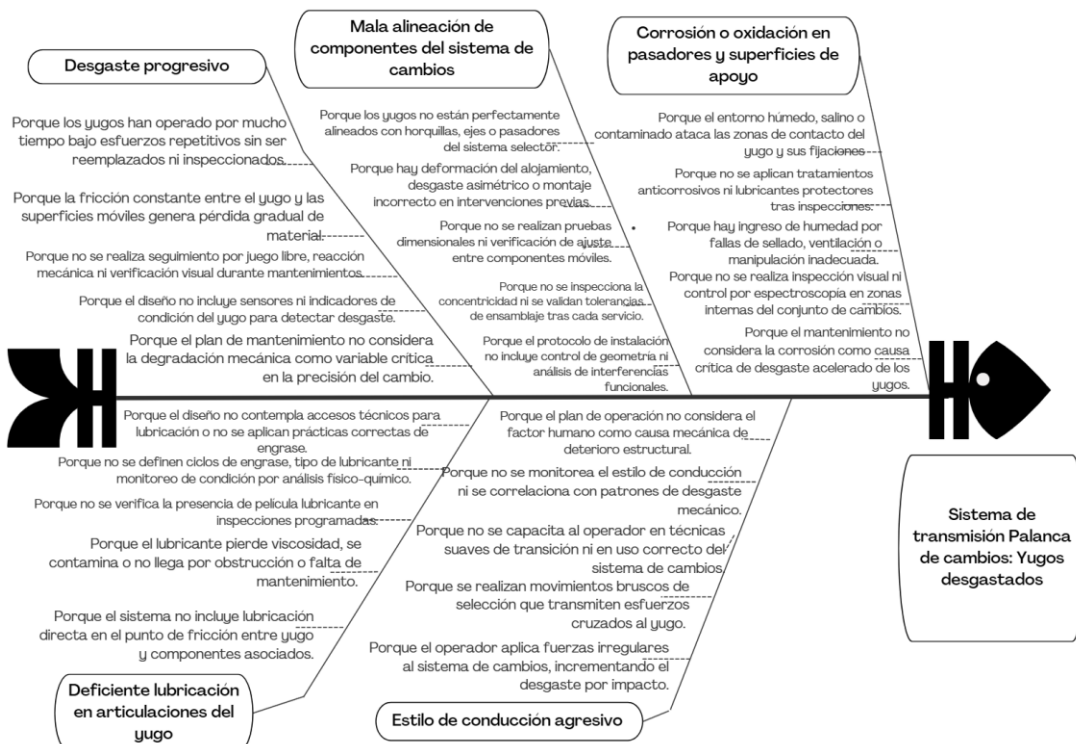
Nota. Elaboración propia

## Ishikawa grietas o aberturas mangueras hidráulicas de la transmisión



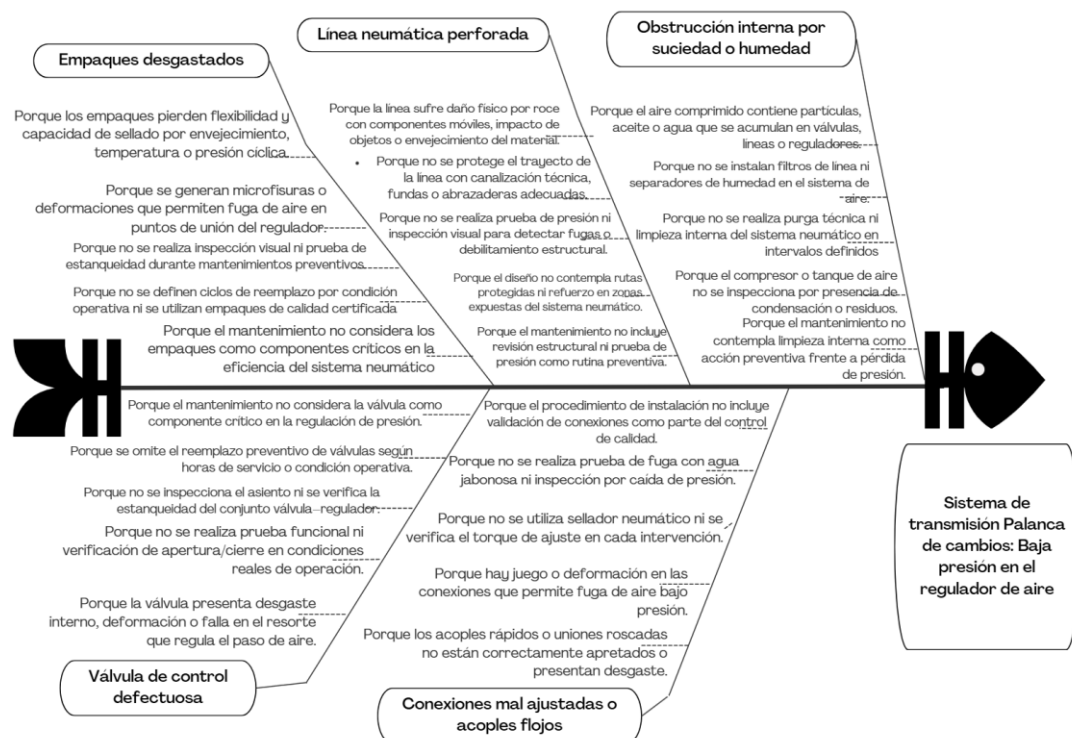
Nota. Elaboración propia

## Ishikawa yugos desgastados palanca de cambios



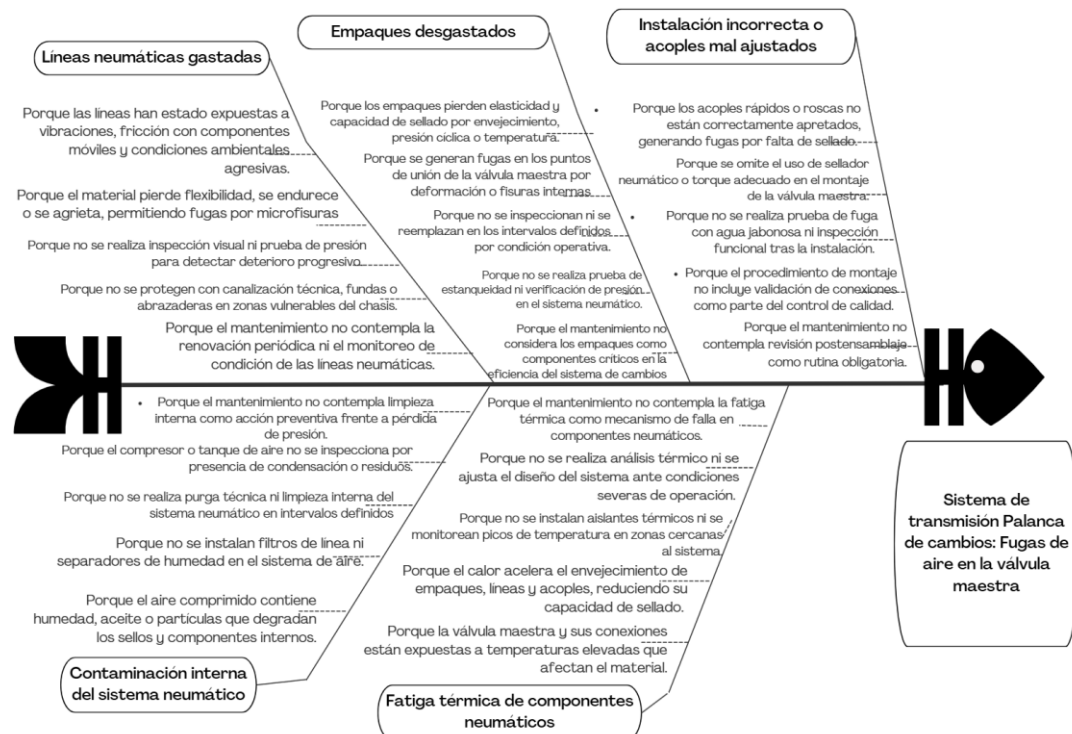
Nota. Elaboración propia

## Ishikawa baja presión en el regulador de aire Palanca de cambios



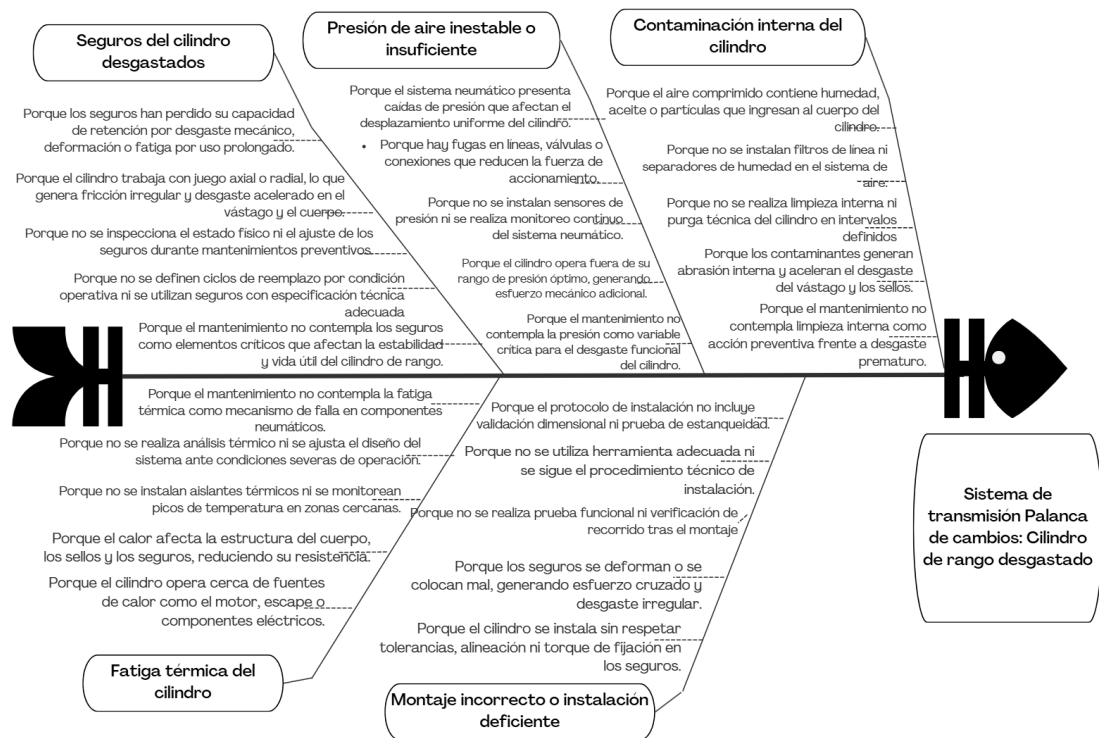
Nota. Elaboración propia

## Ishikawa fugas de aire en la válvula maestra Palanca de cambios



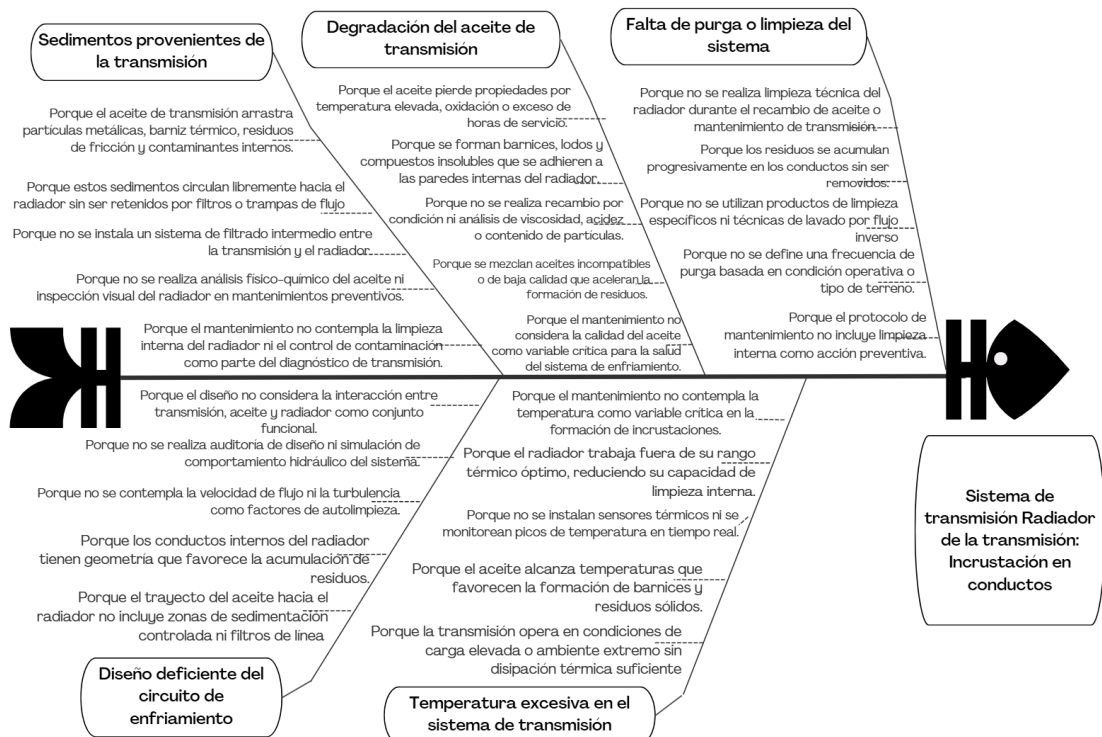
Nota. Elaboración propia

## Ishikawa cilindro de rango desgastado Palanca de cambios



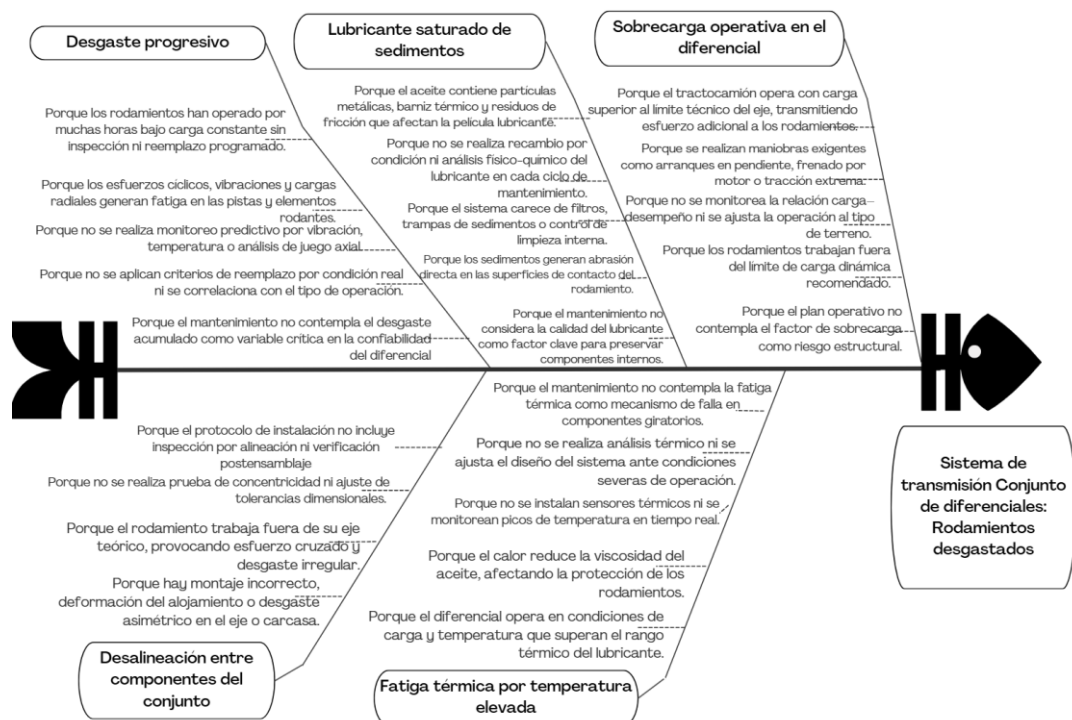
Nota. Elaboración propia

## Ishikawa incrustación en conductos Radiador de la transmisión



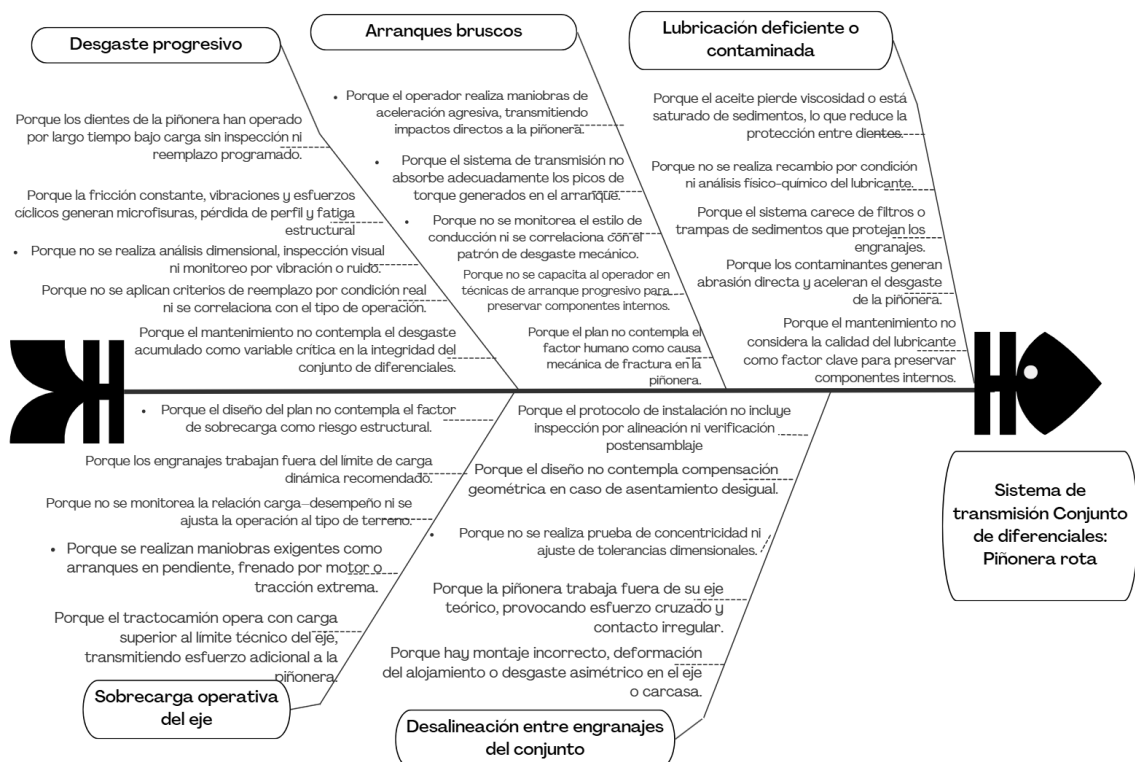
Nota. Elaboración propia

## Ishikawa rodamientos desgastados conjunto de diferenciales



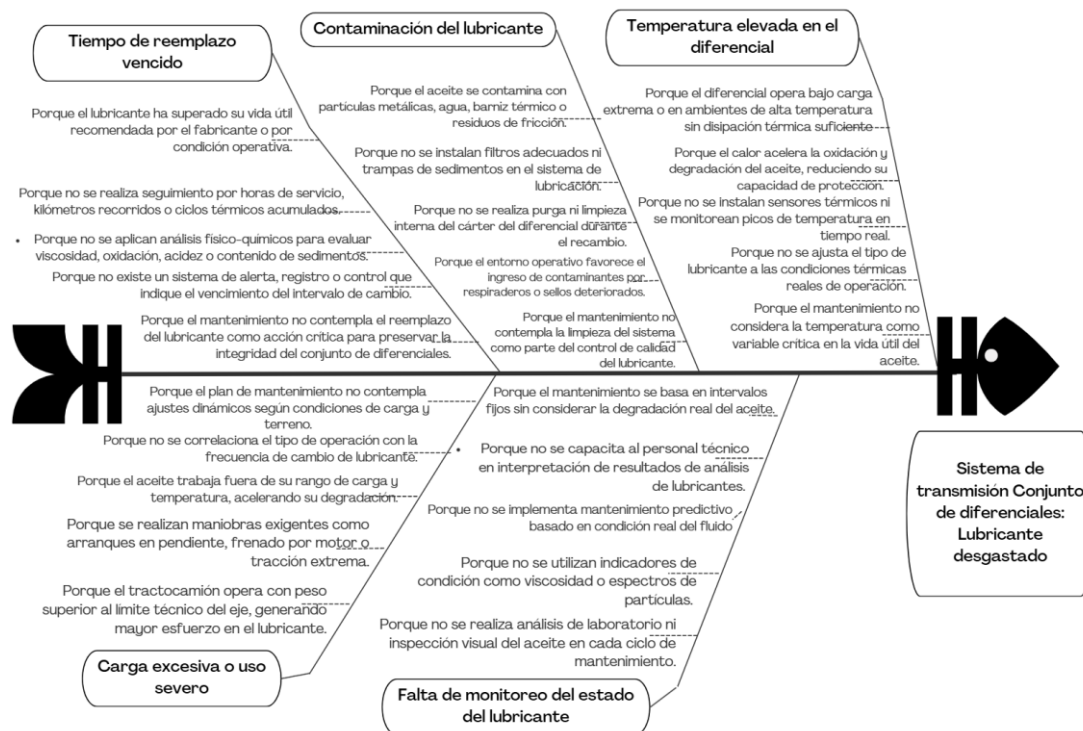
Nota. Elaboración propia

## Ishikawa piñonera rota conjunto de diferenciales



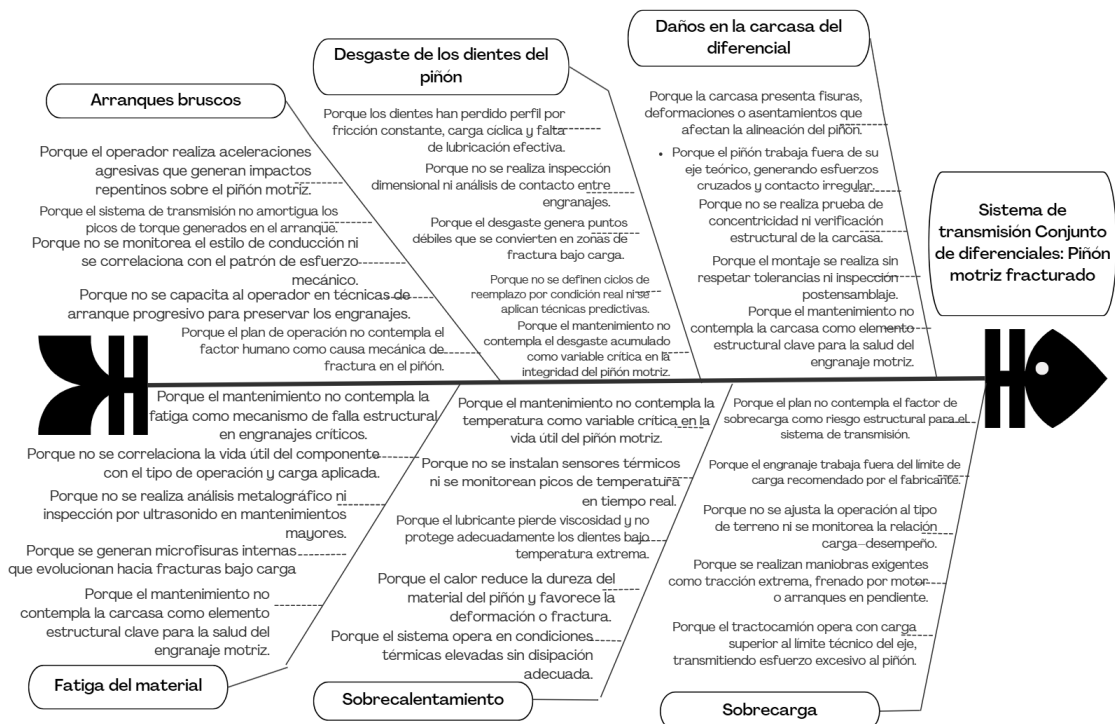
Nota. Elaboración propia

## Ishikawa lubricante desgastado conjunto de diferenciales



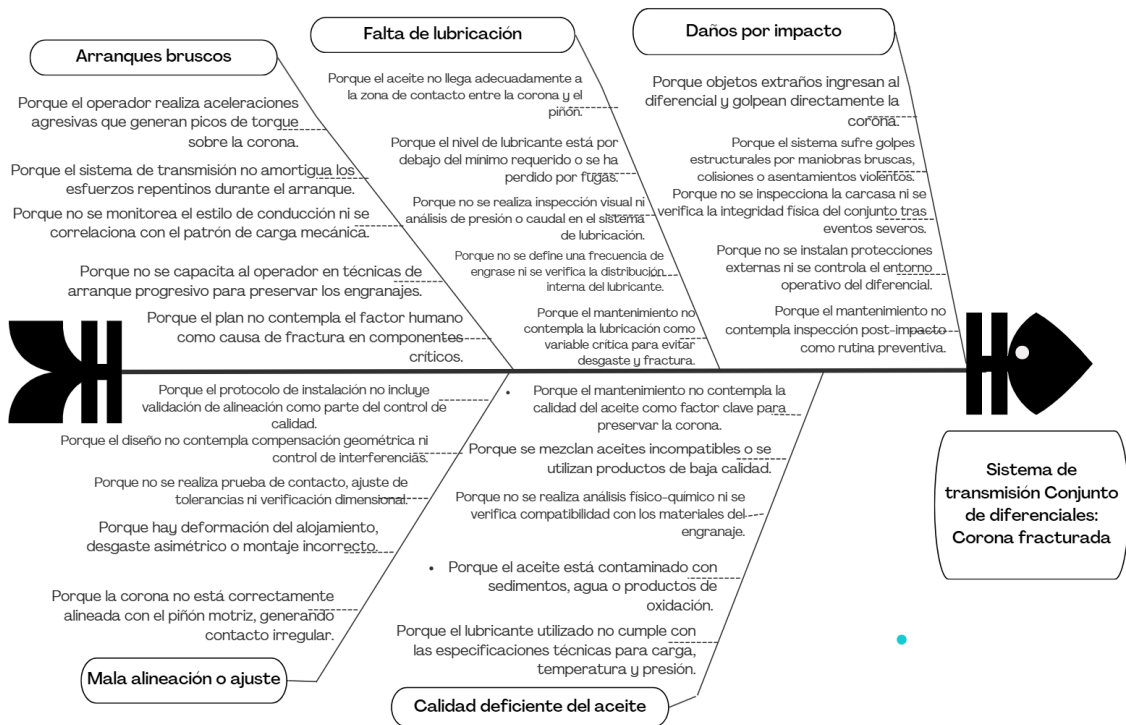
Nota. Elaboración propia

## Ishikawa piñón motriz fracturado conjunto de diferenciales



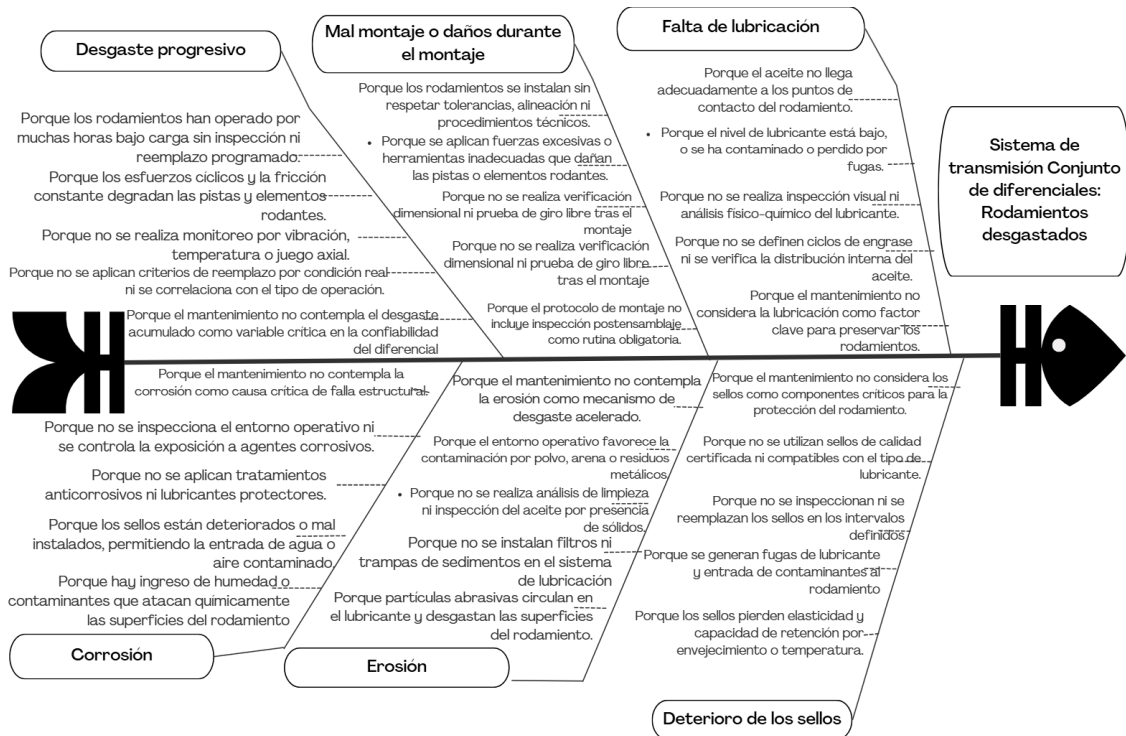
Nota. Elaboración propia

## Ishikawa corona fracturada conjunto de diferenciales



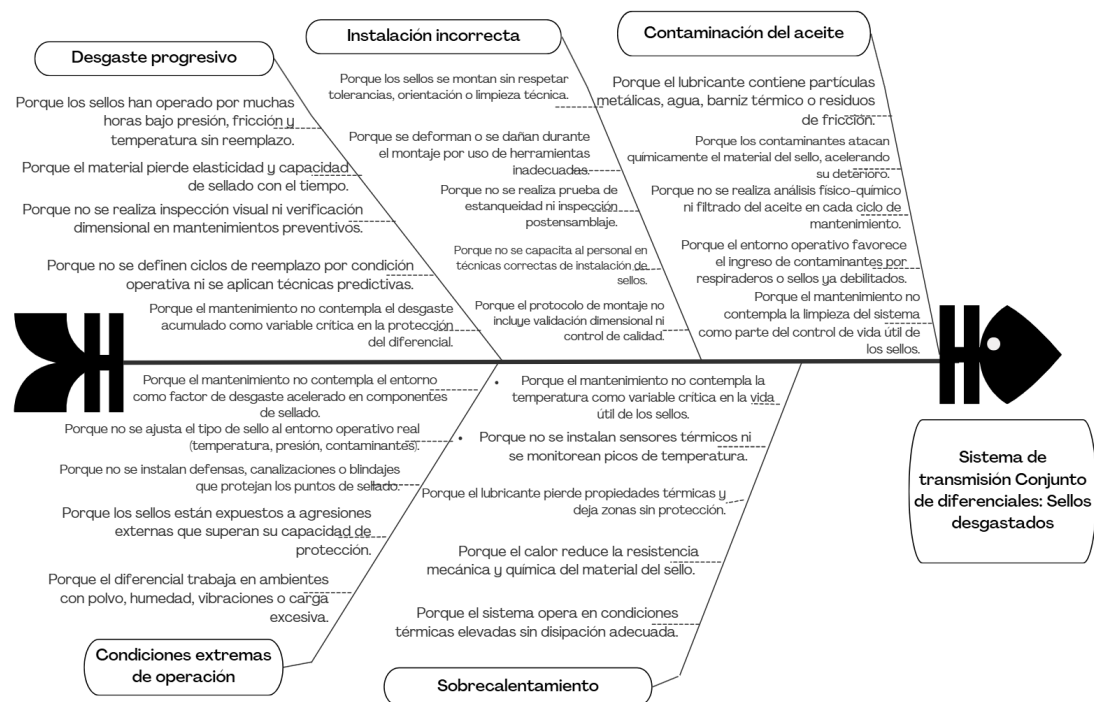
Nota. Elaboración propia

## Ishikawa rodamientos desgastados conjunto de diferenciales



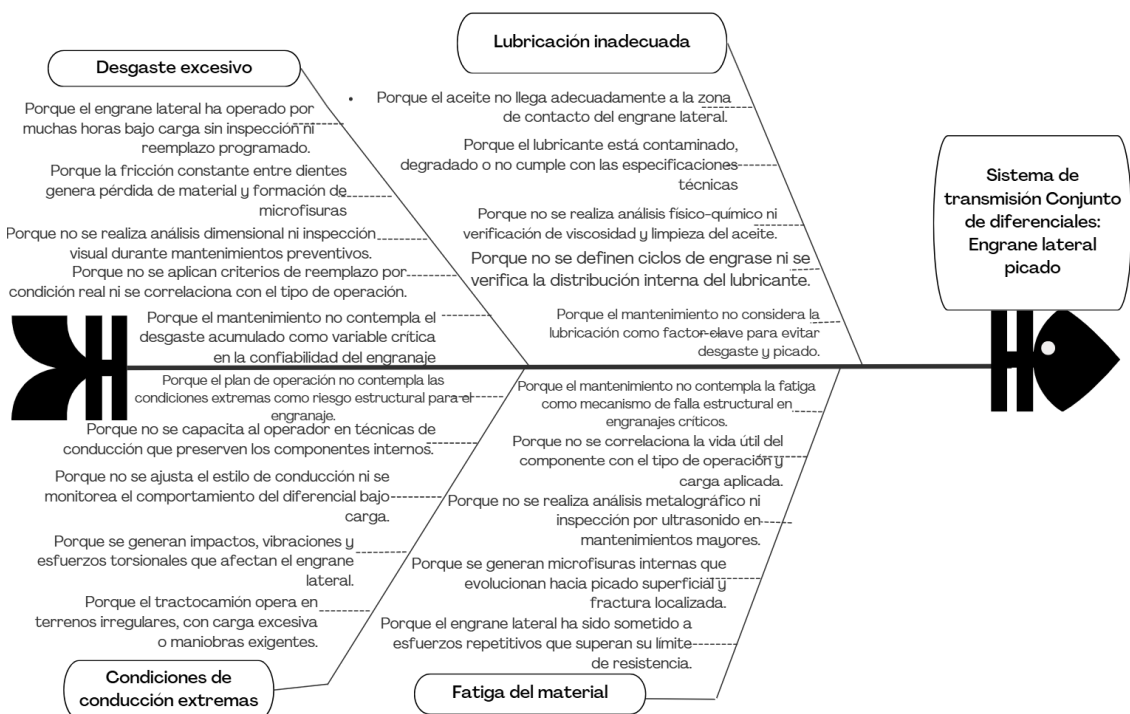
Nota. Elaboración propia

## Ishikawa sellos desgastados conjunto de diferenciales



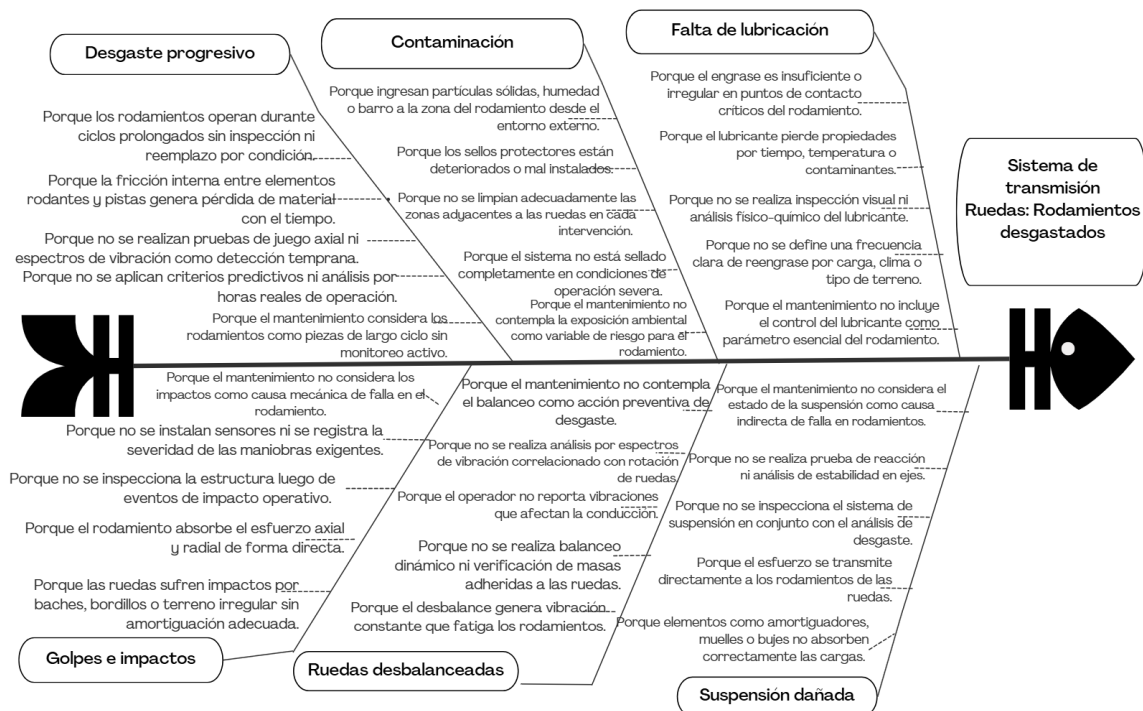
Nota. Elaboración propia

## Ishikawa engrane lateral picado conjunto de diferenciales



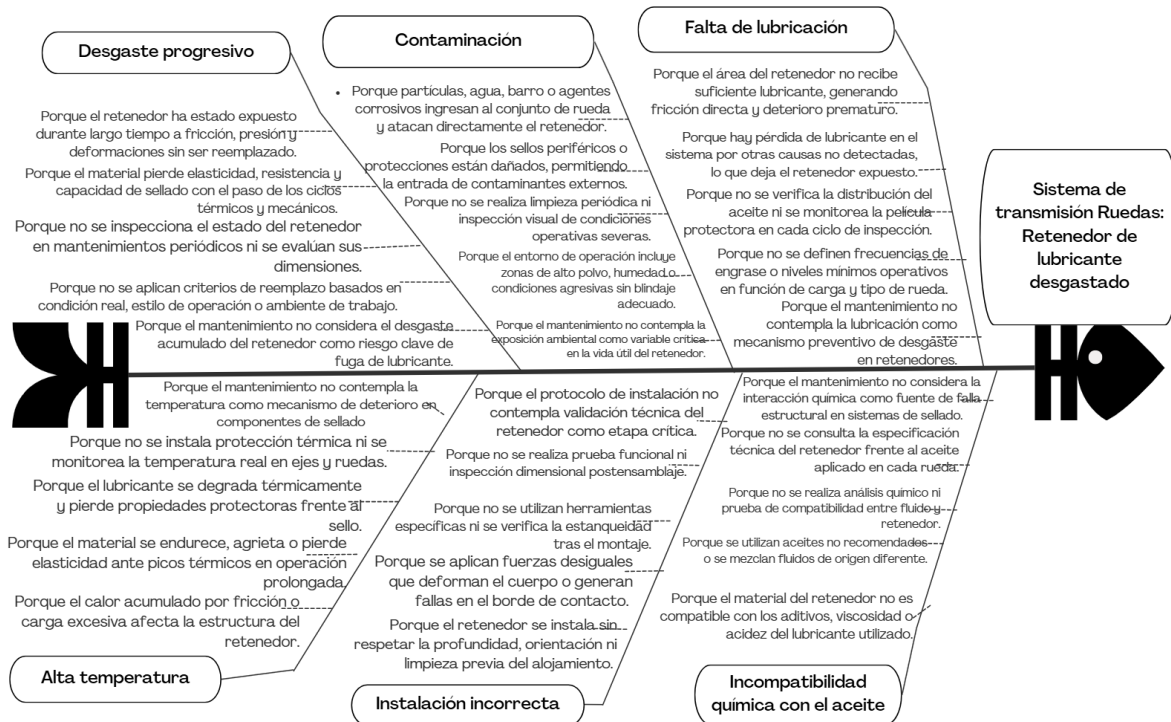
Nota. Elaboración propia

## Ishikawa rodamientos desgastados Ruedas



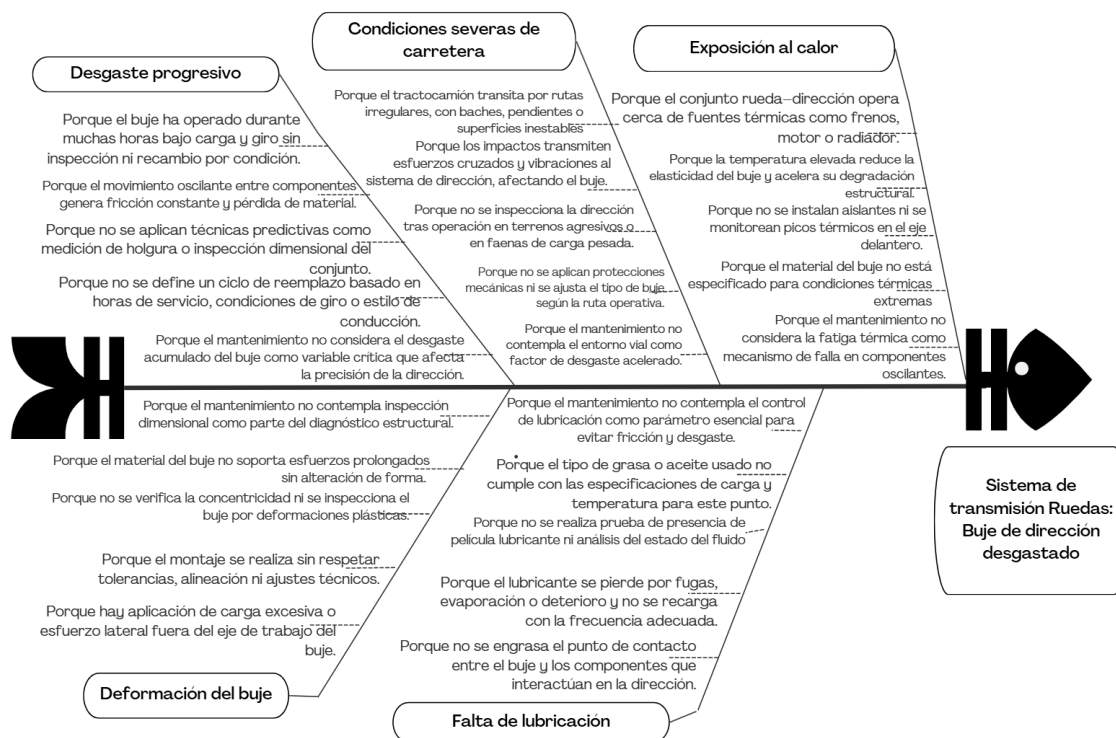
Nota. Elaboración propia

## Ishikawa retenedor de lubricante desgastado ruedas



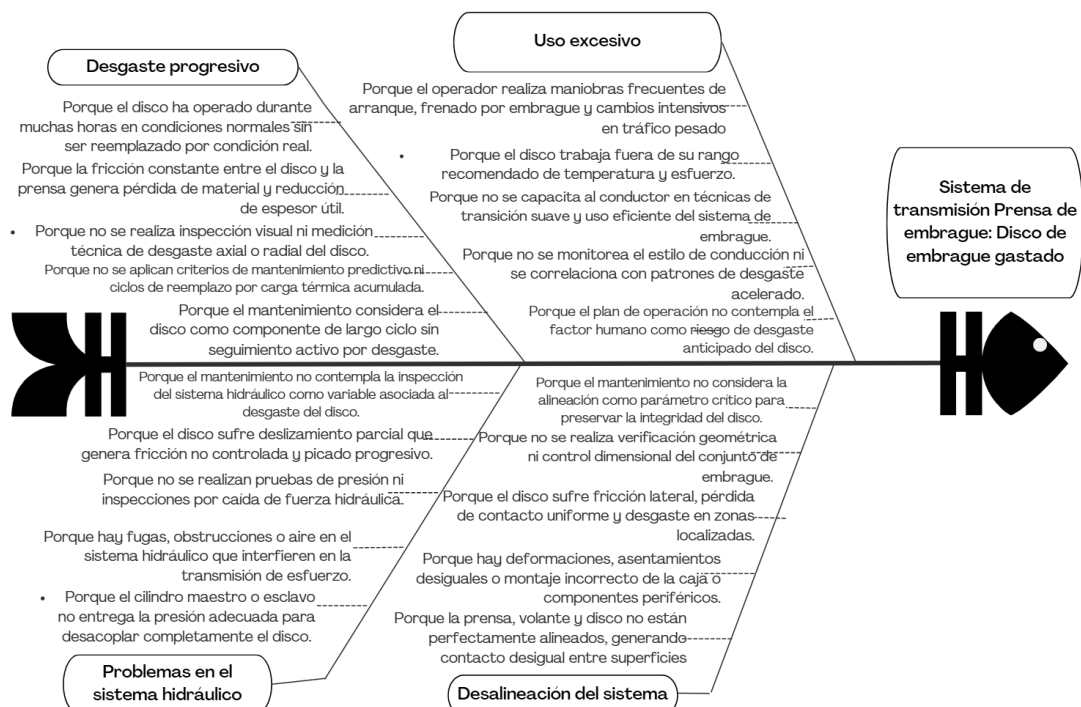
Nota. Elaboración propia

## Ishikawa buje de dirección desgastado ruedas



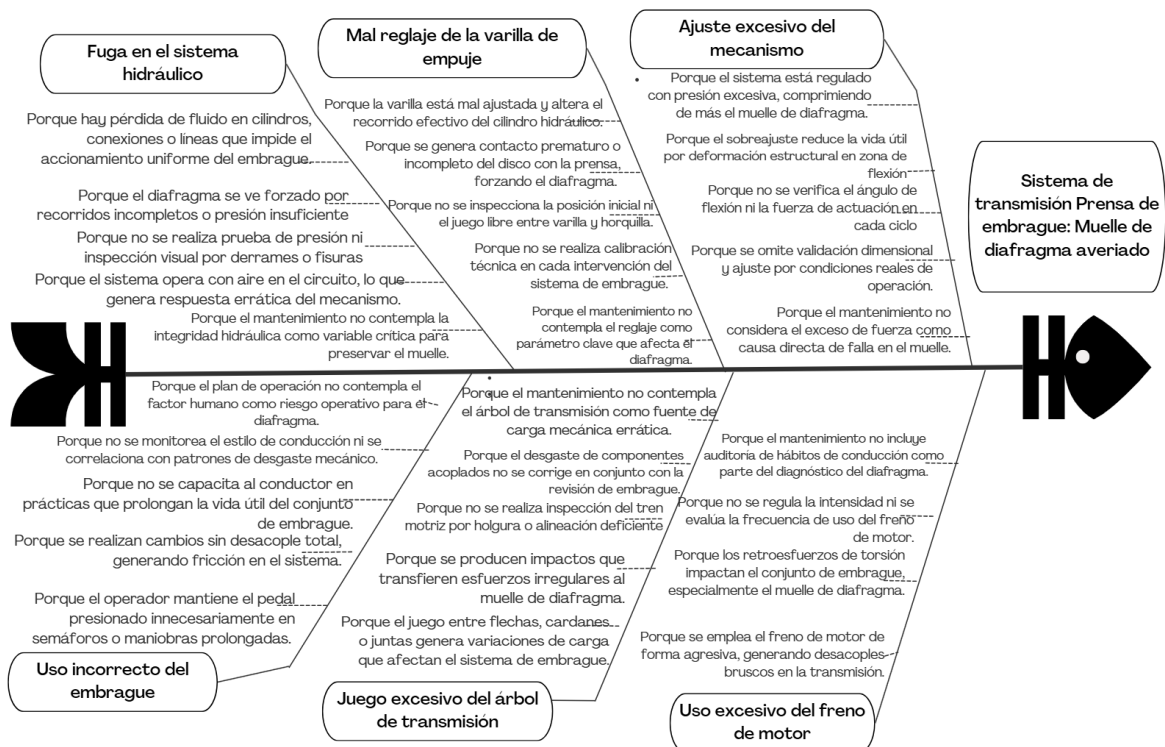
Nota. Elaboración propia

## Ishikawa disco de embrague desgastado Prensa de embrague



Nota. Elaboración propia

## Ishikawa muelle de diafragma averiado Prensa de embrague



Nota. Elaboración propia

## **ANEXO I**

### **Costo de las fallas, criticidad y tareas RCM**

*Priorización de tareas, Costos y criticidad del sistema de transmisión*

| Componente                               | Falla o modo de falla                | Causa raíz                                              | Impacto/ seguridad                                                                                            | Días unidad parada | Costo estimado USD | Tareas RCM                                                                                               | Nivel de criticidad |
|------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Caja de cambios Eaton Fuller 16915/16918 | Rodamientos desgastados              | Desgaste progresivo de engranes                         | Aumenta el esfuerzo mecánico entre los trenes de engranajes, riesgo de daño mayor                             | 1                  | 1900               | Acción correctiva<br>reemplazo de rodamientos y engranes, cambio preventivo cada 120000 Km               | Alto                |
|                                          | Engranes rotos                       | Falta de lubricación / Desgaste progresivo              | Se desprenden virutas que dañan los demás engranes / La fuerza del cambio se reduce                           | 1                  | 2500               | Acción correctiva<br>reemplazo de engranes y rodamientos y cambio preventivo cada 120000 Km              | Muy alto            |
|                                          | Mecanismo de cambios atascado        | Suciedad presente en los rieles o Lubricante desgastado | La palanca de cambios permanece estática en un cambio determinado                                             | 12 h               | 3800               | Acción correctiva<br>Limpieza de rieles y cambio de bujes y cambio preventivo cada 120000 Km             | Muy alto            |
|                                          | Bomba de lubricación averiada        | Taponamiento por suciedad /piñón impulsor roto          | Los engranes se funden por la fricción dañando varios trenes de engranes                                      | 12 h               | 1500               | Acción correctiva<br>Remplazo de la bomba y trenes de engrane Dañados y cambio preventivo cada 120000 Km | Muy alto            |
|                                          | Bujes de la prensa gastados          | Desgaste progresivo de los bujes                        | El operador tiene dificultad para ejecutar los cambios                                                        | 12 h               | 1500               | Acción correctiva<br>Remplazo de bujes y cambio preventivo cada 120000 Km                                | Alta                |
| Mangueras hidráulicas de la transmisión  | Grietas o aberturas                  | Impactos de solidos en el trayecto                      | Perdida de lubricante                                                                                         | 3 h                | 80                 | Acción correctiva<br>Remplazo de mangueras y cambio preventivo por inspección                            | Bajo                |
| Palanca de cambios                       | Yugos desgastados                    | Desgaste progresivo                                     | La palanca se bloquea quedando en neutro paro del tractocamión                                                | 4 h                | 350                | Remplazo de conjunto de yugos y resortes y cambio preventivo por inspección                              | Media               |
|                                          | Baja presión en el regulador de aire | Empaques desgastados o línea neumática perforada        | La palanca se bloquea quedando en neutro paro del tractocamión                                                | 5 h                | 500                | Remplazo de líneas neumáticas y empaques del regulador y cambio preventivo cada 60000 km                 | Alta                |
|                                          | Fugas de aire en la válvula maestra  | Líneas neumáticas gastadas / empaques desgastados       | Los cambios entran lentamente en operación                                                                    | 6 h                | 800                | Remplazo de empaque y cambio preventivo por inspección                                                   | Alta                |
|                                          | Cilindro de rango desgastado         | Seguros del cilindro desgastados                        | Los cambios entran lentamente en operación                                                                    | 10 h               | 1800               | Remplazo del cilindro de rango y cambio preventivo cada 60000 km                                         | Alta                |
| Radiador de la transmisión               | Incrustación en conductos            | Sedimentos provenientes de la transmisión               | Disminuye la transferencia de calor permitiendo elevando la temperatura del lubricante riesgo de daño interno | 8 h                | 600                | desmontar radiador y sondear y cambio preventivo cada 120000 km                                          | Alta                |

|                           |                                    |                                                         |                                                                                                                          |      |      |                                                                                                 |          |
|---------------------------|------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Conjunto de diferenciales | Rodamientos desgastados            | Desgaste progresivo / lubricante saturado de sedimentos | Aumenta la fricción en el giro de la corona / Los rodillos desgastados pueden dañar la guía del rodamiento               | 12 h | 1200 | Cambio de rodamientos y cambio preventivo cada 120000 km                                        | Alta     |
|                           | Piñonera rota                      | Desgaste progresivo/Arranques bruscos                   | El mecanismo trabaja con dificultad dañando componentes cercanos                                                         | 1    | 3500 | Reemplazo de piñones y cambio preventivo cada 120000 km                                         | Muy Alta |
|                           | Lubricante desgastado              | Tiempo de reemplazo vencido                             | Los piñones pueden sobrecalentar produciendo grandes deformaciones en los dientes                                        | 4 h  | 400  | Cambio de lubricante y cambio preventivo cada 60000 km                                          | Alta     |
|                           | Piñón motriz fracturado            | Arranques bruscos                                       | Se anula la tracción del vehículo, el sistema no es capaz de moverse                                                     | 1    | 5000 | Cambio del piñón motriz y reemplazo de componentes afectados y cambio preventivo cada 120000 km | Muy Alta |
|                           | Corona fracturada                  | Arranques bruscos                                       | La tracción queda parcialmente interrumpida dificultando la movilidad del vehículo                                       | 1    | 6500 | Reemplazo de la corona y cambio preventivo cada 120000 km                                       | Muy Alta |
|                           | Sellos desgastados                 | Desgaste progresivo                                     | Pérdida importante de lubricante desgastando la piñonera rápidamente                                                     | 6 h  | 600  | Cambio de sellos y silicona y cambio preventivo cada 120000 km                                  | Media    |
|                           | Engrane lateral picado             | Desgaste excesivo                                       | Pueden astillarse los piñones planetarios desgastando el conjunto completo                                               | 1    | 2800 | Reemplazo de engrane lateral y cambio preventivo cada 120000 km                                 | Alta     |
| Ruedas                    | Rodamientos desgastados            | Desgaste progresivo                                     | Los componentes móviles pueden llegar a fundirse bloqueando parcialmente la rueda                                        | 10 h | 900  | Cambio de rodamiento lateral y cambio preventivo cada 60000 km                                  | Alta     |
|                           | Retenedor de lubricante desgastado | Desgaste progresivo                                     | El lubricante se contamina ocasionando que pierda viscosidad                                                             | 6 h  | 400  | Cambio del retenedor y cambio preventivo cada 60000 km                                          | Media    |
|                           | Buje de dirección desgastado       | Desgaste progresivo                                     | La rueda delantera presenta dificultad para girar                                                                        | 12 h | 1200 | Cambio del buje y cambio preventivo cada 60000 km                                               | Alta     |
| Prensa de embrague        | Disco de embrague gastado          | Desgaste progresivo                                     | Aumento del esfuerzo mecánico entre el disco y el volante puede afectar otras piezas de la prensa riesgo de parada total | 12 h | 1800 | Reemplazo del disco y lijado del volante del motor y cambio preventivo cada 120000 km           | Alta     |
|                           | Muelle de diafragma averiado       | Desgaste progresivo                                     | Pérdida de fuerza de fricción entre el disco y el volante transmisión bloqueada                                          | 1    | 2200 | Reemplazo de muelle de diafragma y cambio preventivo cada 120000 km                             | Alta     |

*Nota.* elaboración propia

*Priorización de tareas, Costos y criticidad del sistema eléctrico*

| Componente             | Falla o modo de falla           | Causa raíz                                                                   | Impacto/ seguridad                                                                                     | Días unidad parada | Costo estimado USD | Tareas RCM                                                                                                                                                                                    | Nivel de criticidad |
|------------------------|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Motor de arranque 42MT | Mecanismo de solenoide atascado | Desgaste del material protector/<br>Exceso de contaminación de los contactos | El circuito no se cierra impidiendo que el engranaje bendix empalme con el volante de motor            | 4 h                | 400                | Acción correctiva lijar el embolo para mejorar el contacto eléctrico / Reemplazar en caso de excesivo desgaste /comprobar conexiones/limpiar completamente y cambio preventivo cada 100000 Km | Alta                |
|                        | Campos eléctricos desconectados | Desgaste por fricción del rotor                                              | No se genera el campo magnético por lo que el rotor permanece estático                                 | 6 h                | 600                | Acción correctiva Reemplazo de los campos eléctricos / aplicar soldadura si la desconexión es leve y cambio preventivo cada 100000 Km                                                         | Alta                |
|                        | Escobillas gastadas             | Desgaste por fricción                                                        | El contacto con el rotor disminuye al mismo tiempo que la fuerza del torque                            | 3 h                | 500                | Acción correctiva reemplazo del conjunto de escobillas y cambio preventivo cada 100000 Km                                                                                                     | Media               |
|                        | Bujes desgastados               | Desgaste progresivo de los bujes                                             | El eje gira con mayor dificultad limitando la fuerza del motor                                         | 5 h                | 450                | Acción correctiva Reemplazo de bujes y cambio preventivo cada 100000 Km                                                                                                                       | Media               |
| Alternador 22SI        | Placa del regulador dañada      | Transistor averiado                                                          | La bobina del estator puede quemarse produciendo una generación excesiva de tensión                    | 6 h                | 600                | Reemplazo del transistor o de la placa de regulador en el caso de estar averiada por completo y cambio preventivo cada 60000 Km                                                               | Alta                |
|                        | Escobillas deterioradas         | Desgaste por fricción                                                        | Perdida del 30% de capacidad de generación                                                             | 4 h                | 300                | Reemplazar el juego de escobillas y cambio preventivo cada 60000 km                                                                                                                           | Alta                |
|                        | Rodamiento 6305 averiado        | Desgaste normal del componente                                               | Aumento de vibraciones limitando el contacto con las escobillas                                        | 5 h                | 450                | Reemplazo del rodamiento y cambio preventivo cada 60000 km                                                                                                                                    | Media               |
| Banco de baterías      | Corrosión de las baterías       | Alta temperatura en el compartimiento de baterías / carga excesiva           | Los contactos pierden conductividad impidiendo el paso de corriente daño interno riesgo de paro súbito | 3 h                | 250                | Limpiar los bornes de las baterías, Inspecciones según cartilla y cambio preventivo por inspección                                                                                            | Alta                |

*Nota. elaboración propia*

## **ANEXO J**

### **Matrices RCM tablas AMEF**

AMEF Sistema eléctrico P1

| <div><br/>"Querer Es Poder"</div> |                   |                                                                                                                                                        |                                 |                                                                                             | CUENTA          |                                                                           | EQUIPO           |                                                           | SISTEMA                                                                |       |             | HOJA                                                                                                                                     |                      |       |       |       |           |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-------|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------|-------|-------|-----------|------------|
|                                                                                                                    |                   |                                                                                                                                                        |                                 |                                                                                             | Bambas / Minsur |                                                                           | T800, T880, T660 |                                                           | Eléctrico                                                              |       |             | 1 de 2                                                                                                                                   |                      |       |       |       |           |            |
| Subsistema                                                                                                         | Componentes       | Función Principal y Falla funcional                                                                                                                    | Potencial modo de falla         | Potenciales efectos de falla                                                                | S E V           | Causa de falla                                                            | O C C            | Controles preventivos                                     | Inspecciones de detección                                              | D E T | RPN Inicial | Resultados Causa Raiz                                                                                                                    |                      |       |       |       |           |            |
|                                                                                                                    |                   |                                                                                                                                                        |                                 |                                                                                             |                 |                                                                           |                  |                                                           |                                                                        |       |             | Acciones correctivas                                                                                                                     | Acciones preventivas | S E V | O C C | D E T | RPN Final | Criticidad |
| Motor de arranque 42MT                                                                                             | Solenoides        | Transformar energía eléctrica de las baterías en energía mecánica rotacional para iniciar el ciclo de combustión del motor principal del tractocamión. | Mecanismo de solenoide atascado | El circuito no se cierra impidiendo que el engranaje bendix empalme con el volante de motor | 7               | Desgaste del material protector/ Exceso de contaminación de los contactos | 5                | Probar el funcionamiento del motor accionando el arranque | Revisar las conexiones del solenoide y el estado del embolo metálico   | 3     | 105         | Lijar el embolo para mejorar el contacto eléctrico / Reemplazar en caso de excesivo desgaste /comprobar conexiones/limpiar completamente | cada 100.000 Km      | 7     | 5     | 1     | 35        | Alta       |
|                                                                                                                    | Campos eléctricos |                                                                                                                                                        | Campos eléctricos desconectados | No se genera el campo magnético por lo que el rotor permanece estático                      | 9               | Desgaste por fricción del rotor                                           | 5                | Probar el funcionamiento del motor accionando el arranque | Comprobar las conexiones de los campos                                 | 2     | 90          | Reemplazo de los campos eléctricos / aplicar soldadura si la desconexión es leve                                                         | cada 100.000 Km      | 9     | 5     | 1     | 45        | Alta       |
|                                                                                                                    | Escobilla         | El motor de arranque no logra girar el cigüeñal del motor térmico, incluso cuando recibe tensión nominal desde el sistema eléctrico.                   | Escobillas gastadas             | El contacto con el rotor disminuye al mismo tiempo que la fuerza del torque                 | 3               | Desgaste por fricción                                                     | 5                | Revisar el tiempo de arranque no supere los 15 seg        | Comprobar el nivel de desgaste de las escobillas y el estado del rotor | 2     | 30          | Reemplazo del conjunto de escobillas                                                                                                     | cada 100.000 Km      | 3     | 5     | 1     | 15        | Media      |
|                                                                                                                    | Bujes             |                                                                                                                                                        | Bujes desgastados               | El eje gira con mayor dificultad limitando la fuerza del motor                              | 4               | Desgaste normal del componente                                            | 5                | Comprobar ruido del motor                                 | Analizar el desgaste del buje y su geometría                           | 3     | 60          | Reemplazo de bujes                                                                                                                       | cada 100.000 Km      | 4     | 5     | 1     | 20        | Media      |

Nota. Elaboración propia

AMEF Sistema eléctrico P2

| <div></div> |                     |                                                                                                                                                                    |                            |                                                                                     | CUENTA          |                                                                    | EQUIPO           |                                                                             | SISTEMA                                                                |       |               | HOJA                                                                                          |                      |       |       |       |             |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-------|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------------|------------|
|                                                                                              |                     |                                                                                                                                                                    |                            |                                                                                     | Bambas / Minsur |                                                                    | T800, T880, T660 |                                                                             | Eléctrico                                                              |       |               | 2 de 2                                                                                        |                      |       |       |       |             |            |
| Subsistema                                                                                   | Componentes         | Función Principal y Falla funcional                                                                                                                                | Potencial modo de falla    | Potenciales efectos de falla                                                        | S E V           | Causa de falla                                                     | O C C            | Controles preventivos                                                       | Inspecciones de detección                                              | D E T | R P N Inicial | Resultados Causa raíz                                                                         |                      |       |       |       |             |            |
|                                                                                              |                     |                                                                                                                                                                    |                            |                                                                                     |                 |                                                                    |                  |                                                                             |                                                                        |       |               | Acciones correctivas                                                                          | Acciones Preventivas | S E V | O C C | D E T | R P N Final | Criticidad |
| Alternador 22SI                                                                              | Placa del regulador | convierte energía mecánica en energía eléctrica para alimentar los sistemas eléctricos del tractocamión y recargar la batería durante el funcionamiento del motor. | Placa del regulador dañada | La bobina del estator puede quemarse produciendo una generación excesiva de tensión | 8               | Transistor averiado                                                | 5                | Inspeccionar la lectura de voltaje                                          | Comprobar la continuidad de los transistores empleando un multimetro   | 7     | 280           | Reemplazo del transistor o de la placa de regulador en el caso de estar averiada por completo | Cada 60000Km         | 8     | 5     | 1     | 40          | Alta       |
|                                                                                              | Escobillas          |                                                                                                                                                                    | Escobillas deterioradas    | Perdida del 30% de capacidad de generación                                          | 5               | Desgaste por fricción                                              | 5                | Comprobar que el banco de baterías se cargue en un tiempo menor a 4 minutos | Comprobar el nivel de desgaste de las escobillas y el estado del rotor | 2     | 50            | Reemplazar el juego de escobillas                                                             | Cada 60000Km         | 5     | 5     | 1     | 25          | Alta       |
|                                                                                              | Rodamiento 6305     | Incapacidad de generar o mantener el voltaje de carga requerido, incluso cuando el motor está en marcha                                                            | Rodamiento 6305 averiado   | Aumento de vibraciones limitando el contacto con las escobillas                     | 5               | Desgaste normal del componente                                     | 5                | Revisar el nivel de ruido                                                   | Revisar el nivel de desgaste del rodamiento                            | 2     | 50            | Reemplazo del rodamiento                                                                      | Cada 60000Km         | 5     | 5     | 1     | 25          | Media      |
| Banco de baterías                                                                            | Batería             | almacena y suministra energía eléctrica en corriente continua<br><br>Incapacidad de entregar voltaje y corriente adecuados al sistema eléctrico                    | Corrosión de las baterías  | Los contactos pierden conductividad impidiendo el paso de corriente                 | 7               | Alta temperatura en el compartimiento de baterías / carga excesiva | 5                | Revisar las conexiones del banco                                            | Revisar si existen sobrecargas en el alternador                        | 1     | 35            | Limpiar los bornes de las baterías, Inspecciones frecuentes                                   | Por inspección       | 7     | 5     | 1     | 35          | Alta       |

Nota. Elaboración propia

AMEF Sistema de transmisión P2

| <div></div> |                        |                                                                                                                                                                                                                         |                                      |                                                                                        |       | CUENTA                                            |       | EQUIPO                                                                     |                                                 | SISTEMA     |               |                                                         |                      | HOJA   |       |       |            |       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------------------------------------------------|-------|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------|---------------|---------------------------------------------------------|----------------------|--------|-------|-------|------------|-------|
|                                                                                              |                        |                                                                                                                                                                                                                         |                                      |                                                                                        |       | Bombas / Minsur                                   |       | T800, T880, T660                                                           |                                                 | Transmisión |               |                                                         |                      | 2 de 5 |       |       |            |       |
| Subsistema                                                                                   | Componentes            | Función Principal y Falla funcional                                                                                                                                                                                     | Potencial modo de falla              | Potenciales efectos de falla                                                           | S E V | Causa de falla                                    | O C C | Controles preventivos                                                      | Inspecciones de detección                       | D E T       | R P N inicial | Resultados Causa Raiz                                   |                      |        |       |       |            |       |
|                                                                                              |                        |                                                                                                                                                                                                                         |                                      |                                                                                        |       |                                                   |       |                                                                            |                                                 |             |               | Acciones correctivas                                    | Acciones Preventivas | S E V  | O C C | D E T | Criticidad |       |
| Conjunto de mangueras hidráulicas de la transmisión                                          | Manguera hidráulica    | permite la conducción segura y flexible de fluido a presión entre componentes hidráulicos.<br><br>incapacidad de mantener la conducción continua y segura del fluido hidráulico.                                        | Grietas o aberturas                  | Perdida de lubricante                                                                  | 2     | Impactos de solidos en el trayecto                | 5     | Revisar el estado de las líneas hidráulicas                                | Desmontaje de mangueras                         | 2           | 20            | Reemplazo de mangueras                                  | Por inspección       | 2      | 5     | 2     | 20         | Bajo  |
| Palanca de cambios                                                                           | Yugos                  |                                                                                                                                                                                                                         | Yugos desgastados                    | La palanca se bloquea quedando en neutro                                               | 6     | Desgaste progresivo                               | 5     | Revisar si la palanca presenta dificultad para accionar otras velocidades  | Desmontaje de la palanca                        | 4           | 120           | Reemplazo de conjunto de yugos y resortes               | Por inspección       | 6      | 5     | 4     | 120        | Media |
|                                                                                              | Regulador de aire      | permite al conductor seleccionar y transmitir con precisión las distintas relaciones de marcha del sistema de transmisión.                                                                                              | Baja presión en el regulador de aire | La palanca se bloquea quedando en neutro                                               | 6     | Empaques desgastados o línea neumática perforada  | 5     | Búsqueda de ruido por fuga de aire en la perilla de la palanca             | Desmontaje de la palanca                        | 4           | 120           | Reemplazo de líneas neumáticas y empaques del regulador | Cada 60000Km         | 6      | 5     | 1     | 30         | Alta  |
|                                                                                              | Válvula maestra        | Incapacidad de seleccionar o mantener correctamente una marcha.                                                                                                                                                         | Fugas de aire en la válvula maestra  | Los cambios entran lentamente en operación                                             | 6     | Líneas neumáticas gastadas / empaques desgastados | 5     | Búsqueda de ruido por fuga de aire transmisión                             | Desmontaje de la válvula en la transmisión      | 5           | 150           | Reemplazo de empaque                                    | Por inspección       | 6      | 5     | 5     | 150        | Alta  |
|                                                                                              | Cilindro de rango      |                                                                                                                                                                                                                         | Cilindro de rango desgastado         | Los cambios entran lentamente en operación                                             | 6     | Seguros del cilindro desgastados                  | 5     | Revisar la respuesta de la transmisión después de ejecutar un cambio doble | Desmontaje de la válvula maestra de transmisión | 5           | 150           | Reemplazo del cilindro de rango                         | Cada 60000Km         | 6      | 5     | 1     | 30         | Alta  |
| Radiador de la transmisión                                                                   | Conductos del radiador | disipa el calor del fluido de transmisión automática, manteniendo su temperatura dentro de un rango óptimo<br><br>Incapacidad de reducir o mantener la temperatura del fluido de transmisión dentro del rango operativo | Incrustación en conductos            | Disminuye la transferencia de calor permitiendo elevando la temperatura del lubricante | 8     | Sedimentos provenientes de la transmisión         | 4     | No aplica                                                                  | Desmontaje del radiador                         | 7           | 224           | desmontar radiador y sondear                            | cada 120.000 Km      | 8      | 4     | 1     | 32         | Alta  |

Nota. Elaboración propia

AMEF Sistema de transmisión P3

| <div></div> |              |                                                                                                                                                                                                                   |                         |                                                                                                            | CUENTA          |                                                         | EQUIPO           |                                               | SISTEMA                                                                                      |     |             |                                                             | HOJA                 |     |     |     |           |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|---------------------------------------------------------|------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-------------|-------------------------------------------------------------|----------------------|-----|-----|-----|-----------|------------|
|                                                                                              |              |                                                                                                                                                                                                                   |                         |                                                                                                            | Bambas / Minsur |                                                         | T800, T880, T660 |                                               | Transmisión                                                                                  |     |             |                                                             | 3 de 5               |     |     |     |           |            |
| Subsistema                                                                                   | Componentes  | Función Principal y Falla funcional                                                                                                                                                                               | Potencial modo de falla | Potenciales efectos de falla                                                                               | SEV             | Causa de falla                                          | OCC              | Controles preventivos                         | Inspecciones de detección                                                                    | DET | RPN inicial | Resultados                                                  |                      |     |     |     |           |            |
|                                                                                              |              |                                                                                                                                                                                                                   |                         |                                                                                                            |                 |                                                         |                  |                                               |                                                                                              |     |             | Acciones correctivas                                        | Acciones Preventivas | SEV | OCC | DET | RPN Final | Criticidad |
| Conjunto de diferenciales                                                                    | Rodamientos  | permite distribuir el par motor entre las ruedas motrices del tractocamión, permitiendo que giren a diferentes velocidades durante maniobras como curvas, sin perder tracción ni dañar el sistema de transmisión. | Rodamientos desgastados | Aumenta la fricción en el giro de la corona / Los rodillos desgastados pueden dañar la guía del rodamiento | 10              | Desgaste progresivo / lubricante saturado de sedimentos | 7                | Búsqueda de exceso de ruido en el diferencial | Desmontaje del diferencial y Remoción de rodamientos                                         | 7   | 490         | Cambio de rodamientos                                       | cada 120.000 Km      | 10  | 7   | 1   | 70        | Alta       |
|                                                                                              | Piñonera     |                                                                                                                                                                                                                   | Piñonera rota           | EL mecanismo trabaja con dificultad dañando componentes cercanos                                           | 10              | Desgaste progresivo/Arranques bruscos                   | 7                | Búsqueda de exceso de ruido en el diferencial | Desmontaje del diferencial, extracción e inspección de corono, diferencial y planetarios     | 7   | 490         | Remplazo de piñones                                         | cada 120.000 Km      | 10  | 7   | 1   | 70        | Muy Alta   |
|                                                                                              | lubricante   | incapacidad de transmitir el par de forma equilibrada entre ruedas motrices                                                                                                                                       | Lubricante desgastado   | Los piñones pueden sobrecalentar produciendo grandes deformaciones en los dientes                          | 5               | Tiempo de remplazo vencido                              | 5                | No aplica                                     | Abrir el tapón de lubricación hasta depurar la cámara/ Limpieza del mecanismo corono piñones | 4   | 100         | Cambio de lubricante                                        | Cada 60000Km         | 5   | 5   | 1   | 25        | Alta       |
|                                                                                              | Piñón motriz |                                                                                                                                                                                                                   | Piñón motriz fracturado | Se anula la tracción del vehículo, el sistema no es capaz de moverse                                       | 10              | Arranques bruscos                                       | 7                | No aplica                                     | Desmontaje del conjunto diferencial/ valoración del estado de la piñonera                    | 7   | 490         | Cambio del piñón motriz y remplazo de componentes afectados | cada 120.000 Km      | 10  | 7   | 1   | 70        | Muy alta   |

Nota. Elaboración propia

AMEF Sistema de transmisión P4

|  |                 |                                                                                                                                                                                                                   |                                                                              |                                                                                    | CUENTA                                                                      |                     | EQUIPO            |                                                         | SISTEMA                                                         |                                                             |               | HOJA                        |                              |                        |                 |            |    |       |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------|-----------------|------------|----|-------|
|                                                                                   |                 |                                                                                                                                                                                                                   |                                                                              |                                                                                    | Bambas / Minsur                                                             |                     | T800, T880, T660  |                                                         | Transmisión                                                     |                                                             |               | 4 de 5                      |                              |                        |                 |            |    |       |
| Subsistema                                                                        | Componentes     | Función Principal y Falla funcional                                                                                                                                                                               | Potencial modo de falla                                                      | Potenciales efectos de falla                                                       | S E V                                                                       | Causa de falla      | O C C             | Controles preventivos                                   | Inspecciones de detección                                       | D E T                                                       | R P N inicial | Resultados Causa Raiz       |                              |                        |                 |            |    |       |
|                                                                                   |                 |                                                                                                                                                                                                                   |                                                                              |                                                                                    |                                                                             |                     |                   |                                                         |                                                                 |                                                             |               | Acciones recomendadas       | Acciones tomadas             | S O D E V C T          | R P N Final     | Críticidad |    |       |
| Conjunto de diferenciales                                                         | Corona          | Permite distribuir el par motor entre las ruedas motrices del tractocamión, permitiendo que giren a diferentes velocidades durante maniobras como curvas, sin perder tracción ni dañar el sistema de transmisión. | Corona fracturada                                                            | La tracción queda parcialmente interrumpida dificultando la movilidad del vehículo | 10                                                                          | Arranques bruscos   | 7                 | Búsqueda de ruido excesivo en los diferenciales         | Desmontaje del mecanismo diferencial/ valoración de daños       | 7                                                           | 490           |                             |                              | Reemplazo de la corona | cada 120.000 Km |            | 10 | 7     |
|                                                                                   | Rodamientos     |                                                                                                                                                                                                                   | Rodamientos desgastados                                                      | El mecanismo opera con una leve dificultad                                         | 10                                                                          | Desgaste progresivo | 7                 | Búsqueda de ruido leve dentro del diferencial           | Desmontaje del diferencial/ valoración de estado del rodamiento | 7                                                           | 490           | Cambio de rodamientos       | cada 120.000 Km              | 10                     | 7               | 1          | 70 | Media |
|                                                                                   | Sellos          |                                                                                                                                                                                                                   | Sellos desgastados                                                           | Pérdida importante de lubricante desgastando la piñonera rápidamente               | 10                                                                          | Desgaste progresivo | 7                 | Inspección visual fugas de lubricante en el diferencial | Desmontaje del diferencial, remoción de sellos                  | 7                                                           | 490           | Cambio de sellos y silicona | cada 120.000 Km              | 10                     | 7               | 1          | 70 | Alta  |
|                                                                                   | Engrane lateral |                                                                                                                                                                                                                   | incapacidad de transmitir el par de forma equilibrada entre ruedas motrices. | Engrane lateral picado                                                             | Pueden astillarse los piñones planetarios desgastando el conjuinto completo | 10                  | Desgaste excesivo | 7                                                       | Búsqueda de ruido leve dentro del diferencial                   | Desmontaje del diferencial/ valoración de estado de piñones | 7             | 490                         | Reemplazo de engrane lateral | cada 120.000 Km        | 10              | 7          | 1  | 70    |

Nota. Elaboración propia

AMEF Sistema de transmisión P5

| <div></div> |                         |                                                                                                                                                                                                   |                                    |                                                                                                   | CUENTA          |                     | EQUIPO           |                                                                           | SISTEMA                                                                                    |       |               |                                                   | HOJA                 |       |       |       |             |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|---------------------|------------------|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------------|---------------------------------------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------------|------------|
|                                                                                              |                         |                                                                                                                                                                                                   |                                    |                                                                                                   | Bambas / Minsur |                     | T800, T880, T660 |                                                                           | Transmisión                                                                                |       |               |                                                   | 5 de 5               |       |       |       |             |            |
| Subsistema                                                                                   | Componentes             | Función Principal y Falla funcional                                                                                                                                                               | Potencial modo de falla            | Potenciales efectos de falla                                                                      | S E V           | Causa de falla      | O C C            | Controles preventivos                                                     | Inspecciones de detección                                                                  | D E T | R P N inicial | Resultados                                        |                      |       |       |       |             |            |
|                                                                                              |                         |                                                                                                                                                                                                   |                                    |                                                                                                   |                 |                     |                  |                                                                           |                                                                                            |       |               | Acciones Correctivas                              | Acciones Preventivas | S E V | O C C | D E T | R P N Final | Criticidad |
| Ruedas                                                                                       | Rodamiento              | convierten el par motor transmitido por los ejes en movimiento de traslación, permitiendo el desplazamiento del vehículo                                                                          | Rodamientos desgastados            | Los componentes móviles pueden llegar a fundirse bloqueando parcialmente la rueda                 | 3               | Desgaste progresivo | 5                | Búsqueda de ruido una vez el vehículo se desplace                         | Desmontaje de la rueda / valoración del estado del rodamiento                              | 7     | 105           | Cambio de rodamiento                              | Cada 60000 Km        | 3     | 5     | 1     | 15          | Alta       |
|                                                                                              | Retenedor de lubricante | Incapacidad de transformar el par transmitido en movimiento efectivo                                                                                                                              | Retenedor de lubricante desgastado | El lubricante se contamina ocasionando que pierda viscosidad                                      | 3               | Desgaste progresivo | 5                | No aplica                                                                 | Desmontaje de la rueda/ extracción del retenedor                                           | 4     | 60            | Cambio del retenedor                              | Cada 60000 Km        | 3     | 5     | 1     | 15          | Media      |
|                                                                                              | Buje de dirección       |                                                                                                                                                                                                   | Buje de dirección desgastado       | La rueda delantera presenta dificultad para girar                                                 | 3               | Desgaste progresivo | 5                | Búsqueda de ruido en la rueda una vez toma dirección el operador          | Desmontaje de la rueda/ extracción del buje                                                | 7     | 105           | Cambio del buje                                   | Cada 60000 Km        | 3     | 5     | 1     | 15          | Alta       |
| Prensa de embrague                                                                           | Disco de embrague       | aplica presión constante sobre el disco de embrague para mantener el acoplamiento entre el motor y la transmisión, permitiendo la transferencia eficiente del par motor al sistema de transmisión | Disco de embrague gastado          | Aumento del esfuerzo mecánico entre el disco y el volante puede afectar otras piezas de la prensa | 3               | Desgaste progresivo | 4                | Revisar en el momento de soltar el embrague el nivel de ruido y vibración | Desmontaje de la transmisión y remoción del conjunto prensa / realizar valoración de daños | 5     | 60            | Remplazo del disco y lijado del volante del motor | cada 120.000 Km      | 3     | 4     | 1     | 12          | Alta       |
|                                                                                              | Muelle de diafragma     | Incapacidad de mantener o liberar adecuadamente la presión sobre el disco de embrague                                                                                                             | Muelle de diafragma averiado       | Perdida de fuerza de fricción entre el disco y el volante                                         | 3               | Desgaste progresivo | 4                | Revisar en el momento de soltar el embrague el nivel de ruido y vibración | Desmontaje de la transmisión y remoción del conjunto prensa / realizar valoración de daños | 5     | 60            | Remplazo de muelle de diafragma                   | cada 120.000 Km      | 3     | 4     | 1     | 12          | Alta       |

Nota. Elaboración propia

## **ANEXO K**

### **Formato de inspección rutinaria**



## FORMATO DE ENTREGA DE EQUIPO - TRACTO

|                        |       |       |       |
|------------------------|-------|-------|-------|
| Nombre del Supervisor: | _____ | KM    | _____ |
| Nombre del Operador:   | _____ | Hora  | _____ |
| Fecha:                 | _____ | PLACA | _____ |

|                  |                               | ESTADO |             |                                            | ESTADO |
|------------------|-------------------------------|--------|-------------|--------------------------------------------|--------|
| NIVELES FLUIDOS  | Motor                         |        | DIRECCION   | Barra de Direccion Corta + Larga Delantera |        |
|                  | Transmisi3n                   |        |             | Terminales Direccion                       |        |
|                  | Refrigerante                  |        |             | Pines y Bujes Direccion                    |        |
|                  | Corona                        |        | FRENOS      | Fajas de Freno                             |        |
| ELECTRICO        | Hidraulico                    |        |             | Fugas Mangueras de Freno                   |        |
|                  | Claxon                        |        | TRANSMISION | Crucetas + Goma de cardan                  |        |
|                  | Luces Posteriores + Luz Placa |        |             |                                            |        |
|                  | Luces Delanteras              |        | SUSPENSION  | Bolsas de Aire                             |        |
|                  | Aire Acondicionado            |        |             | Bujes + Pines Templadores                  |        |
|                  | Alarma de retroceso           |        | OTROS       | Soportes de Motor                          |        |
|                  | Luz de Parqueo / Emergencia   |        |             | Faja de Ventilador                         |        |
| FUGAS DE FLUIDOS | Luz de Freno                  |        |             | Faja de Alternador                         |        |
|                  | Trico + Limpiaparabrisas      |        |             | Sonidos extraños en el equipo              |        |
|                  | Radiador                      |        | SEGURIDAD   | Regulacion Quinta Rueda                    |        |
|                  | Motor                         |        |             | Cinturones de seguridad                    |        |
|                  | Petroleo                      |        |             | Asiento de piloto                          |        |
|                  | Transmisi3n / Diferencial     |        |             | Vidrios de Cabina                          |        |
|                  | Hidraulico - Mangueras        |        |             | Parabrisas                                 |        |
|                  | Fuga Retenes bocamasa         |        |             | Plumillas                                  |        |
|                  | Ruedas delanteras             |        |             | Espejos                                    |        |

| LEYENDA |                          |
|---------|--------------------------|
| /       | = CONFORME / OPERATIVO   |
| X       | = NO TIENE / NO FUNCIONA |
| F       | = FUGA                   |
| R       | = ROTO / RAJADO          |
| CH      | = CHOQUE                 |

| OBSERVACIONES |
|---------------|
|               |
|               |
|               |
|               |
|               |

Marcar con una "X" en el grafico si hubiera daños, fisuras o fugas en el equipo, describirlo en las observaciones.



Firma del Operador

Firma Jefe Taller

Nota. Tomado de, Transportes HagemSac (2023)

## **ANEXO L**

### **Registro y control del mantenimiento**

*Registro y control de mantenimiento preventivo*

|                |           |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |
|----------------|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| <b>BED-809</b> | OT        | 17693          | 20610          | 24859          | 35539          | 44002          | 54416          |                |                |                |                |                |
|                | FECHA     | 22/06/2021     | 07/04/2022     | 02/11/2022     | 03/08/2023     | 14/01/2024     | 25/03/2024     | 01/04/2025     | 20/06/2025     | 08/09/2025     | 27/11/2025     | 15/02/2026     |
|                | ODOMETRO  | 39173          | 97907          | 122574         | 159728         | 196176         | 237595         | 267595         | 297595         | 327595         | 357595         | 387595         |
|                | TIPO MTTO | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR |
|                | ESTATUS   | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     |

|                |           |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |
|----------------|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| <b>BED-826</b> | OT        | 101            | 18745          | 22703          | 25856          | 42217          | 49348          |                |                |                |                |                |
|                | FECHA     | 03/02/2021     | 26/10/2021     | 22/06/2022     | 06/02/2023     | 09/02/2024     | 04/09/2024     | 17/02/2025     | 08/05/2025     | 27/07/2025     | 15/10/2025     | 03/01/2026     |
|                | ODOMETRO  | 40012          | 83363          | 121077         | 158235         | 205449         | 237616         | 267616         | 297616         | 327616         | 357616         | 387616         |
|                | TIPO MTTO | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR |
|                | ESTATUS   | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     |

|                |           |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |            |
|----------------|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------|
| <b>BED-863</b> | OT        | 17839          | 20322          | 25809          | 37157          | 47853          |                |                |                |                |                |            |
|                | FECHA     | 19/07/2021     | 09/03/2022     | 02/02/2023     | 12/09/2023     | 02/08/2024     | 31/01/2025     | 07/04/2025     | 26/06/2025     | 14/09/2025     | 03/12/2025     |            |
|                | ODOMETRO  | 40000          | 80105          | 131710         | 159900         | 197927         | 227927         | 257927         | 287927         | 317927         | 347927         |            |
|                | TIPO MTTO | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR |            |
|                | ESTATUS   | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO |

|                |           |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |
|----------------|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| <b>BED-864</b> | OT        | 2283           | 19258          | 24156          | 34862          | 42198          | 49647          |                |                |                |                |                |
|                | FECHA     | 20/03/2021     | 09/12/2021     | 10/08/2022     | 16/06/2023     | 03/02/2024     | 24/09/2024     | 13/02/2025     | 04/05/2025     | 23/07/2025     | 11/10/2025     | 30/12/2025     |
|                | ODOMETRO  | 42064          | 81003          | 120510         | 161461         | 200183         | 236724         | 266724         | 296724         | 326724         | 356724         | 386724         |
|                | TIPO MTTO | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR |
|                | ESTATUS   | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     |

|                |           |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |
|----------------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|
| <b>BED-865</b> | OT        | 18045             | 22563             | 34884             | 41424             | 52009             |                   |                   |                   |                   |                   |            |
|                | FECHA     | 01/09/2021        | 13/06/2022        | 23/06/2023        | 02/01/2024        | 18/10/2024        | 09/03/2025        | 28/05/2025        | 16/08/2025        | 04/11/2025        | 23/01/2026        |            |
|                | ODOMETRO  | 41046             | 82594             | 131419            | 160775            | 206424            | 236424            | 266424            | 296424            | 326424            | 356424            |            |
|                | TIPO MTTO | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR |            |
|                | ESTATUS   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO |

|                |           |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |
|----------------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|
| <b>BED-887</b> | OT        | 11644             | 20170             | 24966             | 35620             | 44693             | 54576             |                   |                   |                   |                   |            |
|                | FECHA     | 04/06/2021        | 22/02/2022        | 17/11/2022        | 10/08/2023        | 10/05/2024        | 21/01/2025        | 11/04/2025        | 30/06/2025        | 18/09/2025        | 07/12/2025        |            |
|                | ODOMETRO  | 39732             | 80194             | 121076            | 161788            | 207175            | 244589            | 274589            | 304589            | 334589            | 364589            |            |
|                | TIPO MTTO | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR |            |
|                | ESTATUS   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO |

|                |           |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
|----------------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| <b>BED-888</b> | OT        | 66                | 18833             | 24405             | 34863             | 44048             | 53062             |                   |                   |                   |                   |                   |
|                | FECHA     | 22/01/2021        | 03/11/2021        | 07/09/2022        | 20/06/2023        | 27/03/2024        | 23/12/2024        | 26/03/2025        | 14/06/2025        | 02/09/2025        | 21/11/2025        | 09/02/2026        |
|                | ODOMETRO  | 40300             | 81884             | 121575            | 160775            | 200516            | 242668            | 272668            | 302668            | 332668            | 362668            | 392668            |
|                | TIPO MTTO | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR |
|                | ESTATUS   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        |

|                |           |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |
|----------------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|
| <b>BEE-734</b> | OT        | 4362              | 20341             | 25317             | 37640             | 46684             |                   |                   |                   |                   |                   |            |
|                | FECHA     | 23/04/2021        | 10/03/2022        | 23/12/2022        | 05/10/2023        | 20/07/2024        | 03/02/2025        | 24/04/2025        | 13/07/2025        | 01/10/2025        | 20/12/2025        |            |
|                | ODOMETRO  | 40189             | 80300             | 121131            | 163622            | 206144            | 236144            | 266144            | 296144            | 326144            | 356144            |            |
|                | TIPO MTTO | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR |            |
|                | ESTATUS   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO |

|                |                  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |
|----------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|
| <b>BEE-735</b> | <b>OT</b>        | 17874             | 20720             | 25510             | 37836             | 47808             |                   |                   |                   |                   |                   |            |
|                | <b>FECHA</b>     | 22/07/2021        | 13/04/2022        | 10/01/2023        | 11/10/2023        | 31/07/2024        | 07/02/2025        | 28/04/2025        | 17/07/2025        | 05/10/2025        | 24/12/2025        |            |
|                | <b>ODOMETRO</b>  | 40000             | 80857             | 120106            | 160143            | 196977            | 226977            | 256977            | 286977            | 316977            | 346977            |            |
|                | <b>TIPO MTTO</b> | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR |            |
|                | <b>ESTATUS</b>   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO |

|                |                  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |            |
|----------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|------------|
| <b>BSJ-944</b> | <b>OT</b>        | 37577             | 45983             |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |            |
|                | <b>FECHA</b>     | 18/09/2023        | 29/05/2024        | 11/03/2025        | 30/05/2025        | 18/08/2025        | 06/11/2025        | 25/01/2026        | 15/04/2026        |            |            |            |
|                | <b>ODOMETRO</b>  | 42777             | 84343             | 114343            | 144343            | 174343            | 204343            | 234343            | 264343            |            |            |            |
|                | <b>TIPO MTTO</b> | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR |            |            |            |
|                | <b>ESTATUS</b>   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|                |                  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |            |            |            |
|----------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| <b>BSK-716</b> | <b>OT</b>        | 37576             | 46613             |                   |                   |                   |                   |            |            |            |            |            |
|                | <b>FECHA</b>     | 19/09/2023        | 10/07/2024        | 11/03/2025        | 30/05/2025        | 18/08/2025        | 06/11/2025        |            |            |            |            |            |
|                | <b>ODOMETRO</b>  | 38068             | 79814             | 109814            | 139814            | 169814            | 199814            |            |            |            |            |            |
|                | <b>TIPO MTTO</b> | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR |            |            |            |            |            |
|                | <b>ESTATUS</b>   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|                |                  |                   |                   |                   |                  |                   |                   |                   |            |            |            |            |
|----------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|
| <b>BSJ-935</b> | <b>OT</b>        | 38098             | 45899             |                   |                  |                   |                   |                   |            |            |            |            |
|                | <b>FECHA</b>     | 07/10/2023        | 14/06/2024        | 03/02/2025        | 24/04/2025       | 13/07/2025        | 01/10/2025        | 20/12/2025        |            |            |            |            |
|                | <b>ODOMETRO</b>  | 38421             | 79379             | 109379            | 139379           | 169379            | 199379            | 229379            |            |            |            |            |
|                | <b>TIPO MTTO</b> | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>RMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR |            |            |            |            |
|                | <b>ESTATUS</b>   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO         | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|         |           |                |                |                |                |                |                |                |            |            |            |            |
|---------|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------|------------|------------|------------|
| BSJ-858 | OT        | 38099          | 45972          | 54474          |                |                |                |                |            |            |            |            |
|         | FECHA     | 10/10/2023     | 14/06/2024     | 10/01/2025     | 31/03/2025     | 19/06/2025     | 07/09/2025     | 26/11/2025     |            |            |            |            |
|         | ODOMETRO  | 39991          | 77665          | 113289         | 143289         | 173289         | 203289         | 233289         |            |            |            |            |
|         | TIPO MTTO | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR |            |            |            |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|         |           |                |                |                |                |                |                |                |                |            |            |            |
|---------|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------|------------|------------|
| BSJ-919 | OT        | 35798          | 46377          |                |                |                |                |                |                |            |            |            |
|         | FECHA     | 17/08/2023     | 20/07/2024     | 11/03/2025     | 30/05/2025     | 18/08/2025     | 06/11/2025     | 25/01/2026     | 15/04/2026     |            |            |            |
|         | ODOMETRO  | 36572          | 85896          | 115896         | 145896         | 175896         | 205896         | 235896         | 265896         |            |            |            |
|         | TIPO MTTO | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR |            |            |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO |
| BSK-761 | OT        | 37575          | 46395          |                |                |                |                |                |                |            |            |            |
|         | FECHA     | 13/09/2023     | 02/07/2024     | 11/03/2025     | 30/05/2025     | 18/08/2025     | 06/11/2025     | 25/01/2026     |                |            |            |            |
|         | ODOMETRO  | 41939          | 83021          | 113021         | 143021         | 173021         | 203021         | 233021         |                |            |            |            |
|         | TIPO MTTO | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR |                |            |            |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|         |           |                |                |                |                |                |                |                |            |            |            |            |
|---------|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------|------------|------------|------------|
| VDE-864 | OT        | 52349          |                |                |                |                |                |                |            |            |            |            |
|         | FECHA     | 07/11/2024     | 20/02/2025     | 27/04/2025     | 03/07/2025     | 08/09/2025     | 13/11/2025     | 19/01/2026     |            |            |            |            |
|         | ODOMETRO  | 23633          | 48633          | 73633          | 98633          | 123633         | 148633         | 173633         |            |            |            |            |
|         | TIPO MTTO | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR | MP4 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR |            |            |            |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|                |                  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |            |            |
|----------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|
| <b>VDE-748</b> | <b>OT</b>        | 49113             |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |            |            |
|                | <b>FECHA</b>     | 20/08/2024        | 07/02/2025        | 14/04/2025        | 20/06/2025        | 26/08/2025        | 31/10/2025        | 06/01/2026        |            |            |            |            |
|                | <b>ODOMETRO</b>  | 18868             | 43868             | 68868             | 93868             | 118868            | 143868            | 168868            |            |            |            |            |
|                | <b>TIPO MTTO</b> | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP4<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR |            |            |            |            |
|                | <b>ESTATUS</b>   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|                |                  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |            |            |            |
|----------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| <b>VDE-772</b> | <b>OT</b>        | 50932             |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |            |            |            |
|                | <b>FECHA</b>     | 14/10/2024        | 05/02/2025        | 12/04/2025        | 18/06/2025        | 24/08/2025        | 29/10/2025        |            |            |            |            |            |
|                | <b>ODOMETRO</b>  | 24504             | 49504             | 74504             | 99504             | 124504            | 149504            |            |            |            |            |            |
|                | <b>TIPO MTTO</b> | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP4<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR |            |            |            |            |            |
|                | <b>ESTATUS</b>   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO |
| <b>VDE-823</b> | <b>OT</b>        | 52325             |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |            |            |            |
|                | <b>FECHA</b>     | 06/11/2024        | 20/02/2025        | 27/04/2025        | 03/07/2025        | 08/09/2025        | 13/11/2025        |            |            |            |            |            |
|                | <b>ODOMETRO</b>  | 23997             | 48997             | 73997             | 98997             | 123997            | 148997            |            |            |            |            |            |
|                | <b>TIPO MTTO</b> | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP4<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR |            |            |            |            |            |
|                | <b>ESTATUS</b>   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|                |                  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |            |            |            |
|----------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| <b>VDE-876</b> | <b>OT</b>        | 50886             |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |            |            |            |
|                | <b>FECHA</b>     | 10/10/2024        | 11/02/2025        | 18/04/2025        | 24/06/2025        | 30/08/2025        | 04/11/2025        |            |            |            |            |            |
|                | <b>ODOMETRO</b>  | 24625             | 49625             | 74625             | 99625             | 124625            | 149625            |            |            |            |            |            |
|                | <b>TIPO MTTO</b> | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP4<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR |            |            |            |            |            |
|                | <b>ESTATUS</b>   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|                |                  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |            |            |            |
|----------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| <b>VDE-808</b> | <b>OT</b>        | 52110             |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |            |            |            |
|                | <b>FECHA</b>     | 25/10/2024        | 15/02/2025        | 22/04/2025        | 28/06/2025        | 03/09/2025        | 08/11/2025        |            |            |            |            |            |
|                | <b>ODOMETRO</b>  | 25909             | 50909             | 75909             | 100909            | 125909            | 150909            |            |            |            |            |            |
|                | <b>TIPO MTTO</b> | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP4<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR |            |            |            |            |            |
|                | <b>ESTATUS</b>   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|                |                  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |            |            |            |
|----------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| <b>VDE-835</b> | <b>OT</b>        | 52377             |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |            |            |            |
|                | <b>FECHA</b>     | 09/11/2024        | 11/02/2025        | 18/04/2025        | 24/06/2025        | 30/08/2025        | 04/11/2025        |            |            |            |            |            |
|                | <b>ODOMETRO</b>  | 25514             | 50514             | 75514             | 100514            | 125514            | 150514            |            |            |            |            |            |
|                | <b>TIPO MTTO</b> | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP4<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR |            |            |            |            |            |
|                | <b>ESTATUS</b>   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO |
| <b>VDP-809</b> | <b>OT</b>        |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |            |            |            |
|                | <b>FECHA</b>     | 21/03/2025        | 26/05/2025        | 01/08/2025        | 07/10/2025        | 12/12/2025        | 17/02/2026        |            |            |            |            |            |
|                | <b>ODOMETRO</b>  | 30000             | 55000             | 80000             | 105000            | 130000            | 155000            |            |            |            |            |            |
|                | <b>TIPO MTTO</b> | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP4<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR |            |            |            |            |            |
|                | <b>ESTATUS</b>   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|                |                  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |            |            |            |
|----------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| <b>VDE-886</b> | <b>OT</b>        | 54808             |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |            |            |            |
|                | <b>FECHA</b>     | 01/02/2025        | 08/04/2025        | 14/06/2025        | 20/08/2025        | 25/10/2025        | 31/12/2025        |            |            |            |            |            |
|                | <b>ODOMETRO</b>  | 22416             | 47416             | 72416             | 97416             | 122416            | 147416            |            |            |            |            |            |
|                | <b>TIPO MTTO</b> | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP4<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR |            |            |            |            |            |
|                | <b>ESTATUS</b>   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|                |                  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |
|----------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|
| <b>BCS-871</b> | <b>OT</b>        | 25722             | 37001             | 47736             | 54568             |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |
|                | <b>FECHA</b>     | 26/01/2023        | 02/09/2023        | 26/07/2024        | 02/01/2025        | 23/03/2025        | 11/06/2025        | 30/08/2025        | 18/11/2025        | 06/02/2026        |            |            |
|                | <b>ODOMETRO</b>  | 182224            | 204628            | 239212            | 268918            | 298918            | 328918            | 358918            | 388918            | 418918            |            |            |
|                | <b>TIPO MTTO</b> | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR |            |            |
|                | <b>ESTATUS</b>   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|                |                  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |            |            |
|----------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|
| <b>BRQ-773</b> | <b>OT</b>        | 37460             | 46580             | 54970             |                   |                   |                   |                   |            |            |            |            |
|                | <b>FECHA</b>     | 21/09/2023        | 05/07/2024        | 05/02/2025        | 26/04/2025        | 15/07/2025        | 03/10/2025        | 22/12/2025        |            |            |            |            |
|                | <b>ODOMETRO</b>  | 42068             | 90845             | 130471            | 160471            | 190471            | 220471            | 250471            |            |            |            |            |
|                | <b>TIPO MTTO</b> | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR |            |            |            |            |
|                | <b>ESTATUS</b>   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|                |                  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |            |            |
|----------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|
| <b>BRQ-795</b> | <b>OT</b>        | 35195             | 45985             |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |            |            |
|                | <b>FECHA</b>     | 04/07/2023        | 30/05/2024        | 28/03/2025        | 16/06/2025        | 04/09/2025        | 23/11/2025        | 11/02/2026        |            |            |            |            |
|                | <b>ODOMETRO</b>  | 38502             | 80031             | 110031            | 140031            | 170031            | 200031            | 230031            |            |            |            |            |
|                | <b>TIPO MTTO</b> | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR |            |            |            |            |
|                | <b>ESTATUS</b>   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|                |                  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |            |            |            |
|----------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| <b>BRS-815</b> | <b>OT</b>        | 40284             |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |            |            |            |
|                | <b>FECHA</b>     | 04/12/2023        | 10/02/2025        | 01/05/2025        | 20/07/2025        | 08/10/2025        | 27/12/2025        |            |            |            |            |            |
|                | <b>ODOMETRO</b>  | 36411             | 66411             | 96411             | 126411            | 156411            | 186411            |            |            |            |            |            |
|                | <b>TIPO MTTO</b> | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR |            |            |            |            |            |
|                | <b>ESTATUS</b>   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|                |                  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |            |            |
|----------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|
| <b>BRS-816</b> | <b>OT</b>        | 40114             | 46624             | 54535             |                   |                   |                   |                   |            |            |            |            |
|                | <b>FECHA</b>     | 13/12/2023        | 15/07/2024        | 15/01/2025        | 05/04/2025        | 24/06/2025        | 12/09/2025        | 01/12/2025        |            |            |            |            |
|                | <b>ODOMETRO</b>  | 39406             | 79394             | 103940            | 133940            | 163940            | 193940            | 223940            |            |            |            |            |
|                | <b>TIPO MTTO</b> | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR |            |            |            |            |
|                | <b>ESTATUS</b>   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|                |                  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |            |
|----------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|------------|
| <b>BRQ-729</b> | <b>OT</b>        | 31274             | 38039             | 44894             | 51946             |                   |                   |                   |                   |            |            |            |
|                | <b>FECHA</b>     | 13/05/2023        | 19/10/2023        | 30/03/2024        | 15/10/2024        | 24/03/2025        | 08/07/2025        | 23/10/2025        | 07/02/2026        |            |            |            |
|                | <b>ODOMETRO</b>  | 38046             | 80000             | 119155            | 159186            | 199186            | 239186            | 279186            | 319186            |            |            |            |
|                | <b>TIPO MTTO</b> | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR |            |            |            |
|                | <b>ESTATUS</b>   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|                |                  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |            |
|----------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|------------|
| <b>BSK-781</b> | <b>OT</b>        | 37101             | 40327             | 53049             |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |            |
|                | <b>FECHA</b>     | 05/09/2023        | 30/11/2023        | 31/07/2024        | 14/02/2025        | 05/05/2025        | 24/07/2025        | 12/10/2025        | 31/12/2025        |            |            |            |
|                | <b>ODOMETRO</b>  | 61326             | 78999             | 126800            | 156800            | 186800            | 216800            | 246800            | 276800            |            |            |            |
|                | <b>TIPO MTTO</b> | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR |            |            |            |
|                | <b>ESTATUS</b>   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|                |                  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |            |
|----------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|------------|
| <b>BRQ-730</b> | <b>OT</b>        | 38100             | 46127             | 52466             |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |            |
|                | <b>FECHA</b>     | 21/08/2023        | 12/06/2024        | 11/11/2024        | 24/03/2025        | 12/06/2025        | 31/08/2025        | 19/11/2025        | 07/02/2026        |            |            |            |
|                | <b>ODOMETRO</b>  | 37805             | 87724             | 131803            | 161803            | 191803            | 221803            | 251803            | 281803            |            |            |            |
|                | <b>TIPO MTTO</b> | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR |            |            |            |
|                | <b>ESTATUS</b>   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|                |           |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |            |            |
|----------------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|
| <b>BRQ-877</b> | OT        | 38298             | 46652             | 54486             |                   |                   |                   |                   |            |            |            |            |
|                | FECHA     | 04/11/2023        | 17/07/2024        | 18/01/2025        | 25/04/2025        | 14/07/2025        | 02/10/2025        | 21/12/2025        |            |            |            |            |
|                | ODOMETRO  | 40834             | 82553             | 124401            | 154401            | 184401            | 214401            | 244401            |            |            |            |            |
|                | TIPO MTTO | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR |            |            |            |            |
|                | ESTATUS   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|                |           |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |
|----------------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|
| <b>BRR-849</b> | OT        | 31381             | 38102             | 45956             | 49446             | 56278             |                   |                   |                   |                   |            |            |
|                | FECHA     | 20/05/2023        | 23/10/2023        | 24/05/2024        | 09/09/2024        | 04/02/2025        | 25/04/2025        | 14/07/2025        | 02/10/2025        | 21/12/2025        |            |            |
|                | ODOMETRO  | 40293             | 79947             | 126220            | 160302            | 199472            | 229472            | 259472            | 289472            | 319472            |            |            |
|                | TIPO MTTO | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR |            |            |
|                | ESTATUS   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|                |           |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |
|----------------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|
| <b>BRT-819</b> | OT        | 31418             | 37574             | 43419             | 47872             | 52885             |                   |                   |                   |                   |            |            |
|                | FECHA     | 21/05/2023        | 12/09/2023        | 01/02/2024        | 06/08/2024        | 14/12/2024        | 07/04/2025        | 26/06/2025        | 14/09/2025        | 03/12/2025        |            |            |
|                | ODOMETRO  | 40284             | 78177             | 120243            | 160865            | 197451            | 227451            | 257451            | 287451            | 317451            |            |            |
|                | TIPO MTTO | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR |            |            |
|                | ESTATUS   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|                |           |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |
|----------------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|
| <b>BRT-925</b> | OT        | 34992             | 38236             | 45939             | 50869             |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |
|                | FECHA     | 05/05/2023        | 27/10/2023        | 22/04/2024        | 10/10/2024        | 18/02/2025        | 09/05/2025        | 28/07/2025        | 16/10/2025        | 04/01/2026        |            |            |
|                | ODOMETRO  | 38031             | 79796             | 120620            | 162781            | 192781            | 222781            | 252781            | 282781            | 312781            |            |            |
|                | TIPO MTTO | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR |            |            |
|                | ESTATUS   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|         |           |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |
|---------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|
| BSJ-840 | OT        | 35349             | 41685             | 46046             | 50931             |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |
|         | FECHA     | 14/07/2023        | 24/11/2023        | 30/05/2024        | 14/10/2024        | 24/03/2025        | 12/06/2025        | 31/08/2025        | 19/11/2025        | 07/02/2026        |            |            |
|         | ODOMETRO  | 41049             | 79622             | 126384            | 160651            | 190651            | 220651            | 250651            | 280651            | 310651            |            |            |
|         | TIPO MTTO | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR |            |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|         |           |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |
|---------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|
| BSK-745 | OT        | 33546             | 41725             | 49330             | 52663             |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |
|         | FECHA     | 20/06/2023        | 17/01/2024        | 24/07/2024        | 22/11/2024        | 24/03/2025        | 12/06/2025        | 31/08/2025        | 19/11/2025        | 07/02/2026        |            |            |
|         | ODOMETRO  | 40530             | 79204             | 132155            | 165097            | 195097            | 225097            | 255097            | 285097            | 315097            |            |            |
|         | TIPO MTTO | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR |            |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO |
| BSK-938 | OT        | 35037             | 38229             | 44564             | 47932             | 54458             |                   |                   |                   |                   |            |            |
|         | FECHA     | 02/06/2023        | 08/11/2023        | 26/04/2024        | 30/07/2024        | 17/12/2024        | 03/04/2025        | 18/07/2025        | 02/11/2025        | 17/02/2026        |            |            |
|         | ODOMETRO  | 39611             | 81096             | 129901            | 158085            | 203063            | 243063            | 283063            | 323063            | 363063            |            |            |
|         | TIPO MTTO | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR |            |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|         |           |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |            |            |            |
|---------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| VDE-865 | OT        |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |            |            |            |
|         | FECHA     | 07/02/2025        | 14/04/2025        | 20/06/2025        | 26/08/2025        | 31/10/2025        | 06/01/2026        |            |            |            |            |            |
|         | ODOMETRO  | 25000             | 50000             | 75000             | 100000            | 125000            | 150000            |            |            |            |            |            |
|         | TIPO MTTO | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP4<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR |            |            |            |            |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|         |           |                |                |                |                |                |                |                |            |            |            |            |
|---------|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------|------------|------------|------------|
| VDE-792 | OT        | 54704          |                |                |                |                |                |                |            |            |            |            |
|         | FECHA     | 23/01/2025     | 30/03/2025     | 05/06/2025     | 11/08/2025     | 16/10/2025     | 22/12/2025     | 27/02/2026     |            |            |            |            |
|         | ODOMETRO  | 23597          | 48597          | 73597          | 98597          | 123597         | 148597         | 173597         |            |            |            |            |
|         | TIPO MTTO | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR | MP4 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR |            |            |            |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|         |           |                |                |                |                |                |                |            |            |            |            |            |
|---------|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| VDE-771 | OT        |                |                |                |                |                |                |            |            |            |            |            |
|         | FECHA     | 28/03/2025     | 02/06/2025     | 08/08/2025     | 14/10/2025     | 19/12/2025     | 24/02/2026     |            |            |            |            |            |
|         | ODOMETRO  | 25000          | 50000          | 75000          | 100000         | 125000         | 150000         |            |            |            |            |            |
|         | TIPO MTTO | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR | MP4 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR |            |            |            |            |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO       | ATENDIDO       | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO |
| VDE-840 | OT        |                |                |                |                |                |                |            |            |            |            |            |
|         | FECHA     | 05/02/2025     | 12/04/2025     | 18/06/2025     | 24/08/2025     | 29/10/2025     | 04/01/2026     |            |            |            |            |            |
|         | ODOMETRO  | 25000          | 50000          | 75000          | 100000         | 125000         | 150000         |            |            |            |            |            |
|         | TIPO MTTO | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR | MP4 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR |            |            |            |            |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|         |           |                |                |                |                |                |                |            |            |            |            |            |
|---------|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| VDE-793 | OT        |                |                |                |                |                |                |            |            |            |            |            |
|         | FECHA     | 26/02/2025     | 03/05/2025     | 09/07/2025     | 14/09/2025     | 19/11/2025     | 25/01/2026     |            |            |            |            |            |
|         | ODOMETRO  | 25000          | 50000          | 75000          | 100000         | 125000         | 150000         |            |            |            |            |            |
|         | TIPO MTTO | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR | MP4 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR |            |            |            |            |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|         |           |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |            |            |
|---------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|
|         | OT        | 54561             |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |            |            |
| VDE-781 | FECHA     | 13/01/2025        | 20/03/2025        | 26/05/2025        | 01/08/2025        | 06/10/2025        | 12/12/2025        | 17/02/2026        |            |            |            |            |
|         | ODOMETRO  | 24298             | 49298             | 74298             | 99298             | 124298            | 149298            | 174298            |            |            |            |            |
|         | TIPO MTTO | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP4<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR |            |            |            |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|         |           |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |            |            |
|---------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|
|         | OT        | 54560             |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |            |            |
| VDE-857 | FECHA     | 16/01/2025        | 23/03/2025        | 29/05/2025        | 04/08/2025        | 09/10/2025        | 15/12/2025        | 20/02/2026        |            |            |            |            |
|         | ODOMETRO  | 22855             | 47855             | 72855             | 97855             | 122855            | 147855            | 172855            |            |            |            |            |
|         | TIPO MTTO | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP4<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR |            |            |            |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|         |           |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |            |            |            |
|---------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
|         | OT        | 54764             |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |            |            |            |
| VDE-744 | FECHA     | 28/01/2025        | 04/04/2025        | 10/06/2025        | 16/08/2025        | 21/10/2025        | 27/12/2025        |            |            |            |            |            |
|         | ODOMETRO  | 24571             | 49571             | 74571             | 99571             | 124571            | 149571            |            |            |            |            |            |
|         | TIPO MTTO | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP4<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR |            |            |            |            |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|         |           |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |            |            |            |
|---------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
|         | OT        | 53319             |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |            |            |            |
| VDE-743 | FECHA     | 03/01/2025        | 10/03/2025        | 16/05/2025        | 22/07/2025        | 26/09/2025        | 02/12/2025        |            |            |            |            |            |
|         | ODOMETRO  | 25674             | 50674             | 75674             | 100674            | 125674            | 150674            |            |            |            |            |            |
|         | TIPO MTTO | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP4<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR |            |            |            |            |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|                |                  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |            |            |            |
|----------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| <b>VDE-770</b> | <b>OT</b>        | 53320             |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |            |            |            |
|                | <b>FECHA</b>     | 03/01/2025        | 10/03/2025        | 16/05/2025        | 22/07/2025        | 26/09/2025        | 02/12/2025        |            |            |            |            |            |
|                | <b>ODOMETRO</b>  | 26790             | 51790             | 76790             | 101790            | 126790            | 151790            |            |            |            |            |            |
|                | <b>TIPO MTTO</b> | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP4<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR |            |            |            |            |            |
|                | <b>ESTATUS</b>   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|                |                  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |            |            |            |
|----------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| <b>VDE-849</b> | <b>OT</b>        | 54714             |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |            |            |            |
|                | <b>FECHA</b>     | 24/01/2025        | 31/03/2025        | 06/06/2025        | 12/08/2025        | 17/10/2025        | 23/12/2025        |            |            |            |            |            |
|                | <b>ODOMETRO</b>  | 22481             | 47481             | 72481             | 97481             | 122481            | 147481            |            |            |            |            |            |
|                | <b>TIPO MTTO</b> | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP4<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR |            |            |            |            |            |
|                | <b>ESTATUS</b>   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|                |                  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |            |            |            |
|----------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| <b>VDE-863</b> | <b>OT</b>        |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |            |            |            |
|                | <b>FECHA</b>     | 11/02/2025        | 18/04/2025        | 24/06/2025        | 30/08/2025        | 04/11/2025        | 10/01/2026        |            |            |            |            |            |
|                | <b>ODOMETRO</b>  | 25000             | 50000             | 75000             | 100000            | 125000            | 150000            |            |            |            |            |            |
|                | <b>TIPO MTTO</b> | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP4<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR |            |            |            |            |            |
|                | <b>ESTATUS</b>   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|                |                  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |            |            |            |
|----------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| <b>VDE-914</b> | <b>OT</b>        |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |            |            |            |
|                | <b>FECHA</b>     | 13/02/2025        | 20/04/2025        | 26/06/2025        | 01/09/2025        | 06/11/2025        | 12/01/2026        |            |            |            |            |            |
|                | <b>ODOMETRO</b>  | 25000             | 50000             | 75000             | 100000            | 125000            | 150000            |            |            |            |            |            |
|                | <b>TIPO MTTO</b> | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP4<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR |            |            |            |            |            |
|                | <b>ESTATUS</b>   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|         |           |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |            |            |            |
|---------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| VDE-872 | OT        |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |            |            |            |
|         | FECHA     | 10/03/2025        | 15/05/2025        | 21/07/2025        | 26/09/2025        | 01/12/2025        | 06/02/2026        |            |            |            |            |            |
|         | ODOMETRO  | 25000             | 50000             | 75000             | 100000            | 125000            | 150000            |            |            |            |            |            |
|         | TIPO MTTO | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP4<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR |            |            |            |            |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|         |           |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |            |            |            |
|---------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| VDF-838 | OT        | 54559             |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |            |            |            |
|         | FECHA     | 16/01/2025        | 23/03/2025        | 29/05/2025        | 04/08/2025        | 09/10/2025        | 15/12/2025        |            |            |            |            |            |
|         | ODOMETRO  | 23654             | 48654             | 73654             | 98654             | 123654            | 148654            |            |            |            |            |            |
|         | TIPO MTTO | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP4<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR |            |            |            |            |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|         |           |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |            |            |            |
|---------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| VDF-879 | OT        |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |            |            |            |
|         | FECHA     | 20/02/2025        | 27/04/2025        | 03/07/2025        | 08/09/2025        | 13/11/2025        | 19/01/2026        |            |            |            |            |            |
|         | ODOMETRO  | 25000             | 50000             | 75000             | 100000            | 125000            | 150000            |            |            |            |            |            |
|         | TIPO MTTO | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP4<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR |            |            |            |            |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|         |           |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |            |            |            |
|---------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| VDE-809 | OT        | 52202             |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |            |            |            |
|         | FECHA     | 30/10/2024        | 26/02/2025        | 03/05/2025        | 09/07/2025        | 14/09/2025        | 19/11/2025        |            |            |            |            |            |
|         | ODOMETRO  | 24386             | 49386             | 74386             | 99386             | 124386            | 149386            |            |            |            |            |            |
|         | TIPO MTTO | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP4<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR |            |            |            |            |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|         |           |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |            |            |            |
|---------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
|         | OT        |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |            |            |            |
| VDE-836 | FECHA     | 17/02/2025        | 24/04/2025        | 30/06/2025        | 05/09/2025        | 10/11/2025        | 16/01/2026        |            |            |            |            |            |
|         | ODOMETRO  | 25000             | 50000             | 75000             | 100000            | 125000            | 150000            |            |            |            |            |            |
|         | TIPO MTTO | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP4<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR |            |            |            |            |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|         |           |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |            |            |            |
|---------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| VDE-794 | OT        | 52369             |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |            |            |            |
|         | FECHA     | 08/11/2024        | 09/03/2025        | 14/05/2025        | 20/07/2025        | 25/09/2025        | 30/11/2025        |            |            |            |            |            |
|         | ODOMETRO  | 23299             | 48299             | 73299             | 98299             | 123299            | 148299            |            |            |            |            |            |
|         | TIPO MTTO | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP4<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR |            |            |            |            |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|         |           |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |            |            |            |
|---------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| VDE-839 | OT        |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |            |            |            |
|         | FECHA     | 05/02/2025        | 12/04/2025        | 18/06/2025        | 24/08/2025        | 29/10/2025        | 04/01/2026        |            |            |            |            |            |
|         | ODOMETRO  | 25000             | 50000             | 75000             | 100000            | 125000            | 150000            |            |            |            |            |            |
|         | TIPO MTTO | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP4<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR |            |            |            |            |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|         |           |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |            |            |            |
|---------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| VDE-858 | OT        |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |            |            |            |
|         | FECHA     | 06/02/2025        | 13/04/2025        | 19/06/2025        | 25/08/2025        | 30/10/2025        | 05/01/2026        |            |            |            |            |            |
|         | ODOMETRO  | 25000             | 50000             | 75000             | 100000            | 125000            | 150000            |            |            |            |            |            |
|         | TIPO MTTO | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP4<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR |            |            |            |            |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|         |           |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |
|---------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|
|         | OT        | 31252             | 37417             | 46087             | 54591             |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |
| BEE-842 | FECHA     | 22/05/2023        | 10/11/2023        | 06/06/2024        | 22/01/2025        | 12/04/2025        | 01/07/2025        | 19/09/2025        | 08/12/2025        | 26/02/2026        |            |            |
|         | ODOMETRO  | 160750            | 204186            | 249005            | 280088            | 310088            | 340088            | 370088            | 400088            | 430088            |            |            |
|         | TIPO MTTO | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR |            |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|         |           |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |
|---------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|
|         | OT        | 35110             | 38513             | 46301             | 54546             |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |
| BEF-850 | FECHA     | 06/07/2023        | 18/11/2023        | 25/06/2024        | 24/01/2025        | 14/04/2025        | 03/07/2025        | 21/09/2025        | 10/12/2025        | 28/02/2026        |            |            |
|         | ODOMETRO  | 213146            | 240274            | 280300            | 312052            | 342052            | 372052            | 402052            | 432052            | 462052            |            |            |
|         | TIPO MTTO | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR |            |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|         |           |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |
|---------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|
|         | OT        | 24784             | 31029             | 38368             | 47949             |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |
| BEF-868 | FECHA     | 25/10/2022        | 07/05/2023        | 23/11/2023        | 10/08/2024        | 09/02/2025        | 30/04/2025        | 19/07/2025        | 07/10/2025        | 26/12/2025        |            |            |
|         | ODOMETRO  | 128785            | 163821            | 201648            | 240436            | 270436            | 300436            | 330436            | 360436            | 390436            |            |            |
|         | TIPO MTTO | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR |            |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|         |           |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |
|---------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|
|         | OT        | 29858             | 37567             | 45988             | 54485             |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |
| BEF-877 | FECHA     | 26/04/2023        | 02/10/2023        | 30/05/2024        | 17/01/2025        | 07/04/2025        | 26/06/2025        | 14/09/2025        | 03/12/2025        | 21/02/2026        |            |            |
|         | ODOMETRO  | 159226            | 199387            | 239001            | 276597            | 306597            | 336597            | 366597            | 396597            | 426597            |            |            |
|         | TIPO MTTO | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR |            |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|                |                  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |
|----------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|
| <b>BEF-887</b> | <b>OT</b>        | 20721             | 28203             | 37215             | 47940             |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |
|                | <b>FECHA</b>     | 13/04/2022        | 05/03/2023        | 19/09/2023        | 09/08/2024        | 18/02/2025        | 09/05/2025        | 28/07/2025        | 16/10/2025        | 04/01/2026        |            |            |
|                | <b>ODOMETRO</b>  | 80327             | 120055            | 156795            | 198717            | 228717            | 258717            | 288717            | 318717            | 348717            |            |            |
|                | <b>TIPO MTTO</b> | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR |            |            |
|                | <b>ESTATUS</b>   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|                |                  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |
|----------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|
| <b>BEF-914</b> | <b>OT</b>        | 24220             | 30969             | 38558             | 46598             |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |
|                | <b>FECHA</b>     | 16/08/2022        | 04/05/2023        | 22/11/2023        | 13/07/2024        | 04/02/2025        | 25/04/2025        | 14/07/2025        | 02/10/2025        | 21/12/2025        |            |            |
|                | <b>ODOMETRO</b>  | 123296            | 160822            | 200171            | 241385            | 271385            | 301385            | 331385            | 361385            | 391385            |            |            |
|                | <b>TIPO MTTO</b> | MP1 - 15000<br>KM | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR |            |            |
|                | <b>ESTATUS</b>   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|                |                  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |
|----------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|
| <b>BED-830</b> | <b>OT</b>        | 31234             | 39980             | 46242             | 53181             |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |
|                | <b>FECHA</b>     | 22/05/2023        | 07/12/2023        | 15/06/2024        | 30/12/2024        | 08/04/2025        | 27/06/2025        | 15/09/2025        | 04/12/2025        | 22/02/2026        |            |            |
|                | <b>ODOMETRO</b>  | 159497            | 200202            | 239625            | 289126            | 319126            | 349126            | 379126            | 409126            | 439126            |            |            |
|                | <b>TIPO MTTO</b> | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR |            |            |
|                | <b>ESTATUS</b>   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|                |                  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |
|----------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|
| <b>BED-920</b> | <b>OT</b>        | 28723             | 37160             | 43689             | 49707             | 54729             |                   |                   |                   |                   |            |            |
|                | <b>FECHA</b>     | 20/04/2023        | 12/09/2023        | 06/03/2024        | 27/09/2024        | 30/01/2025        | 20/04/2025        | 09/07/2025        | 27/09/2025        | 16/12/2025        |            |            |
|                | <b>ODOMETRO</b>  | 164941            | 199275            | 239180            | 276523            | 305863            | 335863            | 365863            | 395863            | 425863            |            |            |
|                | <b>TIPO MTTO</b> | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR |            |            |
|                | <b>ESTATUS</b>   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|         |           |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |
|---------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|
| BEF-863 | OT        | 23971             | 25150             | 41868             | 46378             |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |
|         | FECHA     | 18/07/2022        | 06/12/2022        | 23/01/2024        | 03/07/2024        | 05/02/2025        | 26/04/2025        | 15/07/2025        | 03/10/2025        | 22/12/2025        |            |            |
|         | ODOMETRO  | 126163            | 160864            | 243711            | 281497            | 311497            | 341497            | 371497            | 401497            | 431497            |            |            |
|         | TIPO MTTO | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR |            |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|         |           |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |
|---------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|
| BEF-864 | OT        | 22025             | 25235             | 35200             | 46676             |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |
|         | FECHA     | 09/05/2022        | 17/12/2022        | 11/07/2023        | 20/07/2024        | 10/02/2025        | 01/05/2025        | 20/07/2025        | 08/10/2025        | 27/12/2025        |            |            |
|         | ODOMETRO  | 82457             | 122668            | 161343            | 216604            | 246604            | 276604            | 306604            | 336604            | 366604            |            |            |
|         | TIPO MTTO | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR |            |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|         |           |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |
|---------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|
| BEF-878 | OT        | 25454             | 40139             | 46081             | 53288             |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |
|         | FECHA     | 05/01/2023        | 15/12/2023        | 08/06/2024        | 06/01/2025        | 02/04/2025        | 21/06/2025        | 09/09/2025        | 28/11/2025        | 16/02/2026        |            |            |
|         | ODOMETRO  | 202780            | 280107            | 327696            | 370557            | 400557            | 430557            | 460557            | 490557            | 520557            |            |            |
|         | TIPO MTTO | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR |            |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|         |           |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |
|---------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|
| BEF-888 | OT        | 35184             | 44724             | 49437             | 52761             |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |
|         | FECHA     | 13/07/2023        | 13/05/2024        | 03/09/2024        | 07/12/2024        | 09/03/2025        | 28/05/2025        | 16/08/2025        | 04/11/2025        | 23/01/2026        |            |            |
|         | ODOMETRO  | 158758            | 212506            | 243845            | 259901            | 289901            | 319901            | 349901            | 379901            | 409901            |            |            |
|         | TIPO MTTO | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR |            |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|                |                  |                   |                   |                   |                  |                   |                   |                   |            |            |            |            |
|----------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|
| <b>VDP-781</b> | <b>OT</b>        | 38099             | 45898             |                   |                  |                   |                   |                   | -          | -          |            |            |
|                | <b>FECHA</b>     | 07/10/2023        | 14/06/2024        | 03/02/2025        | 24/04/2025       | 13/07/2025        | 01/10/2025        | 20/12/2025        | -          | -          |            |            |
|                | <b>ODOMETRO</b>  | 38421             | 79379             | 109379            | 139379           | 169379            | 199379            | 229379            | -          | -          |            |            |
|                | <b>TIPO MTTO</b> | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>RMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | -          | -          |            |            |
|                | <b>ESTATUS</b>   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO         | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|                |                  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |
|----------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|
| <b>CCD-824</b> | <b>OT</b>        | 29857             | 37566             | 45982             | 54483             |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |
|                | <b>FECHA</b>     | 26/04/2023        | 02/10/2023        | 30/05/2024        | 17/01/2025        | 07/04/2025        | 26/06/2025        | 14/09/2025        | 03/12/2025        | 21/02/2026        |            |            |
|                | <b>ODOMETRO</b>  | 159226            | 199387            | 239001            | 276597            | 306597            | 336597            | 366597            | 396597            | 426597            |            |            |
|                | <b>TIPO MTTO</b> | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR |            |            |
|                | <b>ESTATUS</b>   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|                |                  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |
|----------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|
| <b>CCC-916</b> | <b>OT</b>        | 23970             | 25152             | 41867             | 46376             |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |
|                | <b>FECHA</b>     | 18/07/2022        | 06/12/2022        | 23/01/2024        | 03/07/2024        | 05/02/2025        | 26/04/2025        | 15/07/2025        | 03/10/2025        | 22/12/2025        |            |            |
|                | <b>ODOMETRO</b>  | 126163            | 160864            | 243711            | 281497            | 311497            | 341497            | 371497            | 401497            | 431497            |            |            |
|                | <b>TIPO MTTO</b> | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR |            |            |
|                | <b>ESTATUS</b>   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|                |                  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |
|----------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|
| <b>CCC-915</b> | <b>OT</b>        | 23973             | 25155             | 41870             | 46381             |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |
|                | <b>FECHA</b>     | 18/07/2022        | 06/12/2022        | 23/01/2024        | 03/07/2024        | 05/02/2025        | 26/04/2025        | 15/07/2025        | 03/10/2025        | 22/12/2025        |            |            |
|                | <b>ODOMETRO</b>  | 126163            | 160864            | 243711            | 281497            | 311497            | 341497            | 371497            | 401497            | 431497            |            |            |
|                | <b>TIPO MTTO</b> | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR |            |            |
|                | <b>ESTATUS</b>   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|         |           |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |
|---------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|
| CCC-883 | OT        | 22020             | 25235             | 35204             | 46674             |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |
|         | FECHA     | 09/05/2022        | 17/12/2022        | 11/07/2023        | 20/07/2024        | 10/02/2025        | 01/05/2025        | 20/07/2025        | 08/10/2025        | 27/12/2025        |            |            |
|         | ODOMETRO  | 82457             | 122668            | 161343            | 216604            | 246604            | 276604            | 306604            | 336604            | 366604            |            |            |
|         | TIPO MTTO | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR |            |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|         |           |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |
|---------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|
| CCG-705 | OT        | 25451             | 40131             | 46083             | 53284             |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |
|         | FECHA     | 05/01/2023        | 15/12/2023        | 08/06/2024        | 06/01/2025        | 02/04/2025        | 21/06/2025        | 09/09/2025        | 28/11/2025        | 16/02/2026        |            |            |
|         | ODOMETRO  | 202780            | 280107            | 327696            | 370557            | 400557            | 430557            | 460557            | 490557            | 520557            |            |            |
|         | TIPO MTTO | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR |            |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|         |           |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |
|---------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|
| CCF-830 | OT        | 35187             | 44721             | 49432             | 52763             |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |
|         | FECHA     | 13/07/2023        | 13/05/2024        | 03/09/2024        | 07/12/2024        | 09/03/2025        | 28/05/2025        | 16/08/2025        | 04/11/2025        | 23/01/2026        |            |            |
|         | ODOMETRO  | 158758            | 212506            | 243845            | 259901            | 289901            | 319901            | 349901            | 379901            | 409901            |            |            |
|         | TIPO MTTO | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR |            |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|         |           |                   |                   |                   |                  |                   |                   |                   |            |            |            |            |
|---------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|
| CCF-825 | OT        | 38092             | 45897             |                   |                  |                   |                   |                   | -          | -          |            |            |
|         | FECHA     | 07/10/2023        | 14/06/2024        | 03/02/2025        | 24/04/2025       | 13/07/2025        | 01/10/2025        | 20/12/2025        | -          | -          |            |            |
|         | ODOMETRO  | 38421             | 79379             | 109379            | 139379           | 169379            | 199379            | 229379            | -          | -          |            |            |
|         | TIPO MTTO | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>RMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | -          | -          |            |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO       | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|                |                  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |
|----------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|
| <b>CCE-921</b> | <b>OT</b>        | 29856             | 37565             | 45983             | 54485             |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |
|                | <b>FECHA</b>     | 26/04/2023        | 02/10/2023        | 30/05/2024        | 17/01/2025        | 07/04/2025        | 26/06/2025        | 14/09/2025        | 03/12/2025        | 21/02/2026        |            |            |
|                | <b>ODOMETRO</b>  | 159226            | 199387            | 239001            | 276597            | 306597            | 336597            | 366597            | 396597            | 426597            |            |            |
|                | <b>TIPO MTTO</b> | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR |            |            |
|                | <b>ESTATUS</b>   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|                |                  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |
|----------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|
| <b>CCE-745</b> | <b>OT</b>        | 23972             | 25153             | 41864             | 46375             |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |
|                | <b>FECHA</b>     | 18/07/2022        | 06/12/2022        | 23/01/2024        | 03/07/2024        | 05/02/2025        | 26/04/2025        | 15/07/2025        | 03/10/2025        | 22/12/2025        |            |            |
|                | <b>ODOMETRO</b>  | 126163            | 160864            | 243711            | 281497            | 311497            | 341497            | 371497            | 401497            | 431497            |            |            |
|                | <b>TIPO MTTO</b> | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR |            |            |
|                | <b>ESTATUS</b>   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|                |                  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |
|----------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|
| <b>CCE-839</b> | <b>OT</b>        | 22022             | 25231             | 35203             | 46674             |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |
|                | <b>FECHA</b>     | 09/05/2022        | 17/12/2022        | 11/07/2023        | 20/07/2024        | 10/02/2025        | 01/05/2025        | 20/07/2025        | 08/10/2025        | 27/12/2025        |            |            |
|                | <b>ODOMETRO</b>  | 82457             | 122668            | 161343            | 216604            | 246604            | 276604            | 306604            | 336604            | 366604            |            |            |
|                | <b>TIPO MTTO</b> | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR |            |            |
|                | <b>ESTATUS</b>   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|                |                  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |
|----------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|
| <b>CCD-884</b> | <b>OT</b>        | 18151             | 22361             | 38172             | 46343             | 56251             |                   |                   |                   |                   |                   |            |
|                | <b>FECHA</b>     | 13/09/2021        | 28/05/2022        | 30/10/2023        | 28/06/2024        | 03/02/2025        | 24/04/2025        | 13/07/2025        | 01/10/2025        | 20/12/2025        | 10/03/2026        |            |
|                | <b>ODOMETRO</b>  | 61470             | 88900             | 123422            | 139006            | 152851            | 182851            | 212851            | 242851            | 272851            | 302851            |            |
|                | <b>TIPO MTTO</b> | MP2 - 50000<br>KM | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR |            |
|                | <b>ESTATUS</b>   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO |

|         |           |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |
|---------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|
| CCF-916 | OT        | 25453             | 40137             | 46082             | 53284             |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |
|         | FECHA     | 05/01/2023        | 15/12/2023        | 08/06/2024        | 06/01/2025        | 02/04/2025        | 21/06/2025        | 09/09/2025        | 28/11/2025        | 16/02/2026        |            |            |
|         | ODOMETRO  | 202780            | 280107            | 327696            | 370557            | 400557            | 430557            | 460557            | 490557            | 520557            |            |            |
|         | TIPO MTTO | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR |            |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|         |           |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |
|---------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|
| CCD-862 | OT        | 23972             | 25151             | 41865             | 46379             |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |
|         | FECHA     | 18/07/2022        | 06/12/2022        | 23/01/2024        | 03/07/2024        | 05/02/2025        | 26/04/2025        | 15/07/2025        | 03/10/2025        | 22/12/2025        |            |            |
|         | ODOMETRO  | 126163            | 160864            | 243711            | 281497            | 311497            | 341497            | 371497            | 401497            | 431497            |            |            |
|         | TIPO MTTO | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR |            |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|         |           |                   |                   |                   |                  |                   |                   |                   |            |            |            |            |
|---------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|
| CCD-898 | OT        | 38091             | 45895             |                   |                  |                   |                   |                   | -          | -          |            |            |
|         | FECHA     | 07/10/2023        | 14/06/2024        | 03/02/2025        | 24/04/2025       | 13/07/2025        | 01/10/2025        | 20/12/2025        | -          | -          |            |            |
|         | ODOMETRO  | 38421             | 79379             | 109379            | 139379           | 169379            | 199379            | 229379            | -          | -          |            |            |
|         | TIPO MTTO | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>RMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | -          | -          |            |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO         | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|         |           |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |
|---------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|
| CCE-922 | OT        | 23974             | 25151             | 41866             | 46375             |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |
|         | FECHA     | 18/07/2022        | 06/12/2022        | 23/01/2024        | 03/07/2024        | 05/02/2025        | 26/04/2025        | 15/07/2025        | 03/10/2025        | 22/12/2025        |            |            |
|         | ODOMETRO  | 126163            | 160864            | 243711            | 281497            | 311497            | 341497            | 371497            | 401497            | 431497            |            |            |
|         | TIPO MTTO | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR |            |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|                |                  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |
|----------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|
| <b>CCE-948</b> | <b>OT</b>        | 24512             | 31375             | 41532             | 46401             | 56262             |                   |                   |                   |                   |                   |            |
|                | <b>FECHA</b>     | 24/09/2022        | 25/05/2023        | 08/01/2024        | 04/07/2024        | 02/02/2025        | 23/04/2025        | 12/07/2025        | 30/09/2025        | 19/12/2025        | 09/03/2026        |            |
|                | <b>ODOMETRO</b>  | 121078            | 151349            | 183051            | 191065            | 215584            | 245584            | 275584            | 305584            | 335584            | 365584            |            |
|                | <b>TIPO MTTO</b> | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR |            |
|                | <b>ESTATUS</b>   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO |

|                |                  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |
|----------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|
| <b>CCF-856</b> | <b>OT</b>        | 19686             | 24947             | 40048             | 49712             |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |
|                | <b>FECHA</b>     | 17/01/2022        | 12/11/2022        | 09/12/2023        | 29/09/2024        | 12/02/2025        | 03/05/2025        | 22/07/2025        | 10/10/2025        | 29/12/2025        | 19/03/2026        |            |
|                | <b>ODOMETRO</b>  | 80548             | 109843            | 126043            | 157705            | 187705            | 217705            | 247705            | 277705            | 307705            | 337705            |            |
|                | <b>TIPO MTTO</b> | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR |            |
|                | <b>ESTATUS</b>   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO |

|                |                  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |
|----------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|
| <b>CCG-749</b> | <b>OT</b>        | 38574             | 43783             | 46671             | 54572             |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |
|                | <b>FECHA</b>     | 23/11/2023        | 12/03/2024        | 20/07/2024        | 04/01/2025        | 01/04/2025        | 20/06/2025        | 08/09/2025        | 27/11/2025        | 15/02/2026        |            |            |
|                | <b>ODOMETRO</b>  | 222033            | 238363            | 254807            | 270161            | 285161            | 315161            | 345161            | 375161            | 405161            |            |            |
|                | <b>TIPO MTTO</b> | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR |            |            |
|                | <b>ESTATUS</b>   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|                |                  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |
|----------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|
| <b>BCQ-918</b> | <b>OT</b>        | 31054             | 37569             | 42242             | 49397             |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |
|                | <b>FECHA</b>     | 10/05/2023        | 30/09/2023        | 12/02/2024        | 05/09/2024        | 03/02/2025        | 24/04/2025        | 13/07/2025        | 01/10/2025        | 20/12/2025        | 10/03/2026        |            |
|                | <b>ODOMETRO</b>  | 263590            | 298729            | 335342            | 372209            | 402209            | 432209            | 462209            | 492209            | 522209            | 552209            |            |
|                | <b>TIPO MTTO</b> | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR |            |
|                | <b>ESTATUS</b>   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO |

|                |                  |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |            |
|----------------|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------|
| <b>BCS-872</b> | <b>OT</b>        | 18155          | 22368          | 38179          | 46349          | 56254          |                |                |                |                |                |            |
|                | <b>FECHA</b>     | 13/09/2021     | 28/05/2022     | 30/10/2023     | 28/06/2024     | 03/02/2025     | 24/04/2025     | 13/07/2025     | 01/10/2025     | 20/12/2025     | 10/03/2026     |            |
|                | <b>ODOMETRO</b>  | 61470          | 88900          | 123422         | 139006         | 152851         | 182851         | 212851         | 242851         | 272851         | 302851         |            |
|                | <b>TIPO MTTO</b> | MP2 - 50000 KM | MP1 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR |            |
|                | <b>ESTATUS</b>   | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO |

|                |                  |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |            |
|----------------|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------|
| <b>BCT-780</b> | <b>OT</b>        | 18589          | 22358          | 28056          | 37835          | 44114          |                |                |                |                |                |            |
|                | <b>FECHA</b>     | 13/10/2021     | 30/05/2022     | 23/02/2023     | 11/10/2023     | 01/04/2024     | 07/02/2025     | 28/04/2025     | 17/07/2025     | 05/10/2025     | 24/12/2025     |            |
|                | <b>ODOMETRO</b>  | 62546          | 86295          | 116475         | 131773         | 147977         | 177977         | 207977         | 237977         | 267977         | 297977         |            |
|                | <b>TIPO MTTO</b> | MP2 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR |            |
|                | <b>ESTATUS</b>   | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO |

|                |                  |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |            |
|----------------|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------|
| <b>BCT-785</b> | <b>OT</b>        | 24241          | 28292          | 41621          | 48034          |                |                |                |                |                |                |            |
|                | <b>FECHA</b>     | 19/08/2022     | 14/03/2023     | 10/01/2024     | 14/08/2024     | 11/03/2025     | 30/05/2025     | 18/08/2025     | 06/11/2025     | 25/01/2026     | 15/04/2026     |            |
|                | <b>ODOMETRO</b>  | 96826          | 127289         | 149819         | 179084         | 209084         | 239084         | 269084         | 299084         | 329084         | 359084         |            |
|                | <b>TIPO MTTO</b> | MP2 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR |            |
|                | <b>ESTATUS</b>   | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO |

|                |                  |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |            |
|----------------|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------|
| <b>BCT-786</b> | <b>OT</b>        | 28199          | 35395          | 42366          | 49214          |                |                |                |                |                |                |            |
|                | <b>FECHA</b>     | 06/03/2023     | 26/07/2023     | 20/02/2024     | 27/08/2024     | 08/02/2025     | 29/04/2025     | 18/07/2025     | 06/10/2025     | 25/12/2025     | 15/03/2026     |            |
|                | <b>ODOMETRO</b>  | 132187         | 146316         | 174502         | 201827         | 231827         | 261827         | 291827         | 321827         | 351827         | 381827         |            |
|                | <b>TIPO MTTO</b> | MP1 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR |            |
|                | <b>ESTATUS</b>   | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO |

|                |                  |                   |                   |                  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |
|----------------|------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|
| <b>BDW-835</b> | <b>OT</b>        | 28293             | 41949             | 46557            | 49448             |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |
|                | <b>FECHA</b>     | 14/03/2023        | 29/01/2024        | 11/07/2024       | 10/09/2024        | 11/03/2025        | 30/05/2025        | 18/08/2025        | 06/11/2025        | 25/01/2026        | 15/04/2026        |            |
|                | <b>ODOMETRO</b>  | 158053            | 175918            | 193097           | 199113            | 229113            | 259113            | 289113            | 319113            | 349113            | 379113            |            |
|                | <b>TIPO MTTO</b> | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>CAMIONETA | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR |            |
|                | <b>ESTATUS</b>   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO         | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO |

|                |                  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |
|----------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|
| <b>BDX-757</b> | <b>OT</b>        | 24510             | 31371             | 41531             | 46406             | 56263             |                   |                   |                   |                   |                   |            |
|                | <b>FECHA</b>     | 24/09/2022        | 25/05/2023        | 08/01/2024        | 04/07/2024        | 02/02/2025        | 23/04/2025        | 12/07/2025        | 30/09/2025        | 19/12/2025        | 09/03/2026        |            |
|                | <b>ODOMETRO</b>  | 121078            | 151349            | 183051            | 191065            | 215584            | 245584            | 275584            | 305584            | 335584            | 365584            |            |
|                | <b>TIPO MTTO</b> | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR |            |
|                | <b>ESTATUS</b>   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO |

|                |                  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |
|----------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|
| <b>BCQ-850</b> | <b>OT</b>        | 20704             | 24406             | 37094             | 49389             |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |
|                | <b>FECHA</b>     | 12/04/2022        | 10/09/2022        | 07/09/2023        | 06/09/2024        | 03/01/2025        | 24/03/2025        | 12/06/2025        | 31/08/2025        | 19/11/2025        | 07/02/2026        |            |
|                | <b>ODOMETRO</b>  | 81125             | 108312            | 129083            | 158978            | 188978            | 218978            | 248978            | 278978            | 308978            | 338978            |            |
|                | <b>TIPO MTTO</b> | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR |            |
|                | <b>ESTATUS</b>   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO |

|                |                  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |
|----------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|
| <b>BCR-752</b> | <b>OT</b>        | 22217             | 24481             | 38230             | 49280             |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |
|                | <b>FECHA</b>     | 20/05/2022        | 20/09/2022        | 23/11/2023        | 07/09/2024        | 11/03/2025        | 30/05/2025        | 18/08/2025        | 06/11/2025        | 25/01/2026        | 15/04/2026        |            |
|                | <b>ODOMETRO</b>  | 100474            | 127187            | 148620            | 178916            | 208916            | 238916            | 268916            | 298916            | 328916            | 358916            |            |
|                | <b>TIPO MTTO</b> | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR |            |
|                | <b>ESTATUS</b>   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO |

|         |           |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |
|---------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|
| BCS-922 | OT        | 24026             | 29785             | 47900             | 50834             |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |
|         | FECHA     | 24/07/2022        | 24/04/2023        | 02/08/2024        | 07/10/2024        | 25/02/2025        | 16/05/2025        | 04/08/2025        | 23/10/2025        | 11/01/2026        | 01/04/2026        |            |
|         | ODOMETRO  | 102053            | 129413            | 155408            | 170695            | 200695            | 230695            | 260695            | 290695            | 320695            | 350695            |            |
|         | TIPO MTTO | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO |

|         |           |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |
|---------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|
| BCT-779 | OT        | 35442             | 38344             | 47860             | 52602             |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |
|         | FECHA     | 29/07/2023        | 27/11/2023        | 02/08/2024        | 24/11/2024        | 14/03/2025        | 02/06/2025        | 21/08/2025        | 09/11/2025        | 28/01/2026        | 18/04/2026        |            |
|         | ODOMETRO  | 168106            | 199998            | 237928            | 263630            | 293630            | 323630            | 353630            | 383630            | 413630            | 443630            |            |
|         | TIPO MTTO | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO |

|         |           |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |
|---------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|
| BCT-874 | OT        | 19688             | 24949             | 40047             | 49711             |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |
|         | FECHA     | 17/01/2022        | 12/11/2022        | 09/12/2023        | 29/09/2024        | 12/02/2025        | 03/05/2025        | 22/07/2025        | 10/10/2025        | 29/12/2025        | 19/03/2026        |            |
|         | ODOMETRO  | 80548             | 109843            | 126043            | 157705            | 187705            | 217705            | 247705            | 277705            | 307705            | 337705            |            |
|         | TIPO MTTO | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO |

|         |           |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |
|---------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|
| BCT-880 | OT        | 29781             | 47859             | 49736             | 54583             |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |
|         | FECHA     | 24/04/2023        | 02/08/2024        | 28/09/2024        | 22/01/2025        | 13/04/2025        | 02/07/2025        | 20/09/2025        | 09/12/2025        | 27/02/2026        | 18/05/2026        |            |
|         | ODOMETRO  | 117239            | 149924            | 164989            | 195366            | 225366            | 255366            | 285366            | 315366            | 345366            | 375366            |            |
|         | TIPO MTTO | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO |

|         |           |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |
|---------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|
| AZJ-890 | OT        | 37166             | 38574             | 43584             | 46074             |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |
|         | FECHA     | 12/09/2023        | 21/11/2023        | 05/03/2024        | 07/06/2024        | 02/02/2025        | 14/03/2025        | 02/06/2025        | 21/08/2025        | 09/11/2025        | 28/01/2026        |            |
|         | ODOMETRO  | 194761            | 208671            | 226959            | 241826            | 271826            | 286959            | 316959            | 346959            | 376959            | 406959            |            |
|         | TIPO MTTO | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO |

|         |           |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |
|---------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|
| AZJ-912 | OT        | 41387             | 43942             | 46543             | 53059             |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |
|         | FECHA     | 29/12/2023        | 20/03/2024        | 10/07/2024        | 23/12/2024        | 03/04/2025        | 22/06/2025        | 10/09/2025        | 29/11/2025        | 17/02/2026        | 08/05/2026        |            |
|         | ODOMETRO  | 191257            | 204781            | 221214            | 236191            | 266191            | 296191            | 326191            | 356191            | 386191            | 416191            |            |
|         | TIPO MTTO | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO |

|         |           |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |
|---------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|
| AZK-705 | OT        | 35791             | 41948             | 44337             | 47844             |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |
|         | FECHA     | 21/08/2023        | 29/01/2024        | 22/04/2024        | 01/08/2024        | 17/02/2025        | 08/05/2025        | 27/07/2025        | 15/10/2025        | 03/01/2026        | 24/03/2026        |            |
|         | ODOMETRO  | 191739            | 210461            | 226154            | 239613            | 269613            | 299613            | 329613            | 359613            | 389613            | 419613            |            |
|         | TIPO MTTO | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO |

|         |           |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |
|---------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|
| AZK-709 | OT        | 37429             | 41936             | 46031             | 54545             |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |
|         | FECHA     | 27/09/2023        | 27/01/2024        | 04/06/2024        | 20/01/2025        | 13/04/2025        | 02/07/2025        | 20/09/2025        | 09/12/2025        | 27/02/2026        | 18/05/2026        |            |
|         | ODOMETRO  | 211823            | 232061            | 253552            | 283497            | 313497            | 343497            | 373497            | 403497            | 433497            | 463497            |            |
|         | TIPO MTTO | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO |

|         |           |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |
|---------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|
| AZK-721 | OT        | 38792             | 41946             | 46263             | 49780             |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |
|         | FECHA     | 02/12/2023        | 20/02/2024        | 24/06/2024        | 02/10/2024        | 02/03/2025        | 21/05/2025        | 09/08/2025        | 28/10/2025        | 16/01/2026        | 06/04/2026        |            |
|         | ODOMETRO  | 187690            | 201683            | 220663            | 234711            | 264711            | 294711            | 324711            | 354711            | 384711            | 414711            |            |
|         | TIPO MTTO | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO |

|         |           |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |
|---------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|
| AZK-740 | OT        | 35396             | 37571             | 44083             | 49346             |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |
|         | FECHA     | 26/07/2023        | 03/10/2023        | 30/03/2024        | 04/09/2024        | 12/03/2025        | 31/05/2025        | 19/08/2025        | 07/11/2025        | 26/01/2026        | 16/04/2026        |            |
|         | ODOMETRO  | 150679            | 162699            | 178182            | 191665            | 221665            | 251665            | 281665            | 311665            | 341665            | 371665            |            |
|         | TIPO MTTO | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO |

|         |           |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |
|---------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|
| AZK-745 | OT        | 24596             | 35007             | 41866             | 44892             |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |
|         | FECHA     | 04/10/2022        | 30/06/2023        | 16/01/2024        | 22/05/2024        | 05/03/2025        | 24/05/2025        | 12/08/2025        | 31/10/2025        | 19/01/2026        | 09/04/2026        |            |
|         | ODOMETRO  | 150170            | 163532            | 178174            | 193996            | 223996            | 253996            | 283996            | 313996            | 343996            | 373996            |            |
|         | TIPO MTTO | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO |

|         |           |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |
|---------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|
| AZK-750 | OT        | 33624             | 43877             | 46576             | 49597             |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |
|         | FECHA     | 07/06/2023        | 15/03/2024        | 14/06/2024        | 20/09/2024        | 04/03/2025        | 23/05/2025        | 11/08/2025        | 30/10/2025        | 18/01/2026        | 08/04/2026        |            |
|         | ODOMETRO  | 165990            | 216397            | 231004            | 260366            | 290366            | 320366            | 350366            | 380366            | 410366            | 440366            |            |
|         | TIPO MTTO | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO |

|         |           |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |
|---------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|
| AZK-825 | OT        | 40187             | 43710             | 46475             | 52267             |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |
|         | FECHA     | 16/12/2023        | 07/03/2024        | 09/07/2024        | 05/11/2024        | 12/03/2025        | 31/05/2025        | 19/08/2025        | 07/11/2025        | 26/01/2026        | 16/04/2026        |            |
|         | ODOMETRO  | 214927            | 230955            | 250922            | 279662            | 309662            | 339662            | 369662            | 399662            | 429662            | 459662            |            |
|         | TIPO MTTO | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO |

|         |           |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |
|---------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|
| AZK-844 | OT        | 37749             | 41882             | 44717             | 47815             |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |
|         | FECHA     | 09/10/2023        | 23/01/2024        | 11/05/2024        | 31/07/2024        | 11/02/2025        | 02/05/2025        | 21/07/2025        | 09/10/2025        | 28/12/2025        | 18/03/2026        |            |
|         | ODOMETRO  | 194990            | 207790            | 222199            | 232590            | 262590            | 292590            | 322590            | 352590            | 382590            | 412590            |            |
|         | TIPO MTTO | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO |

|         |           |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |
|---------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|
| AZK-904 | OT        | 38561             | 43399             | 46488             | 50844             |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |
|         | FECHA     | 15/11/2023        | 26/02/2024        | 08/07/2024        | 09/10/2024        | 06/03/2025        | 25/05/2025        | 13/08/2025        | 01/11/2025        | 20/01/2026        | 10/04/2026        |            |
|         | ODOMETRO  | 195982            | 210137            | 225878            | 240617            | 270617            | 300617            | 330617            | 360617            | 390617            | 420617            |            |
|         | TIPO MTTO | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO |

|         |           |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |
|---------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|
| AZL-726 | OT        | 33672             | 37718             | 41895             | 46268             |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |
|         | FECHA     | 12/06/2023        | 07/10/2023        | 16/02/2024        | 24/06/2024        | 03/02/2025        | 24/04/2025        | 13/07/2025        | 01/10/2025        | 20/12/2025        | 10/03/2026        |            |
|         | ODOMETRO  | 141086            | 156915            | 172836            | 194691            | 224691            | 254691            | 284691            | 314691            | 344691            | 374691            |            |
|         | TIPO MTTO | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO |

|         |           |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
|---------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| AZL-737 | OT        | 25314             | 35790             | 42354             | 46626             |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
|         | FECHA     | 23/12/2022        | 19/08/2023        | 20/02/2024        | 26/07/2024        | 14/10/2024        | 06/12/2024        | 24/02/2025        | 15/05/2025        | 03/08/2025        | 22/10/2025        | 10/01/2026        |
|         | ODOMETRO  | 132495            | 144499            | 165130            | 179080            | 209080            | 229080            | 259080            | 289080            | 319080            | 349080            | 379080            |
|         | TIPO MTTO | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        |

|         |           |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |
|---------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|
| AZL-939 | OT        | 37945             | 42267             | 44298             | 49584             |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |
|         | FECHA     | 18/10/2023        | 13/02/2024        | 18/04/2024        | 19/09/2024        | 02/03/2025        | 21/05/2025        | 09/08/2025        | 28/10/2025        | 16/01/2026        | 06/04/2026        |            |
|         | ODOMETRO  | 162025            | 177712            | 187983            | 204819            | 234819            | 264819            | 294819            | 324819            | 354819            | 384819            |            |
|         | TIPO MTTO | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO |

|         |           |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |
|---------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|
| AZM-849 | OT        | 28181             | 31422             | 37449             | 44640             |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |
|         | FECHA     | 03/03/2023        | 19/06/2023        | 28/09/2023        | 03/05/2024        | 15/02/2025        | 06/05/2025        | 25/07/2025        | 13/10/2025        | 01/01/2026        | 22/03/2026        |            |
|         | ODOMETRO  | 182670            | 195530            | 211640            | 226872            | 256872            | 286872            | 316872            | 346872            | 376872            | 406872            |            |
|         | TIPO MTTO | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO |

|         |           |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |
|---------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|
| AZL-748 | OT        | 38077             | 40142             | 42240             | 47759             |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |
|         | FECHA     | 23/10/2023        | 15/12/2023        | 12/02/2024        | 27/07/2024        | 08/02/2025        | 29/04/2025        | 18/07/2025        | 06/10/2025        | 25/12/2025        | 15/03/2026        |            |
|         | ODOMETRO  | 190169            | 205354            | 220143            | 235324            | 265324            | 295324            | 325324            | 355324            | 385324            | 415324            |            |
|         | TIPO MTTO | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO |
|         | OT        | 40183             | 44704             | 46336             | 50936             |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |

|                |           |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |            |
|----------------|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------|
| <b>AZK-710</b> | FECHA     | 16/12/2023     | 10/05/2024     | 28/06/2024     | 14/10/2024     | 16/03/2025     | 04/06/2025     | 23/08/2025     | 11/11/2025     | 30/01/2026     | 20/04/2026     |            |
|                | ODOMETRO  | 183890         | 201842         | 216618         | 244427         | 274427         | 304427         | 334427         | 364427         | 394427         | 424427         |            |
|                | TIPO MTTO | MP1 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR |            |
|                | ESTATUS   | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO |

|                |           |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |            |
|----------------|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------|
| <b>AZL-707</b> | OT        | 44070          | 46514          | 47980          | 49753          |                |                |                |                |                |                |            |
|                | FECHA     | 28/03/2024     | 14/06/2024     | 16/08/2024     | 30/09/2024     | 04/03/2025     | 23/05/2025     | 11/08/2025     | 30/10/2025     | 18/01/2026     | 08/04/2026     |            |
|                | ODOMETRO  | 126890         | 141539         | 160460         | 169009         | 199009         | 229009         | 259009         | 289009         | 319009         | 349009         |            |
|                | TIPO MTTO | MP1 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR |            |
|                | ESTATUS   | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO |

|                |           |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |            |
|----------------|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------|
| <b>BDX-730</b> | OT        | 18676          | 21987          | 28541          | 49516          |                |                |                |                |                |                |            |
|                | FECHA     | 19/10/2021     | 06/05/2022     | 04/04/2023     | 14/09/2024     | 04/03/2025     | 23/05/2025     | 11/08/2025     | 30/10/2025     | 18/01/2026     | 08/04/2026     |            |
|                | ODOMETRO  | 90856          | 110267         | 106337         | 127176         | 157176         | 187176         | 217176         | 247176         | 277176         | 307176         |            |
|                | TIPO MTTO | MP1 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR |            |
|                | ESTATUS   | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO |

|                |           |                |                |                |                |                |                |                |                |            |            |            |
|----------------|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------|------------|------------|
| <b>V90-845</b> | OT        | 44886          | 46657          | 54566          |                |                |                |                |                |            |            |            |
|                | FECHA     | 14/05/2024     | 18/07/2024     | 18/01/2025     | 08/04/2025     | 27/06/2025     | 15/09/2025     | 04/12/2025     | 22/02/2026     |            |            |            |
|                | ODOMETRO  | 292622         | 307330         | 352611         | 382611         | 412611         | 442611         | 472611         | 502611         |            |            |            |
|                | TIPO MTTO | MP1 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR |            |            |            |
|                | ESTATUS   | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO |
|                | OT        | 40106          | 43885          | 49814          |                |                |                |                |                |            |            |            |

|         |           |                |                |                |                |                |                |                |                |            |            |            |
|---------|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------|------------|------------|
| V90-775 | FECHA     | 14/12/2023     | 16/03/2024     | 02/10/2024     | 05/04/2025     | 24/06/2025     | 12/09/2025     | 01/12/2025     | 19/02/2026     |            |            |            |
|         | ODOMETRO  | 208822         | 222022         | 243037         | 273037         | 303037         | 333037         | 363037         | 393037         |            |            |            |
|         | TIPO MTTO | MP2 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR |            |            |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|         |           |                |                |                |                |                |                |                |                |                |            |            |
|---------|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------|------------|
| V90-834 | OT        | 38578          | 43789          | 46679          | 54570          |                |                |                |                |                |            |            |
|         | FECHA     | 23/11/2023     | 12/03/2024     | 20/07/2024     | 04/01/2025     | 01/04/2025     | 20/06/2025     | 08/09/2025     | 27/11/2025     | 15/02/2026     |            |            |
|         | ODOMETRO  | 222033         | 238363         | 254807         | 270161         | 285161         | 315161         | 345161         | 375161         | 405161         |            |            |
|         | TIPO MTTO | MP3 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR |            |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|         |           |                |                |                |                |                |                |                |                |                |            |            |
|---------|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------|------------|
| V90-826 | OT        | 42158          | 46007          | 47887          | 56608          |                |                |                |                |                |            |            |
|         | FECHA     | 06/02/2024     | 20/05/2024     | 07/08/2024     | 21/02/2025     | 14/05/2025     | 02/08/2025     | 21/10/2025     | 09/01/2026     | 30/03/2026     |            |            |
|         | ODOMETRO  | 238292         | 254142         | 266150         | 277882         | 307882         | 337882         | 367882         | 397882         | 427882         |            |            |
|         | TIPO MTTO | MP1 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR |            |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|         |           |                |                |                |                |                |                |                |                |                |            |            |
|---------|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------|------------|
| V90-833 | OT        | 39954          | 43962          | 46671          | 49763          |                |                |                |                |                |            |            |
|         | FECHA     | 04/12/2023     | 21/03/2024     | 17/07/2024     | 30/09/2024     | 17/03/2025     | 05/06/2025     | 24/08/2025     | 12/11/2025     | 31/01/2026     |            |            |
|         | ODOMETRO  | 324511         | 336101         | 351779         | 367021         | 397021         | 427021         | 457021         | 487021         | 517021         |            |            |
|         | TIPO MTTO | MP1 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR |            |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO | PROGRAMADO |
|         | OT        | 25061          | 38781          | 46147          |                |                |                |                |                |                |            |            |

|                |           |                |                |                |                |                |                |                |                |            |            |            |
|----------------|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------|------------|------------|
| <b>BBZ-727</b> | FECHA     | 25/11/2022     | 01/12/2023     | 02/06/2024     | 28/03/2025     | 16/06/2025     | 04/09/2025     | 23/11/2025     | 11/02/2026     |            |            |            |
|                | ODOMETRO  | 87168          | 113810         | 130613         | 160613         | 190613         | 220613         | 250613         | 280613         |            |            |            |
|                | TIPO MTTO | MP1 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR |            |            |            |
|                | ESTATUS   | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|                |           |                |                |                |                |                |                |                |                |                |            |            |
|----------------|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------|------------|
| <b>BBZ-930</b> | OT        | 29835          | 42395          | 46619          | 52823          |                |                |                |                |                |            |            |
|                | FECHA     | 24/04/2023     | 22/02/2024     | 15/07/2024     | 11/12/2024     | 21/04/2025     | 10/07/2025     | 28/09/2025     | 17/12/2025     | 07/03/2026     |            |            |
|                | ODOMETRO  | 104404         | 125175         | 140834         | 153700         | 183700         | 213700         | 243700         | 273700         | 303700         |            |            |
|                | TIPO MTTO | MP1 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR |            |            |
|                | ESTATUS   | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|                |           |                |                |                |                |                |                |                |                |                |            |            |
|----------------|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------|------------|
| <b>BJZ-743</b> | OT        | 25776          | 35750          | 41630          |                |                |                |                |                |                |            |            |
|                | FECHA     | 31/01/2023     | 29/08/2023     | 11/01/2024     | 15/03/2025     | 20/05/2025     | 26/07/2025     | 01/10/2025     | 06/12/2025     | 11/02/2026     |            |            |
|                | ODOMETRO  | 101109         | 122228         | 147580         | 172580         | 197580         | 222580         | 247580         | 272580         | 297580         |            |            |
|                | TIPO MTTO | MP1 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP4 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR |            |            |
|                | ESTATUS   | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|                |           |                |                |                |                |                |                |                |                |                |            |            |
|----------------|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------|------------|
| <b>BJX-787</b> | OT        | 30868          | 43494          | 52759          |                |                |                |                |                |                |            |            |
|                | FECHA     | 28/04/2023     | 02/03/2024     | 07/12/2024     | 25/03/2025     | 30/05/2025     | 05/08/2025     | 11/10/2025     | 16/12/2025     | 21/02/2026     |            |            |
|                | ODOMETRO  | 73854          | 97473          | 123943         | 148943         | 173943         | 198943         | 223943         | 248943         | 273943         |            |            |
|                | TIPO MTTO | MP1 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP4 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR |            |            |
|                | ESTATUS   | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO | PROGRAMADO |
|                | OT        | 28506          | 35036          | 46698          | 56609          |                |                |                |                |                |            |            |

|         |           |               |                |                |                |                |                |                |                |                |            |            |
|---------|-----------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------|------------|
| ANN-704 | FECHA     | 09/03/2023    | 03/07/2023     | 24/07/2024     | 01/03/2025     | 20/05/2025     | 08/08/2025     | 27/10/2025     | 15/01/2026     | 05/04/2026     |            |            |
|         | ODOMETRO  | 391775        | 403401         | 439365         | 466944         | 496944         | 526944         | 556944         | 586944         | 616944         |            |            |
|         | TIPO MTTO | MP1 CAMIONETA | MP1 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR |            |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO      | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|         |           |                |                |                |                |                |                |                |                |            |            |            |
|---------|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------|------------|------------|
| BBZ-838 | OT        | 44342          | 46620          | 52191          |                |                |                |                |                |            |            |            |
|         | FECHA     | 22/04/2024     | 15/07/2024     | 30/10/2024     | 08/04/2025     | 27/06/2025     | 15/09/2025     | 04/12/2025     | 22/02/2026     |            |            |            |
|         | ODOMETRO  | 154060         | 168296         | 182460         | 212460         | 242460         | 272460         | 302460         | 332460         |            |            |            |
|         | TIPO MTTO | MP1 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR |            |            |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|         |           |                |                |                |                |                |                |                |                |            |            |            |
|---------|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------|------------|------------|
| ANM-762 | OT        | 41930          | 46199          | 53266          |                |                |                |                |                |            |            |            |
|         | FECHA     | 26/01/2024     | 24/07/2024     | 04/01/2025     | 12/04/2025     | 01/07/2025     | 19/09/2025     | 08/12/2025     | 26/02/2026     |            |            |            |
|         | ODOMETRO  | 323198         | 336827         | 367529         | 397529         | 427529         | 457529         | 487529         | 517529         |            |            |            |
|         | TIPO MTTO | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR |            |            |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|         |           |                |                |                |                |                |                |                |                |            |            |            |
|---------|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------|------------|------------|
| ANM-818 | OT        | 38426          | 46223          | 49434          |                |                |                |                |                |            |            |            |
|         | FECHA     | 13/11/2023     | 24/05/2024     | 07/09/2024     | 28/03/2025     | 16/06/2025     | 04/09/2025     | 23/11/2025     | 11/02/2026     |            |            |            |
|         | ODOMETRO  | 393289         | 407532         | 414538         | 444538         | 474538         | 504538         | 534538         | 564538         |            |            |            |
|         | TIPO MTTO | MP2 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR |            |            |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO |
|         | OT        | 38751          | 46459          | 56229          |                |                |                |                |                |            |            |            |

|         |           |                |                |                |                |                |                |                |                |            |            |            |
|---------|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------|------------|------------|
| ANM-896 | FECHA     | 30/11/2023     | 05/07/2024     | 26/01/2025     | 25/03/2025     | 13/06/2025     | 01/09/2025     | 20/11/2025     | 08/02/2026     |            |            |            |
|         | ODOMETRO  | 368658         | 389523         | 417893         | 432893         | 462893         | 492893         | 522893         | 552893         |            |            |            |
|         | TIPO MTTO | MP2 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR |            |            |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|         |           |                |                |                |                |                |                |                |                |            |            |            |
|---------|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------|------------|------------|
| ANN-742 | OT        | 41467          | 46108          | 49457          |                |                |                |                |                |            |            |            |
|         | FECHA     | 04/01/2024     | 11/06/2024     | 11/09/2024     | 29/03/2025     | 17/06/2025     | 05/09/2025     | 24/11/2025     | 12/02/2026     |            |            |            |
|         | ODOMETRO  | 387980         | 411611         | 426528         | 456528         | 486528         | 516528         | 546528         | 576528         |            |            |            |
|         | TIPO MTTO | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR |            |            |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|         |           |                |                |                |                |                |                |                |                |            |            |            |
|---------|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------|------------|------------|
| ANN-743 | OT        | 42401          | 47830          | 53338          |                |                |                |                |                |            |            |            |
|         | FECHA     | 19/02/2024     | 01/08/2024     | 29/01/2025     | 12/05/2025     | 31/07/2025     | 19/10/2025     | 07/01/2026     | 28/03/2026     |            |            |            |
|         | ODOMETRO  | 356991         | 382690         | 404494         | 434494         | 464494         | 494494         | 524494         | 554494         |            |            |            |
|         | TIPO MTTO | MP3 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR |            |            |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|         |           |                |                |                |                |                |                |                |                |            |            |            |
|---------|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------|------------|------------|
| V9C-715 | OT        | 46673          | 51993          | 53252          |                |                |                |                |                |            |            |            |
|         | FECHA     | 19/07/2024     | 17/10/2024     | 03/01/2025     | 17/04/2025     | 06/07/2025     | 24/09/2025     | 13/12/2025     | 03/03/2026     |            |            |            |
|         | ODOMETRO  | 295476         | 309790         | 334597         | 364597         | 394597         | 424597         | 454597         | 484597         |            |            |            |
|         | TIPO MTTO | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR |            |            |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO |
|         | OT        | 49079          | 52752          | 53219          |                |                |                |                |                |            |            |            |

|                |                  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |            |            |
|----------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|------------|
| <b>AJX-817</b> | <b>FECHA</b>     | 19/08/2024        | 06/12/2024        | 22/01/2025        | 06/04/2025        | 25/06/2025        | 13/09/2025        | 02/12/2025        | 20/02/2026        |            |            |            |
|                | <b>ODOMETRO</b>  | 323303            | 346468            | 353313            | 380313            | 410313            | 440313            | 470313            | 500313            |            |            |            |
|                | <b>TIPO MTTO</b> | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR |            |            |            |
|                | <b>ESTATUS</b>   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|                |                  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |
|----------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|
| <b>CEE-793</b> | <b>OT</b>        | 24513             | 31374             | 41531             | 46408             | 56263             |                   |                   |                   |                   |                   |            |
|                | <b>FECHA</b>     | 24/09/2022        | 25/05/2023        | 08/01/2024        | 04/07/2024        | 02/02/2025        | 23/04/2025        | 12/07/2025        | 30/09/2025        | 19/12/2025        | 09/03/2026        |            |
|                | <b>ODOMETRO</b>  | 121078            | 151349            | 183051            | 191065            | 215584            | 245584            | 275584            | 305584            | 335584            | 365584            |            |
|                | <b>TIPO MTTO</b> | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR |            |
|                | <b>ESTATUS</b>   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO |

|                |                  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
|----------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| <b>CFE-842</b> | <b>OT</b>        | 2284              | 19254             | 24157             | 34863             | 42191             | 49642             |                   |                   |                   |                   |                   |
|                | <b>FECHA</b>     | 20/03/2021        | 09/12/2021        | 10/08/2022        | 16/06/2023        | 03/02/2024        | 24/09/2024        | 13/02/2025        | 04/05/2025        | 23/07/2025        | 11/10/2025        | 30/12/2025        |
|                | <b>ODOMETRO</b>  | 42064             | 81003             | 120510            | 161461            | 200183            | 236724            | 266724            | 296724            | 326724            | 356724            | 386724            |
|                | <b>TIPO MTTO</b> | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR |
|                | <b>ESTATUS</b>   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        |

|                |                  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |            |
|----------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|
| <b>VDP-777</b> | <b>OT</b>        | 11643             | 20171             | 24967             | 35627             | 44696             | 54573             |                   |                   |                   |                   |            |
|                | <b>FECHA</b>     | 04/06/2021        | 22/02/2022        | 17/11/2022        | 10/08/2023        | 10/05/2024        | 21/01/2025        | 11/04/2025        | 30/06/2025        | 18/09/2025        | 07/12/2025        |            |
|                | <b>ODOMETRO</b>  | 39732             | 80194             | 121076            | 161788            | 207175            | 244589            | 274589            | 304589            | 334589            | 364589            |            |
|                | <b>TIPO MTTO</b> | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP2<br>REMOLCADOR | MP1<br>REMOLCADOR | MP3<br>REMOLCADOR |            |
|                | <b>ESTATUS</b>   | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | ATENDIDO          | PROGRAMADO        | PROGRAMADO        | PROGRAMADO |
|                | <b>OT</b>        | 11645             | 20171             | 24967             | 35621             | 44694             | 54572             |                   |                   |                   |                   |            |

|         |           |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |            |
|---------|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------|
| VOP-795 | FECHA     | 04/06/2021     | 22/02/2022     | 17/11/2022     | 10/08/2023     | 10/05/2024     | 21/01/2025     | 11/04/2025     | 30/06/2025     | 18/09/2025     | 07/12/2025     |            |
|         | ODOMETRO  | 39732          | 80194          | 121076         | 161788         | 207175         | 244589         | 274589         | 304589         | 334589         | 364589         |            |
|         | TIPO MTTO | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO |

|         |           |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
|---------|-----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| VLK-781 | OT        | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |              |              |
|         | FECHA     | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |              |              |
|         | ODOMETRO  | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |              |              |
|         | TIPO MTTO | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |              |              |
|         | ESTATUS   | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA |

|         |           |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |            |
|---------|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------|
| VUY-792 | OT        | 19684          | 24942          | 40049          | 49711          |                |                |                |                |                |                |            |
|         | FECHA     | 17/01/2022     | 12/11/2022     | 09/12/2023     | 29/09/2024     | 12/02/2025     | 03/05/2025     | 22/07/2025     | 10/10/2025     | 29/12/2025     | 19/03/2026     |            |
|         | ODOMETRO  | 80548          | 109843         | 126043         | 157705         | 187705         | 217705         | 247705         | 277705         | 307705         | 337705         |            |
|         | TIPO MTTO | MP1 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO |

|         |           |                |                |                |                |                |                |                |                |                |            |            |
|---------|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------|------------|
| VLK-480 | OT        | 25771          | 35752          | 41635          |                |                |                |                |                |                |            |            |
|         | FECHA     | 31/01/2023     | 29/08/2023     | 11/01/2024     | 15/03/2025     | 20/05/2025     | 26/07/2025     | 01/10/2025     | 06/12/2025     | 11/02/2026     |            |            |
|         | ODOMETRO  | 101109         | 122228         | 147580         | 172580         | 197580         | 222580         | 247580         | 272580         | 297580         |            |            |
|         | TIPO MTTO | MP1 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP4 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR |            |            |
|         | ESTATUS   | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO | PROGRAMADO |
|         | OT        | 41934          | 46194          | 53267          |                |                |                |                |                | -              |            |            |

|                |                  |                |                |                |                |                |                |                |                |            |            |            |
|----------------|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------|------------|------------|
| <b>VGA-781</b> | <b>FECHA</b>     | 26/01/2024     | 24/07/2024     | 04/01/2025     | 12/04/2025     | 01/07/2025     | 19/09/2025     | 08/12/2025     | 26/02/2026     | -          |            |            |
|                | <b>ODOMETRO</b>  | 323198         | 336827         | 367529         | 397529         | 427529         | 457529         | 487529         | 517529         | -          |            |            |
|                | <b>TIPO MTTO</b> | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP2 REMOLCADOR | MP1 REMOLCADOR | MP3 REMOLCADOR | -          |            |            |
|                | <b>ESTATUS</b>   | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | ATENDIDO       | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO     | PROGRAMADO | PROGRAMADO | PROGRAMADO |

|                |                  |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
|----------------|------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>AFF-754</b> | <b>OT</b>        | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |              |              |
|                | <b>FECHA</b>     | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |              |              |
|                | <b>ODOMETRO</b>  | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |              |              |
|                | <b>TIPO MTTO</b> | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |              |              |
|                | <b>ESTATUS</b>   | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA |

|                |                  |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
|----------------|------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>AXN-862</b> | <b>OT</b>        | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |              |              |
|                | <b>FECHA</b>     | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |              |              |
|                | <b>ODOMETRO</b>  | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |              |              |
|                | <b>TIPO MTTO</b> | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |              |              |
|                | <b>ESTATUS</b>   | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA |

|                |                  |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
|----------------|------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>ENN-678</b> | <b>OT</b>        | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |              |              |
|                | <b>FECHA</b>     | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |              |              |
|                | <b>ODOMETRO</b>  | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |              |              |
|                | <b>TIPO MTTO</b> | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |              |              |
|                | <b>ESTATUS</b>   | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA |

|         |           |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
|---------|-----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| VDP-781 | OT        | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |              |              |
|         | FECHA     | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |              |              |
|         | ODOMETRO  | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |              |              |
|         | TIPO MTTO | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |              |              |
|         | ESTATUS   | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA |

|         |           |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
|---------|-----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| ANN-990 | OT        | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |              |              |
|         | FECHA     | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |              |              |
|         | ODOMETRO  | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |              |              |
|         | TIPO MTTO | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |              |              |
|         | ESTATUS   | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA |

|         |           |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
|---------|-----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| AFF-921 | OT        | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |              |              |
|         | FECHA     | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |              |              |
|         | ODOMETRO  | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |              |              |
|         | TIPO MTTO | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |              |              |
|         | ESTATUS   | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA |

|         |           |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
|---------|-----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| VLK-855 | OT        | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |              |              |
|         | FECHA     | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |              |              |
|         | ODOMETRO  | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |              |              |
|         | TIPO MTTO | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |              |              |
|         | ESTATUS   | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA |

|                |                  |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
|----------------|------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>WEE-871</b> | <b>OT</b>        | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |              |              |
|                | <b>FECHA</b>     | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |              |              |
|                | <b>ODOMETRO</b>  | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |              |              |
|                | <b>TIPO MTTO</b> | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |              |              |
|                | <b>ESTATUS</b>   | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA |

|                |                  |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
|----------------|------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>TRR-892</b> | <b>OT</b>        | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |              |              |
|                | <b>FECHA</b>     | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |              |              |
|                | <b>ODOMETRO</b>  | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |              |              |
|                | <b>TIPO MTTO</b> | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |              |              |
|                | <b>ESTATUS</b>   | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA |

|                |                  |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
|----------------|------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>YUD-218</b> | <b>OT</b>        | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |              |              |
|                | <b>FECHA</b>     | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |              |              |
|                | <b>ODOMETRO</b>  | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |              |              |
|                | <b>TIPO MTTO</b> | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |              |              |
|                | <b>ESTATUS</b>   | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA |

|                |                  |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
|----------------|------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>FGA-895</b> | <b>OT</b>        | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |              |              |
|                | <b>FECHA</b>     | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |              |              |
|                | <b>ODOMETRO</b>  | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |              |              |
|                | <b>TIPO MTTO</b> | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |              |              |
|                | <b>ESTATUS</b>   | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA | UNIDAD NUEVA |

|                |                  |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |
|----------------|------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| <b>BEE-999</b> | <b>OT</b>        | -                   | -                   | -                   | -                   | -                   | -                   | -                   | -                   | -                   |                     |                     |
|                | <b>FECHA</b>     | -                   | -                   | -                   | -                   | -                   | -                   | -                   | -                   | -                   |                     |                     |
|                | <b>ODOMETRO</b>  | -                   | -                   | -                   | -                   | -                   | -                   | -                   | -                   | -                   |                     |                     |
|                | <b>TIPO MTTO</b> | -                   | -                   | -                   | -                   | -                   | -                   | -                   | -                   | -                   |                     |                     |
|                | <b>ESTATUS</b>   | <b>UNIDAD NUEVA</b> | <b>UNIDAD NUEVA</b> | <b>UNIDAD NUEVA</b> | <b>UNIDAD NUEVA</b> | <b>UNIDAD NUEVA</b> | <b>UNIDAD NUEVA</b> | <b>UNIDAD NUEVA</b> | <b>UNIDAD NUEVA</b> | <b>UNIDAD NUEVA</b> | <b>UNIDAD NUEVA</b> | <b>UNIDAD NUEVA</b> |

*Nota:* Elaboración propia

Las unidades clasificadas como unidades nuevas no muestran registro no programación ya que aún se encuentran en garantía por parte de la marca por ello el taller de la marca es el encargado de realizar el mantenimiento y programarlo hasta terminar la garantía.

## **ANEXO M**

### **Actividades por tipo de servicio**

|                                                     |                                                                                                                                     |                        |                        | MANTENIMIENTO SEGÚN<br>TIPO DE SERVICIO<br>KENWORTH T800, T660 Y |          |             |              |                                                   |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------------------------------------------------|----------|-------------|--------------|---------------------------------------------------|
| ITEM                                                | RUTINA                                                                                                                              | Cada 30000<br>Km (MP1) | Cada 60000<br>Km (MP2) | Cada 120000<br>Km (MP3)                                          | Cada mes | Cada 6meses | Cada 12meses | OBSERVACIONES                                     |
| Equipo deSeguridad                                  | Vaciar el agua de los tanques de aire                                                                                               | I                      | I                      | I                                                                | I        |             |              | Diariamente                                       |
|                                                     | Válvula de retención del tanque de aire                                                                                             | I                      | I                      | I                                                                |          |             |              |                                                   |
|                                                     | Operación de emergencia de los frenos de resorte                                                                                    | I                      | I                      | I                                                                |          |             |              |                                                   |
|                                                     | Presión de aire                                                                                                                     |                        | I                      | I                                                                |          |             |              |                                                   |
|                                                     | Presión de aire gobernada                                                                                                           |                        | I                      | I                                                                |          |             |              |                                                   |
|                                                     | Presión de aire. Frenos de pastilla no aplicados                                                                                    |                        | I                      | I                                                                |          |             |              |                                                   |
|                                                     | Presión de aire. Frenos de pastilla aplicados                                                                                       |                        | I                      | I                                                                |          |             |              |                                                   |
|                                                     | Carga del extintor de incendios                                                                                                     |                        |                        |                                                                  |          |             | C            | De acuerdo al uso o de manera anual               |
|                                                     | Reflectores/kit de linternas de advertencia                                                                                         |                        |                        | I                                                                |          |             |              |                                                   |
| Lubricación                                         | Aceite del motor                                                                                                                    | C                      | C                      | C                                                                |          |             |              |                                                   |
|                                                     | Filtros de aceite                                                                                                                   | I                      | I                      | I                                                                |          |             |              | Cambiar según inspección                          |
|                                                     | Filtros de combustible                                                                                                              | C                      | C                      | C                                                                |          |             |              |                                                   |
| Sistema de enfriamiento                             | Nivel de refrigerante                                                                                                               | I                      | I                      | I                                                                |          |             |              | Rellenar o cambiar según inspección               |
|                                                     | Protección del refrigerante                                                                                                         |                        | I                      | I                                                                |          |             |              |                                                   |
|                                                     | Prueba de presión                                                                                                                   | I                      | I                      | I                                                                |          |             |              | Revisar al momento del reemplazo del refrigerante |
|                                                     | Reemplazar filtro de agua                                                                                                           |                        |                        | C                                                                |          |             |              |                                                   |
|                                                     | Condición y conexiones de la manguera                                                                                               | I                      | I                      | I                                                                |          |             |              |                                                   |
|                                                     | Montaje del radiador                                                                                                                |                        |                        | I                                                                |          |             |              |                                                   |
|                                                     | Refuerzo del ventilador                                                                                                             |                        |                        | I                                                                |          |             |              |                                                   |
|                                                     | Revisar si la bomba de agua tiene fugas / juego                                                                                     |                        |                        | I                                                                |          |             |              |                                                   |
|                                                     | Radiador - condición exterior                                                                                                       |                        |                        |                                                                  | I        |             |              |                                                   |
| Admisión y escape del aire                          | Reemplace el refrigerante del motor                                                                                                 | I                      | I                      | C                                                                |          |             |              |                                                   |
|                                                     | Depurador de aire                                                                                                                   |                        |                        | C                                                                |          |             | C            |                                                   |
|                                                     | Acumulación de contaminantes                                                                                                        | I                      | I                      | I                                                                |          |             | I            |                                                   |
|                                                     | Válvula del evacuador - operación y condición                                                                                       |                        | I                      | I                                                                |          |             |              |                                                   |
|                                                     | Pernos de montaje                                                                                                                   |                        | I                      | I                                                                |          |             |              |                                                   |
|                                                     | Fugas                                                                                                                               |                        | I                      | I                                                                |          |             |              |                                                   |
|                                                     | Interferencia                                                                                                                       |                        | I                      | I                                                                |          |             |              |                                                   |
|                                                     | Condición y conexiones de la manguera                                                                                               | I                      | I                      | I                                                                |          |             |              |                                                   |
|                                                     | Montaje del compresor de aire acondicionado                                                                                         |                        | I                      | I                                                                |          |             |              |                                                   |
| Motor                                               | Apagado de emergencia                                                                                                               | I                      | I                      | I                                                                |          |             |              |                                                   |
|                                                     | Condición del amortiguador de vibración                                                                                             |                        | I                      | I                                                                |          |             |              |                                                   |
|                                                     | Sistema del giro del motor: Revisar si en el arnés/los cables hay conexiones flojas, sujetadores de retención rotos, desgastados    | I                      | I                      | I                                                                |          |             |              |                                                   |
|                                                     | Sistema de carga / alternador: Revisar si en el arnés/los cables hay conexiones flojas, sujetadores de retención rotos, desgastados | I                      | I                      | I                                                                |          |             |              |                                                   |
|                                                     | Dirección hidráulica - nivel del depósito                                                                                           | I                      | I                      | I                                                                |          |             |              |                                                   |
|                                                     | Líquido de la dirección hidráulica - reemplazar                                                                                     |                        |                        | C                                                                |          | C           |              |                                                   |
|                                                     | Filtro de la dirección hidráulica - reemplazar                                                                                      |                        |                        | C                                                                |          |             |              |                                                   |
|                                                     | Ajuste y condición de la correa de tracción                                                                                         | I                      | I                      | I                                                                |          |             |              |                                                   |
|                                                     | Engrane de la dirección                                                                                                             |                        | I                      | I                                                                |          |             |              |                                                   |
| Dirección                                           | Juntas y canales del eje de dirección                                                                                               | I                      | I                      | I                                                                |          |             |              |                                                   |
|                                                     | Brazo Pitman                                                                                                                        | I                      | I                      | I                                                                |          |             |              |                                                   |
|                                                     | Varilla de dirección                                                                                                                | I                      | I                      | I                                                                |          |             |              |                                                   |
|                                                     | Brazos de la dirección                                                                                                              | I                      | I                      | I                                                                |          |             |              |                                                   |
|                                                     | Brazos de la barra de acoplamiento                                                                                                  | I                      | I                      | I                                                                |          |             |              |                                                   |
|                                                     | Extremos de la barra de acoplamiento                                                                                                | I                      | I                      | I                                                                |          |             |              |                                                   |
|                                                     | Brazos de torque / barras radiales                                                                                                  | I                      | I                      | I                                                                |          |             |              |                                                   |
|                                                     | Inspección y ajuste del juego longitudinal del cojinete de la rueda del eje de dirección                                            | I                      | I                      | I                                                                |          |             |              |                                                   |
|                                                     | Refrigerante                                                                                                                        | I                      | I                      | I                                                                |          |             |              |                                                   |
| Fugas                                               | Aceite del motor                                                                                                                    | I                      | I                      | I                                                                |          |             |              |                                                   |
|                                                     | Dirección hidráulica                                                                                                                | I                      | I                      | I                                                                |          |             |              |                                                   |
|                                                     | Drenaje del filtro de lubricación de ejes                                                                                           | I                      | I                      | I                                                                |          |             |              |                                                   |
| Transmisión                                         | Sellos del cubo interior y exterior                                                                                                 | I                      | I                      | I                                                                |          |             |              |                                                   |
|                                                     | Soportes de la transmisión y el motor                                                                                               |                        |                        | I                                                                |          |             |              |                                                   |
|                                                     | Líneas de transmisión - juntas en U y horquillas deslizantes                                                                        |                        |                        | I                                                                |          |             |              |                                                   |
| Eje trasero                                         | Nivel del lubricante de la transmisión                                                                                              | I                      | I                      | I                                                                |          |             |              |                                                   |
|                                                     | Nivel de lubricante del eje trasero                                                                                                 | I                      | I                      | I                                                                |          |             |              |                                                   |
|                                                     | Enjuague y reabastecimiento de lubricante del eje trasero                                                                           | I                      | I                      | I                                                                |          |             |              |                                                   |
| Frenos                                              | Respiraderos del eje trasero - Desbloquear                                                                                          | I                      | I                      | I                                                                |          |             |              |                                                   |
|                                                     | Prueba de separación de la válvula de protección del tractor                                                                        | I                      | I                      | I                                                                |          |             |              |                                                   |
|                                                     | Torque del perno de montaje de la cámara de frenos                                                                                  | I                      | I                      | I                                                                |          |             |              |                                                   |
| Suspensión                                          | Desgaste por fricción de las mangueras de los frenos                                                                                | I                      | I                      | I                                                                |          |             |              |                                                   |
|                                                     | Ajustar frenos                                                                                                                      | I                      | I                      | I                                                                |          |             |              |                                                   |
|                                                     | Lubricación del tubo del árbol de levas del freno trasero y delantero                                                               |                        | I                      | I                                                                |          |             |              |                                                   |
| Batería                                             | Mecanismo del embrague                                                                                                              |                        |                        | I                                                                |          |             |              |                                                   |
|                                                     | Conectores de aire de la suspensión                                                                                                 |                        | I                      | I                                                                |          |             |              |                                                   |
|                                                     | Conectores de la suspensión - AG200                                                                                                 |                        |                        | I                                                                |          |             |              |                                                   |
| Ruedas y llantas                                    | Cojinete de liberación del embrague                                                                                                 |                        |                        | I                                                                |          |             |              |                                                   |
|                                                     | Torque del afianzador de suspensión y perno en U                                                                                    |                        | I                      | I                                                                |          |             |              |                                                   |
|                                                     | Hojas de muelle                                                                                                                     | I                      | I                      | I                                                                |          |             |              |                                                   |
| Otras                                               | Ajustadores de tensión automáticos                                                                                                  |                        |                        | I                                                                |          |             |              |                                                   |
|                                                     | Señales de sobrecarga                                                                                                               |                        | I                      | I                                                                |          |             |              |                                                   |
|                                                     | Retire corrosión y selle las terminales                                                                                             |                        | I                      | I                                                                |          |             |              |                                                   |
| Desgaste de la clavija maestra (Quinta rueda)       | Caja y retención - Perno de montaje apretado                                                                                        |                        | I                      | I                                                                |          |             |              |                                                   |
|                                                     | Baterías de prueba de carga                                                                                                         |                        |                        | I                                                                |          |             |              |                                                   |
|                                                     | Nivel de lubricante del cubo delantero                                                                                              | I                      | I                      | I                                                                |          |             |              |                                                   |
| Seguros del vástago y tapas de la válvula faltantes | Seguros del vástago y tapas de la válvula faltantes                                                                                 | I                      | I                      | I                                                                |          |             |              |                                                   |
|                                                     | Tacos de la rueda flojos o rajados                                                                                                  | I                      | I                      | I                                                                |          |             |              |                                                   |
|                                                     | Acoplamiento del tándem                                                                                                             | I                      | I                      | I                                                                |          |             |              |                                                   |
| Desgaste irregular                                  | Desgaste irregular                                                                                                                  | I                      | I                      | I                                                                | I        |             |              |                                                   |
|                                                     | Luces                                                                                                                               | I                      | I                      | I                                                                | I        |             |              |                                                   |
|                                                     | Operación del limpiaparabrisas                                                                                                      | I                      | I                      | I                                                                | I        |             |              |                                                   |
| Bocinas (eléctricas y de aire)                      | Bocinas (eléctricas y de aire)                                                                                                      | I                      | I                      | I                                                                | I        |             |              |                                                   |
|                                                     | Espejos                                                                                                                             | I                      | I                      | I                                                                | I        |             |              |                                                   |
|                                                     | Desgaste de la clavija maestra (Quinta rueda)                                                                                       |                        |                        | I                                                                |          |             |              |                                                   |

|                      |                                           |
|----------------------|-------------------------------------------|
| MP1 O CADA 30000 KM  | CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR                 |
| MP2 O CADA 60000 KM  | CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR Y CAJA          |
| MP3 O CADA 120000 KM | CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR, CAJA Y CORONAS |

|              |              |
|--------------|--------------|
| CONVENCIONES |              |
| I            | Inspeccionar |
| C            | Cambiar      |
| A            | Ajustar      |
| L            | Limpiar      |