



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
“PEDRO RUIZ GALLO”**



**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA**

**TESIS**

**Para Optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**“Plan de mantenimiento preventivo para incrementar la eficiencia de la flota vehicular de la Empresa de Transportes M. Catalán SAC. dedicada al transporte de combustibles líquidos”**

**Autor:**

**Martinez Limo, Marco Antonio**

**Asesor:**

**Tapia Asenjo, Robinson**

**LAMBAYEQUE -PERÚ  
2019**



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
“PEDRO RUIZ GALLO”**



**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA**

**TESIS**

**Para Optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**“Plan de mantenimiento preventivo para incrementar la eficiencia de la flota vehicular de la empresa de Transportes M. Catalán SAC. dedicada al transporte de combustibles líquidos”**

**Autor:**

**Bach. Martínez Limo, Marco Antonio**

**Aprobado por el jurado Examinador:**

**PRESIDENTE : ING. MÉNDEZ CRUZ OSCAR .....**

**SECRETARIO : ING. YUPANQUI RODRÍGUEZ CARLOS .....**

**MIEMBRO : ING. PUYEN MATEO NÉSTOR DANIEL .....**

**ASESOR : ING. TAPIA ASENJO ROBINSON .....**

**LAMBAYEQUE –PERU  
2019**



# UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”



**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA**

## **TESIS**

**TITULO:**

**“Plan de mantenimiento preventivo para incrementar la eficiencia de la flota vehicular de la Empresa de Transportes M. Catalán SAC. dedicada al transporte de combustibles líquidos”**

### **CONTENIDOS**

- Capítulo I : El Problema.  
Capítulo II : Marco Teórico.  
Capítulo III : Situación actual de mantenimiento.  
Capítulo IV : Resultados e interpretación de encuesta.  
Capítulo V : Propuesta para optimizar el plan de mantenimiento.  
Capítulo VI : Conclusiones y Recomendaciones.  
Referencias Bibliográficas.

**Autor: Bach. Martínez Limo Marco Antonio**

---

**ING. MÉNDEZ CRUZ OSCAR**  
PRESIDENTE

---

**ING. YUPANQUI RODRÍGUEZ CARLOS**  
SECRETARIO

---

**ING. PUYEN MATEO NÉSTOR DANIEL**  
MIEMBRO

---

**ING. TAPIA ASENJO ROBINSON**  
ASESOR

**LAMBAYEQUE – PERÚ**  
**2019**

## **Dedicatoria.**

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haberme llegado hasta este momento tan importante para mi formación profesional.

A mi madre por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y su apoyo incondicional.

A mi padre, a pesar de nuestra distancia física, siento que estás conmigo siempre y aunque nos faltaron muchas cosas por vivir juntos, sé que este momento hubiera sido tan especial para ti como lo es para mí.

Dedico también este trabajo a mi esposa Nora y a mis hijos Marco y Sebastián por quienes lucho para superarme, apoyarlos y darles lo mejor.

## **Agradecimientos.**

Agradecer en primer lugar a mis profesores a quienes les debo gran parte de mis conocimientos, gracias a su paciencia y enseñanzas y finalmente un eterno agradecimiento a esta prestigiosa universidad la cual abre sus puertas a jóvenes preparándonos para un futuro competitivo y formándonos como personas de bien.

A mi hermano Miguel, por cada uno de sus valiosos aportes hicieron posible este proyecto.

## Resumen

El presente trabajo tuvo como objetivo general mejorar el plan de mantenimiento preventivo de las unidades de la flota vehicular de combinación N3-O4 (unidades Tracto camiones N3 y Semirremolques O4 de carrocería tipo cisterna) en la empresa de transportes catalán SAC en la operación Talara – Yurimaguas, con algunos aportes de mantenimiento predictivo para incrementar su eficiencia. Para su desarrollo se recurrió al método inductivo y las técnicas de investigación documental y de campo, como la revisión de documentos bibliográficos, manuales de información, encuesta y entrevista con el personal. El proyecto a pesar de sus limitaciones se inició con el diagnóstico de la situación actual y de su gestión de mantenimiento para conocer el estado de sus procesos, lo que se reforzó con la aplicación de una encuesta, la que arrojó importante información respecto a la apreciación del personal involucrado con la operación y mantenimiento de las unidades. Se analizaron los procesos empleados en la gestión de mantenimiento, para los que se determinó que presentaban muchas deficiencias y debilidades, para luego formular propuestas que los mejorasen proponiendo acciones relacionadas a los mismos; entre las principales propuestas de mejoras, así como el desarrollo de la mecánica de su aplicación, que se sugirieron tenemos: la implementación del análisis de aceite de motor, el reporte de las condiciones del vehículo, la mejora del proceso de recepción y diagnóstico vehicular, el control de rendimientos de combustible y neumáticos, el incremento de cargos funcionales para el mantenimiento, el establecer una sola periodicidad de mantenimiento para todas las unidades de la flota, ya que se encontró dos periodicidades de ejecución (cada 15 000 y 20 000 km), así como el establecimiento de algunos procedimientos y reportes nuevos que refuercen los ya existentes, llegándose a enunciar algunas recomendaciones que, implementadas en paralelo a las propuestas planteadas, mejorasen la eficiencia del mantenimiento.

## Contenido

### Capítulo 1: El Problema

|  |           |
|--|-----------|
| 1. El Problema   | 19        |
| 1.1. Descripción de la empresa                           | 19        |
| 1.1.1. Reseña histórica                                  | 22        |
| 1.1.2. Ubicación geográfica                              | 23        |
| 1.1.3. Visión – Misión                                   | 25        |
| 1.1.4. Política integrada SIG                            | 25        |
| 1.1.5. Organigrama general 2019                          | 28        |
| 1.2. Planteamiento del problema                          | 28        |
| 1.2.1. Problemática.                                     | 28        |
| 1.2.2. Formulación del problema científico               | 30        |
| 1.3. Objetivos   | 30        |
| 1.3.1. Objetivo general.                                 | 30        |
| 1.3.2. Objetivos específicos.                            | 31        |
| 1.4. Alcance y Limitaciones.                             | 31        |
| 1.4.1. Alcances.   | 31        |
| 1.4.2. Limitaciones.                                     | 31        |
| 1.5. Metodología   | 32        |
| 1.5.1. Tipo y diseño de investigación                    | 32        |
| 1.5.1.1. Tipo de Investigación                           | 32        |
| 1.5.1.1.1. Según la Estrategia                           | 33        |
| 1.5.1.1.2. Según su Propósito                            | 33        |
| 1.5.1.2. Diseño de la Investigación                      | 33        |
| 1.5.2. Población y Muestra                               | 33        |
| 1.5.3. Hipótesis   | 34        |
| 1.5.4. Variables e Indicadores                           | 34        |
| 1.5.5. Operacionalización de variables                   | 34        |
| 1.5.5.1. Operacionalización de la Variable Independiente | 36        |
| 1.5.5.2. Operacionalización de la Variable Dependiente   | 37        |
| <b>Capítulo 2: Marco Teórico.</b>                        | <b>38</b> |
| 2.1. Antecedentes de la investigación.                   | 38        |
| 2.2. Fundamentos teóricos.                               | 46        |
| 2.2.1. Definiciones                                      | 46        |

|   |    |
|---|----|
| 2.2.1.1. Mantenimiento.   | 46 |
| 2.2.1.2. Flota.   | 47 |
| 2.2.1.3. Maquinaria Pesada.   | 47 |
| 2.2.1.4. Administración de Flota.   | 47 |
| 2.2.1.5. Mantenimiento de Flota.  | 47 |
| 2.2.1.6. Gestión del Mantenimiento.                                       | 47 |
| 2.2.1.7. Políticas de Mantenimiento.                                      | 48 |
| 2.2.1.8. Plan de Mantenimiento Preventivo.                                | 48 |
| 2.2.1.9. Categoría de Mantenimiento para Flotas.                          | 48 |
| 2.2.1.10. Niveles de Mantenimiento para Flotas.                           | 49 |
| 2.2.1.11. Falla   | 49 |
| 2.2.1.11.1. Efecto.   | 49 |
| 2.2.1.11.2. Falla Funcional.  | 50 |
| 2.2.1.11.3. Falla Parcial (Potencial)                                     | 50 |
| 2.2.1.11.4. Frecuencia.   | 50 |
| 2.2.1.11.5. Gravedad o Severidad de la Falla                              | 50 |
| 2.2.1.12. Curva de Falla  | 50 |
| 2.2.1.13. Curva P-F   | 51 |
| 2.2.1.14. Categorías de Falla   | 53 |
| 2.2.2. Generaciones de mantenimiento                                      | 55 |
| 2.2.2.1. Primera Generación del Mantenimiento – 1930                      | 55 |
| 2.2.2.2. Segunda Generación del Mantenimiento – 1960                      | 55 |
| 2.2.2.3. Tercera Generación del Mantenimiento – 1980                      | 56 |
| 2.2.2.4. Cuarta Generación del Mantenimiento – 1998                       | 56 |
| 2.2.2.5. Quinta Generación del Mantenimiento – 2005                       | 56 |
| 2.2.3. Planeación del mantenimiento                                       | 56 |
| 2.2.3.1. Filosofía de Trabajo de Mantenimiento.                           | 58 |
| 2.2.3.1.1. Mantenimiento Correctivo.                                      | 59 |
| 2.2.3.1.2. Mantenimiento Preventivo con Base en el Tiempo<br>o en el Uso. | 59 |
| 2.2.3.1.3. Mantenimiento Preventivo con Base en las<br>Condiciones.       | 59 |
| 2.2.3.1.4. Mantenimiento de Oportunidad.                                  | 60 |
| 2.2.3.1.5. Detección de fallas.   | 60 |

|  |    |
|--|----|
| 2.2.3.1.6. Modificación del diseño.                    | 60 |
| 2.2.3.1.7. Reparación general.                         | 60 |
| 2.2.3.1.8. Reemplazo.                                  | 60 |
| 2.2.3.1.9. Tercerización de trabajos                   | 60 |
| 2.2.3.1.10. Otras Estrategias de Mantenimiento.        | 60 |
| a) Mantenimiento Proactivo.                            | 60 |
| b) Mantenimiento Productivo Total -TPM-                | 61 |
| b.1) Ventajas de Implementar el TPM.                   | 61 |
| b.2) Pilares del TPM.                                  | 62 |
| c) Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad -RCM-    | 62 |
| c.1) Preguntas Básicas del RCM                         | 63 |
| c.2) Contexto Operacional del MCC                      | 63 |
| c.3) Utilidad y Beneficio del RCM                      | 64 |
| 2.2.3.2. Pronostico de la Carga de Mantenimiento       | 65 |
| 2.2.3.2.1. Planeación de la Capacidad de Mantenimiento | 66 |
| a) Plan de Mantenimiento                               | 67 |
| b) Organización del Mantenimiento                      | 67 |
| 2.2.3.2.2. Programación del Mantenimiento              | 68 |
| 2.2.4. Funciones de Mantenimiento.                     | 68 |
| 2.2.4.1. Función de Planificación                      | 69 |
| 2.2.4.2. Función Técnica                               | 69 |
| 2.2.4.3. Función de Ejecución.                         | 69 |
| 2.2.4.4. Función de Control                            | 69 |
| 2.2.4.5. Función de Mejora                             | 69 |
| 2.2.5. Actividades de Organización                     | 70 |
| 2.2.5.1. Diseño del trabajo.                           | 70 |
| 2.2.5.2. Estándares de tiempo                          | 70 |
| 2.2.5.3. Administración de proyectos.                  | 71 |
| 2.2.6. Actividades de Control                          | 71 |
| 2.2.6.1. Control de trabajos.                          | 72 |
| 2.2.6.2. Control de materiales.                        | 72 |
| 2.2.6.3. Control de costos.                            | 72 |
| 2.2.6.4. Control de calidad.                           | 72 |
| 2.2.7. Índices de Mantenimiento                        | 73 |

|   |    |
|---|----|
| 2.2.7.1 Índices de Clase Mundial  | 73 |
| 2.2.7.1.1 Índices para Análisis de la Gestión de Equipos                  | 73 |
| a) Tiempo Medio Entre Fallas  | 73 |
| b) Tiempo Medio Para Reparación   | 73 |
| c) Tiempo Medio Para la Falla   | 74 |
| d) Disponibilidad de Equipos  | 74 |
| 2.2.7.1.2. Índices de Gestión de Costos                                   | 75 |
| a) Costo de Mantenimiento por Facturación                                 | 75 |
| b) Costo de Mantenimiento por el Valor de Reposición                      | 76 |
| 2.2.7.2. Otros Índices Claves   | 76 |
| 2.2.7.2.1 Confiabilidad de Equipos  | 76 |
| 2.2.7.2.2 Mantenibilidad de Equipos                                       | 77 |
| 2.2.8. Pasos para establecer un Plan de Mantenimiento Preventivo          | 78 |
| 2.2.8.1. Paso 1: Establecer Objetivos                                     | 78 |
| 2.2.8.2. Paso 2: Recopilación de datos                                    | 79 |
| 2.2.8.3. Paso 3: Establecer un Presupuesto                                | 79 |
| 2.2.8.4. Paso 4: Almacenar Información Valiosa                            | 79 |
| 2.2.8.5. Paso 5: Retroalimentación  | 80 |
| 2.2.8.6. Paso 6: Recomendaciones del Fabricante                           | 80 |
| 2.2.8.7. Paso 7: Esquema Operativo  | 81 |
| 2.2.8.8. Paso 8: Modelo de liderazgo CET dentro del plan                  | 81 |
| 2.2.9. Optimización del Mantenimiento                                     | 81 |
| 2.2.9.1. Técnicas de monitorizado en vehículos para diagnosticar averías. | 84 |
| 2.2.9.2. Etapas del Trabajo de Optimización.                              | 87 |
| 2.2.10. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos.         | 87 |
| 2.2.10.1. Métodos de Investigación  | 87 |
| 2.2.10.2. Técnicas de recolección de datos                                | 89 |
| a). Observación Directa   | 89 |
| b). Encuesta  | 89 |
| c). La Entrevista con el personal   | 89 |
| d). Revisión de material bibliográfico                                    | 89 |
| e). Paquetes Computarizados   | 90 |
| 2.10.3. Instrumentos de recolección de datos                              | 90 |

|   |            |
|---|------------|
| 2.2.11. Procedimiento para la recolección de datos                    | 90         |
| 2.2.12. Análisis e interpretación de los datos                        | 90         |
| 2.2.13. Criterios de rigor científico                                 | 91         |
| 2.2.13.1. Validez   | 91         |
| 2.2.13.2. Fiabilidad o consistencia                                   | 91         |
| 2.2.13.3. Credibilidad  | 91         |
| 2.2.13.4. Transferibilidad o aplicabilidad                            | 91         |
| <b>Capítulo 3: Situación actual de mantenimiento.</b>                 | <b>93</b>  |
| 3.1. Descripción general del proceso de mantenimiento en transportes  |            |
| M. Catalán SAC  | 93         |
| 3.1.1. En mantenimiento preventivo                                    | 94         |
| 3.1.1.1. Tiempo teórico entre rutinas de mantenimiento                | 95         |
| 3.1.1.2. Cantidad de Mantenimientos a ejecutar por día                | 96         |
| 3.1.2. Formatos de registros y control de mantenimientos              | 97         |
| 3.1.3. En mantenimiento correctivo                                    | 98         |
| 3.2. Personal del área de mantenimiento                               | 99         |
| 3.3. Equipos, maquinarias y otros recursos del área de mantenimiento  | 100        |
| 3.3.1. Formatos implementados   | 102        |
| 3.3.2. Procedimientos implementados                                   | 103        |
| 3.3.3. Registros implementados.                                       | 104        |
| <b>Capítulo 4: Resultados e interpretación de encuesta.</b>           | <b>105</b> |
| 4.1. Encuesta.  | 105        |
| 4.2. Resultados.  | 105        |
| 4.3. Interpretación de resultados.                                    | 119        |
| <b>Capítulo 5: Propuesta para optimizar el plan de mantenimiento.</b> | <b>123</b> |
| 5.1. Acciones a Implementar en la Optimización del Mantenimiento      | 123        |
| 5.1.1. Proceso de implementación de la optimización del mantenimiento | 123        |
| 5.1.2. Recursos humanos   | 124        |
| 5.1.2.1. Organigrama propuesto  | 125        |
| 5.1.2.2. Capacitación   | 126        |
| 5.1.3. Plan de Mantenimiento Preventivo                               | 127        |
| 5.1.3.1. Controles en zanja de inspección.                            | 127        |
| 5.1.3.2. Operaciones de conservación.                                 | 128        |
| 5.1.3.3. Plan de mantenimiento preventivo con base en las condiciones |            |

|  |     |
|--|-----|
| o mantenimiento predictivo.  | 128 |
| 5.1.4. Funcionamiento del Mantenimiento Preventivo                         | 130 |
| 5.1.4.1. El Reporte de las condiciones del vehículo por el operador        | 130 |
| 5.1.4.2. Recepción y diagnóstico vehicular                                 | 131 |
| 5.1.4.3. Programa de mantenimiento preventivo                              | 132 |
| 5.1.4.4. Programa de auto mantenimiento                                    | 133 |
| 5.1.5. Herramientas de gestión técnica                                     | 134 |
| 5.1.5.1. Formatos  | 135 |
| 5.1.5.2. Procedimientos.   | 135 |
| 5.1.5.3. Reportes.   | 135 |
| a) Indicadores de mantenimiento  | 136 |
| a.1) Disponibilidad  | 136 |
| a.2) Rendimiento de combustible  | 136 |
| a.3) Rendimiento de llantas  | 137 |
| b) De equipos  | 138 |
| c) De mantenimiento preventivo   | 138 |
| 5.1.6. Repuestos y Materiales de Mantenimiento                             | 138 |
| 5.1.6.1. Lubricantes y materiales para mantenimiento preventivo            | 138 |
| 5.1.6.2. Repuestos y materiales para mantenimiento correctivo              | 139 |
| 5.1.7. Infraestructura, Equipos y Herramientas.                            | 139 |
| <b>Capítulo 6. Conclusiones y Recomendaciones</b>                          | 140 |
| 6.1. Conclusiones.   | 140 |
| 6.2. Recomendaciones.  | 141 |
| <b>Referencias Bibliográficas.</b>   | 142 |
| <b>Anexos.</b>   |     |
| Anexo 1: Plan de Mantenimiento   | 146 |
| Anexo 1.1: Tracto Camiones   | 146 |
| Anexo 1.2: Semirremolques Cisterna   | 150 |
| Anexo 2: Unidades de la Flota M. Catalán Operación Talara – Yurimaguas.    | 152 |
| Anexo 3: Encuesta Respecto al Mantenimiento en Transportes M. Catalán SAC. | 155 |
| Anexo 4: Procedimiento de Orden de Trabajo                                 | 161 |
| Anexo 5: Determinación de la Disponibilidad De Flota                       | 164 |
| Anexo 6: Reporte de Recepción y Diagnóstico de Flota                       | 166 |

## Índice de Figuras.

|  |     |
|--|-----|
| Figura 1. Centro de control de Monitoreo de GPS de Transportes M. Catalán.   | 21  |
| Figura 2. Desarrollo histórico de la empresa. Centro de Gestión de Riesgo<br>M. Catalán SAC                        | 23  |
| Figura 3. Ubicación de Bases de Operación de Transportes M. Catalán.<br>Centro de Gestión de Riesgo M. Catalán SAC | 24  |
| Figura 4. Misión – Visión – Política integrada SIG. Centro Integral de Gestión<br>M. Catalán SAC                   | 27  |
| Figura 5. Organigrama General 2019. Centro Integral de Gestión<br>M. Catalán SAC                                   | 29  |
| Figura 6. Curva de Falla Probable en MP.   | 51  |
| Figura 7. Curva P-F  | 52  |
| Figura 8. Intervalo P-F.   | 53  |
| Figura 9. Generaciones del Mantenimiento.  | 55  |
| Figura 10. Estrategias de mantenimiento.   | 65  |
| Figura 11. Función del pronóstico de la Carga de Mantenimiento   | 66  |
| Figura 12. Sistema en cascada de mantenimiento descentralizado.  | 68  |
| Figura 13. Organigrama del Departamento de Mantenimiento   | 100 |
| Figura 14. Flujograma del proceso de implementación de la<br>Optimización del mantenimiento.                       | 124 |
| Figura 15. Organigrama Propuesto para el Departamento de<br>Mantenimiento.   | 126 |

## Índice de Tablas.

|   |     |
|---|-----|
| Tabla 1. Total de Unidades de Transporte Pesado de Empresa<br>M. Catalán SAC  | 20  |
| Tabla 2. Configuración Vehicular T3-S3  | 20  |
| Tabla 3. Ranking de las empresas de transporte de carga general<br>nacional por carretera, según flota operativa – 2018 | 22  |
| Tabla 4. Operacionalización de Variables  | 35  |
| Tabla 5. Operacionalización de la Variable Independiente  | 36  |
| Tabla 6. Operacionalización de la Variable Dependiente  | 37  |
| Tabla 7. Generaciones del Mantenimiento   | 57  |
| Tabla 8. Ventajas e Inconvenientes de las Técnicas para el Análisis de las<br>Prestaciones de Motores                   | 84  |
| Tabla 9. Cantidad de Unidades por marca en operación Planta Talara –<br>Planta Yurimaguas                               | 96  |
| Tabla 10. Formatos Utilizados por Mantenimiento   | 101 |
| Tabla 11. Formatos Implementados por Mantenimiento  | 102 |
| Tabla 12. Procedimientos Implementados por Mantenimiento  | 103 |
| Tabla 13. Registros Implementados por Mantenimiento   | 104 |
| Tabla 14. Programa de auto mantenimiento de flota   | 134 |

## Índice de Gráficos.

|   |     |
|---|-----|
| Grafico 1. ¿Conoce las Políticas de Mantenimiento en la empresa? o<br>¿sabe que existen?  | 105 |
| Grafico 2. ¿Conoce si existe un Plan de mantenimiento para las<br>unidades de la empresa?   | 106 |
| Grafico 3. Si existe Plan de mantenimiento para las unidades,<br>¿cómo lo califica?   | 106 |
| Grafico 4. ¿Qué tipo de mantenimiento se realiza en las unidades de<br>transporte de la empresa?  | 107 |
| Grafico 5. ¿Se realiza alguna acción de mantenimiento predictivo en<br>las unidades de la empresa?  | 107 |
| Grafico 6. ¿Cómo califica la calidad del mantenimiento que se ejecuta en<br>las unidades según el tipo de mantenimiento que se realiza?   | 108 |
| Grafico 7. ¿Cómo calificaría la gestión que se lleva en el área de<br>mantenimiento?  | 109 |
| Grafico 8. ¿Qué piensa respecto a la siguiente aseveración?: “¿Se deben tener<br>formatos como Orden de Trabajo (OT), Orden de servicio (OS) o<br>algún formato de registro de las acciones de mantenimiento<br>ejecutadas por los técnicos”? | 109 |
| Grafico 9. ¿Se controlan los mantenimientos realizados en las unidades?   | 110 |
| Grafico 10. ¿Tiene conocimiento de algún formato, formulario o registro de las<br>acciones de mantenimiento (Orden de Trabajo, Orden de Servicio,<br>etc.) que sea utilizado por los técnicos en el mantenimiento de las<br>unidades?         | 110 |
| Grafico 11. ¿Conoce usted con qué frecuencia se realizan las rutinas de<br>mantenimientos en las unidades de la flota?  | 111 |
| Grafico 12. Aparte de las acciones rutinarias de mantenimiento<br>¿el personal de mantenimiento realiza inspecciones<br>periódicas en las unidades  | 111 |
| Grafico 13. ¿Cómo operador o chofer realiza inspecciones diarias en la<br>unidad a su cargo?  | 112 |
| Grafico 14. ¿Cómo operador o chofer realiza alguna tarea de mantenimiento<br>en la unidad a su cargo?   | 112 |

|   |     |
|---|-----|
| Grafico 15. ¿Conoce o sabe que se ejecuta algún control de rendimientos de combustible en las unidades?   | 113 |
| Grafico 16. De ejecutarse el control de rendimiento de combustible. ¿Conoce el rendimiento promedio del combustible en km recorridos por cada galón de combustible consumido en la unidad a su cargo?       | 113 |
| Grafico 17. ¿Conoce o sabe que se ejecuta algún control de rendimientos de neumáticos en las unidades?  | 114 |
| Grafico 18. De ejecutarse el control de rendimiento de neumáticos. En caso de ser chofer ¿conoce el rendimiento promedio de los neumáticos en cantidad de kilómetros recorridos, en la unidad a su cargo?   | 114 |
| Grafico 19. Sabiendo que el nivel óptimo de Disponibilidad debe estar por encima del 90%. ¿En cuánto considera usted que se encuentra la disponibilidad de las unidades en la empresa?                      | 115 |
| Grafico 20. ¿Considera necesario que el área de mantenimiento cuente por lo menos con un supervisor que se encargue de supervisar y controlar la ejecución del mantenimiento en las unidades de la empresa? | 115 |
| Grafico 21. Ante la presentación de una falla ¿Existe un procedimiento y formato a llenar de parte de los choferes para el reporte de falla de las unidades?  | 116 |
| Grafico 22. Una vez que se presenta y reporta una falla en las unidades ¿cómo actúa el área de mantenimiento?   | 116 |
| Grafico 23. Cuando una unidad queda inoperativa por una falla compleja o mayor, ¿Cuánto tiempo demora el área de mantenimiento en darle solución?   | 117 |
| Grafico 24. ¿La empresa cuenta con personal técnico capacitado para la realización de mantenimientos preventivos y correctivos de los Equipos?  | 117 |
| Grafico 25. En cuanto a su capacidad técnica, ¿Cómo califica usted al personal responsable de ejecutar mantenimiento en las unidades?   | 118 |
| Grafico 26: Califique el nivel de capacitación de los Operadores (choferes) de las unidades en la empresa.  | 118 |
| Grafico 27: Califique usted la importancia que tiene el área de logística en la Disponibilidad de las unidades de la flota.   | 119 |

## **Introducción**

Pongo a consideración del jurado el presente trabajo de investigación titulado: Plan de Mantenimiento Preventivo para Incrementar la Eficiencia de la Flota Vehicular de la Empresa de Transportes M. Catalán SAC dedicada al Transporte de Combustibles Líquidos.

El objetivo que me impulsó a realizar el presente trabajo de investigación es de mejorar la ejecución del mantenimiento preventivo en las unidades de la flota, usando una metodología apropiada y los conocimientos adquiridos a lo largo de mi experiencia en el rubro del mantenimiento de flotas. El trabajo de investigación se inició formulado el problema del siguiente modo: ¿De qué manera mejorar el plan de mantenimiento preventivo en la flota vehicular de la empresa de transportes M. Catalán SAC incrementará su eficiencia? Como método general se utilizó el método inductivo y las técnicas de investigación documental y de campo.

La investigación ha sido desarrollada en seis capítulos tal como sigue:

En el capítulo 1 se presentan los aspectos generales de la investigación, como el problema de investigación, los objetivos, alcance y limitaciones, la metodología, la hipótesis y operacionalización de las variables.

El capítulo 2 contiene el marco teórico que corresponde a los antecedentes y fundamentos técnicos teóricos desarrollados para enmarcar el desarrollo del trabajo de investigación.

En el capítulo 3 se describe la situación actual de mantenimiento, en la empresa en la que se desarrolla una descripción general del proceso de mantenimiento, del personal de mantenimiento, los equipos, maquinarias y otros recursos utilizados en el mantenimiento.

En el capítulo 4 se presentan los resultados de la encuesta desarrollada entre el personal de mantenimiento, de operaciones y logística, así también se presenta la interpretación de los mismos.

En el capítulo 5 se presentan las propuestas para optimizar el plan de mantenimiento, las que contienen el proceso y acciones a implementar tanto en recursos humanos como en el plan mismo, describiendo su funcionamiento,

herramientas de gestión, repuestos y materiales, la infraestructura, equipos y herramientas para la ejecución del mantenimiento.

Finalmente, en el capítulo 6 se presentan las conclusiones y recomendaciones. Como final se presentan las referencias bibliográficas y los anexos.

## Capítulo 1: El Problema

### 1.1. Descripción de la Empresa

La empresa Transportes M. Catalán SAC, con nombre comercial T.M.C. S.A.C, es una empresa de transporte terrestre a nivel nacional de materiales peligrosos y carga seca desde 1972, con presencia en las regiones de Cajamarca (Cajamarca), Piura (Piura y Talara), La Libertad (Trujillo), Lima (Barranca) y Lambayeque (Reque); cuenta con una flota de tracto camiones del tipo N3 y semirremolques del tipo O4, atendiendo las necesidades de la industria minera como segmento principal; es una empresa que se ha forjado una sólida reputación de seriedad y eficiencia en el mercado nacional gracias a una larga y reconocida experiencia en el rubro de transporte; es de tamaño mediano que cuenta con 153 trabajadores que se desempeñan en diversas operaciones establecidas de acuerdo a cada cliente o socio estratégico, está empadronada en Registro Nacional de Proveedores (RNP) y registrada en SUNAT con Registro Único de Contribuyente (RUC) N° 20369120817.

Según el “Ranking de las Empresas de Transporte de Carga General Nacional por Carretera, Según Flota Operativa – 2018” publicado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, la empresa Transportes M. Catalán SAC se ubica en la posición 32 con una flota de 280 unidades (Ver tabla 2), lo que la convierte en una de las principales flotas de transporte de carga en el Perú.

La empresa Transportes M. Catalán SAC actualmente cuenta con una flota de vehículos pesados integrada por 220 unidades de transporte pesado según lo indicado en Tabla 1, siendo una de sus características la de contar con un plan de renovación permanente de sus unidades, por lo que su flota actual en las unidades tracto camión N3 tiene una edad promedio de 3.27 años y en las semiremolque O4 de 3.82 años, lo que la configura como una flota relativamente nueva.

El transporte de combustible es el principal servicio que la empresa brinda, servicio que lo realiza en unidades de Configuración Vehicular T3-S3

(Disposición: Tracto camión 6x4 (N3) y Semirremolques Tipo Cisterna de 3 ejes (O4)), en los que transportan etanol, combustibles y lubricantes.

Tabla 1

Total de Unidades de Transporte Pesado de Empresa M. Catalán SAC

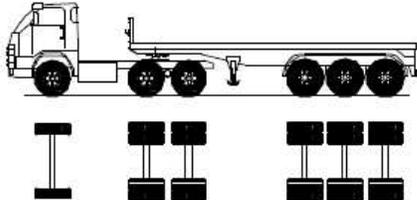
| CATEGORIA       | CARROCERIA    | CANT |
|-----------------|---------------|------|
| N3              | TRACTO CAMION | 110  |
| SEMIREMOLQUE O4 | PLATAFORMA    | 15   |
|                 | CISTERNA      | 90   |
|                 | BOMBONA       | 5    |
| TOTAL           |               | 220  |

Nota: Elaboración Propia.

Actualmente su mayor operación logística la desarrolla en el norte del país con Petroperú, quien es su cliente más significativo transportando combustible desde la refinería Talara a la refinería Yurimaguas; para esta operación utiliza ochenta y tres (83) unidades de combinación N3-O4, manteniendo setenta y cinco (75) unidades en permanente operación y ocho (8) en stand-by, con un recorrido promedio por vuelta de 2 162 kilómetros.

Tabla 2

Configuración Vehicular T3-S3

| TABLA DE PESOS Y MEDIDAS |   |                  |                   |                              |    |     |                       |                   |
|--------------------------|---|------------------|-------------------|------------------------------|----|-----|-----------------------|-------------------|
| Configuración vehicular  | Descripción gráfica de los vehículos  | Long. Máx. ( m ) | Peso máximo ( t ) |                              |    |     | Peso bruto máx. ( t ) |                   |
|                          |   |                  | Eje Delant        | Conjunto de ejes posteriores |    |     |                       |                   |
|                          |   |                  |                   | 1º                           | 2º | 3º  |                       | 4º                |
| T3S3                     |  | 20,50            | 7                 | 18                           | 25 | --- | ---                   | 48 <sup>(2)</sup> |

Nota: Tomado de Reglamento Nacional de Vehículos –Decreto Supremo N° 058-2003-MTC

A nivel nacional Transportes M. Catalán SAC cuenta con cinco (5) operaciones, a saber:

Operación Petroperú.

Operación Quellaveco.

- Operación Antamina.
- Operación Yanacocha.
- Operación Cemento Pacasmayo.

Dado que la seguridad, entendida como el cumplimiento en las entregas y por la minimización de los retrasos, es altamente valorado por los clientes, Transportes M. Catalán SAC se esfuerza en este aspecto y por ello cumple con exigentes niveles de seguridad y gestión medio ambiental, por lo que, para incrementar la efectividad en sus operaciones, ha implementado en su modelo de gestión estándares internacionales como ISO 9001, ISO 14001 y OHSAS 18001. Este afán por incorporar la tecnología ha llevado a la empresa a hacer seguimiento de todos sus vehículos con un sistema de GPS satelital, para lo que tiene implementado el Centro de Control de Monitoreo de GPS, logrando obtener en tiempo real las velocidades, ubicación, control de paradas autorizadas, identificación de puntos críticos, etc.



**Figura 1.** Centro de control de Monitoreo de GPS de Transportes M. Catalán.  
Elaboración Propia

**Tabla 3**

**Ranking de las empresas de transporte de carga general nacional por carretera, según flota operativa - 2018**

| <b>ORDEN</b> | <b>RAZON SOCIAL</b>                              | <b>FLOTA</b> |
|--------------|--|--------------|
| 1            | RACIONALIZACION EMPRESARIAL SA                   | 1193         |
| 2            | TRANSPORTES RODRIGO CARRANZA S.A.C.              | 972          |
| 3            | RENTING S.A.C.                                   | 935          |
| 4            | TRANSALTISA S.A.                                 | 837          |
| 5            | CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.               | 686          |
| 6            | UNION DE CONCRETERAS S.A.                        | 629          |
| 7            | TRANSPORTES 77 S.A.                              | 587          |
| 8            | SAVAR AGENTES DE ADUANA S.A.                     | 560          |
| 9            | INDUAMERICA SERVICIOS LOGISTICOS S.A.C.          | 503          |
| 10           | RANSA COMERCIAL S A                              | 460          |
| 11           | SERVOSA CARGO S.A.C.                             | 450          |
| 12           | ZETA GAS ANDINO S.A.                             | 430          |
| 13           | D.C.R. MINERIA Y CONSTRUCCION S.A.C.             | 407          |
| 14           | MUR - WY S.A.C.                                  | 403          |
| 15           | TRANSPORTES HAGEMSA S.A.C.                       | 353          |
| 16           | TRANSPORTES ELIO S.A.C.                          | 353          |
| 17           | TRANSPORTES ZETRAMSA S.A.C.                      | 331          |
| 18           | SERVICIOS POLUX S.A.C.                           | 331          |
| 19           | SAN MARTIN CONTRATISTAS GENERALES S.A.           | 329          |
| 20           | TRANSPORTES Y COMERCIO SOL DEL PACIFICO E.I.R.L. | 317          |
| 21           | SANTIAGO RODRIGUEZ BANDA S.A.C.                  | 308          |
| 22           | AREQUIPA EXPRESO MARVISUR EIRL                   | 304          |
| 23           | ODEBRECHT PERU INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C.  | 302          |
| 24           | CORPORACIÓN RICO S.A.C.                          | 298          |
| 25           | TOLMOS ESPINOZA GARCIA S.R.L.                    | 297          |
| 26           | INGENIEROS CIVILES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A. | 295          |
| 27           | TRANSVAN S.A.C.                                  | 291          |
| 28           | GRUPO TRANSPESA SAC                              | 288          |
| 29           | MOTA-ENGIL PERU S.A.                             | 286          |
| 30           | CORPORACION DE TRANSPORTES CARLEY SAC            | 286          |
| 31           | GESTION DE SERVICIOS AMBIENTALES S.A.C.          | 283          |
| 32           | TRANSPORTES M. CATALAN S.A.C.                    | 280          |

Nota: Tomado de MTC – DGTT - OGPP - Oficina de Estadística

<https://portal.mtc.gob.pe/estadisticas/transportes.html>

### 1.1.1. Reseña Histórica

La empresa Transportes M. Catalán S.A.C, data su inicio de operaciones desde el año 1972 con minera Calquirrumi empleando volquetes para el transporte de los materiales; en 1998 inicia operación con Nestlé para transportar

lácteos; en 1990 en contrato con Móvil Oil del Perú, transporta combustible en cisternas a la minera Yanacocha; posteriormente en el 2006 contrata con Repsol para trasladar combustible a diferentes puntos del país. En el 2010 inicia diferentes operaciones con diferentes empresas como cementos Pacasmayo, Petroperú, entre otras; el año 2015 apertura operaciones con Primax para traslado de combustible a minera La Zanja. En la actualidad Transportes M. Catalán S.A.C. se ha consolidado como un grupo de reconocida trayectoria en el rubro de transporte de carga pesada en general.

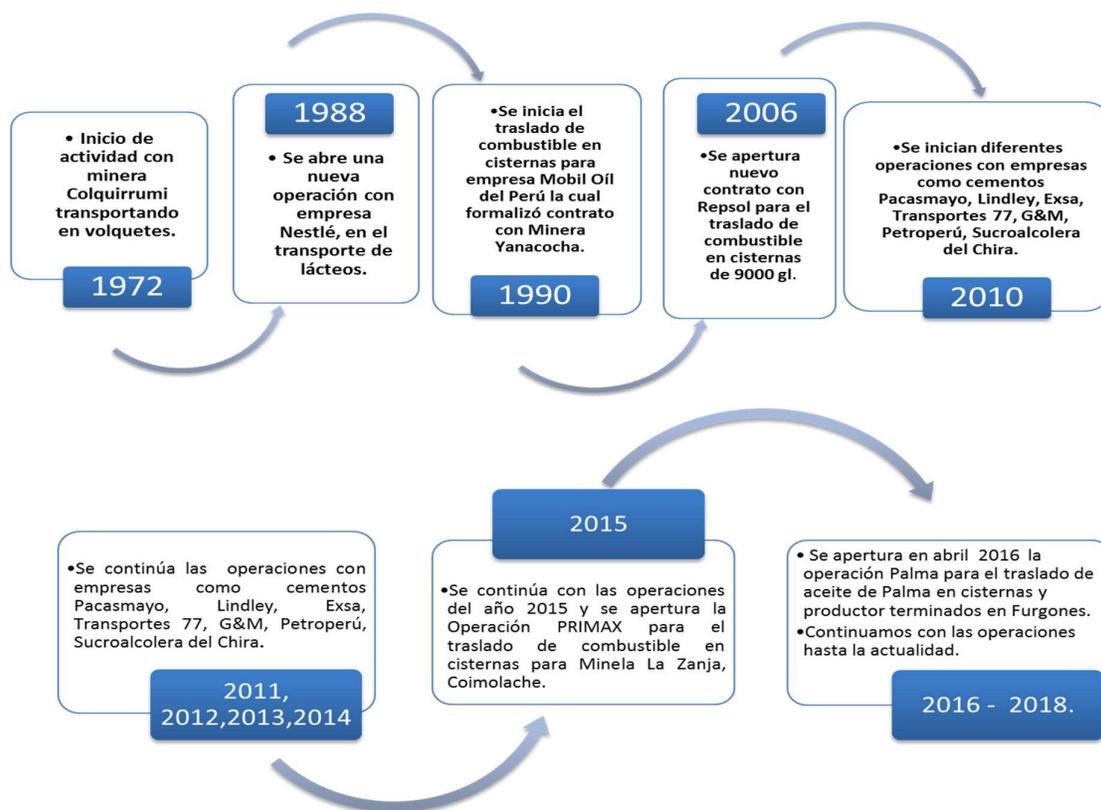


Figura 2: Desarrollo histórico de la empresa. Centro de Gestión de Riesgo M. Catalán SAC

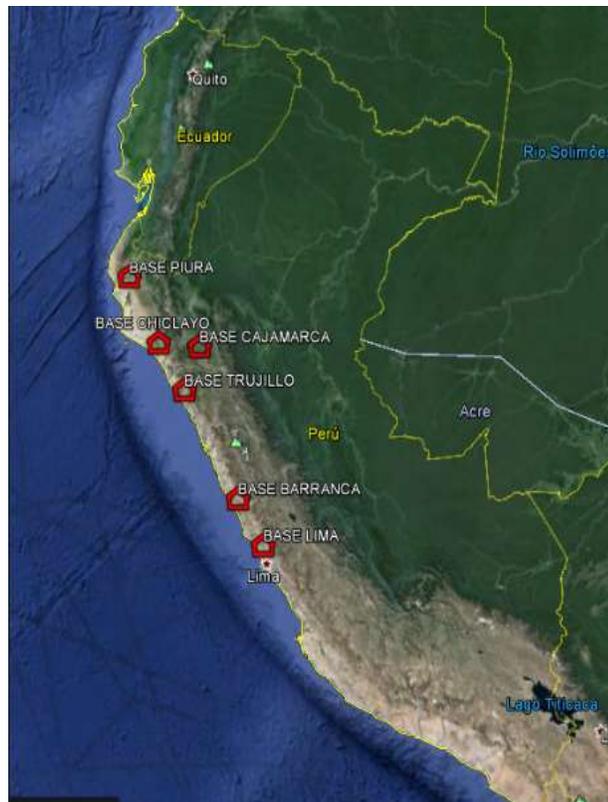
### 1.1.2. Ubicación Geográfica

La empresa de transportes M. Catalán SAC cuenta con varias sedes o bases operativas, siendo la principal la ubicada en Cajamarca donde funcionan las actividades administrativas y de mantenimiento de las unidades; así mismo, la empresa cuenta con otras sedes o bases operativas en las ciudades de Piura, Chiclayo, Barranca en Lima, desde donde se administran las diferentes

operaciones, en las que se ejecutan algunos trabajos de mantenimiento y reparaciones menores; son las siguiente:

- Base Piura: en la Región Piura, Provincia de Piura, Distrito 26 de octubre, lote P2-28-A2-4 Valle del medio Piura.
- Base Chiclayo: en La Región Lambayeque - Provincia de Chiclayo - Distrito de Reque, Lote. 1 Mza. A Lote. 1 AA HH Villa El Sol.
- Base Cajamarca: en La Región Cajamarca – Provincia de Cajamarca – Distrito de Cajamarca se encuentra la Base o sede central, ubicada en Mz A Lote 7ª, Barrio Huambocancha Alta.
- Base Barranca: en La Región Lima - Provincia de Barranca - Distrito de Barranca, Av. Luis Vesga Tello Nro. S/N

El presente trabajo se desarrolla en la Base Piura, en la operación Petroperú Talara - Yurimaguas.



*Figura 3:* Ubicación de Bases de Operación de Transportes M. Catalán. Centro de Gestión de Riesgo M. Catalán SAC

### **1.1.3. Visión - Misión**

#### **1.1.3.1. Visión**

Transportes M. Catalán SAC manifiesta la siguiente visión: “Consolidarnos como la empresa líder en el transporte terrestre nacional e internacional gracias al desarrollo del potencial de nuestro equipo humano, la obtención de certificaciones internacionales y la renovación constante de nuestra flota y equipos”.

#### **1.1.3.2. Misión:**

Su Misión es la siguiente: “Brindar servicios de transporte terrestre de materiales peligrosos y carga diversa cumpliendo siempre con los más altos estándares de calidad, comprometidos con la seguridad y salud ocupacional, así como del cuidado del medio ambiente”.

#### **1.1.4. Política Integrada SIG**

En Transportes Catalán la calidad, seguridad, salud y medio ambiente son parte integral del modo de entender el negocio. Como empresa está comprometida con la mejora continua en calidad, en el desempeño de Seguridad, Salud y Medio Ambiente, convencidos de que es el camino a la excelencia operativa.

La Política Integrada SIG de Transportes M. Catalán SAC, recientemente desarrollada en enero del presente año tiene como objetivo alcanzar un alto estándar de seguridad y salud ocupacional para todo su equipo humano y clientes, así como realizar actividades con una gestión responsable en el cuidado del medio ambiente y la calidad de sus procesos.

Para el cumplimiento de estos objetivos, se desarrollará una gestión basada en los siguientes compromisos:

1. Identificar, evaluar y controlar los aspectos ambientales, los peligros y riesgos de nuestros procesos, actividades y servicios que afecten la seguridad y salud de las personas, el medio ambiente, la integridad patrimonial y el normal desempeño de nuestros procesos.

2. Minimizar el impacto ambiental en el desempeño de nuestras actividades mediante la implementación de procesos, prácticas, productos y/o técnicas para evitar la generación de cualquier tipo de contaminante o residuos y optimizando el uso racional de la energía, promoviendo la reducción, reúso y/o reciclaje de residuos, cuando sea posible.
3. Cumplir con los requisitos legales aplicables y vigentes, normas internas, así como los compromisos que asumimos voluntariamente en temas de seguridad y salud ocupacional, medio ambiente y calidad.
4. Asegurar la satisfacción de nuestros clientes a través del cumplimiento de los requisitos del servicio que proveemos, mejorando eficientemente nuestros procesos.
5. Desarrollar el sistema integrado de gestión de seguridad y salud ocupacional, medio ambiente y calidad, bajo el esquema de la mejora continua, por medio de la participación de todo nuestro equipo humano.

En Transportes M. Catalán SAC respaldan el cumplimiento de sus compromisos con una política de mejora continua, el involucramiento y capacitación constante de todos sus trabajadores.

La empresa ha implementado sistemas de calidad, en el 2015 inició con procesos de certificación para garantizar que sus operaciones se adecuaban a estándares internacionales con el fin de incrementar sus posibilidades competitivas. Los sistemas de calidad que han implementado son:

- ISO 9001: Norma que tiene como objetivo principal establecer un Sistema de Gestión de Calidad, para el cumplimiento de los requerimientos y estándares exigidos por los clientes.
- ISO 14001: Norma internacional que tiene como objetivo principal establecer un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) efectivo para la empresa en todos sus servicios.
- OHSAS 18001: Norma internacionalmente aceptada que define los requisitos para el establecimiento, implantación y operación de un Sistema de Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional en todas las operaciones de la empresa.



## MISIÓN

“Brindar servicios de transporte terrestre de materiales peligrosos y carga diversa cumpliendo siempre con los más altos estándares de calidad, comprometidos con la seguridad y salud ocupacional, así como el cuidado del medio ambiente.”

## VISIÓN

“Consolidarnos como la empresa líder en el transporte terrestre nacional e internacional gracias al desarrollo del potencial de nuestro equipo humano, la obtención de certificaciones internacionales y la renovación constante de nuestra flota y equipos”

## POLÍTICA INTEGRADA SIG

En TRANSPORTES M. CATALÁN S.A.C., empresa dedicada al transporte terrestre de materiales peligrosos y carga diversa, se tiene como objetivo alcanzar un alto estándar de Seguridad y Salud Ocupacional para todo nuestro equipo humano y clientes; realizar actividades con una gestión responsable en el cuidado del medio ambiente y la calidad de sus procesos.

Para el cumplimiento de estos objetivos, se desarrollará una gestión basada en los siguientes compromisos:

1. Identificar, evaluar y controlar los aspectos ambientales, los peligros y riesgos de nuestros procesos, actividades y servicios que afecten la seguridad y salud de las personas, el medio ambiente, la integridad patrimonial y el normal desempeño de nuestros procesos.
2. Minimizar el impacto ambiental en el desempeño de nuestras actividades mediante la implementación de procesos, prácticas, productos y/o técnicas para evitar la generación de cualquier tipo de contaminante o residuos y optimizando el uso racional de la energía, promoviendo la reducción, reúso y/o reciclaje de residuos, cuando sea posible.
3. Cumplir con los requisitos legales aplicables y vigentes, normas internas, así como los compromisos que asumimos voluntariamente en temas de Seguridad y Salud Ocupacional, Medio Ambiente y Calidad.
4. Asegurar la satisfacción de nuestros clientes a través del cumplimiento de los requisitos del servicio que proveemos, mejorando eficientemente nuestros procesos.
5. Desarrollar el Sistema Integrado de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional, Medio Ambiente y Calidad, bajo el esquema de la mejora continua, por medio de la participación de todo nuestro equipo humano.

En TRANSPORTES M. CATALÁN S.A.C. respaldamos el cumplimiento de nuestros compromisos con una Política de mejora continua, el involucramiento y capacitación constante de todos nuestros trabajadores.

*Enero - 2019*

TRANSPORTES M. CATALÁN S.A.C.  
  
 Miguel A. Catalán Sevadoro  
 GERENTE GENERAL

Figura 4: Misión – Visión – Política integrada SIG. Centro Integral de Gestión M. Catalán SAC

### **1.1.5. Organigrama General 2019**

El organigrama de la empresa Transportes M. Catalán SAC (Ver figura 5) por su finalidad es Informativo, por ser puesto a disposición de todo el público; por su contenido es Integral, ya que es una representación gráfica de todas sus unidades administrativas con todas las relaciones de jerarquía o dependencia; por su representación y disposición gráfica es Mixta, ya que combina la representación vertical y horizontal.

## **1.2. Planteamiento del Problema**

### **1.2.1. Problemática**

La empresa de transportes M. Catalán SAC para preservar su flota y conservarla en un estado en el cual pueda llevar a cabo su función requerida, ha implementado un Plan de Mantenimiento básico basado en las recomendaciones de los fabricantes, el mismo que se ejecuta de manera parcial, presentando falta de organización de la información relacionada con la gestión del mantenimiento, debido a dificultades con el empleo de la ella, no se cuenta con un correcto manejo de los datos de mantenimiento; existe un formato de Orden de Trabajo el que no se aplica adecuadamente en la ejecución del mantenimiento, por lo tanto no existe un historial de vida de las unidades donde se pueda observar las acciones de mantenimiento o reparación ejecutadas, que permita analizar fallas y al mismo tiempo tomar acciones para que no vuelvan a ocurrir; no se ejecutan tareas predictivas de análisis de aceite para determinar el estado de los componentes internos de los diferentes sistemas que conforman las unidades; no se han implementado aun los indicadores de mantenimiento, tales como disponibilidad, confiabilidad, tiempo medio entre fallas y otras. Tampoco se cuenta con una documentación completa de instructivos que sirva de guía y soporte al personal técnico, lo cual conlleva a ambigüedades y falta de claridad en los procesos y actividades de mantenimiento, sumándose la inexistencia de una herramienta informática para la planificación y control de las actividades de mantenimiento.

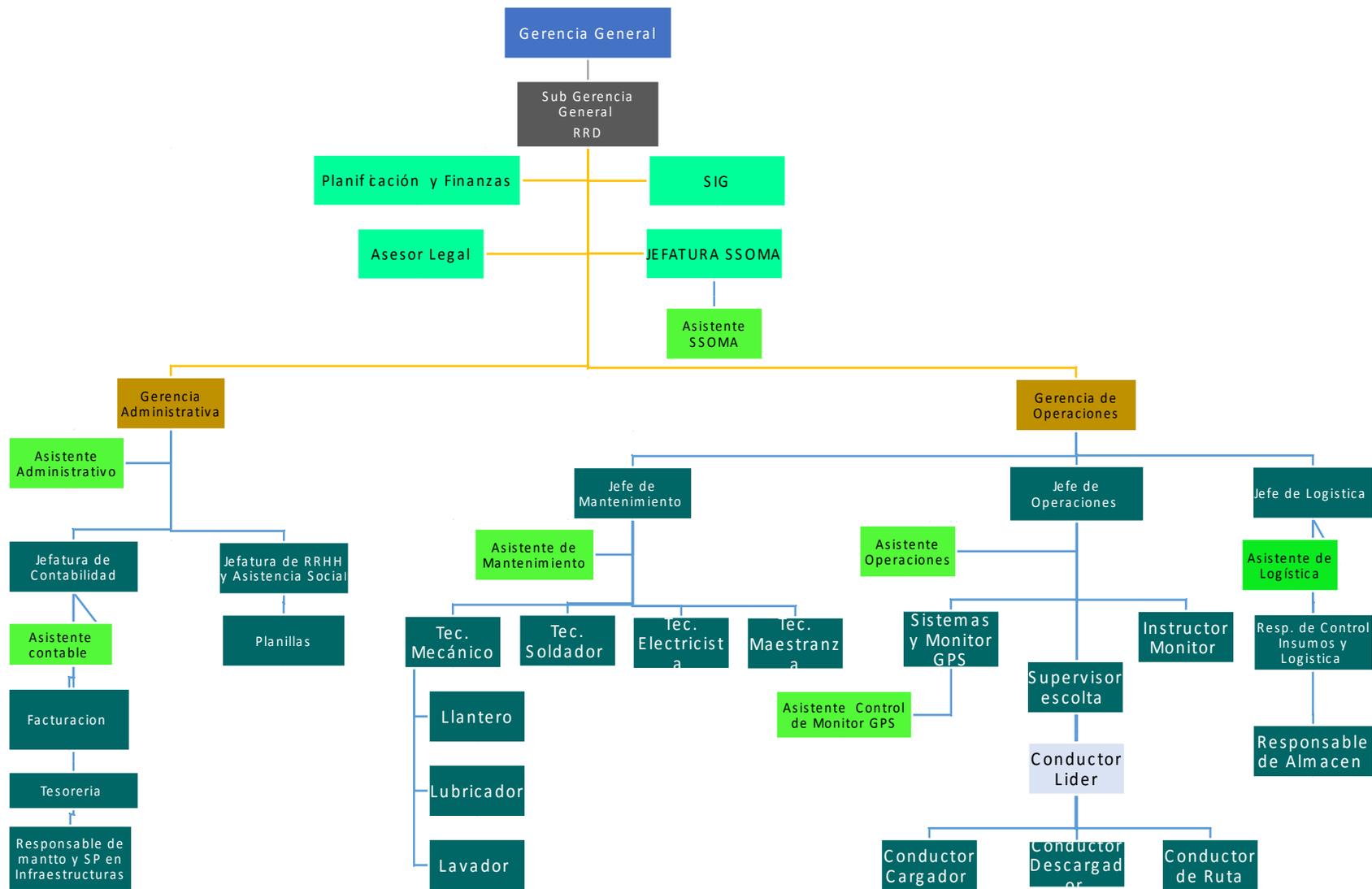


Figura 5: ORGANIGRAMA GENERAL 2019. Centro Integral de Gestión M. Catalán SAC

La adquisición de nuevos modelos de unidades de transporte y el desarrollo de las calidades de los componentes convierten el Plan de Mantenimiento de la flota en un proceso en constante evolución. Esta constante evolución aconseja la optimización del Plan de Mantenimiento, entendiendo como tal, aquél que combina de forma óptima los tres tipos de mantenimiento clásicos (correctivo, preventivo, predictivo).

Por estas razones se presupone que la empresa no cuenta con un Plan de Mantenimiento Preventivo adecuado, por lo que surge la propuesta de Optimizar el Plan de Mantenimiento Preventivo para incrementar la eficiencia la flota vehicular de la empresa de transportes M. Catalán SAC, dedicada al transporte de combustibles líquidos, de tal manera que se pueda disminuir al máximo el mantenimiento correctivo, evitando fallos que puedan ocasionar accidentes o paros que disminuyan la vida útil de los sistemas de las unidades.

### **1.2.2. Formulación del Problema Científico**

¿De qué manera mejorar el plan de mantenimiento preventivo en la flota vehicular de la empresa de transportes M. Catalán SAC incrementará su eficiencia?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo General**

Mejorar el Plan de Mantenimiento preventivo de la flota vehicular de transporte de combustible en la empresa de Transportes M. Catalán SAC con algunos aportes de mantenimiento predictivo para incrementar la eficiencia en sus unidades de combinación N3-O4 (unidades Tracto camiones N3 y Semirremolques O4 de carrocería tipo cisterna)

### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- a) Realizar un diagnóstico de la situación actual de la Gestión de Mantenimiento en las unidades de combinación Tracto camión N3 y Semirremolque O4 en la empresa de Transportes M. Catalán SAC.
- b) Elaborar el plan de mantenimiento preventivo estableciendo la propuesta de mejora que se adecuen a las necesidades y situación actual de la empresa.
- c) Recopilar y estructurar información acerca de los requerimientos de mantenimiento y operación para cada uno de los sistemas de las unidades semirremolque categoría O4 y carrocería tipo cisterna para poder optimizar sus rutinas de mantenimiento preventivo en las frecuencias debidas.

### **1.4. Alcance y Limitaciones**

#### **1.4.1. Alcances**

Para el desarrollo de la presente investigación se considera el área de mantenimiento de la empresa Transportes M. Catalán SAC, y todo lo que esta comprende en su trabajo con las unidades tipo N3-O4 (combinación tracto camión N3 y semirremolque O4) para el transporte de combustible líquido en la operación Planta Talara - Yurimaguas.

La presente investigación se realiza con el objetivo de mejorar el sistema de mantenimiento actual de las unidades de la empresa Transportes M. Catalán SAC en la Base Piura, en la operación Petroperú para el traslado de combustible desde la refinería Talara a la refinería Yurimaguas, buscando mejorar las actividades en los mantenimientos preventivos, rutinarios, y correctivos, indispensables para el buen funcionamiento y alargamiento de su vida útil operativa.

#### **1.4.2. Limitaciones**

El trabajo de investigación presenta una serie de limitantes, siendo la inexistencia de datos y la información desfasada uno de las principales limitantes

que se enfrentó; así también, la desorganización y falta de gestión en el área de mantenimiento.

La falta de información respecto a las unidades O4 es una limitante y más aún en las de carrocería tipo cisterna, para las que el presente estudio se propone recopilar y estructurar información acerca de los requerimientos de mantenimiento y operación para cada uno de los sistemas de las unidades semirremolque categoría O4 y carrocería tipo cisterna para poder optimizar sus rutinas de mantenimiento preventivo en las frecuencias debidas.

Para esto se realizará un análisis de la situación actual de la empresa, de sus métodos de trabajo en mantenimiento (sistema de mantenimiento actual) y gestión de mantenimiento, así se procederá a determinar los elementos críticos que requieren mayor atención, con la finalidad de detectar a tiempo las fallas mecánicas, reduciendo los costos y estableciendo los indicadores de gestión de mantenimiento que se evaluarán: disponibilidad, confiabilidad y utilización de las unidades. Cabe resaltar que el presente estudio está delimitado por variables que se observaron en el campo, razón por la cual se aplican ciertos métodos, teorías y procedimientos que se adecuan a la empresa.

Por otra parte, las propuestas de mejora que se desarrollen serán alcanzadas a la Gerencia de Operaciones para que, en la medida que el directorio lo decida, sean implementadas en la empresa.

## **1.5. Metodología**

### **1.5.1. Tipo y Diseño de Investigación**

El tipo de investigación se refiere al grado de profundidad con que se aborda un objeto o fenómeno. El diseño de investigación es la estrategia que adopta el investigador para responder al problema planteado.

#### **1.5.1.1. Tipo de Investigación**

Al haber revisado la literatura sobre el tema, encontramos que existen diversos tipos de investigación los que podemos clasificarlos según la estrategia y su propósito.

**1.5.1.1.1. Según la Estrategia.** Para la elaboración del presente trabajo se utilizó como estrategia primaria la Investigación documental, ya que se consultaron documentos bibliográficos, manuales de información, de especificaciones técnicas, procedimientos de trabajo, consultas a expertos de criterios y metodología de mantenimiento.

También se utilizó la Investigación de Campo como estrategia secundaria, la cual permitió obtener la información necesaria directamente del área de estudio, donde se pudo observar las bondades y necesidades reales en las actividades de mantenimiento.

**1.5.1.1.2. Según su Propósito.** Durante la investigación se obtuvieron resultados que clasifica el trabajo según su propósito en Investigación Aplicada, debido a que se usaron conocimientos teóricos, actualización de métodos e implantación de rutinas y/o frecuencias de mantenimiento para ajustarlos al contexto de las actividades que se están realizando.

#### **1.5.1.2. Diseño de la Investigación**

El diseño de la Investigación es No Experimental, puesto que no se realizan cambios en el objeto de estudio; se especifica el plan de mejora, mas no se hará un experimento científico.

#### **1.5.2. Población y Muestra**

Como Población se considera el personal de la Gerencia de Operaciones que incluye el personal de mantenimiento, de operaciones (conductores, monitores, supervisores) y de logística de la empresa Transportes M Catalán SAC.

Para calcular la muestra aplicamos la fórmula de Murray R. y Larry J. (2009)

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Donde:

- n = Tamaño de la muestra a obtener.
- N = Total de la población total.
- $Z_{\alpha}$  = Nivel de confianza (1.96 para grado de confianza del 95% y 2.58 para confianza del 99%)
- p = Proporción esperada (porcentaje de la población que tiene el atributo deseado: 5% = 0.05)
- q = Porcentaje de la población que no tiene el atributo deseado =  $1 - p = (1 - 0.05 = 0.95)$
- d = Error de estimación muestral máximo aceptado o precisión (va del 1% (0.01) al 9% (0.09), siendo 5% el valor estándar usado en las investigaciones.

Para la población de 110 personas, para un error muestral del 8%, la muestra es de 23 personas.

### 1.5.3. Hipótesis

Al mejorar el plan de mantenimiento preventivo de la flota vehicular de la empresa de transportes M. Catalán SAC dedicada al transporte de combustibles líquidos, se incrementará su eficiencia logrando aumentar la disponibilidad de la flota y reducir los costos de mantenimiento.

### 1.5.4 Variables e Indicadores

**Variable Dependiente:** Eficiencia de la flota vehicular

**Variable Independiente:** Plan de Mantenimiento preventivo.

### 1.5.5 Operacionalización de Variables

Tabla 4:

*Operacionalización de Variables*

|                               |  |  |
|-------------------------------|--|--|
| <b>PROBLEMA</b>               | ¿El plan de mantenimiento preventivo en la flota vehicular de la empresa de transportes M. Catalán SAC incrementará su eficiencia?   |  |
| <b>VARIABLE</b>               | <b>INDEPENDIENTE</b>   | <b>DEPENDIENTE</b>   |
|                               | Plan de Mantenimiento Preventivo.  | Eficiencia de la flota vehicular.  |
| <b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>  | Es el conjunto de acciones de mantenimiento de carácter programado, con planificación previa y de ejecución periódica, por las que se ejecutan tareas de inspección diaria, de inspección, cambio de elementos, ajustes y limpieza periódicas, que tienen por objeto asegurar las condiciones de operación de los equipos y maquinarias. | Es la relación que existe entre los recursos empleados en la flota vehicular y los resultados obtenidos en ella.   |
| <b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b> | Variable que expresa las mejoras de las actividades de mantenimiento a través de la definición de requisitos, de tareas, de diseño del proceso de mantenimiento y de frecuencias de aplicación del mismo.  | Variable que expresa la operatividad de las unidades de la flota vehicular a través de la reducción del número de paradas por fallas, del aumento de la disponibilidad y rendimientos. |
| <b>HIPÓTESIS</b>              | La mejora del plan de mantenimiento de la empresa de transportes M. Catalán SAC dedicada al transporte de combustibles líquidos si incrementa su eficiencia logrando aumentar la disponibilidad de la flota y reducir los costos de mantenimiento.   |  |

Nota: Elaboración Propia

### 1.5.5.1 OPERACIONALIZACION DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE

Tabla 5:

*Operacionalización de la Variable Independiente*

| <b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b> | Plan de Mantenimiento Preventivo  |   |
|-------------------------------|---|---|
| <b>DIMENSIONES</b>            | <b>INDICADORES</b>  | <b>ITEMS</b>  |
| <b>Requisitos</b>             | Los requisitos están definidos de acuerdo a las necesidades del cliente | ¿Están definidos los requisitos del mantenimiento de acuerdo a las necesidades del cliente?<br>¿Cuáles son los requisitos que establece el cliente a cerca del mantenimiento de las unidades?<br>¿Cuáles de los requisitos que establece el cliente se cumplen satisfactoriamente?    |
| <b>Diseño</b>                 | El diseño cuenta con procedimientos documentados                        | ¿El mantenimiento de las unidades cuenta con un procedimiento documentado?<br>¿El procedimiento documentado considera los siguientes registros?<br>¿El procedimiento documentado considera los siguientes formatos?<br>¿Se cuenta con procedimientos para las siguientes actividades? |
| <b>Frecuencias</b>            | La aplicación del mantenimiento se ejecuta por frecuencias              | ¿Las frecuencias de mantenimiento son basadas en el tiempo?<br>¿Las frecuencias de mantenimiento son basadas en el recorrido?<br>¿Se han propuesto modificaciones en las frecuencias de mantenimiento en el último semestre?  |

Nota: Fuente Elaboración Propia

### 1.5.5.2 OPERACIONALIZACION DE LA VARIABLE DEPENDIENTE

Tabla 6:

*Operacionalización de la Variable Dependiente*

| <b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>               | Eficiencia de la flota vehicular. |                                 |
|---|-----------------------------------|---------------------------------|
| <b>DIMENSIONES</b>                        | <b>INDICADORES</b>                | <b>INSTRUMENTO</b>              |
| <b>Tiempo de parada por mantenimiento</b> | Horas de mantenimiento (Hm)       | Reloj - Horómetro               |
| <b>Tiempo de parada por fallas</b>        | Horas de parada por falla (Hp)    | Horómetro                       |
| <b>Disponibilidad</b>                     | Porcentaje                        | $D = (Ht - Hm - Hp) * 100 / Ht$ |

Nota: Fuente Elaboración Propia

## Capítulo 2: Marco Teórico

### 2.1. Antecedentes de la Investigación

En la revisión bibliográfica, en los repositorios de muchas universidades nacionales e internacionales, en las facultades de Ingeniería, se encuentra muchas tesis de grado referidas a la elaboración, diseño, mejora u optimización de planes de mantenimiento de flotas de transportes; estas tesis, referidas a unidades de transporte pesado por carretera, dan mayor énfasis al estudio de la unidad tractora categoría N3, considerando la unidad remolcada categoría O4 como no importante, sin que le den la debida atención. Las siguientes tesis son algunas que tienen similitud al presente trabajo:

a) En el repositorio de la Universidad Nacional de Ingeniería, en la Facultad de Ingeniería Mecánica se encuentra registrada la tesis “Mantenimiento Preventivo para Vehículos de Carga y Maquinaria Pesada en Operación de Movimiento de Tierras”, cuyo autor es Carlos Alejandro Flores Medina, quien la presenta y sustenta para optar El Título Profesional de Ingeniero Mecánico en el año 2010, llegando a concluir que “la aplicación del programa redujo significativamente el tiempo destinado al mantenimiento de los volquetes pues según se puede observar las cifras correspondientes a las horas por parada de mantenimiento, en los periodos considerados anteriormente que el total destinado a tareas de mantenimiento se redujo de 480 horas en mayo de 2008, a 180 horas en mayo del 2009...”

Además, concluye que “...la disponibilidad de cada unidad mejoró entre los dos periodos considerados y la disponibilidad global de los volquetes se incrementó de 0.39 a 0.80, resultados que nos permiten concluir que el programa de mantenimiento aplicado a la maquinaria considerada ha permitido mejorar la operación y reducir los tiempos de parada y de mantenimiento reduciendo significativamente los costos globales de operación...”

b) En la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Industrial EAP de Ingeniería Industrial, se encuentra la tesis titulada “Diseño del plan de mantenimiento para flota vehicular en empresa dedicada al rubro medio

ambiental”, cuyo autor es José Teobaldo Coronado Arroyo; tesis presentada para optar el título profesional de Ingeniero Industrial, defendida el año 2016, quien llega a las siguientes conclusiones: “La implementación de este programa de mantenimiento ha logrado obtener una tendencia de ahorro del gasto por mantenimiento respecto al del año pasado.

Las paradas no programadas de las unidades han disminuido de 24% a un 15%. La implementación de un plan de mantenimiento permitirá realizar una mejor estimación para proyectar el presupuesto para mantenimiento del próximo año...”

c) En la Universidad Nacional del Callao. Facultad de Ingeniería Mecánica-Energía, Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, se encuentra la tesis "Diseño de un Plan de Gestión de Mantenimiento Preventivo para Incrementar la Vida Nominal de los Equipos: Vehículos Livianos y Maquinas-Herramientas. Empresa Coopsol Minería y Petróleo S.A." cuyo autor es Edgar Simeón Espinoza Cadenas, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico, tesis defendida el año 2014, llegando a las siguientes conclusiones: “La recopilación de información acerca de los equipos y los requerimientos del mantenimiento preventivo es valiosa para la elaboración del plan de mantenimiento. Gracias al plan programático se puede implementar manuales y catálogos que permitirán realizar las rutinas de mantenimiento que planteamos in situ.

El registro de las actividades de mantenimiento preventivo en formatos específicos, facilitan las labores de control puesto que en el levantamiento de información pudimos encontrar de equipos operando que requerían mantenimiento correctivo urgente, poniendo en riesgo la integridad física de los operadores...”

d) En la Universidad Señor de Sipan, en la Facultad de Ingeniería Arquitectura y Urbanismo, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial, se encuentra la tesis denominada “Plan de Mejora para Reducir los Costos en la Gestión de Mantenimiento de la Empresa Transportes Chiclayo S.A. Chiclayo”

presentada por Castañeda Muñoz, Jackson Steward y Gonzales Mino, Karim Sarita para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial, tesis defendida el año 2016, quienes llegaron a las siguientes conclusiones: “Se realizó un diagnóstico de la situación en que se encontró la Gestión de Mantenimiento en la empresa Transportes Chiclayo S.A. en lo concerniente a su flota de buses dando como resultado que ésta era deficiente.

Se procedió a identificar los problemas más críticos a través del diagrama de Pareto y el análisis previo de la situación en que se encontró la empresa Transportes Chiclayo, determinando que éstos eran la falta de planificación e inexistencia de un plan de mejora, así como la inadecuada Gestión de Mantenimiento...”

e) En la Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Ingeniería, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica se encuentra la tesis “Implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo para la Flota Vehicular de la Empresa de Transporte El Dorado S.A.C”, presentada por Pedro Oswaldo Carbajal Tacanga, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico; tesis defendida el año 2016, quien arriba a las siguientes conclusiones: “A partir de este proyecto se pudo verificar la situación actual de la flota vehicular de la Empresa de Transportes El Dorado, encontrándose los vehículos en buen estado operativo; pero los procesos que se siguen para la planificación y control del mantenimiento son ineficientes a tal punto que se llegan a tercerizar gran cantidad de las actividades aplicadas a los vehículos de la empresa.

En la ejecución de las actividades, no existe una política de mantenimiento por lo tanto no existía un plan de operaciones, sumándose la inexistencia de una herramienta informática para la planificación de las actividades; volviéndose muy dificultosa la tarea principal la de cumplir con las funciones del mantenimiento...”

f) En la Universidad Politécnica De Valencia se encuentra el trabajo final de Máster en Ingeniería del Mantenimiento “Propuesta de un Plan de Mantenimiento para la Flota Vehicular Megalog” cuyo autor es D. Hamid Allali, defendida en

Valencia- España el año 2016, llegando a las siguientes conclusiones: “El inventario actualizado de los vehículos y maquinaria de la flota se constituye en la base fundamental para la implementación de un plan de mantenimiento ya que por medio de este documento se tiene un acceso rápido a características propias de cada unidad como: tipo de unidad, modelo, códigos, etc.

La ficha de inspección rutinaria de la maquinaria consta de ítems que conducen a la revisión rápida de los diferentes elementos y sistemas, ya que de esta forma se podría identificar el inicio de una avería menor que con el pasar del tiempo se podría convertir en una avería mayor o grave, así como también, permitirá llevar el control diario de los km realizados de cada vehículo y de las horas de trabajo de cada máquina de esta forma programar los diferentes tipos de mantenimiento a desarrollar.

El programa de mantenimiento es una herramienta clave que se la debe seguir estrictamente realizando todos los procedimientos y recomendaciones descritos para cada unidad, logrando así mantenerla operativa y aprovechar al máximo la vida útil de la misma.

El proceso seguido para desarrollar el plan de mantenimiento, muestra en su estructuración, la manera de aplicar auditorías, para el mejoramiento continuo de las actividades de mantenimiento de una flota, instalación o cualquier equipo productivo público o privado...”

g) En la Universidad de Cartagena Facultad de Ciencias Económicas Programa de Administración Industrial, se encuentra la tesis denominada “ Diseño de un Programa de Mantenimiento Preventivo a los Equipos Pesados de la Empresa Centtracar” elaborada por Figueroa Morales, Jhon Jairo junto a Colon Castro, Amaury Luis, defendida en la ciudad de Cartagena-Colombia el año 2009, quienes llegan a las siguientes conclusiones: “La ausencia total de un sistema de mantenimiento en la empresa Centtracar, trae como consecuencia que no se lleve en forma organizada una administración para el control de las pérdidas de tiempo por paros innecesarios, reducir el mantenimiento correctivo y el control de sus costos de operación.

La implementación de este programa de mantenimiento preventivo a los equipos pesados de la empresa Centtracar es una oportunidad para poder mejorar la prestación de servicio a sus clientes y aumentar la calidad de este. Este programa representará un mecanismo por medio del cual la empresa optimizará su servicio, es decir que no tendrá paradas de producción imprevistas que dificulten el desarrollo y el cumplimiento de trabajos de parte de la misma o riesgos en los operarios y que es fundamental para conservar los equipos de la empresa en una condición segura y funcional.

Los resultados que se puede obtener en la implementación del programa dependen tanto de la dirección como de la capacidad y el entusiasmo de los trabajadores a realizar las tareas programadas...”

h) En la Universidad de Oriente Núcleo de Anzoátegui Escuela de Ingeniería y Cs. Aplicadas Departamento de Mecánica, se encuentra la tesis denominada: “Diseño de un Plan de Mantenimiento de una Flota de Tractocamiones en Base a los Requerimientos en su Contexto Operacional”, defendida por Gustavo Antonio Moreno Russian, en la ciudad de Puerto La Cruz – Venezuela y defendida en enero de 2009, quien arriba a las siguientes conclusiones: “Con la aplicación de la metodología de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC) se diseñó un plan de mantenimiento para los Tractocamiones Freightliner Columbia CL120, perteneciente al Frente de Transporte Oriente Cemex Venezuela S.A.C.A.

El sistema de Motor de los Tracto camiones es el mayor causante de fallas en los mismos y acumula el 40% de las fallas totales en el período de estudio.

Los Motores Detroit Diésel Serie 60 son las más críticas de acuerdo con los resultados del análisis de criticidad.

La matriz FODA generó 14 estrategias, de las cuales una de las más resaltante fue: “Implantar un plan de mantenimiento preventivo que garantice la entrega oportuna de los tracto camiones”.

Por medio del Análisis de Modos y Efectos de Fallas (A.M.E.F), se puso identificar cada una de las funciones de los sistemas con sus correspondientes fallas de función, modos de fallas y efecto de falla, permitiendo posteriormente el análisis de las consecuencias de las fallas y la selección de las tareas de mantenimiento.

El análisis de MCC a los sistemas críticos de los motores Detroit Diésel de los Tracto camiones Freighliner Columbia CL120 permitió que las actividades no planificadas bajo las cuales se realizaban las labores de mantenimiento, pasaran a ser actividades planificadas con un 76 % de actividades preventivas y un 24 % de actividades correctivas...”

i) En la Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, en la Especialización en Gerencia de Mantenimiento, se encuentra la tesis titulada “Modelo Gerencial de Mantenimiento para Flotas de Transporte de Carga” defendida por Ofer Rodríguez Barrero en la ciudad de Bucaramanga - Colombia el año 2006, quien llega a las siguientes conclusiones: “· Hay cinco factores que influyen en los costos de mantenimiento de las flotas de transporte de carga los cuales son: 1. Frecuencia de mantenimiento, 2. Estilo de operador, 3. Selección adecuada del vehículo, 4. Tipo de actividad de la empresa de transporte y 5. Programa de renovación de flota.

La estructura de costos propuesta para administrar el mantenimiento de las flotas de transporte de carga se basa en cinco puntos: 1. Costo de mano de obra, 2. Costo de repuestos, 3. Costo por grupo de vehículos según, modelo, tipo y marca, 4. El costo total y 5. Los costos unitarios basados en los kilómetros recorridos o por hora de operación.

Los cinco grupos principales de indicadores para la gestión del mantenimiento de flotas son: 1. Indicadores de costos, 2. Indicadores de planeación, 3. indicadores de confiabilidad, 4. indicadores de falla y 5. indicadores operativos.

Los indicadores más importantes para mantenimiento son, el indicador de mantenibilidad y el de confiabilidad. La combinación de los dos indicadores nos da el indicador de disponibilidad.

La administración de repuestos para flotas de transporte debe buscar la mínima inversión de capital con el fin de bajar los costos financieros.

Las variables principales para administrar las llantas son: primero el indicador de costos unitario por kilómetro recorrido, segundo el indicador de índice de reencauche y por último el análisis de falla de llantas.

El combustible representa el 43% de los costos totales variables en flotas de transporte por ello al igual que las llantas se debe hacer un adecuado manejo de control en inventario y rendimiento.

El modelo gerencial de mantenimiento hace partícipe al personal técnico en la obtención de resultados para mejorar los equipos de transporte.

El modelo gerencial de mantenimiento estructura el plan para intervenir los vehículos de tal manera que se puedan clasificar por tipo de mantenimiento entre rutinas de alta frecuencia hasta inspecciones especializadas de baja frecuencia y por tipos de componentes de los vehículos.

El Modelo gerencial de mantenimiento consta de tres elementos básicos; el recurso humano, los procesos y los equipos. La Información debe ser el ente que interrelaciona los tres elementos básicos del sistema de mantenimiento.

La cultura de mejora continua debe ser parte integral e infinita el sistema de mantenimiento.

Todo modelo gerencial de mantenimiento debe tener una política de mejora continua en el caso del modelo propuesto se trata de llevar estadística con el apoyo de diagramas de Pareto con el fin de determinar los problemas más críticos que afectan el mantenimiento para tomar acciones y se sugiere que se haga por lo menos mensualmente...”

j) En la Universidad Autónoma del Caribe Facultad de Ingeniería Programa de Ingeniería Mecánica Línea Gestión de Mantenimiento se encuentra la tesis denominada “Desarrollar un Plan de Mantenimiento Preventivo para una Empresa Prestadora de Servicio de Transporte Interdepartamentales” presentada por Guevara Mendoza, Ronald De Jesús y Osorio Izaquita, Peter Alberto en la ciudad de Barranquilla – Colombia el año 2014, quienes arribaron a las siguientes conclusiones: “Con la implementación de este plan de mantenimiento preventivo se puede reducir, prolongar la vida útil. Dependiendo de la buena gestión que haga la persona que administra el programa, así serán los beneficios alcanzados con la ejecución del mismo, esto será reflejado con creces por el aumento de la productividad. El programa, además de conservar el equipo ayuda a disminuir el número de imprevistos ya que estos son inevitables por causa del mal diseño de algún elemento del automotor, imprudencia del operador, entre otros. Por medio de este mecanismo siguiendo todos los pasos se tiene una gran disminución en el número de paradas inesperadas para evitar el incumplimiento de la prestación del servicio de los automotores.

De los resultados obtenidos de la encuesta realizada en uno de los objetivos de este proyecto concluimos que el 60% de la eficiencia y rendimiento no es alto, teniendo en cuenta nuestro cronograma de actividades que hemos desarrollado garantizamos a la empresa que lo acobije esta les ofrezca a sus clientes una flota de buses confiable, ya que estos operan en mejores condiciones de seguridad, conociéndose su estado y calidad de funcionamiento. Además, este programa ayudara a que se preste un servicio de excelente calidad con una alta confiabilidad en donde la eficiencia y rendimiento aumentara en un gran porcentaje para la productividad de la empresa.

También concluimos que el 50% encuestado mencionan no tener una disponibilidad de los recursos necesarios para llevar a cabo los procesos de reparación y mantenimiento. Con este cronograma de actividades y los formatos podrán tener una alta disponibilidad para los recursos necesarios.

La programación es flexible, para que la persona que la ejecute le añada o le quiten pasos que crean que faltan o sobren. El personal tiene que ser capaz de darle solución a los distintos problemas que se presenten en la empresa.

Gracias a este plan vamos a tener un gran beneficio en productividad y disponibilidad con una alta eficiencia y rendimiento brindaremos seguridad y un gran confort durante la utilización de la flota de buses.

Gracias a la ejecución de este plan de mantenimiento hemos logrado que los costos de reparaciones anuales bajen con gran variedad, lo cual es de suma importancia ya que la empresa consta con una mayor rentabilidad. En el año 2013 comenzó la implementación de este plan a partir de allí vemos que los costos disminuyeron en: \$9.875.586.000 para el año 2014 se prevé que los costos sean \$ 7.202.586.000 y para el 2015 sean mucho menores ya que tendremos un gran control del plan.

Además, gracias a este plan hemos reducido la cantidad de accidentes anuales por el total control que hay en los automotores, ya que se apuntó a las fallas más relevantes a partir del 2013 vemos una variación de: 1965 para el 2014 se espera que se reduzca la cantidad de accidentes en y que para el 2015 se tenga un control máximo de los automotores...”

## **2.2. Fundamentos Teóricos**

Según Ros Moreno A. (2010) se puede decir que mantenimiento es esto:

“Cuando todo va bien nadie recuerda que existe”

“Cuando algo va mal, dicen que no existe”

“Cuando es para gastar, se dice que no es necesario”.

“Pero cuando realmente no existe, todos concuerdan en que debería existir”.

A. Suter. (p.2)

### **2.2.1. Definiciones**

#### **2.2.1.1. Mantenimiento**

“Mantenimiento se define como el conjunto de acciones necesarias para conservar o restablecer un sistema en un estado que permita garantizar su funcionamiento a un coste mínimo” (Martínez F. J., 2013, p.1)

### **2.2.1.2. Flota**

Flota de transporte es el conjunto de vehículos comerciales destinados a un servicio de transporte determinado: carguío de mercancías, líquidos, pasajeros, etc.

### **2.2.1.3. Maquinaria Pesada**

Todos los equipos móviles empleados para cargar, desplazar y descargar materiales, excavar zanjas, nivelar el terreno, compactar el suelo, etc.

Como deben mover cargas de gran peso y volumen, sus estructuras y todos los demás elementos son reforzados y tienen gran peso por lo tanto los motores que los accionan son de gran potencia.

### **2.2.1.4. Administración de Flota**

Tipo de gerenciamiento que comprende todas las acciones necesarias para mantener y operar equipamiento de transporte o de movimiento de tierra a lo largo de su vida útil, desde su adquisición hasta su disposición final.

Varios son los pilares de este gerenciamiento específico, los que requieren de un buen sistema de registros, entre los que tenemos:

- Mantenimiento,
- Reparaciones,
- Control de inventario,
- Capacitación y
- Asuntos de seguridad.

### **2.2.1.5. Mantenimiento de Flota**

Es un sistema de mantenimiento completo y bien organizado, esencial para operar una flota de vehículos en forma segura, confiable y eficiente que garantice la operatividad y el estado de conservación de los equipos.

### **2.2.1.6. Gestión del Mantenimiento**

La Gestión del Mantenimiento es el trabajo de planificación y control que debe realizarse para maximizar la disponibilidad y efectividad de la infraestructura requerida por el sistema de producción. El propósito de la gestión de mantenimiento es optimizar la funcionalidad de los componentes de la

infraestructura de producción en función de los lineamientos y objetivos establecidos por la organización:

- Al menor costo (mantenimiento y falta de mantenimiento)
- La calidad adecuada (cumplimiento de requerimientos)
- En el lugar apropiado
- En el momento oportuno (optimización de tiempo)

#### **2.2.1.7. Políticas de Mantenimiento**

Son las normas que enmarcan y orientan el pensamiento o la acción en la toma de decisiones para conseguir un objetivo. Son las condiciones que la empresa impone para la planeación, organización, ejecución y control del mantenimiento en sus equipos y maquinaria; incluye la operación y explotación de su flota, para lo cual se definen las responsabilidades de todos los que están relacionados con esto. Estas condiciones y responsabilidades están escritas (algunas veces no) y son de carácter obligatorio para toda la empresa y se le dan a conocer al personal desde su ingreso como las normas, políticas y procedimientos que forman parte de la cultura de la organización.

#### **2.2.1.8. Plan de Mantenimiento Preventivo**

Este describe las tareas u operaciones que deben ejecutarse en las diversas acciones de Mantenimiento Preventivo. Se conforma por un conjunto de rutinas y se establecen según el tipo, marca y modelo de la maquinaria con una periodicidad según la categoría a la que correspondan.

#### **2.2.1.9. Categoría de Mantenimiento para Flotas**

Marulanda J. y Ortiz A. (2012) indican que determinar los intervalos correctos de mantenimiento para un vehículo, primero debe identificarse el tipo de servicio o las condiciones en las cuales opera, por lo que las Categorías de Mantenimiento para Flotas se clasifican en función al tipo de trabajo y recorridos realizados según.

- a) Categoría de servicio I (severo):** Corresponde a vehículos que funcionan en condiciones extremas, que recorren menos de 10 000 kilómetros.

**b) Categoría de servicio II (rutas de corta distancia):** Corresponde a vehículos que recorren anualmente menos de 100 000 kilómetros y funcionan en condiciones normales.

**c) Categoría de servicio III (rutas de larga distancia):** Es para vehículos que anualmente recorren más de 100 000 kilómetros, con un mínimo de operación en ciudad o de parada y arranque. (p. 67)

Algunos ejemplos de uso correspondientes a la Categoría de Servicio I incluyen: operación en caminos en muy mal estado o donde hay gran acumulación de polvo, exposición constante al calor o al frío extremos, al aire con alto contenido de sal o a otras condiciones climáticas extremas; recorridos cortos frecuentes, operación en zonas de construcción; operación en ciudad.

#### **2.2.1.10. Niveles de Mantenimiento para Flotas**

Apolo, C. y Matovelle C. (2012) mencionan que se cuenta con tres niveles de mantenimiento para las flotas, a saber:

**“Nivel I:** El mantenimiento realizado por el propio conductor profesional.

**Nivel II:** El mantenimiento realizado por mecánicos en el taller de la empresa.

**Nivel III:** El mantenimiento realizado por talleres especializados” (p. 8)

#### **2.2.1.11. Falla**

Se define como la incapacidad de una maquinaria o equipo para desarrollar un trabajo en forma adecuada o simplemente no desarrollarlo.

Una maquinaria puede estar “fallando” pero no estar malograda, puesto que sigue realizando sus tareas productivas, pero no las realiza con la misma “performance” que una maquinaria en óptimas condiciones. En cambio, una maquinaria malograda o averiada no podrá desarrollar faenas bajo ninguna circunstancia.

##### **2.2.1.11.1. Efecto**

Síntoma generado por la ocurrencia de una falla potencial o funcional (ruido, vibración, goteo o fuga, elevación o disminución de una temperatura, etc.). La diferencia con consecuencia es que efecto es lo que sucede en el momento mismo de la falla y consecuencia es el evento último que desencadena el efecto primero de la falla.

#### **2.2.1.11.2. Falla Funcional**

Tipo de desperfecto o avería que reduce a cero la capacidad de cualquier elemento físico de satisfacer un criterio de funcionamiento deseado.

Dicho de otra manera, es el tipo de falla por la cual un equipo deja de funcionar totalmente.

#### **2.2.1.11.3. Falla Parcial (Potencial)**

Tipo de desperfecto o avería, o condiciones físicas identificables que indican que va a ocurrir una falla funcional. Estas fallas están por encima o por debajo de los parámetros identificados para cada función.

Por ejemplo, el elemento no cumple un estándar o parámetro establecido de su servicio.

#### **2.2.1.11.4. Frecuencia**

Es la probabilidad de ocurrencia de la falla. Idealmente debiera extraerse a partir de estadísticas de falla, en caso contrario debe conocerse con muy buena aproximación el patrón de falla del equipo/proceso y la fase por la cual está pasando actualmente.

#### **2.2.1.11.5. Gravedad o Severidad de La Falla**

Indica como la falla afecta al usuario o cliente (desde el punto de vista de la producción, de los daños al equipo y daños colaterales, daños al medio ambiente y seguridad industrial).

#### **2.2.1.12. Curva de Falla**

Indica la probabilidad de las ocurrencias de fallas y averías para determinadas etapas de operación de la planta en función del factor tiempo. Ver Figura 6.

La Figura 6 se puede explicar de la siguiente manera:

- Riesgo elevado en la etapa de implementación de la planta y puesta en marcha de la maquinaria.
- Riesgo bajo en la etapa de operación de la planta (siempre que la maquinaria reciba los cuidados y reparaciones adecuadas).

- Riesgo elevado en la etapa de operación de la planta luego que ha cumplido el ciclo de vida de la maquinaria (los cuales si reciben un óptimo mantenimiento podrían operar sin la presencia de fallas).

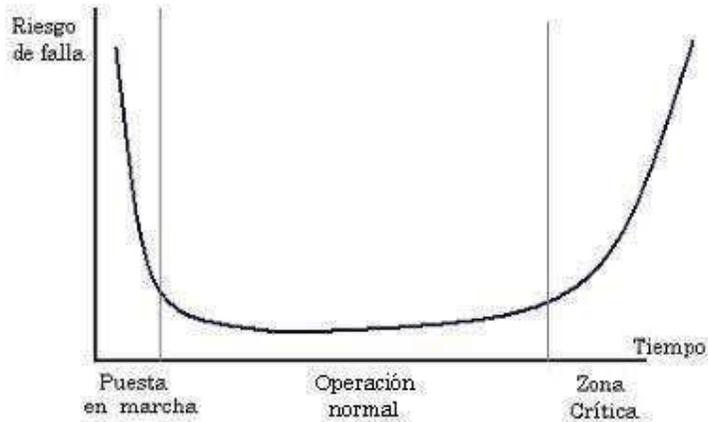


Figura 6: Curva de Falla Probable en MP. Mendiburu Díaz, Henry –PUCP (2002).

### 2.2.1.13. Curva P-F

Se la denomina curva P-F porque muestra cómo una falla comienza y prosigue el deterioro hasta un punto en el cual puede ser detectado (el punto de falla potencial “P”). A partir de allí, si no se detecta y no se toman las acciones adecuadas, continúa el deterioro -a veces a un ritmo acelerado - hasta alcanzar el punto “F” de falla funcional. La cantidad de tiempo (o el número de ciclos de esfuerzo) que transcurren entre el punto en que aparece una falla potencial y el punto en el cual se transforma en un fallo funcional, se conoce como intervalo P-F, mostrado en la Figura 7. El intervalo P-F rige la frecuencia con que debe ser realizada la tarea predictiva. El intervalo de chequeo, debe ser sensiblemente menor que el intervalo P-F si deseamos detectar el fallo potencial antes de que se convierta en un fallo funcional.

El intervalo P-F puede ser medido en cualquier unidad asociada con la exposición al uso (tiempo de uso, unidades producidas, número de paradas y arranques, etc.). La medición más frecuente es por tiempo transcurrido. Para diferentes modos de fallo, el intervalo P-F puede variar desde fracciones de segundos a varias décadas.

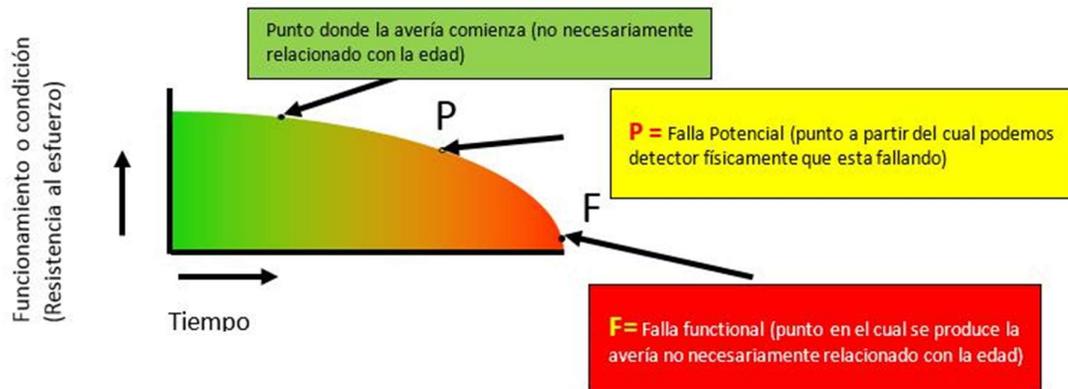


Figura 7: Curva P-F. Fuente: <https://lanotaenergetica.files.wordpress.com/2015/07/img-2-confi-4.jpg>

El área P-F es la porción que por lo general recibe la mayor parte de la atención. Dado que el defecto o falla del equipo ya ha comenzado, esta área trata de detectar y predecir los modos de falla del equipo, de manera que las reparaciones se puedan realizar de manera planificada.

Básicamente, se está gestionando las posibles fallas (P) a medida que pasan a ser fallas funcionales (F). Ninguna de sus actividades más allá de las posibles fallas (P) evitarán que ocurran las fallas. Aunque se puede intervenir para prolongar una condición, la falla es inevitable.

Desde luego, hay mucho valor en las actividades en el área P-F. La única manera de prevenir la falla del equipo es hacer algo antes de las posibles fallas (P). Las actividades en el área P-F incluyen esfuerzos de gestión de la condición de activos, tales como análisis de vibraciones, análisis de fluidos (es decir, análisis de partículas de desgaste y contaminación), termografía infrarroja, prueba de ultrasonido, rondas de cuidado básico del operador y algunos otros elementos de confiabilidad. En general, la tecnología y la ejecución de estas actividades son entendidas y realizadas con éxito por personal capacitado.

El área I-P es el intervalo de tiempo desde el momento en que el equipo fue instalado hasta el punto en el que comienza la falla. Puede que en muchas culturas de confiabilidad en desarrollo se invierta más tiempo en el área P-F que en el área I-P. Pero a medida que las organizaciones maduran, el área I-P adquiere mayor importancia.

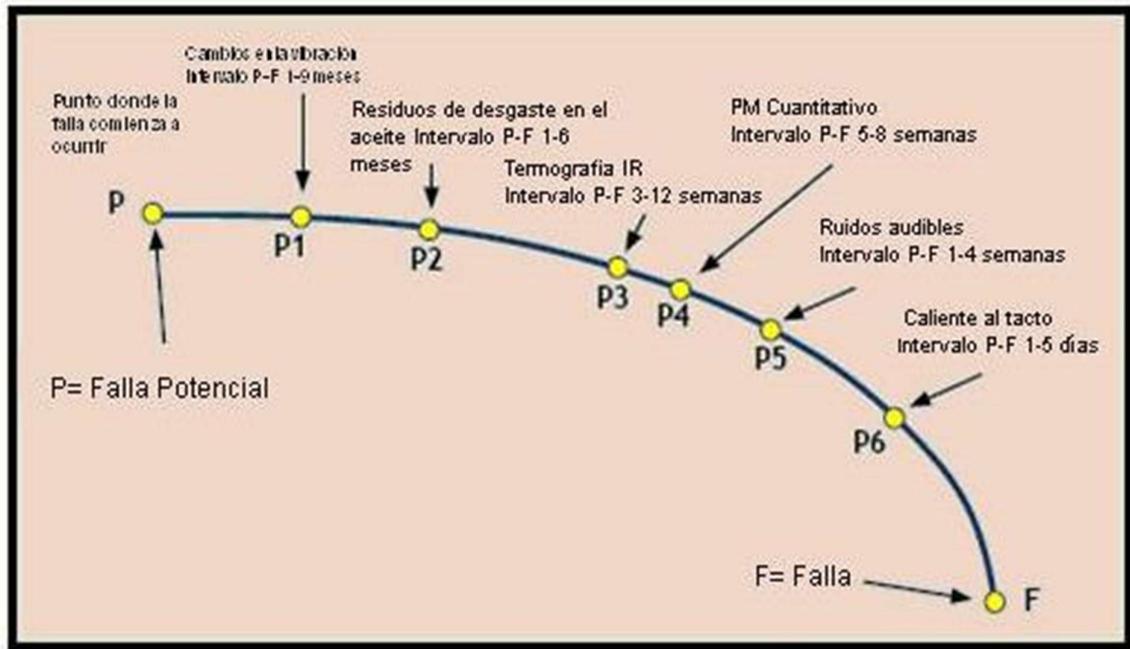


Figura 8: Intervalo P-F. Fuente: <https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/extendiendo-el-espacio-entre-el-aplicar-las-estrategias-correctas-de-manten>

El área I-P es la única parte de la curva de confiabilidad en la que las fallas pueden prevenirse. Si alguna instalación descubre la planta oculta y mejora la confiabilidad de los activos, entonces se debe emplear una cantidad significativa de recursos en el área I-P. El rendimiento financiero a corto plazo está ejecutando estrategias en el área P-F, sin embargo, el área de mayor retorno está funcionando en el área I-P. El costo de la confiabilidad aumenta cuanto más baja esté la curva P-F en que se pone en marcha. Los esfuerzos en el área I-P para evitar fallas son relativamente baratos en comparación con aquellos en el área P-F para predecir o gestionar fallas.

#### 2.2.1.14. Categorías de Fallas

Al respecto White T. (2019) afirma que:

Las fallas pueden ser agrupadas en las siguientes tres categorías. La comprensión de estas categorías es crítica al asignar las tareas de mantenimiento.

1. Inducido
2. Intermitente
3. Desgaste

Las fallas inducidas son un resultado de una fuerza del exterior que causa el modo de falla. Por ejemplo, una planta puede correr el proceso de producción de tal manera que los activos son forzados prematuramente en una situación potencial de falla, o en una condición de pie suave en un tren del equipo que causa el desalineamiento de los coples que lleva finalmente a una falla interior del cojinete. Mientras que el monitoreo del Proceso y de PdM pueden ayudar a descubrir estas fallas potenciales (con lo cual elimina una parada imprevista), es importante entender que la falla inducida debe ser reconocida y realizar el análisis para determinar la causa raíz. Sólo entonces actuaremos proactivamente y haremos la transición a una organización de mantenimiento basado en confiabilidad.

Las fallas intermitentes pueden suceder en cualquier momento. Algunos pueden utilizar realmente el término "aleatorio". Sin embargo, la implicación es que el Tiempo Malo Entre Fallas (MTBF por sus siglas en inglés) no puede ser determinado. Estos difieren de la falla inducida porque suceden típicamente con la suficiente distancia hacia arriba en la curva P-F que la reparación puede ser planeada efectivamente y puede ser programada. Una planta puede detectar mejor estos modos de falla por el monitoreo de Proceso y de PdM cuando es posible.

Las fallas por desgaste tienen un MTBF conocido y ocurren cuando la vida útil de un componente es gastada. Estos tipos de modos de falla son a menudo perceptibles por el monitoreo de Proceso y de PdM. Sin embargo, la restauración basada en tiempo resulta generalmente la estrategia de mantenimiento más efectiva. (p. 3)

## 2.2.2. Generaciones del Mantenimiento

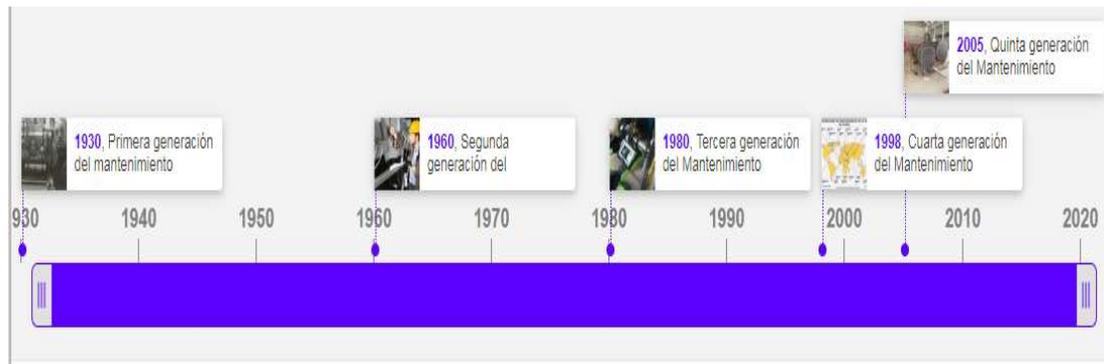


Figura 9: Generaciones del Mantenimiento. Fuente: <https://www.timetoast.com/timelines/linea-de-tiempo-del-mantenimiento>

Respecto a las generaciones por las que viene atravesando el mantenimiento Corrales J. (2019) afirma lo siguiente:

### 2.2.2.1 Primera Generación del Mantenimiento - 1930

El mantenimiento en esta etapa se limitaba a reparar lo que se averiaba. El operario de la máquina era el que se hacía cargo de su reparación. Este tipo de mantenimiento, es fundamentalmente correctivo. Se sitúa entre 1930 y 1950 en donde se empleaban máquinas robustas, lentas y sencillas. El perfeccionamiento de las máquinas hizo necesario separar la operación de las fábricas del mantenimiento, creándose talleres de mantenimiento con personal exclusivamente dedicado a este fin.

### 2.2.2.2 Segunda Generación del Mantenimiento - 1960

Segunda Guerra Mundial. Esta evolución surge por la exigencia de una mayor continuidad en la producción y por una mayor complejidad en máquinas y equipos. Aparece entonces el concepto de mantenimiento preventivo sistemático. costes más bajos posibles. Esta segunda generación también contiene las reparaciones, tanto instantáneas como programadas. Se implantan sistemas de planificación de actividades y control de los trabajos realizados, uso de herramientas informáticas para este fin.

### **2.2.2.3 Tercera Generación del Mantenimiento - 1980**

A partir de los 80, Sus objetivos se centran en ocho aspectos: disponibilidad de los equipos y sistemas, fiabilidad de los mismos, optimización de los costes, aumento de seguridad, incremento de calidad (ISO 9001 e ISO 9002), preservar ambiente (ISO 14001), duración de los equipos y control. mantenimiento preventivo no rutinario, se tiene en cuenta su rentabilidad. Aparecen los mantenimientos según condición, los predictivos, RCM y el TPM. Mantenimiento de externalización.

### **2.2.2.4 Cuarta Generación del Mantenimiento - 1998**

Integrados todos los conceptos anteriores, la gestión del mantenimiento se orienta hacia la satisfacción del cliente. Se extiende la externalización del servicio de mantenimiento y se fijan ratios medibles para poder calificar el servicio de mantenimiento, con bonificaciones y penalizaciones. Los responsables de mantenimiento deben tener un conocimiento exhaustivo de las normativas para no incurrir en errores legales.

### **2.2.2.5 Quinta Generación del Mantenimiento - 2005**

Finales del siglo XX y principios del XXI, la importancia de los recursos energéticos hace que la eficiencia energética tenga un papel capital en el mantenimiento y explotación de las instalaciones, en donde encargan de comprar la energía primaria y vender la energía útil transformada garantizando unas ratios establecidos en contrato. De este modo la propiedad puede dedicarse exclusivamente a su actividad principal mientras la empresa mantenedora se dedica a la explotación técnica del edificio. (p. 1-4)

### **2.2.3. Planeación del Mantenimiento**

La planeación del mantenimiento es una actividad importante que permite a los supervisores del área de proceso o personal de mantenimiento realizar las actividades planeadas en tiempo y forma a los activos.

Soto R, (2017) indica que se requiere de realizar algunas actividades como las siguientes:

- Permitir, al personal encargado de realizar la intervención de mantenimiento, identificar el activo.
- Especificar el tipo de activo que recibirá la intervención (Maquinaria, equipo, edificio, etc.)
- Indicar las tareas o actividades que se realizarán al activo.
- Especificar los materiales que se requerirán para cada tarea planeada.
- Dar a conocer los tiempos que se emplearán en cada tarea planeada, así como el tiempo total requerido para la intervención.
- Especificar el número de personas que se requerirán de acuerdo a la especialidad de cada tarea.
- Especificar el tiempo requerido para la intervención.

Tabla 7

*Generaciones del Mantenimiento.*

|                           |  |
|---------------------------|--|
| <b>Primera Generación</b> | Corrección momentánea o definitiva (Mantenimiento correctivo)  |
| <b>Segunda Generación</b> | Planificado<br>Mantenimiento Preventivo (MP) Mantenimiento Predictivo (MPV)<br>Mantenimiento Modificativo (MM)   |
| <b>Tercera Generación</b> | Integración producción<br>Mantenimiento Productivo total (TPM)<br>Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM)<br>Mantenimiento combinado (TPRCM) Mantenimiento Reactivo (ROM)   |
| <b>Cuarta Generación</b>  | Relaciona a mantenimiento con el mundo exterior a la empresa.<br>Mantenimiento Centrado en las Habilidades y Competencias (CCM)<br>Mantenimiento Centrado en el Cliente Demandante y el Servicio (DSM)<br>Word Class - Mantenimiento Proactivo (WCM) (PaM) |
| <b>Quinta Generación</b>  | Mantenimiento en todas sus fases de et Integral logístico<br>Mantenimiento Terotecnológico - Tecnología - Integral Logístico   |

Nota: Tomado de <https://www.scribd.com/doc/2187657/Generaciones-de-Mantenimiento>

### **2.2.3.1. Filosofía de Trabajo de Mantenimiento**

La filosofía de mantenimiento de una empresa básicamente es el modo de pensar sobre las actividades que deben realizarse en mantenimiento, generalmente incluye tener un mínimo de personal de mantenimiento que sea consistente con la producción de la empresa y la disponibilidad de los equipos sin comprometer la seguridad del personal.

Clemenza B. (2019) afirma que el Construir la Filosofía de trabajo de mantenimiento permitirá establecer:

- Hasta dónde quiere llegar con Mantenimiento,
- Qué es lo que realmente le interesa y qué quiere alcanzar.
- Tiene que ver con la Planificación Estratégica: dónde estamos hoy, dónde queremos estar en el futuro y el medio para hacerlo. (p. 2)

Si una empresa, planta, complejo industrial o flota de equipos no construye su propia filosofía de trabajo de mantenimiento, ninguna estrategia de mantenimiento que se implante servirá o simplemente no se le sacará su máximo provecho.

La optimización del mantenimiento a través de la construcción de una filosofía de trabajo permitirá mejorar los procesos, alargar la vida útil de activos, minimizar las fallas, disminuir los tiempos de reparación, aumentar la seguridad y operación, minimizar desperdicios y, sobre todo, una reducción significativa de los costos de producción y mantenimiento que es la misión primordial de una gerencia moderna y de calidad.

Para lograr esta filosofía, según Duffuaa, Rouf y Dixon. (2000), las siguientes estrategias pueden desempeñar un papel eficaz si se aplican en la combinación y forma correctas:

1. Mantenimiento correctivo o reactivo.
2. Mantenimiento preventivo con base:
  - a) En el tiempo o en el uso.
  - b) En las condiciones, también llamado mantenimiento predictivo.
3. Mantenimiento de oportunidad.

4. Detección de fallas.
5. Modificación del diseño.
6. Reparación general del equipo o uno de sus componentes.
7. Reemplazo del equipo.
8. Tercerización de trabajos.
9. Otras Estrategias de Mantenimiento:
  - a) Mantenimiento Productivo Total -TPM-:
  - b) Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad -RCM-

**2.2.3.1.1. Mantenimiento correctivo.** Este tipo de mantenimiento solo se realiza cuando ocurre una falla y el equipo es incapaz de seguir operando. No hay elemento de planeación para este tipo de mantenimiento. Este es el caso que se presenta cuando el costo adicional de otros tipos de mantenimiento no puede justificarse. Este tipo de estrategias a veces se conoce como estrategia de operación hasta que falle. Se aplica principalmente en los componentes electrónicos.

**2.2.3.1.2. Mantenimiento preventivo con base en el tiempo o en el uso.** El mantenimiento preventivo es cualquier mantenimiento planeado que se lleva a cabo para hacer frente a las fallas potenciales. Puede usarse con base en el uso o las condiciones del equipo; consiste en inspecciones periódicas basadas en el tiempo de trabajo, tipo y ambiente de trabajo o según recomendaciones del fabricante. Requiere un alto nivel de planeación. Las rutinas específicas que se realizan son conocidas, así como sus frecuencias. En la determinación de la frecuencia generalmente se necesitan conocimientos acerca de la distribución de las fallas o la confiabilidad del equipo.

**2.2.3.1.3. Mantenimiento preventivo con base en las condiciones o mantenimiento predictivo.** Este mantenimiento preventivo se lleva a cabo en base en las condiciones conocidas del equipo. La condición del equipo se determina vigilando los parámetros claves del equipo cuyos valores se ven afectados por la condición de este. A esta estrategia también se le conoce como mantenimiento predictivo.

**2.2.3.1.4. Mantenimiento de oportunidad.** Este tipo de mantenimiento, como su nombre lo indica, se lleva a cabo cuando surge la oportunidad, consiste en aprovechar las horas ociosas o paradas programadas de producción. Tales oportunidades pueden presentarse durante los periodos de paro generales programados de un sistema en particular, y puede utilizarse para efectuar tareas conocidas de mantenimiento.

**2.2.3.1.5. Detección de fallas.** La detección de fallas en base a una inspección técnica, es un acto o inspección que se lleva a cabo para evaluar el nivel de presencia inicial de fallas. Un ejemplo de detección de fallas es el de la verificación de la llanta de refacción de un automóvil antes de emprender un viaje largo.

**2.2.3.1.6. Modificación del diseño.** La modificación del diseño de un equipo o alguno de sus componentes se lleva a cabo para hacer que un equipo alcance una condición de funcionamiento que sea aceptable en ese momento. Esta estrategia implica mejoras y, ocasionalmente, expansión de fabricación y capacidad. La modificación del diseño por lo general requiere una coordinación con la función de ingeniería y otros departamentos dentro de la organización.

**2.2.3.1.7. Reparación general.** La reparación general es un examen completo y el restablecimiento de un equipo o sus componentes principales a una condición aceptable. Esta es generalmente una tarea de gran envergadura.

**2.2.3.1.8. Reemplazo.** Esta estrategia implica reemplazar el equipo en lugar de darle mantenimiento. Puede ser un reemplazo planeado o un reemplazo ante una falla. (p. 32 - 34)

**2.2.3.1.9. Tercerización de trabajos.** Consiste en contratar mano de obra externa para trabajos específicos o subcontratar trabajos de mantenimiento específicos.

**2.2.3.1.10. Otras estrategias de mantenimiento**

**a) Mantenimiento proactivo.** Copiman (2019) afirma que:

En este tipo de mantenimiento se conjugan el mantenimiento correctivo, el preventivo con base en el tiempo o en el uso y el mantenimiento preventivo

con base en la condición o mantenimiento predictivo, pero el distingo es que cuando se hace el correctivo, se busca el porqué de la falla y las acciones que se deben tomar para evitar incurrir en la misma falla. Al aplicar este tipo de mantenimiento, el preventivo ya no depende de la calendarización exclusivamente; si no de las actuaciones varias para conseguir su optimización de tal forma que se obtengan beneficios para la mejor funcionalidad del activo. (p. 2)

**b) *Mantenimiento productivo total -TPM-*** Según lo afirma

Ingenieriaindustrialonline.Com (2019) el Mantenimiento Productivo Total (TPM) es:

Una metodología de mejora que permite asegurar la disponibilidad y confiabilidad prevista de las operaciones, de los equipos, y del sistema, mediante la aplicación de los conceptos de: prevención, cero defectos, cero accidentes, y participación total de las personas. Al implementar el TPM se logra que la operación del equipo sea de una manera más segura y confiable, detectando a tiempo fallas incipientes o fallas ocultas, lo que da como resultado la operación del equipo a menores costos y con menores perdidas de horas.

Cuando se hace referencia a la participación total, esto quiere decir que las actividades de mantenimiento preventivo tradicional, pueden efectuarse no solo por parte del personal de mantenimiento, sino también por el personal de producción, un personal capacitado y polivalente.

Uno de sus pilares consiste en entrenar y dar responsabilidad de ciertas acciones de mantenimiento a los operadores del equipo. Estas acciones pueden ser: inspección diaria, lubricación, engrase, ajuste etc. Este tipo de mantenimiento obliga al operador a estar permanentemente entrenado y conocer perfectamente el funcionamiento del equipo.

**b.1) *Ventajas de implementar el TPM.*** Se ha dicho que el Mantenimiento Productivo Total (TPM) es una metodología de mejora que permite asegurar la disponibilidad y confiabilidad prevista de las operaciones, de los equipos, y del sistema, mediante la aplicación de los conceptos de: prevención, cero defectos, cero accidentes, y participación total de las

personas.

El TPM enfoca sus objetivos hacia la mejora de la eficiencia de los equipos y las operaciones mediante la reducción de fallas, no conformidades, tiempos de cambio, y se relaciona, de igual forma, con actividades de orden y limpieza. Actividades en las que se involucra al personal de producción, con el propósito de aumentar las probabilidades de mantenimiento del entorno limpio y ordenado, como requisitos previos de la eficiencia del sistema. Además, el TPM presenta las siguientes ventajas:

- Mejoramiento de la calidad: Los equipos en buen estado producen menos unidades no conformes.
- Mejoramiento de la productividad: Mediante el aumento del tiempo disponible.
- Flujos de producción continuos: El balance y la continuidad del sistema no solo benefician a la organización en función a la disponibilidad del tiempo, sino también reduce la incertidumbre de la planeación.
- Aprovechamiento del capital humano.
- Reducción de gastos de mantenimiento correctivo: Las averías son menores, así mismo se reduce el rubro de compras urgentes.
- Reducción de costos operativos.

**b.2) Pilares del TPM.** El Mantenimiento Productivo Total (TPM) se fundamenta sobre seis pilares:

1. Mejoras enfocadas.
2. Mantenimiento autónomo.
3. Mantenimiento planificado.
4. Mantenimiento de calidad.
5. Educación y entrenamiento.
6. Seguridad y medio ambiente.

Hoy en día suele considerarse la Excelencia Administrativa y la Gestión Temprana como pilares TPM (p. 1 -2)

**c) Mantenimiento centrado en la confiabilidad -RCM-.** Moubray J. (2004) indica que “Mantenimiento Centrado en Confiabilidad es un proceso utilizado

para determinar qué se debe hacer para asegurar que cualquier activo físico continúe haciendo lo que sus usuarios quieren que haga en su contexto operacional actual” (p. 7)

**c.1) Preguntas básicas del RCM.** El RCM asegura que los activos físicos continúen haciendo lo que sus usuarios quieren que hagan; ello se logra, según Moubray J. (2004), contestando estas siete preguntas básicas:

1. ¿Cuáles son las funciones y los parámetros de funcionamiento asociados al activo en su actual contexto operacional? *Lo que el usuario desea que la máquina haga.*
  2. ¿De qué manera falla en satisfacer dichas funciones? *Razones por las que deja de hacer lo que el usuario desea que haga*
  3. ¿Cuál es la causa de cada falla funcional? *Que pudo causar la falla funcional*
  4. ¿Qué sucede cuando ocurre cada falla? *Que ocurre cuando la falla se produce*
  5. ¿En qué sentido es importante cada falla? *Razones por las que importa que falle*
  6. ¿Qué puede hacerse para prevenir o predecir cada falla?
  7. ¿Qué debe hacerse si no se encuentra una tarea proactiva adecuada?
- (p. 7)

**c.2) Contexto operacional del MCC.**

El Contexto Operacional se define como todas aquellas circunstancias o condiciones (Proceso Operativo, condiciones ambientales, requerimientos operacionales, políticas de operación, mantenimiento, de repuestos y así como también regulaciones ambientales, etc.) bajo las cuales se espere que operen los activos.

Campos J. (2017) sostiene que:

Se debe tomar en cuenta los factores del contexto operacional que influyen sobre el mantenimiento de ello, tales como:

- 1.- Factores climáticos (cambios excesivos o constantes)
- 2.- Normas y Reglamentaciones especiales (específicas y legales)
- 3.- Tipo de proceso (continuo 24hs / por lotes, etc.)

- 4.- Redundancia (o formas alternativas de producción)
- 5.- Estándares de Calidad. - (dan específicas condiciones a la operación.)
- 6.- Estándares Medio Ambientales (impacto en el medio ambiente)
- 7.- Riesgos a la Seguridad (razones de cuidados)
- 8.- Límites de uso (elementos mecánicos, eléctricos, hidráulicos, neumáticos, electrónicos, etc.) (p. 10)

**c.3) Utilidad y beneficio del RCM.** Según Medina J. (2015) La Confiabilidad operativa tiene como propósito fundamental buscar el origen de los fallos de los equipos, trabajando sobre las causas y no sobre los efectos (síntomas). Tiene la particularidad de ser una metodología proactiva, es decir que se adelanta a los fallos, sin embargo, es también totalmente aplicable a situaciones reactivas o cuando la falla ya ocurrió.

Existen beneficios importantes que se obtienen con la Confiabilidad Operativa, entre los que destacan además de aumentar la disponibilidad de los activos de forma sustancial, la posibilidad de bajar los costos financieros de la empresa de forma significativa, y esta es una de las mejores alternativas que poseen las organizaciones para aumentar su competitividad y uno de los requisitos del Mantenimiento de Clase Mundial.

El personal que trabaja con esta Metodología se vuelve experto en el funcionamiento de los equipos analizados, además de profesionalizar al departamento de mantenimiento, al proponer nuevas soluciones para evitar los fallos, al ser el RCM un proceso de mejora continua basado en hechos y evaluando riesgos proporciona una política de mantenimiento sólida, ayudando a limpiar así, la imagen de “mal necesario” que tradicionalmente se le da a esta área. (p. 1)

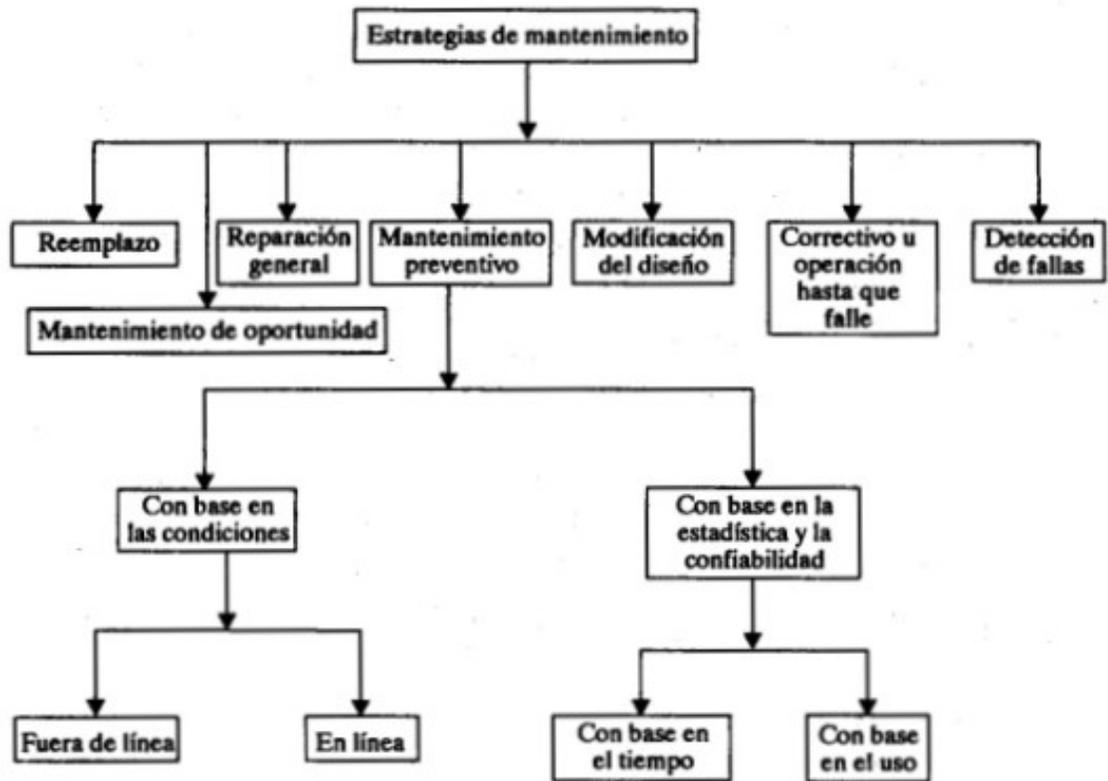


Figura 10: Estrategias de mantenimiento. Fuente: Duffuaa S., Rouf A. y Dixon J. (2000)

**2.2.3.2. Pronóstico de la carga de mantenimiento.** Según Duffuaa et al. (2000) el pronóstico de la carga de mantenimiento es el proceso mediante el cual se predice la cantidad de trabajo que se debe o puede realizarse en un determinado tiempo, también se la conoce como demanda futura de trabajo, esta carga a pesar de ser programable es aleatoria debido a varios factores externos que influyen directa o indirectamente en una Gestión de Mantenimiento, los cuales pueden ser la edad del equipo, capacidad del personal de mantenimiento, factores climáticos, factores económicos, la calidad del trabajo de mantenimiento, etc.

El pronóstico de la carga de mantenimiento es esencial para alcanzar un nivel deseado de eficacia y utilización de los recursos, y sin este, muchas de las funciones de mantenimiento no pueden realizarse bien. (p. 34 – 35)

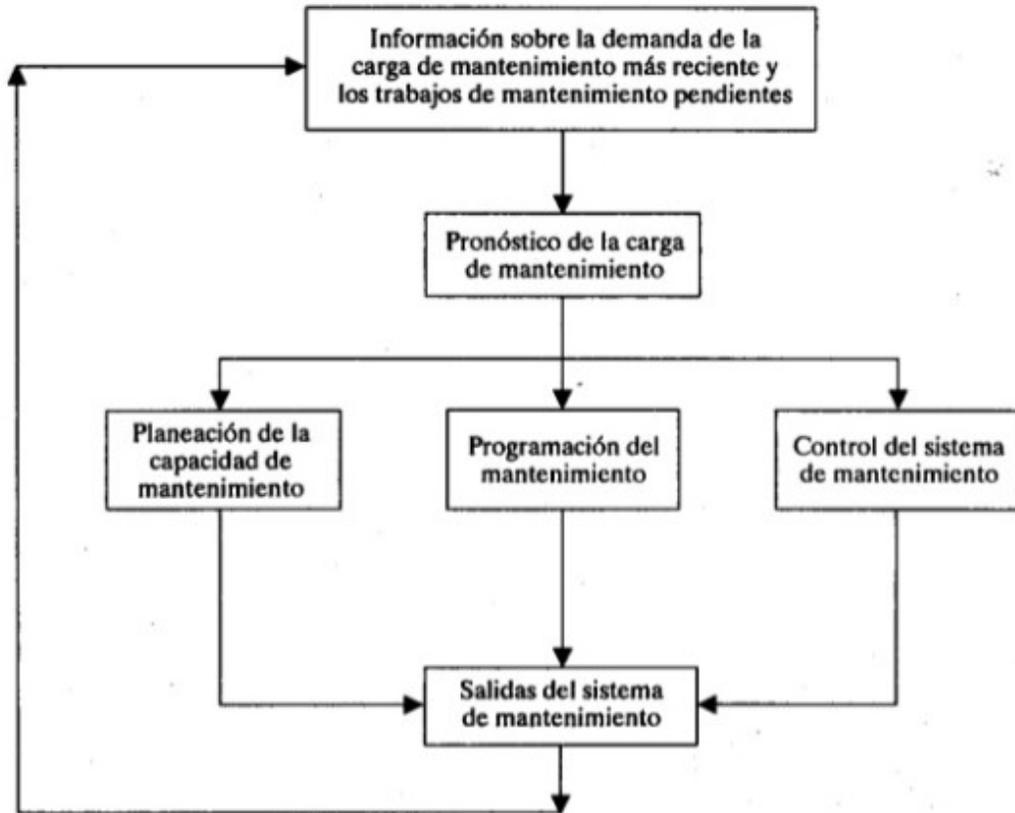


Figura 11: Función del pronóstico de la Carga de Mantenimiento. Fuente: Duffuaa S., Rouf A. y Dixon J. (2000)

### 2.2.3.2.1. Planeación de la capacidad de mantenimiento. Según Duffuaa et al. (2000):

La planeación de la capacidad de mantenimiento determina los recursos necesarios para satisfacer las demandas de trabajo de mantenimiento. Estos recursos incluyen: la mano de obra, materiales, refacciones, equipos y herramientas. Entre los aspectos fundamentales de la capacidad de mantenimiento se incluye la cantidad de trabajadores de mantenimiento y sus habilidades, las herramientas requeridas para el mantenimiento, etc. Debido a que la carga de mantenimiento es aleatoria no se puede determinar con exactitud los diversos recursos necesarios para la realización del trabajo. Por lo tanto, sin pronósticos razonablemente exactos de la demanda futura de trabajo no es posible una planeación adecuada de la capacidad de mantenimiento a largo plazo. (p. 35)

**a) Plan de mantenimiento.** Según ReliabilityWeb (2019):

El plan de mantenimiento es el elemento en un modelo de gestión de activos que define los programas de mantenimiento a los activos (actividades periódicas preventivas, predictivas y detectivas), con los objetivos de mejorar la efectividad de estos, con tareas necesarias y oportunas, y de definir las frecuencias, las variables de control, el presupuesto de recursos y los procedimientos para cada actividad.

El Plan de mantenimiento no es más que una serie de tareas que de manera planeada y programada se deben realizar a un equipo o sistema productivo con una frecuencia determinada. (p. 2)

**b) Organización del mantenimiento.** Según Duffuaa et al. (2000):

Dependiendo de la carga de mantenimiento, el tamaño de la planta, la destreza de los trabajadores, etc., el mantenimiento se puede organizar por departamentos, por áreas o en forma centralizada.

Cada tipo de organización tiene sus pros y sus contras. En las organizaciones grandes, la descentralización de la función de mantenimiento puede producir un tiempo de respuesta más rápido y lograr que los trabajadores se familiaricen más con los problemas de una sección particular de la planta. Sin embargo, la creación de un número de pequeñas unidades tiende a reducir la flexibilidad del sistema de mantenimiento como un todo. La gama de habilidades disponibles se reduce y la utilización de la mano de obra es generalmente menor que una unidad de mantenimiento centralizada. Un método alternativo es la implementación de un sistema en cascada que permite el enlace de la sección de mantenimiento y la unidad de mantenimiento centralizada. (p. 36)

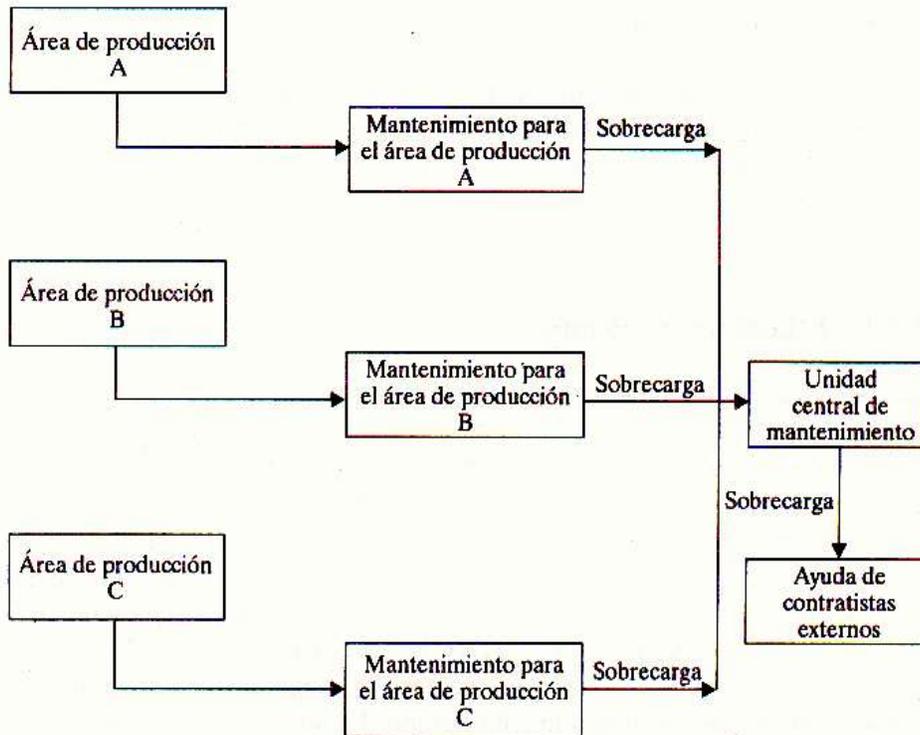


Figura 12: Sistema en cascada de mantenimiento descentralizado. Fuente: Duffuaa S., Rouf A. y Dixon J. (2000)

**2.2.3.2.2. Programación del mantenimiento.** Duffuaa et al. (2000) sostiene que “la programación del mantenimiento es el proceso de asignación de recursos y personal para los trabajos que tiene que realizarse en ciertos momentos” (p. 36). “La programación tiene que ver con la hora o el momento específico y el establecimiento de fases o etapas de los trabajos planeados junto con las órdenes para efectuar el trabajo, su movimiento, control y reporte de su avance” (p. 191).

Es necesario asegurar que los trabajadores, las piezas y los materiales requeridos estén disponibles antes de poder programar una tarea de mantenimiento.

#### 2.2.4. Funciones de Mantenimiento

Márquez M. (2010) indica que las funciones básicas de mantenimiento son cinco, a saber:

**2.2.4.1. Función de planificación.** Son las actividades que se realizan en un contexto sistémico para:

- Analizar planes estratégicos de la organización
- Definir necesidades, objetivos y metas
- Planificar y programar las actividades de mantenimiento
- Definir recursos: personal, materiales, espacio y tiempo.

**2.2.4.2. Función técnica.** Es la que se encarga de realizar los trabajos de naturaleza técnica como son:

- Definir problemas y encontrar soluciones técnicas
- Definir los métodos de trabajo
- Análisis de contratos, costos y medios para realizar el mantenimiento.

**2.2.4.3. Función de ejecución.** La que se encarga de realizar los trabajos de mantenimiento tanto programados como de emergencia y consiste en:

- Programación del trabajo diario
- Suministro de materiales y equipos
- Seguridad del trabajo diario
- Medición y registro de datos
- Supervisión y seguimiento del trabajo diario.

**2.2.4.4. Función de control.** Es el trabajo realizado sobre los resultados de ejecución y consiste en:

- Procesar los datos resultantes de la ejecución a través de técnicas estadísticas
- Analizar los resultados de la ejecución
- Definir brechas entre metas planificadas y resultados
- Definir problemas en el marco del SP.

**2.2.4.5. Función de mejora.** Es el trabajo realizado sobre los resultados de ejecución y consiste en:

- Procesar los datos resultantes para detectar posibles mejoras
- Analizar los resultados de la ejecución y formular nuevas alternativas

- Planificar y programar la realización de nuevas mejoras en el marco del SP
- Ejecutar y evaluar en el marco del SP. (p. 5-6)

### **2.2.5. Actividades de Organización**

Duffuaa et al. (2000) sostiene que:

La organización de un sistema de mantenimiento incluye lo siguiente:

- Diseño del trabajo
- Estándares de tiempo
- Administración de proyectos.

En una organización bien establecida el sistema de mantenimiento se pone en movimiento mediante las Órdenes de Trabajo (OT) que generalmente son iniciadas por los departamentos de producción. En una OT se describen el trabajo que debe realizarse, la ubicación del equipo, las habilidades requeridas y la prioridad del trabajo.

**2.2.5.1. Diseño del trabajo.** El diseño del trabajo de mantenimiento prácticamente consiste en diseñar todo el contenido de cada tarea y el procedimiento más adecuado que se puede realizar, las herramientas necesarias y las habilidades requeridas del personal.

**2.2.5.2. Estándares de tiempo.** Después que la tarea de mantenimiento ha sido diseñada es necesario estimar el tiempo requerido para completar el trabajo, los estándares de tiempos reales son un elemento muy valioso para vigilar e incrementar la eficacia del personal de mantenimiento y así poder reducir el tiempo muerto del proceso productivo. No es necesario tener estándares de tiempo para todos los trabajos de mantenimiento, solo para los trabajos que consumen mucho tiempo y en equipos fundamentales.

También es necesario tener tiempos estándares o estimaciones de tiempo de los trabajos de mantenimiento para poder pronosticar y desarrollar un programa de mantenimiento. Algunas técnicas recomendadas para estimar

el tiempo de trabajo son la medición de trabajo, muestreo del trabajo y la estimación comparativa.

**2.2.5.3. Administración de proyectos.** En mantenimiento puede considerarse como proyecto trabajos de gran envergadura, o el mantenimiento preventivo programado de la totalidad o parte del equipo productivo mediante paradas periódicas programadas. Para estos tipos de proyectos es conveniente planificar y graficar el proceso para el mejor uso de recursos. Para la administración de estos proyectos es conveniente el desarrollo de redes de actividades y el empleo de técnicas como el de ruta crítica o la técnica de revisión y evaluación de programas efectuados.

Una vez que se ha desarrollado la red de actividades que incluye una descomposición de trabajos, secuencia de los mismos, estimaciones de tiempo para cada actividad, etc. Puede utilizarse un software de computadora para programar las actividades y determinar la mejor utilización de los recursos. La utilización de un software también puede ayudarnos en la fase control del proyecto que consiste en medir el avance del trabajo en comparación con la programación realizada y analizar la varianza con el porcentaje del trabajo total y asumir acciones correctivas para eliminar las deficiencias. (p. 37-38)

### **2.2.6. Actividades de Control**

Después de la planeación y organización viene el control que es una parte esencial de la administración de un sistema de mantenimiento. Duffuaa et al. (2000) sostiene que:

El control, tal como se aplica a un sistema de mantenimiento, incluye lo siguiente:

- Control de trabajos
- Control de inventarios
- Control de costos y
- Control de calidad.

**2.2.6.1. Control de trabajos.** La administración y el control del trabajo de mantenimiento son esenciales para lograr los planes establecidos. El sistema de Ordenes de trabajo es la herramienta que se utiliza para controlar el trabajo de mantenimiento, es el corazón del sistema de mantenimiento.

Los beneficios que se obtienen de este sistema son:

- Conocer los tiempos y el costo de los trabajos que se ejecutan.
- Proyectar o dimensionar los requerimientos futuros.
- Obtener una mayor efectividad del sistema total.
- Determinar el rendimiento del personal.

**2.2.6.2. Control de inventarios.** El control de inventarios es la técnica de mantener refacciones y materiales en los niveles deseados.

Para la programación de los trabajos de mantenimiento es importante que cuente con las refacciones y los materiales requeridos. Es físicamente imposible y poco práctico, que cada refacción llegue de manera exacta cuando se necesite y donde se necesite, es por estas razones que se mantienen los inventarios.

**2.2.6.3. Control de costos.** Un sistema de control de costos nos permite conocer y evaluar financieramente los resultados de la filosofía de mantenimiento empleado, siendo pieza clave de la organización del trabajo. El control de costos de mantenimiento, optimiza todos los costos de mantenimiento, logrando disponibilidad y porcentaje de calidad y otras medidas de eficiencia y eficacia. El costo de mantenimiento tiene muchos componentes incluyendo el mantenimiento directo, la producción perdida, la degradación del equipo los respaldos y los costos de un mantenimiento excesivo. La reducción y el control de costos es una ventaja competitiva en el suministro de productos y servicios.

**2.2.6.4. Control de calidad.** En un proceso de producción la calidad de la salida puede ser considerada como: "Actitud para el uso" "Hacerlo bien desde la primera vez". El mantenimiento puede verse como un proceso y

la calidad de sus salidas debe ser controlado con la supervisión del mantenimiento. (p. 39 – 40)

### **2.2.7. Índices de Mantenimiento**

*“Lo que se mide se controla, lo que se controla se mejora”* (Anónimo)

Teniendo como premisa que la forma de medir la eficacia de una metodología es poder medirla, es necesario contar con indicadores que permitan obtener una pauta de cómo se va desarrollando la gestión de mantenimiento, en este sentido en el presente trabajo se considera necesario referirse a los llamados Índices de Clase Mundial:

**2.2.7.1. Índices de clase mundial.** Son llamados "Índices Clase Mundial" aquellos que son utilizados según la misma expresión en todos los países. De los seis "índices clase mundial", cuatro son los que se refieren al Análisis de la Gestión de Equipos y dos a la Gestión de Costos, de acuerdo con las siguientes relaciones:

#### **2.2.7.1.1. Índices para Análisis de la Gestión de Equipos.**

Según Tavares L. (2010), los siguientes son los Índices de clase mundial:

##### **a) Tiempo Medio entre Fallas**

Relación entre el producto del número de ítems por sus tiempos de operación y el número total de fallas detectadas en esos ítems, en el periodo observado.

$$TMEF = \frac{NOIT.HROP}{\sum NTMC}$$

Este índice debe ser usado para ítems que son reparados después de la ocurrencia de una falla.

##### **b) Tiempo Medio para Reparación**

Relación entre el tiempo total de intervención correctiva en un conjunto de ítems con falla y el número total de fallas detectadas en esos ítems, en el periodo observado.

$$TMPR = \frac{\sum HTMC}{NTMC}$$

Este índice debe ser usado, para ítems en los cuales el tiempo de reparación es significativo con relación al tiempo de operación.

### c) Tiempo Medio para la Falla

Relación entre el tiempo total de operación de un conjunto de ítems no reparables y el número total de fallas detectadas en esos ítems, en el periodo observado.

$$TMPF = \frac{\sum HROP}{NTMC}$$

Este índice debe ser usado para ítems que son sustituidos después de la ocurrencia de una falla.

### d) Disponibilidad de Equipos

Disponibilidad se define la probabilidad de que el equipo funcione satisfactoriamente en el momento en que sea requerido después del comienzo de su operación, cuando se usa bajo condiciones estables, donde el tiempo total considerado incluye el tiempo de operación, el tiempo activo de reparación, el tiempo inactivo, el tiempo en mantenimiento preventivo (en algunos casos), el tiempo administrativo, el tiempo de funcionamiento sin producir y el tiempo logístico.

Disponibilidad es la relación entre la diferencia del número de horas del periodo considerado (horas calendario) con el número de horas de intervención por el personal de mantenimiento (mantenimiento preventivo por tiempo o por estado, mantenimiento correctivo y otros servicios) para cada ítem observado y el número total de horas del periodo considerado.

$$DISP = \frac{\sum (HCAL - HTMN)}{\sum HCAL} \times 100$$

La disponibilidad de un ítem representa el porcentaje del tiempo en que quedó útil al órgano de operación para desempeñar su actividad.

El índice de Disponibilidad también es identificado como "Performance o Desempeño de Equipos" y, para ítems de operación eventual, puede ser calculado como la relación entre el tiempo total de operación de cada uno y la suma de este tiempo con el respectivo tiempo total de mantenimiento en el periodo considerado.

$$DISP = \frac{\sum HROP}{\sum (HROP + HTMN)} \times 100$$

Otra expresión muy común, utilizada para el cálculo de la Disponibilidad de equipos sometidos exclusivamente a la reparación de fallas es obtenida por la relación entre el Tiempo medio Entre Falla (TMEF) y su suma con el Tiempo medio para Reparación y los Tiempos Ineficaces del Mantenimiento (tiempos de preparación para desconexión y nueva conexión y tiempos de espera que pueden estar contenidos en los tiempos promedios entre fallos y de reparación).

$$DISP = \frac{TMEF}{TMEF + TMR} \times 100$$

Es posible observar que ésta es la expresión más simple ya que es obtenida a partir de la relación entre dos otros índices normalmente ya calculados. (p. 1 - 4)

#### 2.2.7.1.2. Índices de Gestión de Costos

Según Tavares L. (2010), los siguientes son los Índices de Gestión de costos a considerar:

**a) Costo de mantenimiento por facturación.** Relación entre el costo total de mantenimiento y la facturación de la empresa en el periodo considerado.

$$CMFT = \frac{CTMN}{FTEP} \times 100$$

Este índice es de fácil cálculo ya que los valores, tanto del numerador como los del denominador, son normalmente procesados por el órgano de contabilidad de la empresa.

**b) Costo de mantenimiento por el valor de reposición.** Relación entre el costo total acumulado en el mantenimiento de un determinado equipo y el valor de compra de ese mismo equipo nuevo (valor de reposición)

$$CMRP = \frac{\sum CTMN}{VLRP} \times 100$$

Este índice debe ser calculado para los ítems más importantes de la empresa (que afectan la facturación, la calidad de los productos o servicios, la seguridad o al medio ambiente), ya que como fue indicado, es personalizado para el ítem y utiliza valores acumulados, lo que torna su procesamiento más demorado que los demás, no justificando de esta forma ser utilizado para ítems secundarios. (p. 7)

### **2.2.7.2. Otros Índices Claves**

**2.2.7.2.1. Confiabilidad de Equipos.** Según MESA D., ORTIZ Y., PINZÓN M. (2006, mayo, 30) La confiabilidad puede ser definida como:

La “confianza” que se tiene de que un componente, equipo o sistema desempeñe su función básica, durante un período de tiempo preestablecido, bajo condiciones estándares de operación (bajo condiciones normales de operación, ambientales y del entorno). Otra definición importante de confiabilidad es; probabilidad de que un ítem pueda desempeñar su función requerida durante un intervalo de tiempo establecido y bajo condiciones de uso definida.

La confiabilidad de un equipo o producto puede ser expresada a través de la expresión:

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

Donde:

R(t) = Confiabilidad de un equipo en un tiempo t dado

e = Constante Neperiana (e=2. 303..)

$\lambda$  = Tasa de fallas (número total de fallas por período de operación)

t = tiempo

La confiabilidad es la probabilidad de que no ocurra una falla de determinado tipo, para una misión definida y con un nivel de confianza dado. (p. 156)

La medida de la confiabilidad de un equipo es la frecuencia con la cual ocurren las fallas. Si no hay, el equipo es 100% confiable; si la frecuencia es muy baja, la confiabilidad del equipo es aún aceptable, pero si es muy alta, el equipo es poco confiable.

**2.2.7.2.2. Mantenibilidad de Equipos.** La mantenibilidad según MESA D., ORTIZ Y., PINZÓN M. (2006, mayo, 30) se puede definir como:

La expectativa que se tiene de que un equipo o sistema pueda ser colocado en condiciones de operación dentro de un periodo de tiempo establecido, cuando la acción de mantenimiento es ejecutada de acuerdo con procedimientos prescritos.

En términos probabilísticos la mantenibilidad es la probabilidad de reestablecer las condiciones específicas de funcionamiento de un sistema, en límites de tiempo deseados, cuando el mantenimiento es realizado en las condiciones y medios predefinidos. O simplemente "la probabilidad de que un equipo que presenta una falla sea reparado en un determinado tiempo t.

De manera análoga a la confiabilidad, la mantenibilidad puede ser estimada con ayuda de la expresión:

$$M(t) = 1 - e^{-\mu t}$$

Donde:

$M(t)$  = es la función mantenibilidad, que representa la probabilidad de que la reparación comience en el tiempo  $t=0$  y sea concluida satisfactoriamente en el tiempo t (probabilidad de duración de la reparación).

e = Constante Neperiana (e = 2. 303..)

$\mu$  = Tasa de reparaciones o número total de reparaciones efectuadas con relación al total de horas de reparación del equipo.

t = tiempo previsto de reparación TMR (p. 158)

La mantenibilidad se asocia a la facilidad con que un dispositivo se puede restaurar a sus condiciones de funcionalidad establecidas, lo cual implica tener en cuenta todas las características y hechos previos ocurridos antes de alcanzar ese estado de normalidad.

### **2.2.8. Pasos para Establecer un Plan de Mantenimiento Preventivo**

La herramienta tecnológica y de consultoría para la gestión y control de flotillas vehiculares SkyTracking GPS Solutions (2013, junio 4) indica los siguientes pasos para establecer un plan de mantenimiento preventivo:

**2.2.8.1. Paso 1: Establecer objetivos.** Los objetivos de los planes de Mantenimiento Preventivo Vehicular (MPV) deben ir orientados a garantizar un funcionamiento óptimo de la flota vehicular el mayor tiempo posible en carretera.

Es importante destacar, que los MPV, tienden a incrementar los costos operativos durante los primeros 12 a 15 meses, sin embargo, al pasar este período, con los vehículos más afinados, los costos se reducirán y a mediano-largo plazo verá excelentes resultados.

Objetivos de todo Plan de MP son:

- Mantener el mayor tiempo posible en carretera a cada uno de sus vehículos, lo que equivale a productividad constante.
- Reducir riesgos de fallos mecánicos inesperados, es decir, evitar costosos accidentes.

Por lo tanto, la formulación de los objetivos del plan de MVP deben abarcar las siguientes áreas:

- Afinamiento del motor.
- Cambio de aceite y demás líquidos del motor.
- Detección de fugas.
- Revisión de neumáticos.
- Garantizar el cumplimiento de Revisiones Técnicas Vehiculares sin mayores preocupaciones.

En un plano más estratégico:

- Estandarizar procesos de compras.
- Generar una cultura organizacional más integral y participativa.

**2.2.8.2. Paso 2: Recopilación de datos.** Mantener o Implementar un archivo bien estructurado que recopile información requerida sobre la flota, acorde con los Objetivos que se haya planteado.

Si la flota es muy grande y genera enormes cantidades de datos valiosos, se recomienda invertir en software, que cumpla lo siguiente:

- Arquitectura informativa: interfaz sencilla.
- Disponibilidad: Localice rápido sus datos.
- Seguridad: protección de sus datos.

Por otro lado, si la flota es pequeña (menor a 30 vehículos), una hoja de Excel podría ser suficiente.

**2.2.8.3. Paso 3: Establecer un presupuesto.** El presupuesto para el Plan se debe establecer a partir de porcentajes destinados a cubrir cada una de las áreas fijadas en los objetivos.

Para establecer un presupuesto se debe analizar la información recopilada sobre cada uno de los vehículos de la flotilla:

- Compras de repuestos.
- Frecuencia de cambio de aceite.
- Visitas al mecánico.
- Averías serías.

Analizar y buscar correlación entre cada aspecto y el conductor específico, así planteará mejores pronósticos a futuro.

**2.2.8.4. Paso 4: Almacenar información valiosa.** Para asegurarse que cada dato sea correctamente almacenado, debe asegurarse que posee un idóneo sistema de métricas.

Tipo de información que debe almacenar:

- Fechas de revisión y los puntos a tratar. (Nuevamente: ¿existe relación entre conductor específico y problemas detectados?).

- Costos de las visitas al mecánico. (¿El presupuesto ha sido suficiente?).
- Mejoras en el Ciclo de Compra de Repuestos, es decir el comportamiento de los conductores ante el plan.

Es importante que la información almacenada permita a futuro tomar mejores decisiones basadas en el conocimiento generado.

**2.2.8.5. Paso 5: Retroalimentación.** Es común que los conductores no indiquen que algo falla hasta que sea demasiado tarde, por eso es preciso fomentar la confianza en todo el proceso. Si el conductor llega a ser parte del proceso de mantenimiento, se preocupará más.

Para que esto se logre:

- La primera persona con quien debe hablar el conductor es con el supervisor, no con el mecánico.
- Un empleado tomado en cuenta en todo momento, es más propenso a ser proactivo en el proceso.
- Un empleado con fuerte compromiso, que conoce muy bien el vehículo se preocupará más por cuidarlo.

**2.2.8.6. Paso 6: Recomendaciones del fabricante.** Prácticamente todos los productos fabricados traen especificaciones del fabricante, es preciso seguirlas como fuente confiable de información.

El Fabricante es la mejor fuente de información sobre cómo usar el producto.

El fabricante puede informar sobre:

- Forma y frecuencia de uso.
- Ciclo de vida de los repuestos.

Lo anterior permitirá ahorrar mucho dinero y mejorar el esquema operativo ajustándose al consejo de empresas líderes en sus respectivas áreas (fabricantes de neumáticos, aceites, repuestos automotrices, entre otros).

**2.2.8.7. Paso 7: Esquema operativo.** Es sumamente importante identificar dónde y cómo operan sus vehículos, como base para establecer el Plan de MPV.

Las prácticas que realicen los vehículos influyen en la estructuración del plan.

En este punto lo que se debe documentar son:

- Rutas: viajan a zonas costeras, rurales o solo en casco urbano.
- Tipo de producto que transporta o servicio que brinda.

Ejemplo: un camión frigorífico quizá deba mantener su motor más tiempo al ralentí que otro camión “normal”, o una buseta turística para mantener el A/C.

El tipo de camino por el cual el vehículo transite, es un indicador del tipo de plan de MVP que requerirá.

#### **2.2.8.8. Paso 8: Modelo de liderazgo CET dentro del plan.**

El liderazgo que usted puede ejercer en la gestión de la flota permitirá que la implementación del Plan de MPV sea exitoso, y los vehículos se mantengan por más tiempo en carretera expandiendo el negocio.

El modelo CET es sumamente sencillo y no contiene ningún truco, este significa:

- Comunicación: Que involucre y genere participación de todos los involucrados en el proceso.
- Expectativas: Sobre lo que se quiere lograr (objetivos), la gerencia debe informar a los conductores qué espera de estos para fomentar su competitividad.
- Transparencia: Para fomentar la creación de un ambiente confortable donde la confianza y la motivación mejore el desempeño general.

#### **2.2.9. Optimización del Mantenimiento**

La optimización se refiere a la disminución del tiempo de ejecución de algún proceso, la eliminación o combinación de actividades y la minimización del traslado necesario para la elaboración de esa actividad. Esto quiere decir que

una optimización del mantenimiento busca precisamente mejorar la eficiencia, los tiempos de ejecución y las actividades a desarrollar en la ejecución del mantenimiento preventivo tanto en su calidad y cantidad, de manera de asegurar las mejores condiciones de operatividad en calidad y eficiencia de los equipos y maquinarias.

En una flota de transportes, según Ballester, Olmeda, Macian y Tormos (2002) “La tendencia actual en el mantenimiento integral se orienta a reducir al mínimo el mantenimiento correctivo, optimizar el sistemático y potenciar el predictivo” (p. 1)

Así también, Ballester et al. (2002) sostiene que:

Los objetivos principales de una flota de transporte de carga deben ser alta disponibilidad de flota, la seguridad, la calidad y puntualidad y cumplimiento del servicio.

Un plan de mantenimiento adecuado debe posibilitar la consecución de estos objetivos garantizando la disponibilidad de los vehículos, disminuyendo las averías imprevistas, aumentando la fiabilidad, permitiendo la optimización de los recursos y en definitiva reduciendo los costes y contribuyendo a la eficiencia global de la empresa sin descuidar la conservación del medio ambiente.

El plan de mantenimiento debe ser un proceso en constante evolución, debiendo adaptarse al envejecimiento de los vehículos, la adquisición de nuevos modelos y el desarrollo de las calidades de los componentes y suministros. Esta constante evolución aconseja la implantación del Plan de Mantenimiento Integral, entendiendo como tal, aquél que combina de forma óptima los tres tipos de mantenimiento clásicos (correctivo, preventivo sistemático y preventivo predictivo). Para ello es imprescindible la utilización de herramientas informáticas para la Gestión del Mantenimiento Asistido por Ordenador (GMAO) y la realización de la Reingeniería del plan de mantenimiento.

El mantenimiento correctivo es inevitable y se realiza cuando ha surgido el fallo, el objetivo del plan de mantenimiento será la reducción al mínimo valor

posible de las operaciones correctivas, así como su correcta realización. Para ello los métodos a emplear consisten en la formación de los operarios, el uso de herramientas y repuestos adecuados para garantizar las reparaciones realizadas. Por último, es imprescindible la creación de un archivo histórico de operaciones realizadas para un mejor control estadístico.

El mantenimiento preventivo sistemático consiste en una serie de operaciones realizadas a intervalos establecidos, que, para flotas de transporte, normalmente, son en base a los kilómetros recorridos. El objetivo que se persigue para este tipo de mantenimiento es la optimización de las operaciones y de los periodos de intervención. Para ello hay que determinar el periodo óptimo de la operación más crítica (periodo base) para la vida del vehículo que es, sin duda, el cambio de aceite motor.

El valor de este periodo se ve afectado por diversos factores como son la calidad del aceite o el uso del vehículo (urbano o interurbano) entre otros. Por tanto, para conocer el estado del aceite es necesario realizar análisis físico-químicos de la degradación (viscosidad, TBN, insolubles, detergencia, constante dieléctrica) a distintos kilometrajes, controlar las reposiciones de aceite y aplicarles herramientas estadísticas para analizar tendencias. Se pretende, por tanto, extender al máximo la vida útil del aceite lubricante, para obtener un aprovechamiento total del mismo y establecer, de este modo, el periodo óptimo para realizar el cambio.

El Mantenimiento Preventivo con Base en las Condiciones o Mantenimiento Predictivo se basa en inspecciones de síntomas (monitorizado) con una frecuencia mínima que es, normalmente, submúltiplo del periodo base. Su objetivo es anticiparse a la aparición de averías mediante el conocimiento del estado o condición del elemento. Para ello se deben aplicar técnicas de diagnóstico, idealmente no intrusivas, para monitorizar el estado de los distintos sistemas del vehículo. La optimización de este tipo de mantenimiento requiere por una parte la determinación correcta de los

síntomas a inspeccionar y sus límites de aceptación y rechazo, y por otra parte el diagnóstico de averías.

### **2.2.9.1. Técnicas de monitorizado en vehículos para diagnosticar averías.**

Para el desarrollo del mantenimiento predictivo se emplean diversas técnicas de diagnóstico aplicadas a los distintos sistemas del vehículo. En el caso del motor el objetivo es diagnosticar su estado general (compresión, combustión, reglaje, etc.) a través del análisis de prestaciones como la potencia efectiva, compresión en cilindros, y opacidad entre otros. Se presenta a continuación la tabla 8 con las diferentes técnicas de monitorizado y sus ventajas e inconvenientes.

El análisis de prestaciones se complementa con otras técnicas como los análisis rápidos de aceite, las vibraciones y la termografía.

Como se puede observar en la tabla 8, se pueden aplicar diversas técnicas para la obtención de un mismo síntoma. Los análisis rápidos de aceite sirven para determinar el momento en que el aceite comienza a perder sus propiedades o cuando está contaminado.

Existe otras técnicas de diagnóstico que pueden utilizarse dependiendo de las características propias de la flota como pueden ser: medida de vibraciones, irregularidad de rotación del régimen del motor, termografía infrarroja, parámetros eléctricos, etc.

En otros sistemas del vehículo como puede ser la dirección, suspensión o el sistema de frenos se emplean equipos de diagnóstico como son placas alineadoras, placa de holguras, frenómetro, etc.

Tabla 8:

*Ventajas e Inconvenientes de las Técnicas para el Análisis de las Prestaciones de Motores*

| <b>SÍNTOMA</b>           | <b>MÉTODO</b>     | <b>VENTAJAS</b> | <b>INCONVENIENTES</b> |
|--------------------------|-------------------|-----------------|-----------------------|
| <b>POTENCIA EFECTIVA</b> | Aceleración libre | No intrusivo    | Motores turbo         |
|                          |                   | Ensayo en campo | Determinar inercia    |
|                          | Banco de rodillos | Ensayo en carga | Precio elevado        |

|                             |                        |                                 |                      |
|-----------------------------|------------------------|---------------------------------|----------------------|
|                             |                        | Condiciones reales              | Instalación fija     |
| <b>COMPRESIÓN</b>           | Compresímetro          | Medida directa                  | Intrusivo            |
|                             | Intensidad de arranque | No intrusivo<br>Ensayo en campo | Valor relativo       |
| <b>OPACIDAD</b>             | Flujo continuo         | Precisión de medida             | Varias aceleraciones |
|                             | Ennegrecimiento papel  | Sencillo                        | Solo un valor        |
| <b>PRESIÓN DE INYECCIÓN</b> | Dilatación de tuberías | No intrusivo                    | Subjetivo            |
|                             |                        | Rápido                          | Cualitativo          |

Nota: Tomado de Ballester et al. (2002)

En el resto de sistemas del vehículo como el aire acondicionado, el sistema neumático o el sistema eléctrico se suelen emplear equipos sencillos como son anemómetros, termopares, termómetros infrarrojos, multímetros, manómetros, etc.

Actualmente, los vehículos más modernos, equipan sensores para la detección de fallos “on board” como pueden ser:

- Sensores de espesor de pastillas de freno.
- Sensores de temperatura de admisión, de refrigeración, etc.
- Sensores de presión de aire de frenos, suspensión neumática, etc.
- Sensores de nivel.

Todas las señales de estos sensores se recogen en la Unidad de Control Electrónico (ECU) desde dónde se puede conectar un equipo y leer los fallos almacenados. De este modo se dispone de mucha más información para el diagnóstico.

**Gestión del mantenimiento integral.** Para que un plan de mantenimiento sea realmente eficaz se deben optimizar todos los procesos que intervienen en el mismo.

La organización de mantenimiento, tradicionalmente, se ha estructurado en rutinas de mantenimiento a distintos kilometrajes múltiples y submúltiplos

del periodo base. Este tipo de rutinas sería perfecto si los vehículos cumplieran perfectamente los periodos marcados, si no sufrieran averías ni intervenciones entre dos rutinas, si no se quedaran operaciones pendientes de realizar, etcétera, pero es evidente que esto no ocurre y los vehículos tienen todos los problemas comentados que el plan de mantenimiento debe considerar para evitar los costes innecesarios.

Es, por tanto, evidente que las rutinas deben ser variables y específicas para cada vehículo y para cada momento, en función de las operaciones correctivas realizadas (archivo histórico), de las operaciones pendientes de realizar, de las operaciones que se deriven de la inspección predictiva y de la combinación de operaciones sistemáticas que requiera.

Esto supone el tratamiento de una gran cantidad de datos que, lógicamente, deben informatizarse. Los sistemas de Gestión del Mantenimiento Asistido por Ordenador (GMAO) tienen la función de planificación, control e integración del plan de mantenimiento.

El funcionamiento del sistema comienza con la planificación del vehículo para revisión en función de los criterios como el kilometraje o las horas de servicio. Una vez planificado el vehículo, el sistema prepara la inspección predictiva que le corresponde al vehículo. Se realiza la inspección y con los datos obtenidos se realiza el diagnóstico mediante un Sistema Experto que determina las operaciones complementarias. Por otra parte, se determinan las operaciones previstas para el vehículo por mantenimiento preventivo sistemático, con todas las operaciones complementarias y sistemáticas se realiza una depuración para evitar redundancias y se programan los bonos de trabajo para cada sección del taller (mecánica, eléctrica, carrocería, etc.) con las operaciones estrictamente necesarias y los materiales y herramientas indicados para cada operación. El taller realiza las operaciones, cumplimenta los bonos indicando las operaciones que han quedado pendientes y las que se han realizado adicionalmente a las propuestas. Toda esta información se re-alimenta en el sistema para posteriores análisis. (p. 1-6)

En resumen, optimizar el mantenimiento significa obtener el resultado más deseable posible bajo circunstancias restringidas, es mejorar los procesos de mantenimiento aplicando la reingeniería a los mismos y un incremento en la eficacia de los recursos.

### **2.2.9.2. Etapas del Trabajo de Optimización.**

Según Gramsch J. (s/f) se deben distinguir seis etapas en el trabajo de optimización del mantenimiento:

- 1 Organizar las funciones del personal del área de mantenimiento para establecer una estructura eficaz que fuera capaz de atender las necesidades inmediatas.
2. Realizar un Análisis inicial del RR HH de mantenimiento, principalmente de las destrezas técnicas y de gestión del personal de supervisión y jefaturas.
3. Realizar un Análisis Estratégico abreviado que orientará las acciones siguientes.
4. Definir un sistema básico de registro sistemático de la información de fallas y mantenimiento.
5. Re-diseñar la relación con los clientes de mantenimiento (área productiva)
6. Capacitar al personal en nuevas destrezas informáticas. (p. 6)

### **2.2.10. Métodos, Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos**

Para obtener datos confiables y válidos se examinó y recolectó información relacionada con la planificación y puesta en marcha de las actividades de mantenimiento. La información recolectada fue teórica - práctica, necesaria para cumplir con los objetivos planteados.

#### **2.2.10.1. Métodos de Investigación**

Según Capacitaciones DIUG (2006), los métodos científicos de investigación se clasifican en Teóricos y Empíricos.

### **Teóricos:**

- **Análisis y Síntesis.** Por el Análisis se descompone el objeto de estudio en sus partes para estudiarlas de forma individual. Por el de Síntesis se integran los componentes para estudiarlos en su totalidad.
- **Deducción e Inducción.** Deductivo es aquél que parte los datos generales aceptados como valederos, para deducir por medio del razonamiento lógico, varias suposiciones, es decir; parte de verdades previamente establecidas como principios generales, para luego aplicarlo a casos individuales y comprobar así su validez. El método Inductivo se centra en intentar ordenar la observación, tratando de extraer conclusiones de carácter universal desde la acumulación de datos particulares
- **Hipotético Deductivo.** Parte de hipótesis que demuestra o refuta para deducir conclusiones.
- **Histórico.** Aplicado al análisis de los hechos de determinada época y su relación con otros, se aplica no solo a la disciplina histórica sino a cualquier campo del conocimiento.

### **Empíricos:**

- **Observación.** Método de recolección de información en forma sistemática, válida, confiable e intencionada.
- **Medición.** Método basado en la recopilación de datos cuantitativos que indiquen regularidades.
- **Experimentación.** Parte de observaciones y modelos o teorías, para formular hipótesis que se confirman o se niegan mediante la comprobación reiterada del comportamiento de elementos del fenómeno y sus relaciones.

### 2.2.10.2. Técnicas de Recolección de Datos

**a) Observación Directa.** Esta técnica se utilizó para identificar y describir los elementos que intervienen en el área de estudio, además de familiarizarse con las unidades que conforman la flota vehicular. Además, permitió visualizar la situación actual del departamento de mantenimiento tal como lo perciben sus colaboradores de una manera espontánea, porque la información fue obtenida de las inspecciones de cada uno de ellos, de la bibliografía recopilada y reportes de los operadores.

**b) Encuesta.** Esta técnica se utilizó para complementar la etapa de planeación, ejecución, análisis de los datos y se realizó al personal de la Gerencia de Operaciones, la que involucra el área de mantenimiento, de operaciones y de logística. Las preguntas de la encuesta tuvieron como objetivo identificar la situación actual de la empresa en la gestión del mantenimiento de sus unidades, e identificar también los principales problemas que se tienen en esta área. El personal que accedió a la encuesta fue en número de veintitrés (23), siendo tres (3) de ellos del área de mantenimiento (un mecánico, un soldador y un electricista), uno (1) de logística y diecinueve (19) conductores de operaciones.

**c) La entrevista con el Personal.** Esta técnica permitió involucrarse más a fondo con los detalles de los trabajos de mantenimiento realizados a las unidades y conocer el funcionamiento de cada uno de los equipos que conforman dichas unidades. Se tuvieron diversas charlas con los miembros de la Gerencia de Operaciones, en especial con el personal de mantenimiento y los conductores.

**d) Revisión de material bibliográfico.** La revisión de material bibliográfico incluye la revisión de manuales y catálogos suministrados por los proveedores, la revisión de textos de consulta y tesis varias referidas al tema con el fin de complementar los fundamentos teóricos del presente informe; así como la consulta a referencias electrónicas (Internet) y la revisión de planes de mantenimiento preventivo realizados a equipos similares en otras empresas, los cuales contribuyeron a complementar la información y sustentar teóricamente la propuesta.

**e) Paquetes Computarizados.** Para el desarrollo, obtención, codificación de los datos, así como la estructuración formal del proyecto de grado, se utilizaron como apoyo los paquetes computarizados Word y Excel.

### **2.10.3. Instrumentos de Recolección de Datos**

Para poder registrar y posteriormente evaluar lo observable en la empresa se usó el instrumento: Cuestionario de preguntas (Encuesta)

El cuestionario de preguntas para determinar la situación en la que se encontraba la empresa se muestra en el Anexo 01.

### **2.2.11. Procedimiento para la Recolección de Datos**

Para la recolección de datos se procedió, en reunión con los jefes de mantenimiento y de operaciones de la empresa de transportes M. Catalán SAC, a solicitar la autorización para ejecutar las entrevistas y encuestas al personal a su cargo, a la vez que se le hacía conocer de los objetivos. El personal involucrado fueron los encargados de almacén, mecánico, electricista, soldador y los conductores a quienes se les mostró el cuestionario, a fin de obtener la información más relevante por ser las personas que están más centradas en la gestión del mantenimiento.

Como se comentó en el punto 3.2 (de Población y Muestra), para la población de 110 personas y para un error muestral del 8% se estimó una muestra de 23 personas.

El procesamiento de los datos se realizó de forma mecánica, a través del uso de la computadora, mediante el uso de herramientas como Word y Excel.

### **2.2.12. Análisis e Interpretación de los Datos**

Las preguntas en la encuesta se clasificaron por objetivos tanto cuantitativos como cualitativos y fueron orientadas a conocer el estado de ejecución del proceso administrativo referido a la planeación, organización, dirección y control de las actividades de mantenimiento; los resultados se procesaron utilizando Excel herramienta informática con la que se elaboraron los gráficos de resultados.

### **2.2.13. Criterios de Rigor Científico**

**2.2.13.1. Validez.** El instrumento que hemos usado en la presente tesis, la encuesta, ha sido validado por especialista en estadística, mostrando así su validez.

La validez concierne a la interpretación correcta de los resultados y se convierte en un soporte fundamental de las investigaciones cuantitativas. El modo de recoger los datos, de llegar a captar los sucesos y las experiencias desde distintos puntos de vista, el poder analizar e interpretar la realidad a partir de un bagaje teórico y experiencial, el ser cuidadoso en revisar permanentemente los hallazgos, ofrece al investigador un rigor y una seguridad en sus resultados.

**2.2.13.2. Fiabilidad o consistencia.** Los datos recogidos son merecedores de crédito y confianza.

La fiabilidad se refiere a la posibilidad de replicar estudios, esto es, que un investigador emplee los mismos métodos o estrategias de recolección de datos que otro, y obtenga resultados similares. Este criterio asegura que los resultados representan algo verdadero e inequívoco, y que las respuestas que dan los participantes son independientes de las circunstancias de la investigación.

**2.2.13.3. Credibilidad.** El criterio de credibilidad o valor de la verdad, también denominado como *autenticidad*, es un requisito importante debido a que permite evidenciar los fenómenos y las experiencias humanas, tal y como son percibidos por los sujetos. Se refiere a la aproximación que los resultados de una investigación deben tener en relación con el fenómeno observado, así el investigador evita realizar conjeturas *a priori sobre* la realidad estudiada. Este criterio se logra cuando los hallazgos son reconocidos como "reales" o "verdaderos" por las personas que participaron en el estudio, por aquellas que han servido como informantes clave, y por otros profesionales sensibles a la temática estudiada.

**2.2.13.4. Transferibilidad o aplicabilidad.** La transferibilidad o aplicabilidad consiste en poder transferir los resultados de la investigación a otros contextos. Si se habla de transferibilidad se tiene en cuenta que los fenómenos estudiados

están íntimamente vinculados a los momentos, a las situaciones del contexto y a los sujetos participantes de la investigación. La manera de lograr este criterio es a través de una descripción exhaustiva de las características del contexto en que se realiza la investigación y de los sujetos participantes. Dicha descripción servirá para realizar comparaciones y descubrir lo común y lo específico con otros estudios.

## **Capítulo 3: Situación Actual de Mantenimiento.**

### **3.1. Descripción General del Proceso de Mantenimiento en Transportes M. Catalán SAC:**

La presente investigación se ha realizado en el área de mantenimiento de la empresa Transportes M. Catalán SAC, en lo referido al trabajo de conservación de las unidades tipo N3-O4 (combinación tracto camión N3 y semirremolque O4) para el transporte de combustible líquido en la operación Planta Talara – Yurimaguas, requiriendo para esta operación de ochenta y tres (83) unidades manteniendo setenta y cinco (75) en permanente operación y ocho (8) en stand-by, con un recorrido promedio por vuelta (viaje de ida y retorno) de 2 162 kilómetros, con una duración promedio, en condiciones normales de carga y descarga y de transitabilidad, de cinco (5) días por vuelta.

Se observa que, según “los niveles de mantenimiento para flotas”, en la empresa se ejecutan los niveles de mantenimiento II y III (mantenimiento realizado por mecánicos en el taller de la empresa y mantenimiento realizado por talleres especializados respectivamente), sin que se ejecuten el nivel I (mantenimiento realizado por el propio conductor profesional); así mismo, la categoría del mantenimiento que corresponde para la flota es del tipo III (corresponde a vehículos que anualmente recorren más de 100 000 kilómetros, con un mínimo de operación en ciudad o de parada y arranque, siendo el transporte de larga distancia). Además, según la estrategia de mantenimiento que se aplica a las unidades, se observa que se aplica tanto el mantenimiento correctivo o reactivo y el mantenimiento preventivo con base en el tiempo de uso, sin que se aplique el mantenimiento preventivo con base en las condiciones o mantenimiento predictivo; no se observó proceso alguno de detección de fallas, de modificación del diseño, ni de reparación general en las unidades; tampoco se evidenció la existencia o uso de indicadores de gestión que den idea de la medición de la eficiencia del mantenimiento.

El Plan de mantenimiento en la empresa está diseñado siguiendo el mantenimiento preventivo con base en el tiempo de uso, elaborado estrictamente según las recomendaciones del fabricante, sin que se haya formulado con la

aplicación de la adecuada ingeniería de fiabilidad y basada fundamentalmente en FMEA (análisis de modos y efectos de fallos).

Existe un documento denominado “Plan Anual de Mantenimiento” con código PLA-MAN-01 por el que se da a conocer las rutinas de mantenimiento para las unidades diferenciándolas por marca, siendo muy simple la información en él contenida, necesitando ser reforzado

Por otro lado, debido a dificultades con el manejo de la información, no se cuenta con un correcto manejo de los datos de mantenimiento, pues el formato de las OTs no lo permite. Tampoco se cuenta con una documentación completa de instructivos que sirva de guía y soporte al personal técnico, lo cual conlleva a ambigüedades y falta de claridad en los procesos y actividades de mantenimiento.

La ejecución de los mantenimientos en la empresa Transportes M. Catalán SAC se realiza según el siguiente procedimiento:

### **3.1.1. En Mantenimiento Preventivo**

En este tipo de mantenimiento se caracteriza por que solo ejecutan actividades de lubricación, engrase y limpieza realizados por el mecánico y su ayudante; se han establecido rutinas de conservación por marcas, según recomendaciones de los fabricantes de las unidades y se basan en el recorrido de las mismas, es decir, se ejecuta según formatos sugeridos por los fabricantes y según el kilometraje recorrido, habiéndose establecido para las unidades MACK y DAF las rutinas para ejecución cada 20 000 km, en los Mercedes Benz y Freightliner cada 15 000 km.

Para la ejecución de las rutinas de mantenimiento se elaboran las correspondientes Ordenes de Trabajo, las que son entregadas al personal mecánico a fin que ejecuten las tareas contenidas en ellas; ejecutadas las tareas básicas de mantenimiento (lubricación, engrase y limpieza) las Ordenes de trabajo son devueltas a la jefatura de mantenimiento para el correspondiente procesamiento y control.

Las rutinas de mantenimiento para las unidades tracto camión establecidas según marca son las siguientes:

**Rutinas de mantenimiento Mercedes Benz:**

- Servicio tipo M o cada 15 000 Km
- Servicio tipo M + Z1 o cada 30 000 Km
- Servicio tipo M + Z2 o cada 60 000 Km

**Rutinas de mantenimiento Freightliner:**

- Servicio M1 o cada 15 000 Km
- Servicio M2 o cada 30 000 Km
- Servicio M3 o cada 60 000 Km
- Servicio M4 o cada 120 000 Km

**Rutinas de mantenimiento MACK:**

- Servicio A o cada 20 000 Km
- Servicio B o cada 40 000 Km
- Servicio C o cada 80 000 Km
- Servicio D o cada 160 000 Km

**Rutinas de Mantenimiento DAF**

- Servicio cada 20 000 Km
- Servicio cada 60 000 Km
- Servicio cada 100 000 Km

Las rutinas de mantenimiento de las unidades semiremolques (para las marcas Fameca y Nassi) se realizan en cada mantenimiento preventivo que se ejecuta al Tracto camión de cualquier marca, sumado a esto las pruebas END que se realiza cada 100 000 km (y/o anual o de acuerdo a lo que solicite el cliente) y el Registro y control de Mantenimiento de Equipos Críticos para semirremolques tipo cisterna.

**3.1.1.1. Tiempo teórico entre rutinas de mantenimiento.**

Se ha comentado que el tiempo promedio de duración de una vuelta completa (o viaje de ida y retorno) entre la planta Talara y la planta Yurimaguas,

en condiciones óptimas de carga y descarga y de transitabilidad, es de cinco (5) días, por lo que, en teoría, los mantenimientos para las unidades MACK y DAF que se ejecutan cada nueve (9) vueltas se ejecutarían cada cuarenta y cinco (45) días; para las unidades Mercedes Benz y Freightliner, en las que se ejecutan sus mantenimientos cada siete (7) vueltas, correspondería ejecutarlos cada treinta y cinco (35) días.

### **3.1.1.2. Cantidad de mantenimientos a ejecutar por día.**

Se cuenta con 62 unidades entre DAF y MACK que ejecutan sus mantenimientos según rutinas de 20 000 km o cada 45 días y 21 unidades entre Mercedes Benz y Freightliner que ejecutan sus mantenimientos según rutinas de 15000 km o cada 35 días; corresponde por lo tanto ejecutar a las primeras 1,4 mantenimientos por día y a las segundas 0,6 mantenimientos por día, haciendo un total de dos (2) mantenimientos a ejecutar por día como mínimo, lo que conllevaría a un primer análisis referido a la cantidad de mecánicos necesarios para ejecutar el mantenimiento preventivo.

La tabla 9 resume las cantidades de unidades por marca que prestan servicio en la operación planta Talara – planta Yurimaguas.

Tabla 9

*Cantidad de Unidades por marca en operación Planta Talara – Planta Yurimaguas*

| <b>UNIDADES OPERACIÓN<br/>TALARA - YURIMAGUAS</b> |                 |
|---|-----------------|
| <b>MARCA</b>                                      | <b>CANTIDAD</b> |
| <b>DAF</b>  | <b>34</b>       |
| <b>MACK</b>                                       | <b>28</b>       |
| <b>FREIHTLINER</b>                                | <b>15</b>       |
| <b>MERCEDES BENZ</b>                              | <b>6</b>        |
| <b>TOTAL</b>                                      | <b>83</b>       |

Nota: Elaboración propia

### **3.1.2. Formatos de Registros y Control de Mantenimientos**

Para el registro y control del mantenimiento se cuenta con un formato en Excel, en el que el Asistente del jefe de mantenimiento ingresa los kilometrajes recorridos por las unidades, los que son reportados por los conductores en el formato de “Reporte de falla”, formato que obligatoriamente deben llenar cada vez que retornan a la sede.

El registro del programa de mantenimiento en Excel tiene algoritmos que dan aviso con 4000 Km de anticipación al Kilometraje de mantenimiento programado, por el cual se tiene aproximadamente un plazo de 10 días para cumplirlo. Por cada viaje que hacen las unidades van acumulando recorrido hasta que al llegar al 75% - 80% del recorrido del periodo para la ejecución del mantenimiento surge una alarma de color, indicando qué unidades están próximas a mantenimiento y que se deben programar para su ejecución. Estos trabajos rutinarios se ejecutan en los talleres de base Piura.

Para las unidades Cisterna se tiene implementado el Registro y control END, que consiste en una serie de inspecciones de operatividad y ensayos No Destructivos en equipos y componentes estructurales, tales como puntas de ejes, elementos de suspensión y otros componentes; se ejecuta con la finalidad de conocer el estado situacional de las unidades para garantizar y aumentar la confiabilidad y para evitar posibles accidentes originados por fallas imprevistas en las partes sometidas a esfuerzos como: uniones soldadas, pérdida de espesor por corrosión, dimensiones de componentes debajo del límite de operación, la cual atenta contra integridad de área, personas y medio ambiente.

También cuenta con un Registro y control de Mantenimiento de Equipos Críticos, el que se ejecuta para verificar el buen funcionamiento de válvulas adaptadora API, válvula de fondo, Adaptador de recuperación de vapores, válvula de ventilación, válvula interlock, tapas de inspección -Manhole, acoplador de descarga y Sockets, con el propósito de garantizar que no haya fugas de combustible en los tanques cisternas; para el registro se ha implementado el “Registro de Inspección Mensual, Bimensual y Anual de Equipos Críticos”

### **3.1.3. En Mantenimiento Correctivo**

Cada vez que las unidades regresan a base los conductores deben presentar el Reporte de fallas, reporte por el cual hacen conocer las fallas que hayan percibido en la ruta a fin que el personal de mantenimiento, previa elaboración de la Orden de Trabajo (OT), tome acción en las mismas; si esta falla es menor es ejecutada por los mecánicos de la sede, caso contrario es comunicada al taller del concesionario de la marca a fin que preste la asistencia correspondiente.

En esta etapa el equipo es retirado de su programación rutinaria de carga en refinería talara, y dependiendo de la disponibilidad de la logística se procede con la ejecución del trabajo.

Así mismo, se tiene una coordinación constante con el área de operaciones para determinar posibles paradas prolongadas de la unidad y realizar los trabajos correctivos en el menor tiempo posible.

Diariamente el Jefe de mantenimiento imprime las O.T.s, las que pueden ser preventivas o correctivas las revisa y corrige si es necesario y luego entrega al personal correspondiente, este cumple con las labores que se le indican y diligencia la orden de trabajo indicando en ella todas las anotaciones y datos que considere importantes y luego devuelve las O.T.s al Jefe de mantenimiento quien, a través del Asistente, se encarga de tomar la información y computarla en el sistema.

**Talleres mecánicos externos y tiendas de repuestos.** En los procesos de mantenimientos llevados a cabo actualmente, existen reparaciones que, por variables como tiempo, espacio, complejidad de la falla, es necesario trasladar la unidad al taller del concesionario de la marca. Por esta razón se tienen créditos con talleres externos donde las unidades son enviadas cuando la evaluación previa del personal mecánico de la flota determine que no puede ser reparada por él mismo en la flota.

El tiempo de reparación dependerá mucho del tipo de falla que esté presentando la unidad, además de los repuestos que se requieran para volver a colocar la unidad como operativa. La mano de obra, así como los repuestos

utilizados están presupuestados antes de ejecutar la orden de reparación, donde el Gerente Operaciones la recibe y es quien determina si se realizará o no la reparación en ese lugar.

### **3.2. Personal del Área de Mantenimiento**

El Gerente de operaciones está a la cabeza de las decisiones y es quien dirige las áreas de Mantenimiento, Operaciones y Logística; es el Jefe de mantenimiento quien tiene la responsabilidad de hacer seguimiento continuo al proceso y quien vela por la normal ejecución del mantenimiento a diario.

El área de mantenimiento de la empresa Transportes M. Catalán SAC - Base Piura- Operación Planta Talara Yurimaguas, cuenta con un personal técnico compuesto de seis (6) colaboradores:

- 01 Jefe de mantenimiento
- 01 Asistente de mantenimiento
- 02 Técnicos mecánicos
- 01 Técnico electricista.
- 02 técnicos soldadores (realizan a la vez funciones de muelleros).

Las tareas de lavado de las unidades, servicio de llantería y servicio de pintado de unidades, es realizado por terceros.

Posteriormente, valiéndose de la información consignada en las OT, se levantan informes que el Jefe de mantenimiento presenta periódicamente al Gerente de operaciones para que este pueda tomar decisiones.

Los horarios de operación de los vehículos son determinados por el departamento de operaciones, quien se encarga de programar las entradas y salidas del patio de los equipos, garantizando un determinado número de horas fuera de servicio en las que el área de mantenimiento puede realizar sus actividades.

El organigrama del departamento de mantenimiento se esquematiza como se muestra en la figura 13.

### 3.3 Equipos, Maquinarias y Otros Recursos del Área de Mantenimiento

El área física de mantenimiento está en proceso de implementación por lo que aún no cuenta con plataformas de concreto, techos, ni zanjas de inspección; tampoco se cuenta con el taller de soldadura, de enllante y desenllante ni lavadero.

El taller de mantenimiento y estacionamiento en la base Piura tiene una isla sin techar y con piso sin plataforma de concreto con capacidad de atención para mantenimiento de seis (6) unidades y otra para estacionamiento de más de sesenta (60) unidades.

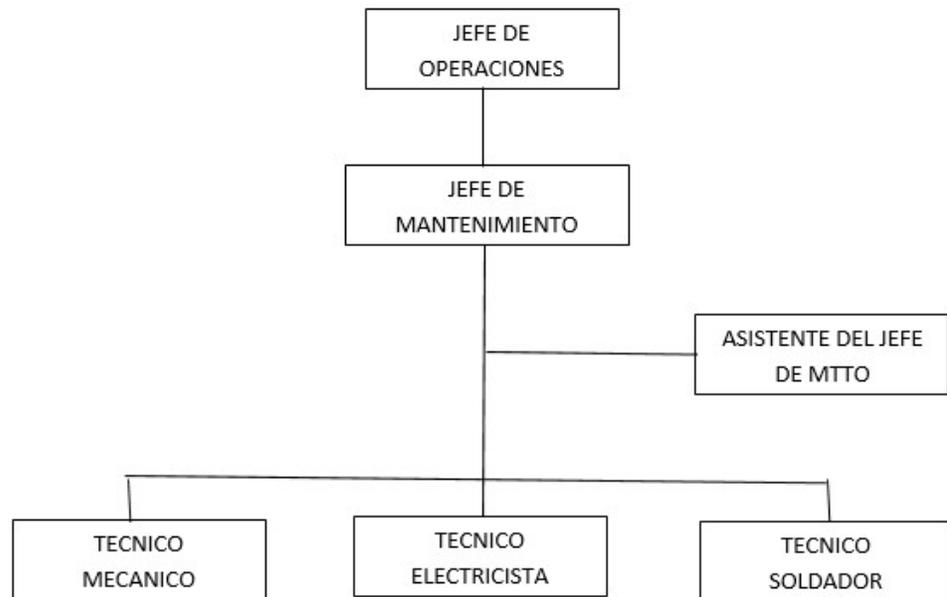


Figura 13: Organigrama del Departamento de Mantenimiento. Elaboración Propia

Para realizar las actividades de mantenimiento en las unidades vehiculares, los técnicos de mantenimiento cuentan con un número reducido de equipos y herramientas, debido principalmente a la naturaleza de las acciones que ejecutan y a la cualificación de su también reducido personal (un mecánico y su ayudante). Estas actividades fundamentalmente son de lubricación, engrases y pequeñas reparaciones de averías mecánicas. Las herramientas están compuestas por un juego de llaves básico, llaves para filtros y martillos. Los equipos son: 2 graseros y 1 bomba para lubricación.

Dentro de las actividades de mantenimiento de las unidades vehiculares, están ciertos trabajos, que requieren la asistencia de funciones de mecánica industrial, principalmente para acoples y reconstrucciones mediante soldadura. Procurando cumplir con estos trabajos y además construir variedad de estructuras metálica, el taller de mecánica cuenta con algunos equipos y herramientas. Las herramientas están compuestas por llaves básicas, arcos de sierra, tornillo de banco, cizalla y martillos. Los equipos son: taladro de pedestal, equipo de soldadura oxiacetilénica, equipo de soldadura eléctrica y un esmeril.

Adicional a los equipos y herramientas de la sección de mecánica, se encuentran los servicios básicos que apoyan la funcionalidad de esta aparente planta de mantenimiento. Entre estos están: fuente para abastecimiento de agua potable, depósito para disposición de desechos sólidos, depósitos para la recolección de aceites usados y baños principales.

La empresa cuenta con varias certificaciones, entre ellas la de calidad, para lo que ha implementado varios formatos, procedimientos y registros; entre los formatos implementados utiliza los siguientes:

Tabla 10  
*Formatos Utilizados por Mantenimiento*

| FORMATO    | DESCRIPCION                                |
|------------|--|
| FOR-MAN-01 | Inspección y Mantenimiento Cisterna        |
| FOR-MAN-02 | Ordenes de Trabajo                         |
| FOR-MAN-24 | Inspección de Neumáticos                   |
| FOR-MAN-27 | Certificado de Limpieza Interior de Cabina |
| FOR-MAN-39 | Control de ensayos No Destructivos         |

Nota: Elaboración Propia

Entre los recursos implementados en el área de mantenimiento (Formatos, Procedimientos y Registros) tenemos los siguientes:

### 3.3.1. Formatos Implementados

Como se ha comentado inicialmente la empresa tiene varias certificaciones, entre ellas la de calidad, para lograr tal propósito para la flota en la operación Talara – Yurimaguas ha implementado varios formatos, procedimientos y registros, sin que la mayoría de estos instrumentos sean de aplicación; de los veinte y siete (27) formatos implementados, utiliza solo cinco (5) y son los indicados en la tabla 10.

Los formatos indicados en la tabla 11 (veinte y siete formatos de mantenimiento, inspección y control) son los implementados por la empresa de transportes M. Catalán para la gestión del mantenimiento de su flota en la operación Talara – Yurimaguas.

Tabla 11

*Formatos Implementados por Mantenimiento*

| <b>FORMATO</b> | <b>DESCRIPCION</b>  |
|----------------|---|
| FOR-MAN-01     | Inspección y Mantenimiento Cisterna                           |
| FOR-MAN-02     | Ordenes de Trabajo  |
| FOR-MAN-10     | Mantenimiento de Cisterna – 15,000 – 20,000 y 40,000 Km (END) |
| FOR-MAN-11     | Mantenimiento Preventivo 20,000 Km DAF                        |
| FOR-MAN-12     | Mantenimiento Preventivo 60,000 y 10,000 Km DAF               |
| FOR-MAN-13     | Inspección Tracto – Mantenimiento “M” - Mercedes Benz         |
| FOR-MAN-14     | Inspección Tracto – Mantenimiento “M+Z1” - Mercedes Benz      |
| FOR-MAN-15     | Inspección Tracto – Mantenimiento “M+Z2” - Mercedes Benz      |
| FOR-MAN-16     | Inspección Tracto – Mantenimiento “M1” - Freightliner         |
| FOR-MAN-17     | Inspección Tracto – Mantenimiento “M2” - Freightliner         |
| FOR-MAN-18     | Inspección Tracto – Mantenimiento “M3” - Freightliner         |
| FOR-MAN-19     | Inspección Tracto – Mantenimiento “M4” - Freightliner         |
| FOR-MAN-22     | Inspección y Mantenimiento de Camión Cortinero                |
| FOR-MAN-24     | Inspección de Neumáticos                                      |
| FOR-MAN-25     | Verificación de Equipos Críticos                              |
| FOR-MAN-26     | Quinta de Quinta Rueda, de King Pin y Plancha de King Pin     |
| FOR-MAN-27     | Certificado de Limpieza Interior de Cabina                    |

|            |  |
|------------|--|
| FOR-MAN-30 | Informe Scully Sitems  |
| FOR-MAN-31 | Mantenimiento Preventivo – Camiones Mack                           |
| FOR-MAN-32 | Inspección Pre-uso – Acople y Desacople de Tractor y Semirremolque |
| FOR-MAN-35 | Control de Calidad de Trabajos de Mantenimiento                    |
| FOR-MAN-36 | Inspección de la Caja de Herramientas Mecánico de Ruta             |
| FOR-MAN-37 | Inspección Semestral de Camión Cistina                             |
| FOR-MAN-38 | Inspección de Herramientas de Manuales Eléctricas y Neumáticas.    |
| FOR-MAN-39 | Control de ensayos No Destructivos                                 |
| FOR-MAN-40 | Programa de Mantenimiento Preventivo de Tracto                     |
| FOR-MAN-41 | Préstamo y Devolución de Repuestos.                                |

Nota: Elaboración Propia

### 3.3.2 Procedimientos Implementados

Entre los procedimientos de mantenimiento, inspección y control implementados por la empresa de transportes M. Catalán, se cuenta con 26 de ellos, no siendo de uso actual ninguno de ellos, sin poder precisar la razón de ello.

Tabla 12

*Procedimientos Implementados por Mantenimiento*

| <b>PROCEDIMIENTO</b> | <b>DESCRIPCION</b>  |
|----------------------|---|
| PRO-MAN-01           | P. Inspección y Mantenimiento de Camión Cisterna                |
| PRO-MAN-02           | P. Cambio de Aceite de Motor                                    |
| PRO-MAN-03           | P. Cambio de Aceite de Caja                                     |
| PRO-MAN-04           | P. Cambio de Aceite de Transmisión - Corona                     |
| PRO-MAN-05           | P. Pasa Corriente a Equipo Con Falla Eléctrica                  |
| PRO-MAN-07           | P. Mantenimiento de Sistema Eléctricos - Alternador             |
| PRO-MAN-08           | P. Mantenimiento de Sistema Eléctricos - Arrancador             |
| PRO-MAN-09           | P. Limpieza y Mantenimiento de Baterías                         |
| PRO-MAN-10           | P. Cambio de Baterías   |
| PRO-MAN-11           | P. Mantenimiento de Quinta Rueda                                |
| PRO-MAN-12           | P. Cambio o Reparación de Neumático                             |
| PRO-MAN-17           | P. Desmontaje y Montaje de Caja de Dirección de Vehículo Pesado |
| PRO-MAN-19           | P. Desmontaje y Montaje de Bomba de Agua de Vehículo Pesado     |
| PRO-MAN-20           | P. Desmontaje y Montaje de Turbo Compresor                      |
| PRO-MAN-21           | P. Desmontaje y Montaje de King Ping                            |
| PRO-MAN-22           | P. Desmontaje y Montaje de Paquete de Muelles                   |

|            |  |
|------------|--|
| PRO-MAN-24 | P. Desmontaje y Montaje de Templadores de Semirremolques               |
| PRO-MAN-25 | P. Cambio de Sensores de Nivel de Bolsa de Aire (Suspensión Neumática) |
| PRO-MAN-27 | P. Trabajos en Soldadura Oxicorte y Esmerilado                         |
| PRO-MAN-29 | P. Lubricación de Equipos  |
| PRO-MAN-30 | P. Cambio de Aceite de Motor   |
| PRO-MAN-31 | Limpieza Interior de Tanques Cisterna                                  |
| PRO-MAN-32 | P. Acople y Desacople de Tractor - Semirremolque                       |
| PRO-MAN-33 | P. Remolque de Equipos   |
| PRO-MAN-34 | P. Control de Polvo en Patio, Talleres, Estacionamiento y Oficinas     |
| PRO-MAN-35 | P. Herramientas Manuales y Eléctricas                                  |

Nota: Elaboración Propia

### 3.3.3 Registros Implementados

Entre los registros de inspección implementados por la empresa de transportes M. Catalán, se cuenta con tres de ellos, no siendo de uso actual ninguno de ellos.

Tabla 13

*Registros Implementados por Mantenimiento*

| REGISTRO   | DESCRIPCION  |
|------------|--|
| REG-MAN-01 | Registro de Inspección Mensual de Equipos Críticos.    |
| REG-MAN-02 | Registro de Inspección Bi-Mensual de Equipos Críticos. |
| REG-MAN-03 | Registro de Inspección Anual de Equipos Críticos.      |

Nota: Elaboración Propia

## Capítulo 4: Resultados e Interpretación de la Encuesta

### 4.1. Encuesta

La encuesta se ha elaborado de manera que se pueda obtener información referida a doce (12) objetivos, habiéndose insertado 27 preguntas en total, las que se han formulado tanto al personal de mantenimiento, de logística y conductores. La encuesta se muestra en Anexo N° 3.

### 4.2. Resultados

**Objetivo 1: Identificar el grado de conocimiento del personal respecto a las políticas y plan de mantenimiento que se aplican en la empresa.**

#### 1. *¿Conoce las Políticas de Mantenimiento en la empresa? o ¿sabe que existen?*

El 91.3% de los encuestados indicó que “No conoce” las políticas de mantenimiento en la empresa y el 8.7% indicó que “Si las conoce”.

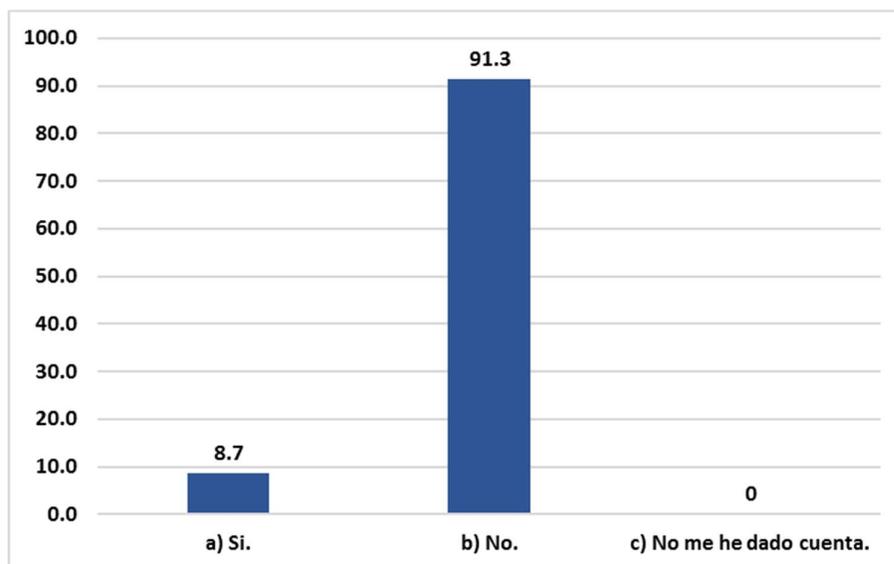


Grafico 1: *¿Conoce las Políticas de Mantenimiento en la empresa? o ¿sabe que existen?*

#### 2. *¿Conoce si existe un Plan de mantenimiento para las unidades de la empresa?*

El 78.3% de los encuestados confirmó que “Si existe” el plan de mantenimiento para las unidades, el 17.4% “No se ha dado cuenta” que existe un plan de mantenimiento y el 4.3% indicó que “No existe”.

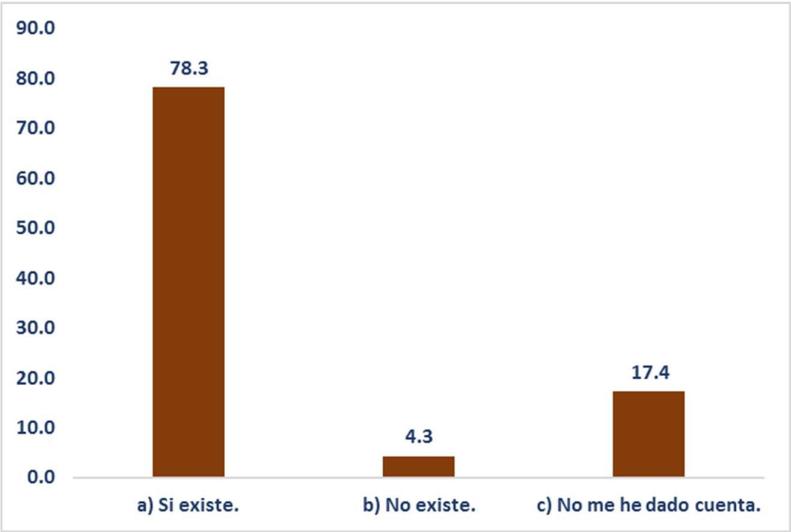


Grafico 2: ¿Conoce si existe un Plan de mantenimiento para las unidades de la empresa?

**Objetivo 2: Identificar la percepción y calificación acerca del tipo y plan de mantenimiento que se aplica en la empresa.**

**1. Si existe Plan de mantenimiento para las unidades, ¿cómo lo califica?**

El 30.4% de los encuestados lo calificó como “Bueno”, el 65.2% lo calificó como “Regular” y el 4.3% como “Malo”.

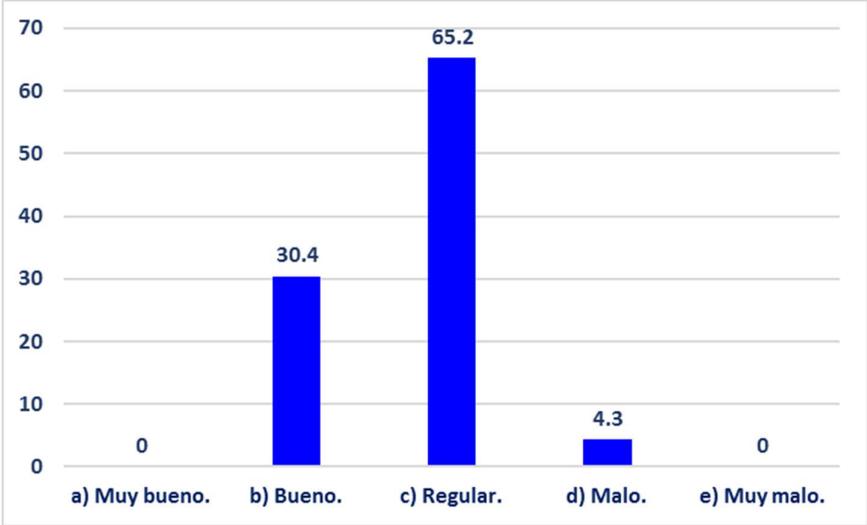


Grafico 3: Si existe Plan de mantenimiento para las unidades, ¿cómo lo califica?

**2. ¿Qué tipo de mantenimiento se realiza en las unidades de transporte de la empresa?**

El 34.8% de los encuestados indicaron que se ejecuta el “Mantenimiento preventivo” y el 65.2% que se ejecutan “tanto el mantenimiento preventivo como el correctivo”.

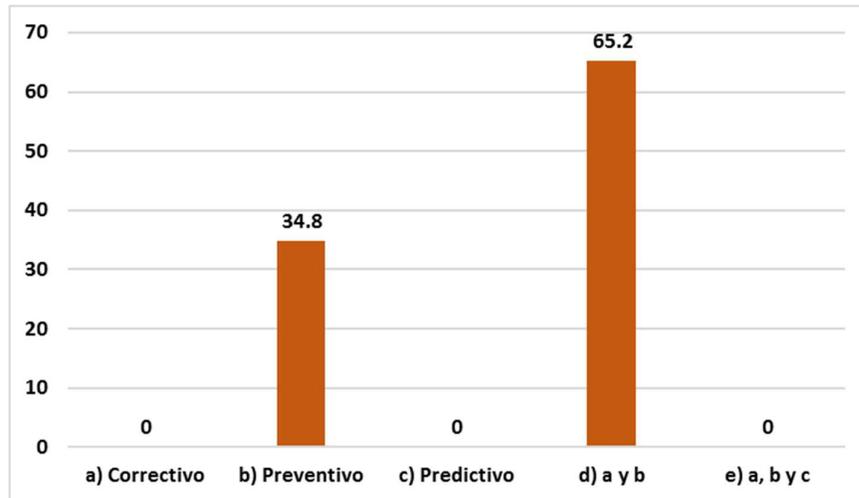


Grafico 4: ¿Qué tipo de mantenimiento se realiza en las unidades de transporte de la empresa?

**3. ¿Se realiza alguna acción de mantenimiento predictivo (como análisis de aceites, análisis de vibraciones u otras) en las unidades de la empresa?**

El 95.7% indicó que “No” se realiza alguna acción de mantenimiento predictivo y el 4.3% que “No se ha dado cuenta”.

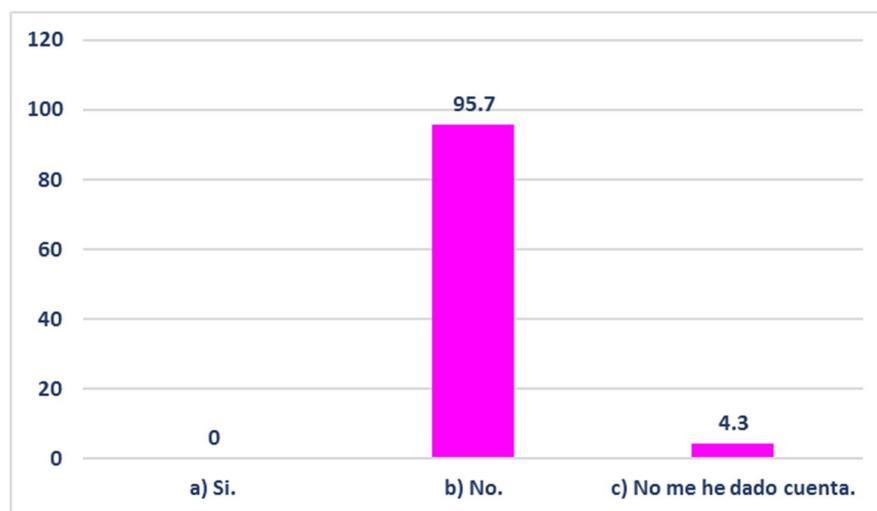
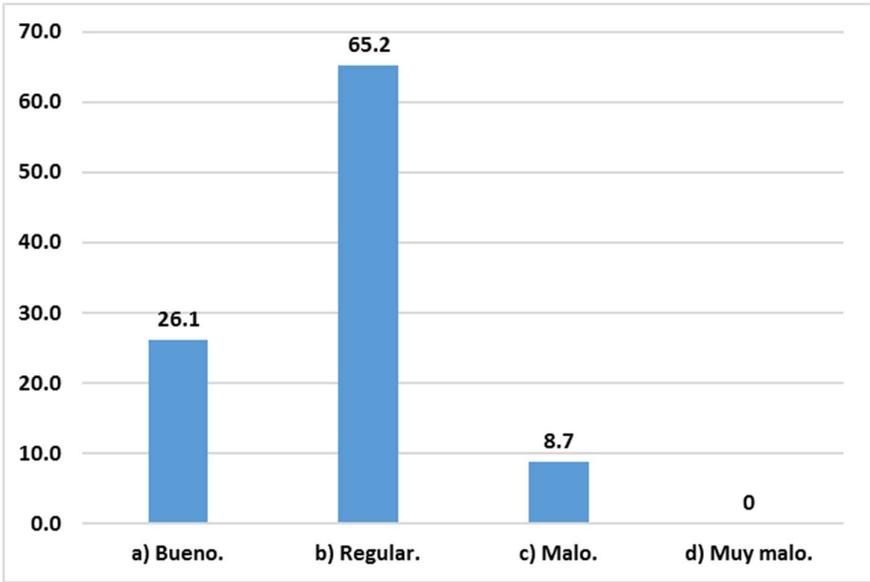


Grafico 5: ¿Se realiza alguna acción de mantenimiento predictivo en las unidades de la empresa?

**Objetivo 3:** Identificar la percepción y calificación acerca de la calidad del mantenimiento y calidad de la gestión del mismo que se aplica en la empresa.

**1. ¿Cómo califica la calidad del mantenimiento que se ejecuta en las unidades según el tipo de mantenimiento que se realiza?**

El 65.2% de los encuestados confirmó que la calidad del mantenimiento que se realiza en las unidades es “Regular”, el 26.1% que es “Buena” y el 8.7% que era “Mala”.



*Grafico 6: ¿Cómo califica la calidad del mantenimiento que se ejecuta en las unidades según el tipo de mantenimiento que se realiza?*

**2. ¿Cómo calificaría la gestión que se lleva en el área de mantenimiento?**

El 56.5% de los encuestados la calificó de “Normal”, el 26.1% de “Buena”, el 13.1% de “Mala” y el 4.3% de “Pésima”.

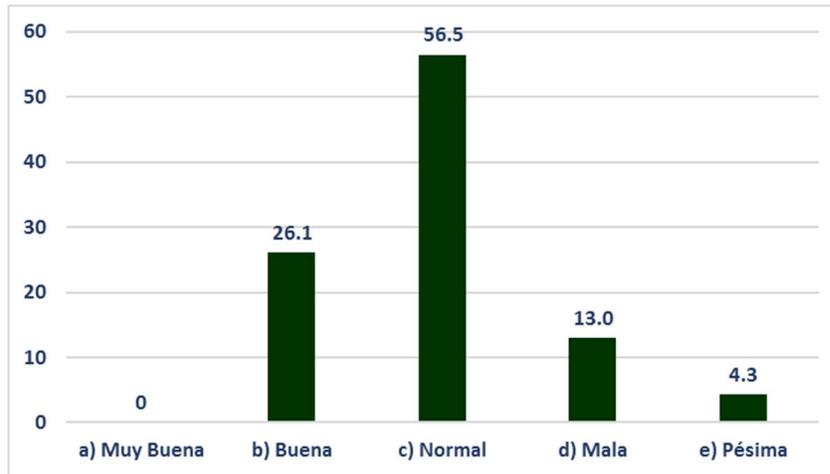


Grafico 7: ¿Cómo calificaría la gestión que se lleva en el área de mantenimiento?

**Objetivo 4:** Identificar la percepción respecto al control de las acciones de mantenimiento.

**¿Qué piensa respecto a la siguiente aseveración?: “¿Se deben tener formatos como Orden de Trabajo (OT), Orden de servicio (OS) o algún formato de registro de las acciones de mantenimiento ejecutadas por los técnicos”?**

El 100% contestó estar “De acuerdo” con tener formatos como Ordenes de Trabajo (OT), Ordenes de Servicio (OS).

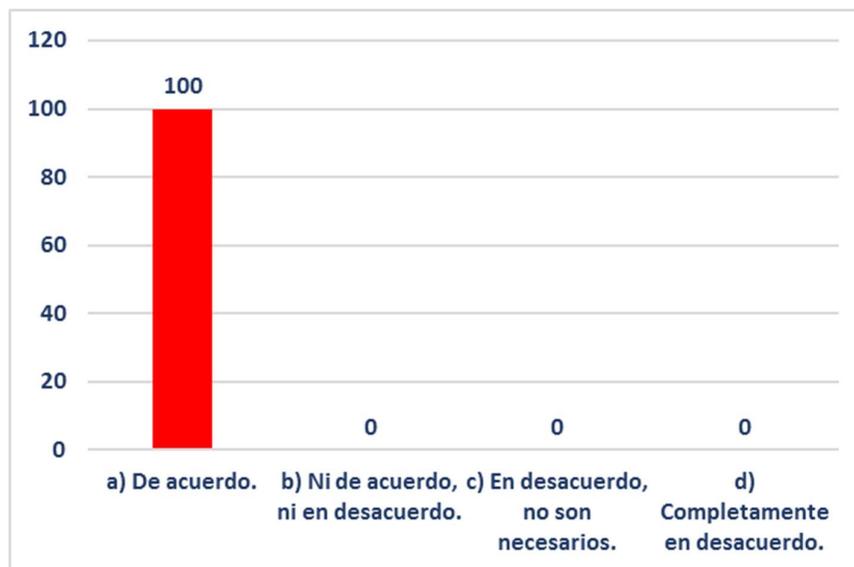


Grafico 8: ¿Qué piensa respecto a la siguiente aseveración?: “¿Se deben tener formatos como Orden de Trabajo (OT), Orden de servicio (OS) o algún formato de registro de las acciones de mantenimiento ejecutadas por los técnicos”?

**Objetivo 5: Identificar el grado de conocimiento del personal en el control del mantenimiento.**

**1. ¿Se controlan los mantenimientos realizados en las unidades?**

El 87% de los encuestados confirmo que “Si se controlan” los mantenimientos y el 13% “No se ha dado cuenta”.

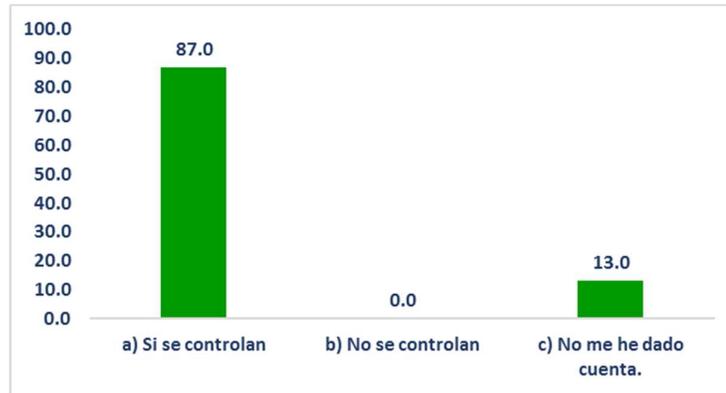


Grafico 9: ¿Se controlan los mantenimientos realizados en las unidades?

**2. ¿Tiene conocimiento de algún formato, formulario o registro de las acciones de mantenimiento (Orden de Trabajo, Orden de Servicio, etc.) que sea utilizado por los técnicos en el mantenimiento de las unidades?**

El 91.3% de los encuestados confirmó que “Si conoce que haya algún formato, formulario o registro” de las acciones de mantenimiento, el 4.3% indicó que “No existe ningún formato, formulario o registro”, el 4.4% señaló que “No se dado cuenta de la existencia de ellos”.

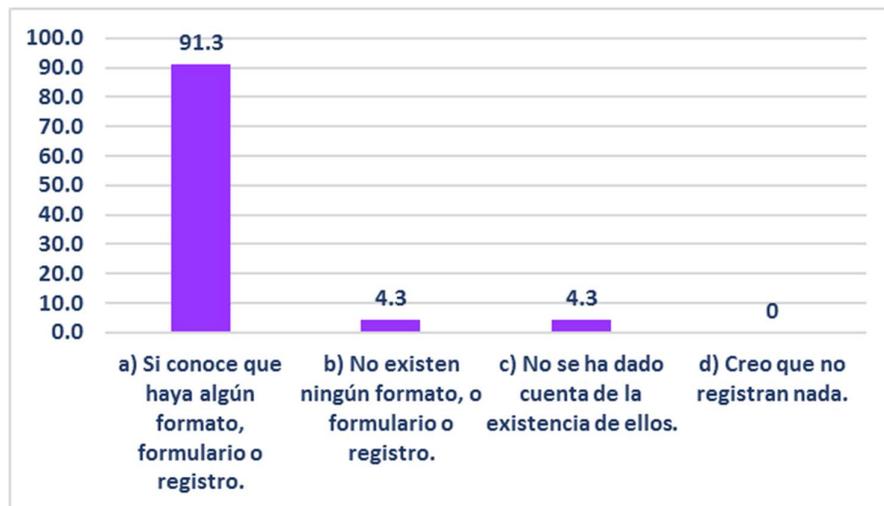


Grafico 10: ¿Tiene conocimiento de algún formato, formulario o registro de las acciones de mantenimiento (Orden de Trabajo, Orden de Servicio, etc.) que sea utilizado por los técnicos en el mantenimiento de las unidades?

**Objetivo 6:** Identificar la frecuencia de ejecución de las rutinas de mantenimiento e involucramiento del personal en la ejecución de otras actividades de mantenimiento.

**1. ¿Conoce usted con qué frecuencia se realizan las rutinas de mantenimientos en las unidades de la flota?**

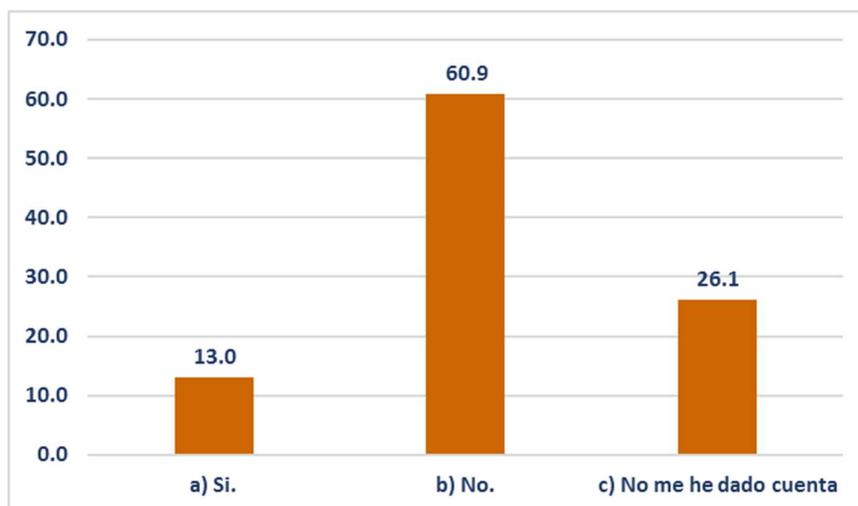
El 47.8% indicó “Cada 15,000 km” y el 52.2% “Cada 20,000 km”.



*Grafico 11:* ¿Conoce usted con qué frecuencia se realizan las rutinas de mantenimientos en las unidades de la flota?

**2. Aparte de las acciones rutinarias de mantenimiento ¿el personal de mantenimiento realiza inspecciones periódicas en las unidades?**

El 13% indicó que “Si” se realizan inspecciones periódicas en las unidades, el 60.9% que “No” y el 26.1% que “No se ha dado cuenta”.



*Grafico 12:* Aparte de las acciones rutinarias de mantenimiento ¿el personal de mantenimiento realiza inspecciones periódicas en las unidades

### 3. ¿Cómo operador o chofer realiza inspecciones diarias en la unidad a su cargo?

El 10.5% de los operadores indicaron que “Si” realizan inspecciones diarias en las unidades y el 21.1% “No” lo realiza y el 68.4% lo ejecuta “A veces”.

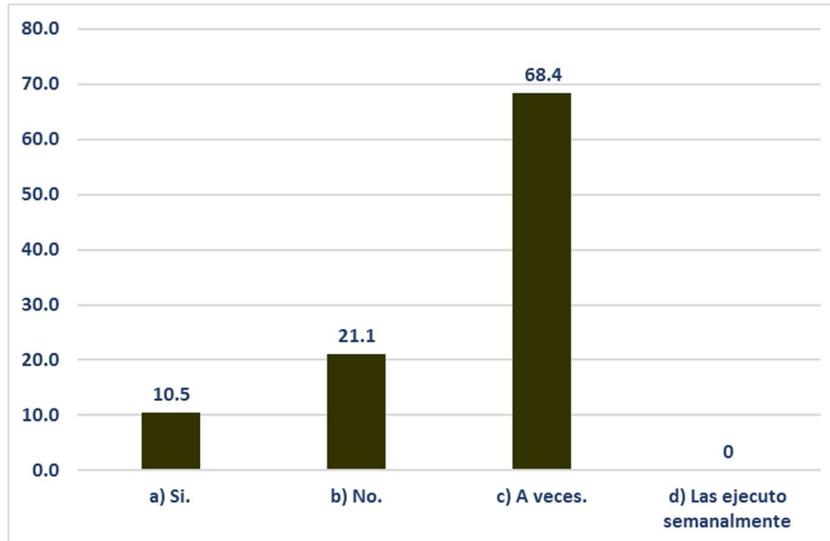


Grafico 13: ¿Cómo operador o chofer realiza inspecciones diarias en la unidad a su cargo?

### 4. ¿Cómo operador o chofer realiza alguna tarea de mantenimiento en la unidad a su cargo?

El 78.9% de los operadores indicaron que “No” han realizado alguna tarea de mantenimiento en la unidad a su cargo y el 21.1% que “A veces”.

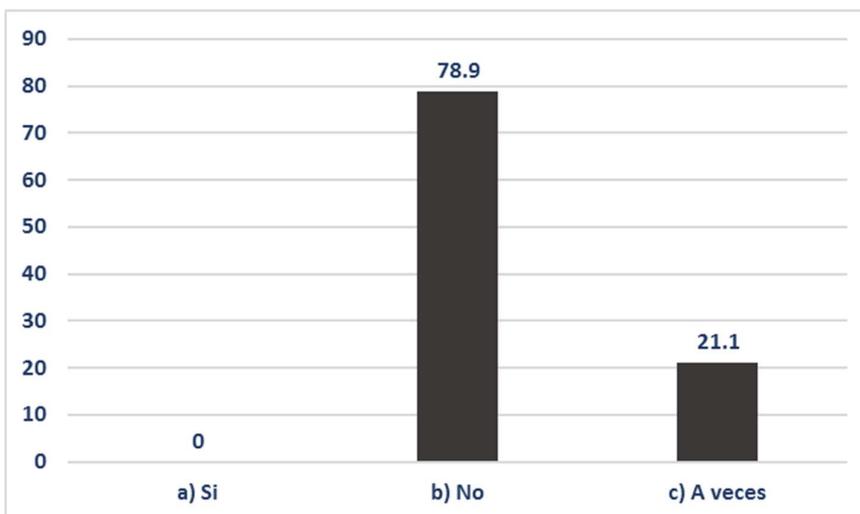
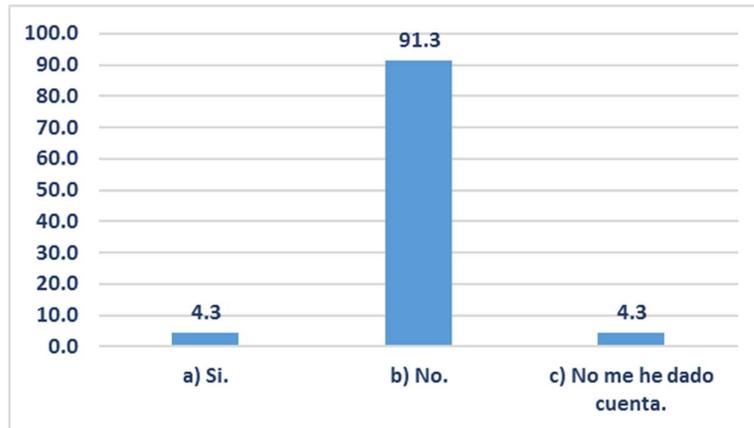


Grafico 14: ¿Cómo operador o chofer realiza alguna tarea de mantenimiento en la unidad a su cargo?

**Objetivo 7: Identificar el grado de control de los mayores componentes de costos variables.**

**1. ¿Conoce o sabe que se ejecuta algún control de rendimientos de combustible en las unidades?**

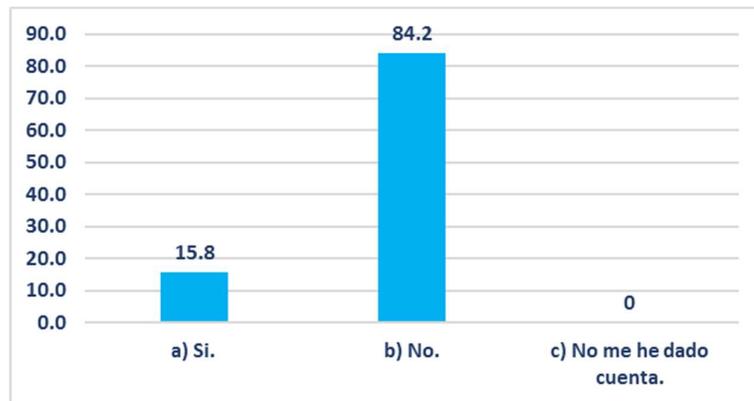
El 91.3% de los operadores indicaron que “No” conoce que se ejecuten control de rendimiento de combustible, el 4.3% que “Si” lo conoce y el 4.3% que “No se ha dado cuenta”.



*Grafico 15: ¿Conoce o sabe que se ejecuta algún control de rendimientos de combustible en las unidades?*

**2. De ejecutarse el control de rendimiento de combustible. En caso de ser chofer, ¿conoce el rendimiento promedio del combustible en kilómetros recorridos por cada galón de combustible consumido en la unidad a su cargo?**

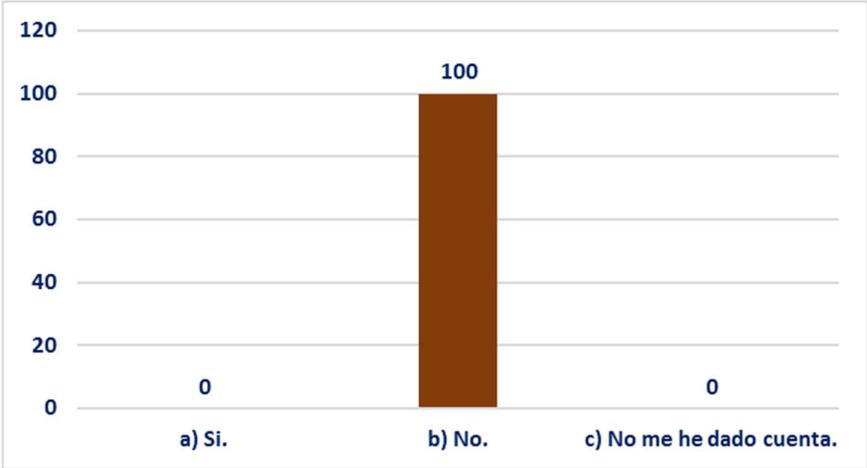
El 84.2% de los encuestados “No” conoce el rendimiento promedio de combustible en las unidades y el 15.8% “Si” lo conoce.



*Grafico 16: De ejecutarse el control de rendimiento de combustible. ¿Conoce el rendimiento promedio del combustible en km recorridos por cada galón de combustible consumido en la unidad a su cargo?*

**3. ¿Conoce o sabe que se ejecuta algún control de rendimientos de neumáticos en las unidades?**

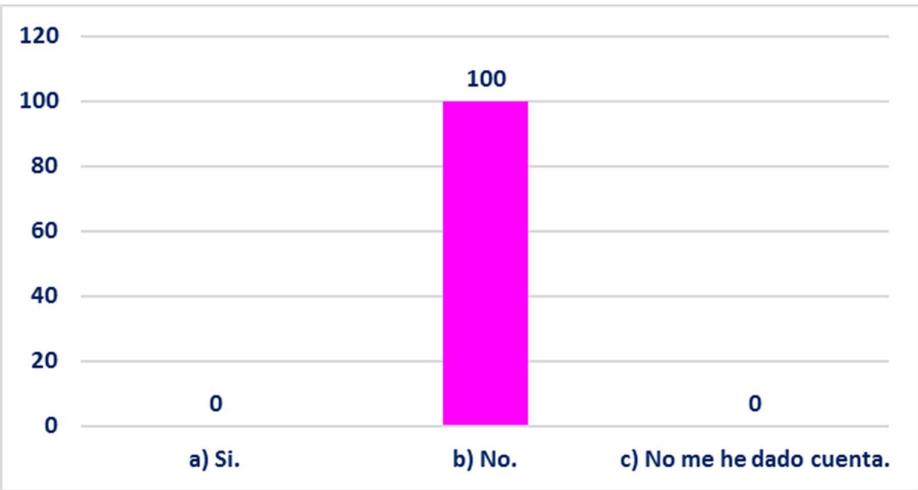
El 100% de los operadores indicaron que “No” conocen que se ejecute algún control de rendimiento de neumáticos.



*Grafico 17: ¿Conoce o sabe que se ejecuta algún control de rendimientos de neumáticos en las unidades?*

**4. De ejecutarse el control de rendimiento de neumáticos. En caso de ser chofer ¿conoce el rendimiento promedio de los neumáticos en cantidad de kilómetros recorridos, en la unidad a su cargo?**

El 100% de los operadores indicaron que “No” conocen el rendimiento promedio de neumáticos.

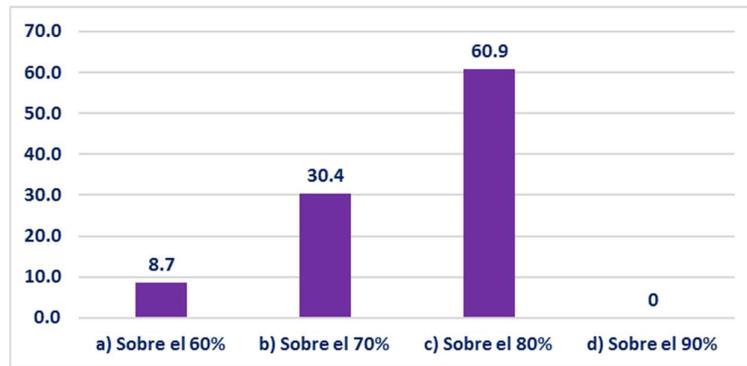


*Grafico 18: De ejecutarse el control de rendimiento de neumáticos. En caso de ser chofer ¿conoce el rendimiento promedio de los neumáticos en cantidad de kilómetros recorridos, en la unidad a su cargo?*

**Objetivo 8: Identificar la percepción de disponibilidad de la flota**

**Sabiendo que el nivel óptimo de Disponibilidad debe estar por encima del 90%. ¿En cuánto considera usted que se encuentra la disponibilidad de las unidades en la empresa?**

El 60.9% de los encuestados indicaron que la disponibilidad está “Sobre el 80%”, el 30.3% que esta “Sobre el 70%” y el 8.7% “Sobre 60%”.

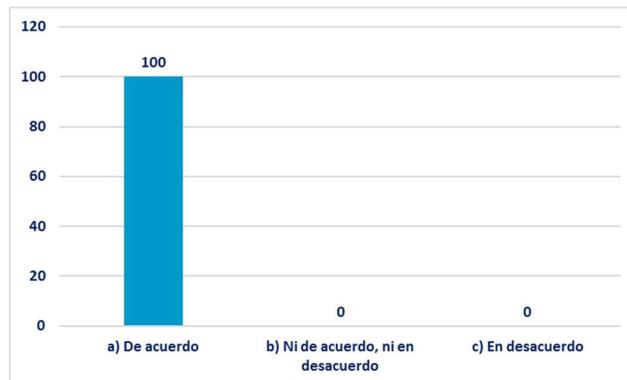


*Grafico 19:* Sabiendo que el nivel óptimo de Disponibilidad debe estar por encima del 90%. ¿En cuánto considera usted que se encuentra la disponibilidad de las unidades en la empresa?

**Objetivo 9: Identificar la necesidad de supervisión en la ejecución del mantenimiento**

**¿Considera necesario que el área de mantenimiento cuente por lo menos con un supervisor que se encargue de supervisar y controlar la ejecución del mantenimiento en las unidades de la empresa?**

El 100% de los encuestados indicaron estar “De acuerdo” con la presencia de un supervisor de mantenimiento.



*Grafico 20:* ¿Considera necesario que el área de mantenimiento cuente por lo menos con un supervisor que se encargue de supervisar y controlar la ejecución del mantenimiento en las unidades de la empresa?

**Objetivo 10: Identificar el procedimiento en la atención de fallos**

**1. Ante la presentación de una falla ¿Existe un procedimiento y formato a llenar de parte de los choferes para el reporte de falla de las unidades?**

El 95.7% de los encuestados indicaron que “Si existe” un procedimiento y formato para el reporte de fallas y el 4.3% indicaron que “No existe” un procedimiento y formato para el reporte de fallas.

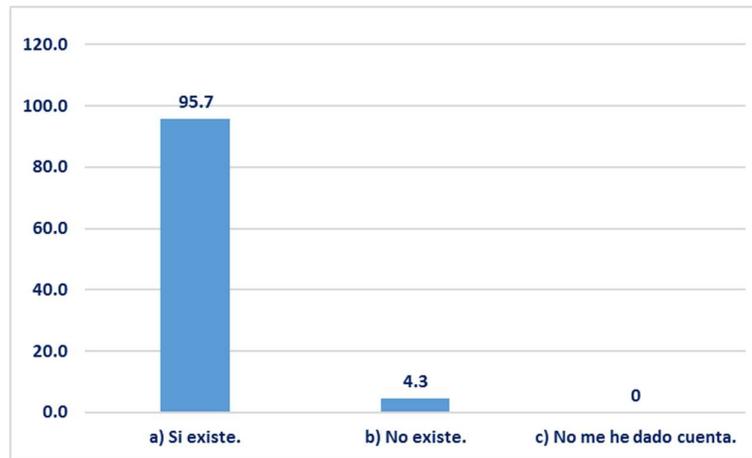


Grafico 21: Ante la presentación de una falla ¿Existe un procedimiento y formato a llenar de parte de los choferes para el reporte de falla de las unidades?

**2. Una vez que se presenta y reporta una falla en las unidades ¿cómo actúa el área de mantenimiento?**

El 34.8% de los encuestados respondieron que “Siempre lo solucionan con su personal”, el 52.2% indicó que a “Algunas veces lo soluciona con su personal” y el 13% que “Demora varios días en tomar una decisión”

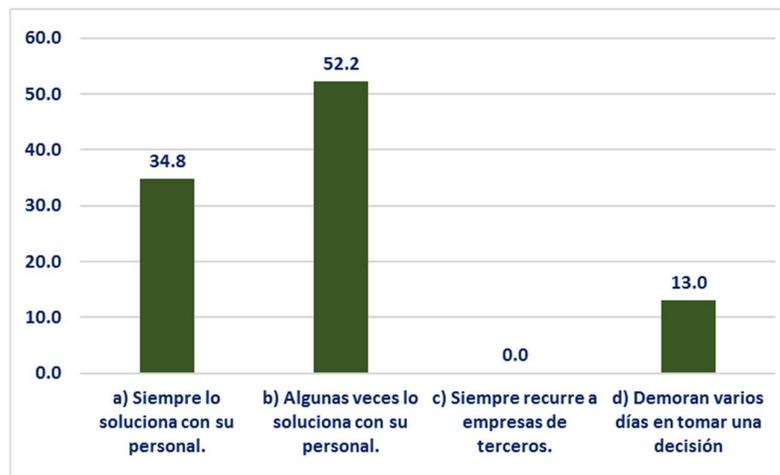
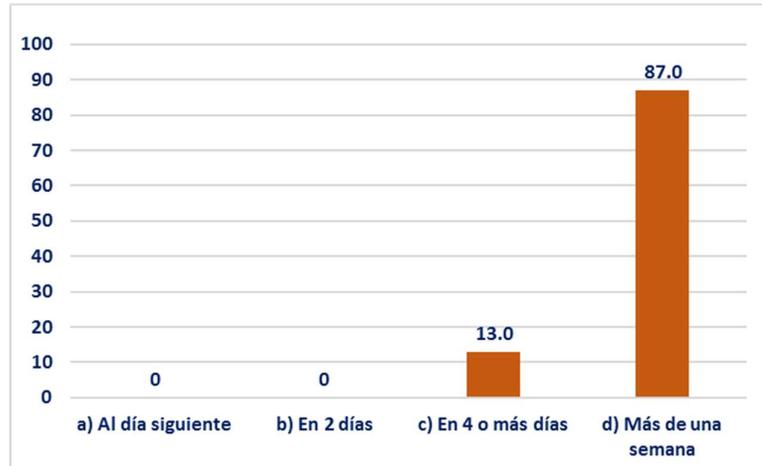


Grafico 22: Una vez que se presenta y reporta una falla en las unidades ¿cómo actúa el área de mantenimiento?

**3. Cuándo una unidad queda inoperativa por una falla compleja o mayor, ¿Cuánto tiempo demora el área de mantenimiento en darle solución?**

El 87% de los encuestados indicaron que se demora “Más de una semana” y el 13% “De 4 a más días”.

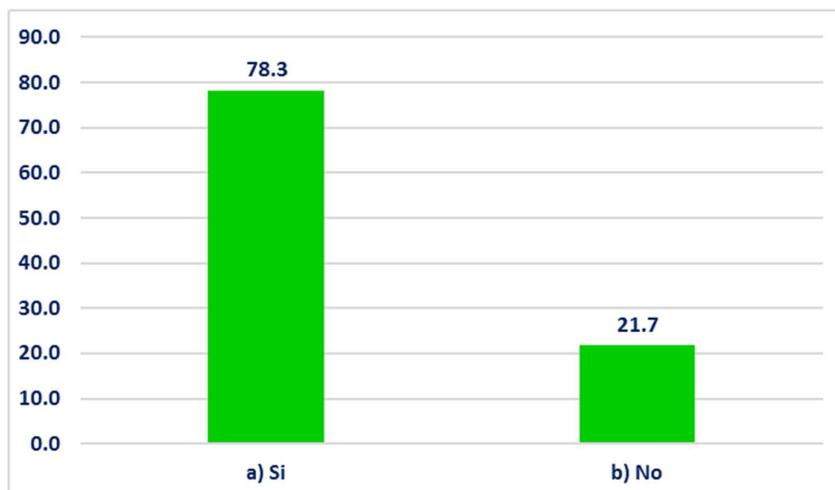


*Grafico 23:* Cuándo una unidad queda inoperativa por una falla compleja o mayor, ¿Cuánto tiempo demora el área de mantenimiento en darle solución?

**Objetivo 11: Identificar la apreciación respecto al grado de capacitación del personal de mantenimiento y choferes.**

**1. ¿La empresa cuenta con personal técnico capacitado para la realización de mantenimientos preventivos y correctivos de los Equipos?**

El 78.3% indicaron que “Si” está capacitado para la realización de los mantenimientos y el 21.7% indico que “No” lo está.



*Grafico 24:* ¿La empresa cuenta con personal técnico capacitado para la realización de mantenimientos preventivos y correctivos de los Equipos

**2. En cuanto a su capacidad técnica, ¿Cómo califica usted al personal responsable de ejecutar mantenimiento en las unidades?**

El 47.8% los calificó como “Buenos técnicos”, el mismo porcentaje los calificó como “Técnicos promedios” y el 4.3% los calificó de “Malos técnicos”.

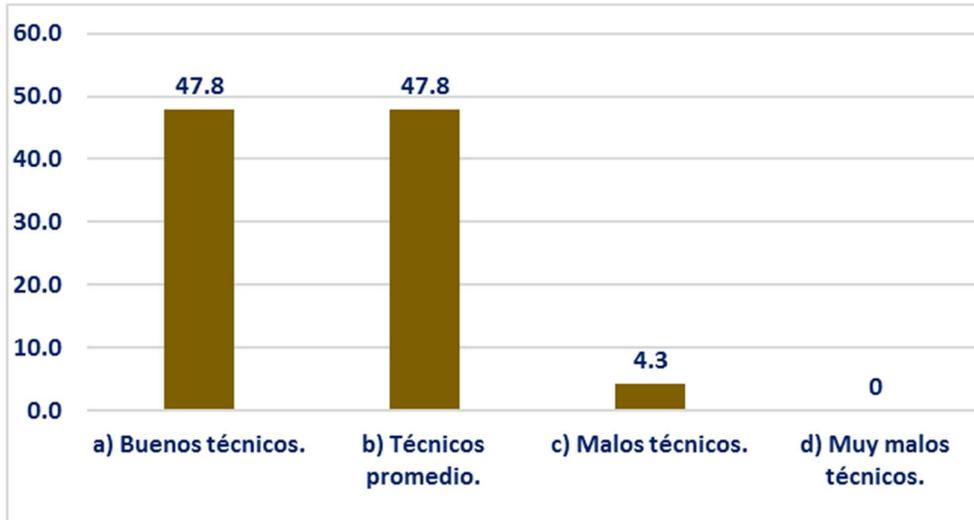


Grafico 25: En cuanto a su capacidad técnica, ¿Cómo califica usted al personal responsable de ejecutar mantenimiento en las unidades

**3. Califique el nivel de capacitación de los Operadores (choferes) de las unidades en la empresa.**

El 60.9% calificó a los operadores como “Medianamente calificados” y el 39.1% como “Poco calificados”.

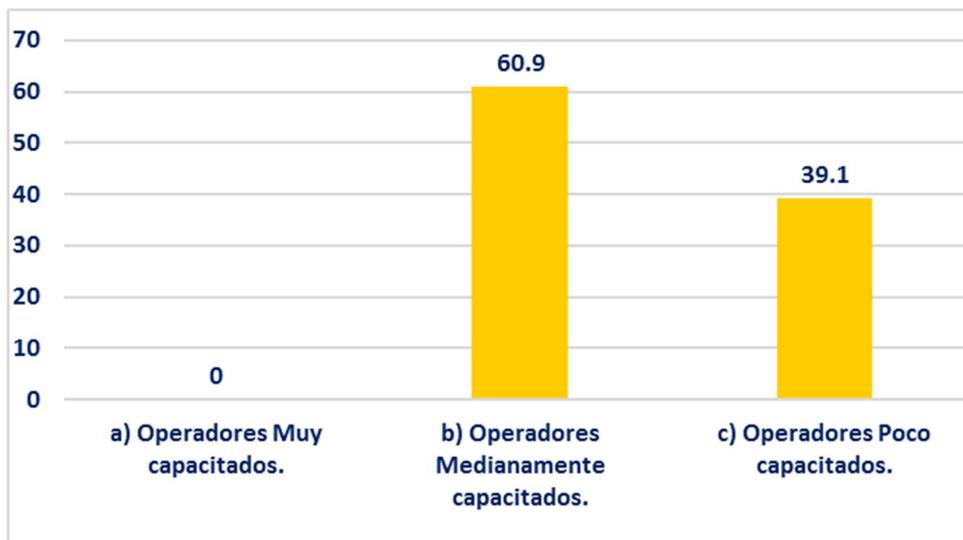
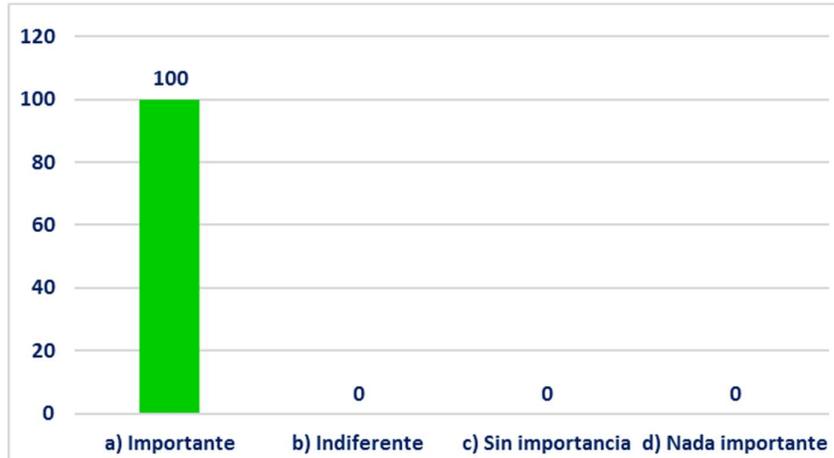


Grafico 26: Califique el nivel de capacitación de los Operadores (choferes) de las unidades en la empresa.

**Objetivo 12: Identificar la apreciación respecto al área de logística.**

***Califique usted la importancia que tiene el área de logística en la Disponibilidad de las unidades de la flota.***

El 100% los calificó como “Importante” en la empresa.



*Grafico 27:* Califique usted la importancia que tiene el área de logística en la Disponibilidad de las unidades de la flota.

**4.3 Interpretación de Resultados**

Los resultados de la encuesta aplicada al personal de Transportes M. Catalán SAC, se interpreta según lo siguiente:

**De Objetivo 1:** “Identificar el grado de conocimiento del personal respecto a las políticas y plan de mantenimiento que se aplican en la empresa”, se evidenció que entre el personal de mantenimiento y de operaciones hace falta difundir las Políticas de Mantenimiento de la empresa, ya que el 91.3% de los encuestados dijeron: “No conocerlas”; Dado que las políticas de mantenimiento son las líneas directrices específicas, los métodos, los procedimientos, las reglas, las formas y las prácticas administrativas que se establecen para implementar las estrategias y respaldar y fomentar los trabajos que llevarán a alcanzar los objetivos, el desconocimiento de ellas por el personal constituye una debilidad mayúscula a corregir en la gestión del mantenimiento; respecto al Plan

de mantenimiento el 78.3% confirmó que este “Si existe” y solo el 4.3% indicó que no existe.

**De Objetivo 2:** “Identificar la percepción y calificación acerca del tipo y plan de mantenimiento que se aplica en la empresa”, se concluye que la percepción mayoritaria del personal es que el Plan de mantenimiento “No es bueno”, y que los tipos de mantenimiento que se aplican son el preventivo y el correctivo (solo 30.4% considera que el plan es bueno, el 34.8% reconoce que se ejecuta solo mantenimiento preventivo, 65.2% que se ejecuta tanto el preventivo como el correctivo); respecto del mantenimiento predictivo el 95.7% indica que “No” se realiza ninguna acción, por lo que es oportunidad para sugerir la inclusión dentro de las rutinas de mantenimiento tareas del predictivo, que nos ayudaren a que las fallas y problemas se detecten lo antes posible.

**De Objetivo 3:** “Identificar la percepción y calificación acerca de la calidad del mantenimiento y calidad de la gestión del mismo que se aplica en la empresa”, se conoce que la percepción del personal respecto a la calidad del mantenimiento es “Regular o mala” (el 73.9% de los encuestados lo dicen), indicando esto que se debe mejorar la calidad del mantenimiento; respecto a la gestión del mantenimiento la percepción de la mayor parte del personal es que “No es buena” (solo el 26.1% indica que es buena), lo que es un indicador para establecer estrategias que permitan mejorar la gestión de mantenimiento.

**De Objetivo 4:** “Identificar la percepción respecto al control de las acciones de mantenimiento”, se evidencia que todo el personal encuestado se encuentra de acuerdo con que se tengan formatos para el registro de las acciones de mantenimiento ejecutadas por los técnicos, lo que se constituye como un indicador positivo sobre la percepción del personal para este objetivo.

**De Objetivo 5:** “Identificar el grado de conocimiento del personal en el control del mantenimiento”, se aprecia que mayoritariamente el personal tiene conocimiento que se controla la ejecución de los mantenimientos y que existen formularios para ello (87% de los encuestados confirmó que si se controlan los mantenimientos y 91.3% confirmó que si conoce que haya algún formato), lo que

también constituye un indicador positivo sobre la percepción del personal para este objetivo.

**De Objetivo 6:** “Identificar la frecuencia de ejecución de las rutinas de mantenimiento e involucramiento del personal en la ejecución de otras actividades de mantenimiento”, se evidencia que el personal conoce la frecuencia de ejecución de las rutinas de mantenimiento en las unidades de acuerdo con las rutinas que se tienen implementadas para ellas (15,000 y 20,000 km); además, se evidencia que el personal de mantenimiento no realiza inspecciones periódicas en las unidades (solo el 13% indicó que si se realizan inspecciones), que los operadores en una gran proporción no realizan las inspecciones diarias a las unidades (solo el 10.5% de los operadores las realiza).y que una gran mayoría tampoco ejecuta actividad alguna de mantenimiento (el 79% no lo realiza y el 21% lo realiza “a veces”), lo que constituye la oportunidad de establecer estrategias y tareas de mantenimiento autónomo (TPM) de manera que los operadores ejecuten las inspecciones diarias y algunas tareas básicas de mantenimiento; así mismo el personal de mantenimiento deberá ejecutar inspecciones periódicas en sistemas sensibles entre rutinas de mantenimiento de manera que se pueda evitar fallas prematuras.

**De Objetivo 7:** “Identificar el grado de control de los mayores componentes de costos variables”, se evidencia que los operadores o choferes no conocen que se ejecuten controles de rendimientos de combustible por lo que no conocen cuál es su rendimiento promedio en las unidades; por los neumáticos, tampoco conocen de acciones de control de rendimientos y ni de cuanto rinde un neumático en kilómetros de recorrido, lo que conlleva a implementar estos índices de control, de manera que se tenga una medición y posterior comparación con índices de clase mundial y tender a ellos, lo que redundara en reducción de costos de operación.

**De Objetivo 8:** “Identificar la percepción de disponibilidad de la flota”, se deduce que la percepción de disponibilidad de las unidades es variada (60.9% de los encuestados indicaron que la disponibilidad está sobre el 80%, el 30.3% que está sobre el 70% y el 8.7% sobre 60%), y por lo tanto de la flota; indican

que la disponibilidad está en el promedio aceptable sin ser el de “Clase mundial” (90% para una flota relativamente nueva), razón que permitiría establecer este índice como uno más a gestionar en el mantenimiento de la empresa.

**De Objetivo 9:** “Identificar la necesidad de supervisión en la ejecución del mantenimiento”, se evidenció que el personal entrevistado en su totalidad está de acuerdo con la necesidad que en el área de mantenimiento se cuente por lo menos con un supervisor de mantenimiento, supervisor que actualmente no existe y es necesario implementarlo a fin de mejorar la gestión del mantenimiento.

**De Objetivo 10:** “Identificar el procedimiento en la atención de fallos”, se observa que, Si existe un procedimiento y formato para los reportes de fallos y que, de presentarse estos, el área de mantenimiento demora más de una semana para solucionarlo; además, solo en un 34.8% de los encuestados indican que el fallo siempre lo soluciona el personal de mantenimiento de la empresa y, el 13% que “Demoran varios días en tomar una decisión”, situación que permite tomar acción en la mejora de los tiempos de atención y solución de fallas.

**De Objetivo 11:** “Identificar la apreciación respecto al grado de capacitación del personal de mantenimiento y choferes”; Respecto al personal técnico de mantenimiento se observa una apreciación mayoritaria respecto a que “Si están capacitados para la ejecución de los mantenimientos” (78.3%), a la vez, la apreciación que sean buenos técnicos se reduce al 47.8%; respecto a los operadores la apreciación mayoritaria es que están medianamente calificados (60.9%), por lo que se debe implementar un sistema de capacitación permanente para el personal de mantenimiento y choferes.

**De Objetivo 12:** “Identificar la apreciación respecto al área de logística”, Todo el personal encuestado considera que el área de logística es importante en la disponibilidad de las unidades de la flota, por lo que esta debe cumplir con los objetivos y funciones establecidas en su apoyo a mantenimiento.

## **Capítulo 5: Propuesta para el Plan de Mantenimiento**

### **5.1. Acciones a Implementar en el Mantenimiento.**

Entre las múltiples acciones a implementar se considera en primer lugar el referido al recurso humano, tanto directo como indirecto, necesario para la ejecución de las rutinas de mantenimiento, los controles rutinarios en zanja de inspección y para las operaciones de conservación en aplicación de las correspondientes rutinas de mantenimiento.

Posteriormente, se debe definir el Plan de mantenimiento preventivo que se adapte a las unidades, estructurándolo en “categorías” y éstas a su vez en “rutinas”, para las que se revisarán las correspondientes “plantillas de mantenimiento”, las recomendaciones de los fabricantes y las experiencias propias en rendimientos de autopartes.

Seguidamente, definir las actividades básicas y el funcionamiento del sistema de mantenimiento, así como programar las labores periódicas a realizar por el personal, además de participar en la definición de programas de compra y de políticas de almacenamiento de repuestos.

Una buena gestión del mantenimiento necesita registrar datos y controlar la tendencia de algunos indicadores. El establecimiento y control de indicadores nos permitirá tomar decisiones en el momento oportuno y guiar nuestra actividad, con el objetivo de incrementar la rentabilidad de la empresa al menor costo posible.

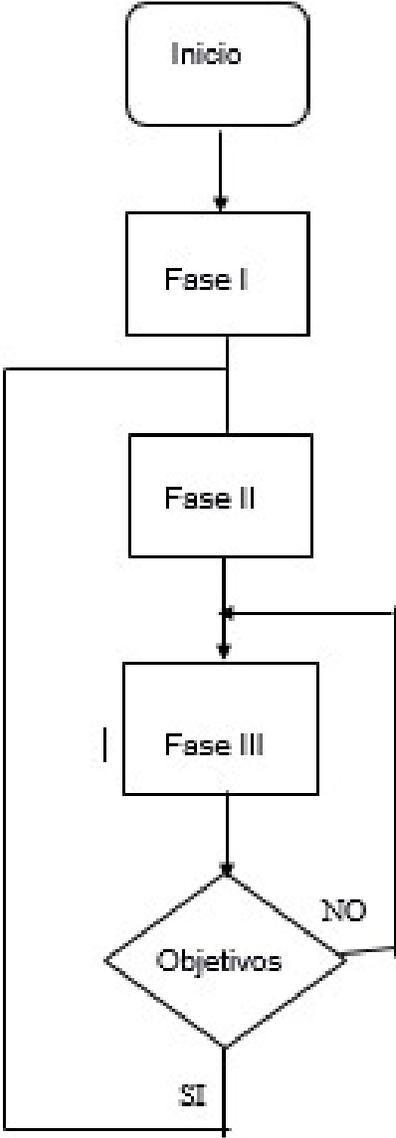
#### **5.1.1. Proceso de implementación del mantenimiento.**

Este proceso es muy sencillo, consta de tres fases; la fase I de reconocimiento o fase de conocimiento del estado actual de los elementos del sistema; la fase II donde se definen los objetivos que se establecerán y finalmente la fase III de consolidación donde se fortalece el sistema de mantenimiento y se plantean los planes de mejora continua para alcanzar las metas propuestas en el corto y mediano plazo. Siendo el logro, o no, de los

objetivos quien defina el bucle o retroalimentación a la segunda o tercera fase del proceso respectivamente, según el flujograma de la figura 14.

Figura 14

*Flujograma del proceso de implementación de la optimización del mantenimiento.*



Nota: tomado de Rodríguez O. (2006)

**5.1.2. Recursos Humanos**

Para que el parque de la flota funcione eficientemente con el plan de mantenimiento que se propone se debe plantear un nuevo organigrama, donde

se debe aumentar el recurso humano interno que ejecuta labores directas e indirectas, encargados de controlar y dar mantenimiento. Se debe empezar por establecer a dos personas con capacidad suficiente en los ámbitos de gestión y mecánica automotriz en general para ocupar los cargos de Supervisor y Planeador o Planner de mantenimiento; además, se debe contar con personal mecánico (2 técnicos en mecánica automotriz) adicional que ejecute los controles en zanja de inspección con capacidad para evaluar e identificar los componentes que podrían estar presentando fallas potenciales y más aún, los que hayan presentado fallas funcionales.

Así también, entre los mayores costos directos de las flotas tenemos, en primer lugar, el referido al consumo de combustible y seguidamente, el referido al rubro de neumático que representa el segundo mayor costo directo en las flotas, razón por lo que, a fin de mejorar los rendimientos, estos componentes se deben controlar; en las 83 combinaciones tracto camión y semirremolque que conforman la flota se tienen instaladas 1826 llantas (22 llantas en cada conjunto T3-O4), las que están “rodando” en la flota; a fin de controlar y potenciar el recurso neumáticos se debe implementar el área de control de rendimientos y reparaciones de neumáticos a cargo, por lo menos, de un técnico especializado.

En el recurso humano externo es importante también por lo que al personal de contratistas o terceros se les debe involucrar en la nueva filosofía de mantenimiento.

#### **5.1.2.1. Organigrama propuesto**

El organigrama propuesto será:

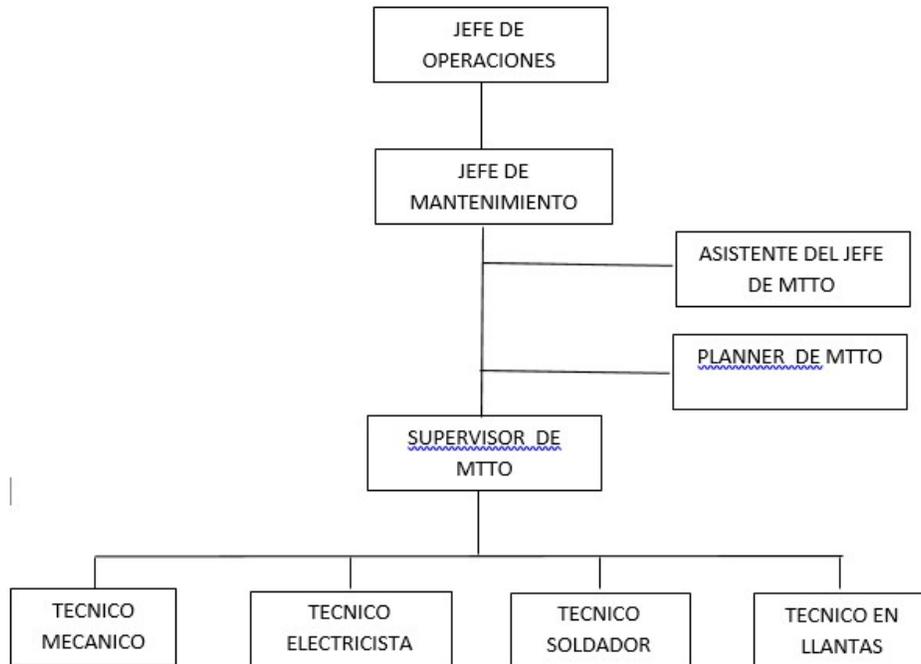


Figura 15: Organigrama Propuesto para el Departamento de Mantenimiento.  
Elaboración Propia

### 5.1.1.2. Capacitación

Una capacitación adecuada del recurso humano, tanto en temas teóricos como prácticos, ayuda al personal de mantenimiento a conocer cómo realizar sus tareas de manera satisfactoria fortaleciendo los temas críticos, procurando la optimización en el uso de los recursos, la agilidad en los procesos, la seguridad laboral y la calidad de los trabajos terminados. Esta capacitación debe estar dirigida tanto al personal mecánico como a los conductores o choferes, ya que es conocido que mejorando los hábitos de manejo se puede ahorrar hasta un 10% del consumo de combustible el cual, en promedio, representa el 43% de los costos variables de una flota de transporte de carga.

Los componentes como incentivos, trabajo en equipo, motivación, integración de grupo familiar, salud ocupacional e integración de contratistas a la política de la empresa deben ser apoyados por la Gerencia de Operaciones para su fortalecimiento.

Los objetivos de la capacitación al personal son:

- Comunicar la implementación de un nuevo plan de mantenimiento para la flota vehicular.
- Solicitar y obtener el compromiso del personal de la sección para, a través de sus acciones, obtener los resultados esperados.
- Capacitar y familiarizar al personal con los contenidos y procesos del plan de mantenimiento.
- Evaluar periódicamente las competencias de los técnicos de mantenimiento.
- Capacitar a los técnicos de mantenimiento sobre:
  - Sus respectivas funciones.
  - Los métodos de mantenimiento a ejecutar y en técnicas de mecánica automotriz.
  - El uso de los equipos y herramientas nuevos y sobre Seguridad industrial.
  - Iniciar una formación progresiva para el mejoramiento continuo de las actividades de mantenimiento de la flota vehicular.

### **5.1.3. Plan de Mantenimiento Preventivo**

El Plan de mantenimiento preventivo de la flota de transportes M. Catalán SAC está estructurado en grupos homogéneos de vehículos por marca, tipo y por actividad, correspondiéndoles un plan específico con sus respectivas rutinas, la propuesta de optimización contempla desglosarlo en tres categorías:

**5.1.3.1. Controles en zanja de inspección.** Se realizará de manera sistemática, el vehículo se revisará al regresar de cada viaje, o al culminar una jornada de trabajo, o durante la fase de abastecimiento de combustible. La meta es identificar visualmente algunas anomalías o fallas potenciales no detectadas por el operador; al seguir este diagnóstico, permite disminuir las reparaciones en carretera (o en campo), de tal manera que los vehículos serán dirigidos hacia las áreas idóneas para su reparación. Este control deberá ser plasmado en un formato u hoja denominada "Check list".

Este control deberá ser ejecutado por personal mecánico con relativa experiencia, de manera que al percatarse de algún desajuste o falla y de ser necesaria una inmediata intervención, deberá comunicar al Supervisor o Jefe de mantenimiento, caso contrario coordinar con el Planner para la correspondiente programación.

**5.1.3.2. Operaciones de conservación.** Se trata de operaciones comunes con una periodicidad determinada como, por ejemplo: Mantenimiento de alta frecuencia (lavado y engrase, cambio de aceite y filtros, revisión de fajas, mangueras, etc.), mantenimiento de desgaste (frenos, embrague, neumáticos), reparación de componentes (alternador, arrancador, radiador), reparación del tren motriz (motor, caja de velocidades, diferencial), planchado, pintura y reconstrucciones.

Con respecto a la periodicidad de las frecuencias de mantenimiento la empresa tiene estructuradas las rutinas de mantenimiento siguiendo las recomendaciones de los fabricantes en función al kilometraje recorrido; así, para las unidades Mack y DAF las rutinas son de ejecución cada 20 000 km, en los Mercedes Benz y Freightliner cada 15 000 km, periodicidad que debe ajustarse continuamente para asegurar el balance óptimo entre disponibilidad del parque y el costo del mismo.

**5.1.3.3. Plan de mantenimiento preventivo con base en las condiciones o mantenimiento predictivo (PdM).** Se trata de revisar sistemáticamente partes y accesorios sensibles a un kilometraje previsto para detectar fallas, analizar, encontrar su causa, y corregir el problema, programando una reparación eficiente y eficaz de los componentes con problemas “antes que fallen”. Estas verificaciones pueden resultar en: afinaciones, cambios de partes o de elementos completos.

Las siguientes son las herramientas de monitorización de equipos que se utilizan con mayor frecuencia para el PdM:

- El análisis del aceite, se utiliza para determinar el estado de un lubricante y su posible contaminación.

- Los análisis de vibraciones se utilizan principalmente para detectar desalineaciones, desequilibrios, aflojamientos mecánicos o desgaste del motor.
- La termografía infrarroja permite identificar las diferencias de temperatura en las transmisiones, cajas de cambios, rodamientos, etc.
- El análisis ultrasónico se utiliza para detectar fugas en tubos y tanques, fallas mecánicas en piezas en movimiento y fallas en equipos eléctricos.

La acción más representativa del mantenimiento predictivo y de mayor utilización en flotas de transportes se tiene en los análisis de aceites, siendo el de motor el de mayor significación, el que se debe implementar en la flota ya que conduce a detectar y eliminar las causas que originan fallas en el motor, sistema básico de mayor nivel de importancia en las unidades. El análisis de aceite permite conocer tanto la salud del lubricante, como el estado de contaminación y desgaste del motor, así como también, reconocer las causas que provocan las fallas, para poder eliminarlas, aumentando de ésta forma, la confiabilidad.

El análisis de aceite no sólo va a permitir monitorear el estado de desgaste de los motores, detectar fallas incipientes, sino también establecer un Programa de lubricación basado en condición, el cual nos permitirá establecer el real momento de cambio del lubricante, ya que por la calidad de los mismos y por las muy conservadoras recomendaciones de cambio de los fabricantes, se podría estar incurriendo en un sobre costo de mantenimiento al estar sustituyendo lubricantes todavía aptos para el uso, lo que podría conllevar a extender la vida del lubricante.

**Implementación del procedimiento de análisis de aceite.** Entre las políticas de post venta los proveedores de lubricantes ofrecen servicios como el muestreo y análisis de aceites, el de videoscopia y otros.

El servicio de muestreo y análisis de aceite consiste en la toma de muestras de aceite del equipo y su envío al laboratorio de servicio. Tan pronto son analizadas y evaluadas las muestras, se tendrá disponible el diagnóstico conjuntamente con las recomendaciones, lo que nos permitirá tomar las correspondientes decisiones. El Jefe de mantenimiento deberá sistematizar las

tomas de muestras y los resultados de manera que, en primer lugar, se pueda determinar si con los periodos básicos implementados para el mantenimiento no se está cambiando lubricante en condiciones de seguir siendo utilizado y, en segundo lugar, permita hacer los ajustes requeridos según la interpretación de los resultados.

#### **5.1.4. Funcionamiento del Mantenimiento Preventivo**

La propuesta de mejora Plan de Mantenimiento Preventivo contempla tres actividades básicas:

- El reporte de las condiciones del vehículo por el operador.
- La recepción y diagnóstico Vehicular.
- El programa de mantenimiento preventivo propiamente.

**5.1.4.1. El Reporte de las condiciones del vehículo por el operador.** Cada conductor debe ser responsable de revisar su vehículo cuando empieza su turno. Al finalizar cada turno de trabajo, el conductor deberá llenar un formato o reporte sobre el estado del vehículo. Anotará si se observaron o no condiciones insatisfactorias, deberá anotar la fecha y su firma. Posteriormente lo entregará al Supervisor de mantenimiento, éste determinará que desperfectos deberán ser atendidos en forma inmediata y cuales podrán ser postergados hasta el próximo mantenimiento.

El operador debe estar comprometido en el ciclo vehicular de manera responsable; es decir, optando por la conducción económica. Las consecuencias de su comportamiento al volante repercuten bien o mal sobre las partes de la unidad.

El Reporte de las condiciones del vehículo por el operador debe considerar, por ejemplo: Ruidos anormales, pérdida de potencia, pérdida de presión de aire, pérdida de aceites, consumo anormal de combustible, lubricantes y refrigerante, estado de carga de batería, temperatura de motor fuera de rango normal, dificultad para operar dentro del rango normal de revoluciones del motor (zona verde), dificultad en las marchas, en el frenado, presencia de vibraciones, etc.

**5.1.4.2. Recepción y diagnóstico vehicular.** La Recepción y diagnóstico vehicular representa el corazón del ciclo del mantenimiento. Si esta sección no funciona o funciona mal, todo el ciclo del mantenimiento vehicular se verá afectado y se reflejará en la merma de los resultados económicos de la empresa. La ubicación de esta importante sección especializada y la persona encargada de hacerla funcionar debe ser elegida cuidadosamente.

En cuanto al Control en la zanja de inspección, se trata de realizar un diagnóstico de la unidad el que debe cumplir con una función de detección y pronóstico de fallas, y además debe ser un “filtro global de anomalías”

La sección de recepción tiene una doble función: El control de energéticos y el control mecánico en la zanja de inspección. El control energético o del combustible debe verificar el control de rendimiento de diésel (kilómetros recorridos vs galones de combustible consumidos), el abastecimiento de aceite de relleno y el abastecimiento de anticongelante, así como la revisión de la presión aparente de llantas (sin medir presión ya que se encuentran calientes).

En la recepción y diagnóstico vehicular el supervisor o quien lo efectúe deberá anotar en el formato denominado “Reporte de recepción y diagnóstico de la flota” las anomalías o fallas que detecte, así como deberá describir claramente las reparaciones o reajustes requeridos, lo que efectuará siguiendo una “Hoja de Ruta”. Al poder pronosticar, es posible construir un programa de mantenimiento. Si tal objetivo es logrado, entonces la gerencia de operaciones podrá conocer mejor la disponibilidad vehicular prevista.

En esta etapa se debe realizar los siguientes controles:

- Apariencia externa del vehículo (carrocería, pintura, luces, estado de llantas, señalización).
- Aspecto interno de la cabina: (estado de Indicadores de tablero, juego libre de pedales de embrague y de freno, juego de la palanca de velocidades, limpieza y cuidado interno).
- Motor (fugas de lubricantes, refrigerantes, aire; tensión de bandas, juego del ventilador, estado de conexiones de mangueras y tuberías).

- Juegos en componentes (crucetas de cardan, toma fuerza, terminales de dirección, King pin, etc.)
- Ruptura de partes (muelles, amortiguadores, estabilizadores, soportes de motor, de cardan, etc.)
- Roces (partes metálicas u otras).
- Calentamientos (llantas, frenos, etc).
- Preguntar Si hay problemas de frenos (probable exceso de uso de frenos), si se nota sobre consumo de combustible, ruidos sospechosos u otras observaciones del operador.
- Elaboración del Reporte de recepción y diagnóstico de la flota

En base a estos informes, el supervisor decide que anomalías deben ser corregidas de inmediato y cuales pueden tratarse conjuntamente con el próximo período de mantenimiento preventivo.

**5.1.4.3. Programa de mantenimiento preventivo.** Cada vehículo se programa de tal forma que recibe servicios periódicos de mantenimiento preventivo durante su existencia, los que están conformados por las diversas rutinas que se establezcan para cada tipo.

**Rutinas de mantenimiento para las unidades Mercedes Benz:**

- Servicio tipo M o cada 15 000 Km
- Servicio tipo M + Z1 o cada 30 000 Km
- Servicio tipo M + Z2 o cada 60 000 Km

**Rutinas de mantenimiento para las unidades Freightliner: Programa III**  
(transporte a larga distancia):

- Servicio M1 o cada 15 000 Km
- Servicio M2 o cada 30 000 Km
- Servicio M3 o cada 60 000 Km
- Servicio M4 o cada 120 000 Km

**Rutinas de mantenimiento para las unidades MACK:**

- Servicio A o cada 20 000 Km
- Servicio B o cada 40 000 Km

- Servicio C o cada 80 000 Km
- Servicio D o cada 160 000 Km

**Rutinas de Mantenimiento para las unidades DAF:**

- Servicio cada 20 000 Km
- Servicio cada 60 000 Km
- Servicio cada 100 000 Km

**Rutinas de Mantenimiento para las unidades semirremolque Fameca y Nassi**

Los mantenimientos de cisternas, plataformas y bombonas se realizan en cada mantenimiento preventivo que se realiza al Tractor de cualquier marca sumado a esto las pruebas de END que se realiza cada 100 000 km y/o anual, o de acuerdo a lo que solicite el cliente.

Para llevar un estricto control de los kilometrajes recorridos de la cisterna se hace necesario que se instale un hubudómetro. Se debe habilitar un programa de mantenimiento para estas unidades.

Se propone establecer una sola periodicidad de recambio de aceite de motor en la flota en general, de manera que sea una sola la rutina que se aplique para toda la flota (que sea cada 20 000 km, y no cada 15 000 y 20 000 km) y que se tenga la oportunidad de optimizar el uso del lubricante ampliando su recambio a 30 000 km en promedio.

**5.1.4.4. Programa de automantenimiento.** Extraído de los planes guías, se diseña un programa de actividades diarias a ser ejecutadas por el conductor de la unidad y que se enmarca en un formato conocido como programa de automantenimiento (Tabla 14). De esta manera se le responsabiliza al conductor sobre una serie de inspecciones, controles y pequeñas ejecuciones diarias pre-servicio; la finalidad, es descubrir los fallos tempranos que a veces pasan desapercibidos.

Tabla 14

Programa de auto mantenimiento de flota

| PROGRAMA DE AUTO MANTENIMIENTO                       |  |                          |              |                                     |                   |                          |
|--|--|--------------------------|--------------|-------------------------------------|-------------------|--------------------------|
| CONDUCTOR:   |  |                          | KILOMETRAJE: |                                     |                   |                          |
| PLACA:   |  |                          | FECHA:       |                                     |                   |                          |
|  |  | <input type="checkbox"/> | EJECUTADO    | <input checked="" type="checkbox"/> | NECESITA REVISION |                          |
| ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO                         |  |                          |              |                                     |                   |                          |
| Limpieza y lavado de la unidad (según necesidad)     |  |                          |              |                                     |                   | <input type="checkbox"/> |
| Nivel del liquido refrigerante                       |  |                          |              |                                     |                   | <input type="checkbox"/> |
| Nivel de agua en el sistema limpiaparabrisas         |  |                          |              |                                     |                   | <input type="checkbox"/> |
| Nivel de liquido de freno                            |  |                          |              |                                     |                   | <input type="checkbox"/> |
| Nivel de liquido de embrague                         |  |                          |              |                                     |                   | <input type="checkbox"/> |
| Nivel de aceite hidraulico de la direccion           |  |                          |              |                                     |                   | <input type="checkbox"/> |
| Fugas de lubricante de motor                         |  |                          |              |                                     |                   | <input type="checkbox"/> |
| Fugas de aceite hidraulico de direccion              |  |                          |              |                                     |                   | <input type="checkbox"/> |
| Fugas en el sistema de frenos                        |  |                          |              |                                     |                   | <input type="checkbox"/> |
| Fugas en el sistema de transmision                   |  |                          |              |                                     |                   | <input type="checkbox"/> |
| fugas en el sistema de combustible                   |  |                          |              |                                     |                   | <input type="checkbox"/> |
| Fufas en el sistema de refrigeracion                 |  |                          |              |                                     |                   | <input type="checkbox"/> |
| Estado de carga de la bateria (mediante indicadores) |  |                          |              |                                     |                   | <input type="checkbox"/> |
| Estado de luces interiores                           |  |                          |              |                                     |                   | <input type="checkbox"/> |
| Estado de luces exteriores                           |  |                          |              |                                     |                   | <input type="checkbox"/> |
| Estabilidad del motor                                |  |                          |              |                                     |                   | <input type="checkbox"/> |
| Temperatura de funcionamiento del motor              |  |                          |              |                                     |                   | <input type="checkbox"/> |
| Presion de neumaticos                                |  |                          |              |                                     |                   | <input type="checkbox"/> |
| Golpes y cortes en los neumaticos                    |  |                          |              |                                     |                   | <input type="checkbox"/> |
| Estado de la banda de rodadura de los neumaticos     |  |                          |              |                                     |                   | <input type="checkbox"/> |
| Sonidos extraños                                     |  |                          |              |                                     |                   | <input type="checkbox"/> |
| OBSERVACIONES  |  |                          |              |                                     |                   |                          |
|  |  |                          |              |                                     |                   |                          |
|  |  |                          |              |                                     |                   |                          |

Nota: Elaboración propia.

### 5.1.5. Herramientas de Gestión Técnica:

Entre las herramientas de gestión contamos con formatos, procedimientos y reportes.

#### **5.1.5.1. Formatos**

En 3.3.1. se mencionó que para la flota que presta servicio entre planta Talara y planta Yurimaguas se cuenta con 27 formatos implementados, los que se describen en la tabla 11; de ellos solo cinco son de uso actual.

Se propone la implementación de un nuevo formato denominado “Recepción y Diagnostico de tracto camión” que facilite la inspección o controles en la zanja de inspección, el que se detalla en el Anexo N° 6. Así también se propone la implementación de los formatos: Control de Rendimiento de combustible y Control de profundidades de banda de rodamientos y Rendimiento de llantas.

Los formatos deberán ser llenado siempre: Por el solicitante bajo circunstancias ordinarias, o por el personal de mantenimiento ante una emergencia.

#### **5.1.5.2. Procedimientos.**

En 3.3.2. se mencionó que entre los procedimientos de mantenimiento, inspección y control implementados por la empresa de transportes M. Catalán, se cuenta con 26 de ellos, no siendo de uso actual ninguno de ellos, sin poder precisar la razón.

Se propone la implementación del Procedimiento a seguir en la ejecución de la Orden de trabajo, el que se considera importante ya que en él se debe determinar:

- quien puede efectuar las solicitudes,
- quien las aprueba,
- quien establece la prioridad y,
- el procedimiento de emergencia,

#### **5.1.5.3. Reportes.**

Son documentos que nos sirven como herramientas de planeación y control de las actividades y recursos de mantenimiento, además de ser un medio en el que se nos presenta de manera estructurada y resumida, datos relevantes para

registrar y analizar desempeños, costos y evolución de actividades de mantenimiento realizadas que nos permite controlarlas y darle seguimiento.

Se propone la implementación de los siguientes reportes:

a) **Indicadores de mantenimiento.**

Los Indicadores de mantenimiento son la muestra de las acciones realizadas en la flota e indican la efectividad del mejoramiento continuo. Inicialmente se sugiere implementar los siguientes indicadores para los que se han implementado los correspondientes procedimientos.

- Disponibilidad.
- Rendimiento de Combustible.
- Rendimiento de Llantas.

**a.1) Disponibilidad.** Es la probabilidad de que el equipo funcione satisfactoriamente en el momento en que sea requerido después del comienzo de su operación, cuando se usa bajo condiciones estables, donde el tiempo total considerado incluye el tiempo de operación, el tiempo activo de reparación, el tiempo inactivo, el tiempo en mantenimiento preventivo (en algunos casos), el tiempo administrativo, el tiempo de funcionamiento sin producir y el tiempo logístico.

Disponibilidad es la relación entre la diferencia del número de horas del periodo considerado (horas calendario) con el número de horas de intervención por el personal de mantenimiento (mantenimiento preventivo por tiempo o por estado, mantenimiento correctivo y otros servicios) para cada ítem observado y el número total de horas del periodo considerado.

$$DISP = \frac{\sum(HCAL - HTMN)}{\sum HCAL} \times 100$$

**a.2) Rendimiento de combustible.** Se ha comentado que el combustible representa aproximadamente el 43% del total del costo variable de una flota grande, por lo tanto, se requiere optimizar su utilización y asegurar su control.

Se sugiere implementar un formato de Control de Rendimiento de combustible por cada unidad y tipo de vehículo, distinguiéndose el operador o conductor y la estación de suministro, determinándose sus consumos y rendimientos. Este control nos permitirá tener el registro histórico de los consumos para poder advertir cualquier anomalía causada por mala manipulación del combustible o por causa del personal, operación inadecuada del conductor o falla en el sistema de combustible de las unidades.

La operación del vehículo es la variable más difícil de controlar ya que depende del conductor, por lo tanto, se le debe suministrar la capacitación suficiente con el fin de eficientizar el consumo de combustible; mejorando los hábitos de manejo se puede ahorrar hasta un 10% en el consumo de combustible. Además, con la implementación de este control se podrá determinar el costo de combustible por kilómetro recorrido.

**a.3) Rendimiento de llantas.** Las llantas en las flotas representan el segundo mayor costo variable, el que ronda aproximadamente en el 22% del costo variable total.

Las llantas deben tener un estricto control de inventario, debido a que es un elemento que en Perú tiene un gran mercado negro, es decir, por ser relativamente fácil su cambio, se pueden cambiar o vender. El control debe ser llevado por un personal formado en procesos de control, determinación de fallas según desgaste y en rotación y reparación de llantas.

Las llantas deben ser marcadas con un número o código único que nos permita su seguimiento desde su compra e ingreso a operación (nacimiento) hasta el día de su desecho (muerte). Este código da a conocer la fecha de instalación (mes y año) y el correlativo del kardex.

Se sugiere la implementación de un formato de Control de profundidades de banda de rodamiento y otro de Rendimiento de llanta, los que nos permitirán determinar tres indicadores básicos en control de llantas:

- **Costo unitario por llanta (S/Km).** Representa el valor de cada kilómetro recorrido por una llanta, se calcula como el costo de la llanta más el costo

de los reencuaches dividido entre los kilómetros totales recorridos por la llanta.

- **Índice de reencuache.** Muestra en promedio cuanto se reencuacha cada llanta. Si este valor aumenta significa que las llantas de la flota se están reencauchando más, lo que trae como consecuencia un menor costo por kilómetro.
- **Análisis de falla de llantas.** Permite llevar el control o seguimiento de las fallas más importantes de las llantas. Se determina analizando mensualmente las llantas que se han dado de baja.

#### **b) De Equipos:**

- Equipos por estado: operativos, inoperativos.
- Reportes de Control y rendimiento de llantas y de llanta averiada.
- Costo de mantenimiento por equipo.
- Consumos de combustibles, lubricantes/kilómetro

#### **c) De Mantenimiento Preventivo**

- Programa semanal de mantenimiento preventivo.
- Consulta historia de mantenimiento por equipos.
- Trabajos no realizados o pendientes en un plazo previsto.

El Programa semanal de mantenimiento preventivo es el reporte en el cual, se cargan las actividades próximas a ejecutarse, importadas desde los programas de mantenimiento preventivo de las unidades y en base a la programación preestablecida, sirve para dar a conocer al personal de mantenimiento las unidades programadas en la semana.

### **5.1.6. Repuestos y Materiales de Mantenimiento**

**5.1.6.1. Lubricantes y materiales para mantenimiento preventivo.** En base al programa de mantenimiento preventivo de cada unidad, se determinan las necesidades de repuestos, filtros, lubricantes, accesorios y materiales automotrices necesarios para el mantenimiento de la flota, los que se

determinarán para un periodo de tiempo, pudiendo ser este trimestral; los mismos que se registrarán y almacenarán en la sede para posteriormente ser solicitados a través de una Orden de pedido al almacén.

**5.1.6.2. Repuestos y materiales para mantenimiento correctivo.** A diferencia del mantenimiento preventivo, el correctivo, mínimamente, requiere de un stock de seguridad de Repuestos de alta rotación para satisfacer la demanda emergente; estos Repuestos de alta rotación se determinan en función a las recomendaciones de los fabricantes y a la experiencia que el personal de mantenimiento vaya adquiriendo en base a los datos prácticos de consumo regular en determinados periodos en las unidades de la flota.

Por otro tipo de repuestos, como los necesarios para reparaciones generales programadas, se recomienda mantener contacto con los proveedores de los mismos, para de alguna manera comprobar existencias en el mercado nacional y estimar el tiempo de aprovisionamiento.

Además, se plantea el establecimiento de un fondo de emergencia para repuestos, de un valor del 2-3% del costo total de la flota vehicular; este valor se corregirá de acuerdo a su utilización promedio.

#### **5.1.7. Infraestructura, Equipos y Herramientas.**

En cuanto a la infraestructura para el mantenimiento se ha comentado que esta es incipiente e insuficiente, por lo que se propone la construcción de una isla techada de 240 m<sup>2</sup> (20 x 12) mínimamente para la ejecución de los trabajos de mantenimiento, reparación y revisión de cuatro unidades al mismo tiempo, que se implemente con dos zanjas de inspección, con una zona de reparación de llantas y, aparte de esta, una zona de resguardo de materiales de desecho. Se propone también, la compra de algunos equipos y herramientas, que resultan necesarios para ejecutar las actividades del mantenimiento.

## **6. Conclusiones y Recomendaciones.**

### **6.1. Conclusiones.**

1. El diagnóstico de la situación actual de la Gestión de Mantenimiento ejecutado en las unidades de combinación Tracto camión N3 y Semirremolque O4 en la empresa de Transportes M. Catalán SAC. dio como resultado el conocer varias deficiencias y falencias en el mismo, por lo que el plan y gestión de mantenimiento deben mejorarse.

2. La percepción mayoritaria del personal respecto al Plan de mantenimiento actual es que este “No es bueno”; respecto a la calidad del mismo que es “Regular o mala” y que no conocen que se ejecuten controles de rendimientos de combustible ni de neumáticos, por lo que deben implementarse mejoras en el plan.

3. La implementación de las propuestas de mejora del Plan de Mantenimiento preventivo en la flota vehicular de transporte de combustible en la empresa de Transportes M. Catalán SAC. incrementarán la eficiencia de las unidades de combinación N3-O4 (unidades Tracto camiones N3 y Semirremolques O4 de carrocería tipo cisterna).

4. La implementación del mantenimiento predictivo permitirá que se pueda determinar si con los periodos básicos implementados para el mantenimiento (15 000 y 20 000 km) no se está cambiando lubricante en condiciones de seguir siendo utilizado, de manera que se pueda establecer una sola periodicidad de recambio de aceite de motor en la flota en general, y que se tenga la oportunidad de optimizar el uso del lubricante ampliando su recambio a 30 000 km en promedio.

5. La aplicación del programa de auto-mantenimiento, programa de actividades diarias a ser ejecutadas por el conductor de la unidad y el reporte de condiciones del vehículo por el conductor y la tarea de recepción y diagnóstico vehicular que se proponen ejecutar, reducirán las fallas en ruta mejorando la disponibilidad y eficiencia de las unidades de la flota, ya que representan el corazón del ciclo del mantenimiento.

## **6.2. Recomendaciones**

1. Se recomienda analizar constantemente los resultados del monitoreo de los análisis de aceite que se implementen a fin de poder mejorar los intervalos y frecuencias para la aplicación del Plan de mantenimiento, lo que se convierte, además, en la principal razón para detectar a tiempo un posible evento de falla.

2. El éxito de todo proceso o proyecto de mejora está en la retroalimentación, es por ello que continuamente se debe revisar y diagnosticar la calidad en la ejecución del Plan de mantenimiento. Asimismo, se debe desarrollar auditorías que aseguren la correcta aplicación del Plan propuesto.

3. Implementar un control sistemático de unidades con su respectivo análisis de causa raíz que permita identificar la raíz física del modo de fallo y su frecuencia, para utilizar esa información determinando periodos de repetición de fallo y así poder agregarla como criterio de temporalidad en las rutinas de mantenimiento.

4. Elaborar y difundir entre el personal las políticas de mantenimiento y los manuales de funciones del Supervisor, Planner, llanteros y mecánicos del preventivo a fin de optimizar el desempeño del personal de mantenimiento..-

## 7.- Referencias Bibliográficas.

1. APOLO, C. y MATOVELLE C. (2012). *Propuesta de un plan de mantenimiento automotriz para la flota vehicular del gobierno autónomo de la ciudad de Azogues* (Tesis de Grado, Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador). Recuperado de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1936/12/UPS-CT002335.pdf>
2. Arata A; Furlanetto L. (2005) *Manual de gestión de activos y mantenimiento* Santiago RIL Editores. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/405361825/392094178-Manual-de-Gestion-de-Activos-y-Mantenimiento-Adolfo-Arata-pdf>
3. Ballester S., Olmeda P., Macian V., Tormos B: (2002). El Mantenimiento de la Flota de Transportes. *Técnica Industrial* 247. Recuperado de <http://www.tecnicaindustrial.es/tiadmin/numeros/4/39/a39.pdf>
4. Campos J. (2017) *Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM)*. Recuperado de <https://edoc.pub/ejemplo-practico-quot-rcmquot-pdf-free.html>
5. Capacitaciones DIUG (2006) *Tipos y Métodos de investigación*. Recuperado de [https://es.slideshare.net/ug-dipa/tipos-y-mtodos-de-investigacin?from\\_action=save](https://es.slideshare.net/ug-dipa/tipos-y-mtodos-de-investigacin?from_action=save)
6. CESVIMAP, *Gestión y Logística del Mantenimiento en Automoción*, 4ta Edición, Editorial CESVIMAP S. A., Valladolid-España.
7. Clemenza B. (2019) *Qué es la Filosofía de Mantenimiento Industrial y cuáles son los tipos? Sistema de Mantenimiento Industrial*. Recuperado de <https://sistemademantenimiento.com/filosofia-de-mantenimiento-en-plantas>
8. Contexto operacional del MCC. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/365430123/Contexto-Operacional-Del-MCC>
9. Copiman (2019). *Definiciones de Mantenimiento*. Mantenimiento Mundial. Recuperado de <http://www.mantenimientomundial.com/definiciones.aspx>

10. Corrales J. (2019) Línea de tiempo del Mantenimiento. Public timelines. Recuperado de <https://www.timetoast.com/timelines/linea-de-tiempo-del-mantenimiento>.
11. Directiva N° 002-2006-MTC/15/Ministerio de Transportes y comunicaciones. (24, 08, 2006) Clasificación Vehicular y Estandarización de Características Registrables Vehiculares. Resolución Directoral N° 4848-2006-MTC/15
12. D. S. 058-2003-MTC - REGLAMENTO NACIONAL DE VEHICULOS
13. Duffuaa S., Rouf A. y Dixon J. (2000) Mantenimiento Planeacion y Control. Recuperado de <https://es.slideshare.net/rusvel7/sistemas-demantenimientoduffuayotros>
14. INGENIERIAINDUSTRIALONLINE.COM (2019). *Mantenimiento Productivo Total (TPM)*. Recuperado de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/lean-manufacturing/mantenimiento-productivo-total-tpm>
15. Márquez M. (2010) Gestión de Mantenimiento. En Márquez M. (Ed.) Manual de Ingeniería de Calidad (p. 5-6) Recuperado de [https://es.slideshare.net/mrpayasin/gestionmantenimiento?from\\_action=save](https://es.slideshare.net/mrpayasin/gestionmantenimiento?from_action=save)
16. Martínez F. J. (2013). Diseño de un plan de mantenimiento para un equipo de alta fiabilidad. *Técnica Industrial*, TI (301),1. Recuperado de <http://www.tecnicaindustrial.es/TIFrontal/a-4303-diseno-plan-mantenimiento-equipo-alta-fiabilidad.aspx>
17. MARULANDA J. y ORTIZ A.(2012) *Diseño de un sistema de costeo para las operaciones de transporte de Praxxon logística con origen en Buenaventura y destinos Bogotá, Medellín, Cali, Barranquilla, Cartagena, Bucaramanga, Pasto y viceversa*. (Tesis de Grado, Pontificia Universidad Javeriana, Facultad De Ingeniería, Ingeniería Industrial, Bogota). Recuperado de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/13665/OrtizZaramaAndrea2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
18. Medina J. (2015) ¿Para que sirve el RCM? ¿Qué beneficios ofrece? Confiabilidad RCM. Recuperado de

<https://confiabilidadrcm.wordpress.com/2015/06/27/para-que-sirve-el-rcm-que-beneficios-ofrece>

19. MESA D., ORTIZ Y., PINZÓN M. (2006, Mayo, 30). La Confiabilidad, la Disponibilidad y la Mantenibilidad, Disciplinas Modernas Aplicadas al Mantenimiento. *Scientia et Technica Año XI*. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4830901.pdf>
20. Moubray J. (2004) *Mantenimiento Centrado en Confiabilidad RCM II*. Madrid: Aladon Ltd.
21. Murray R., Larry J. (2009). *Estadística*. México: Mc Graw Hill
22. PADILLA VALDEZ Cesar, Tesis de Grado, "Plan de Gestión del Mantenimiento para la Flota Vehicular del Gobierno Autónomo Descentralizado Intercultural de la ciudad del Cañar, Cuenca-Ecuador, 2012.
23. Parra C, Crespo A. (2015). *Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad Aplicada en la Gestión de Activos*. – Ingeman 2da Ed. Recuperado de <https://app.box.com/s/338g6oj2bjfh18gz6jh8fpmx2eev6mk9>
24. ReliabilityWeb (2019) Definición de las Frecuencias para un Plan de Mantenimiento. RealibilityWeb.com. Recuperado de <https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/definicion-de-las-frecuencias-para-un-plan-de-mantenimiento>
25. Ros Moreno A. (2010) Mantenimiento Industrial (Recopilación). Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/108032834/Mantenimiento-Industrial-Recopilacion-Resumen>
26. SkyTracking G. (2013, junio 4). 8 Pasos sencillos para establecer un Plan de Mantenimiento Vehicular Preventivo. SkyTracking GPS Solutions. Recuperado de <https://es.slideshare.net/SkyTrackingGPS/sky-tracking-gps-solutions-8-pasos-plan-de-mantenimiento-vehicular-preventivo>
27. Tavares L. (2010) Administración Moderna de Mantenimiento. Recuperado de <http://www.mantenimientomundial.com/lourival/index.aspx?lang=>

28. Torres L. (2005) *Mantenimiento su Implementación y Gestión*. Segunda Edición. Universitas Impreso en Argentina. Recuperado de <http://www.mantenimientomundial.com/torres/index.aspx?lang=>
29. White T. (2019) *Extendiendo el espacio entre el Aplicar las estrategias correctas de mantenimiento*. ReliabilityWeb.com. Recuperado de <https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/extendiendo-el-espacio-entre-el-aplicar-las-estrategias-correctas-de-manten>

## **8. ANEXOS.**

### **ANEXO 1: PLANES DE MANTENIMIENTO**

#### **ANEXO 1.1: TRACTO CAMIONES**

Rutina de Mantenimiento M1, o cada 20 000

Rutina de Mantenimiento M2, o cada 80 000

Rutina de Mantenimiento M3, o cada 160 000

Rutina de Mantenimiento M4, o cada 480 000

#### **I. Rutina de Mantenimiento M1, o cada 20 000**

1. Cambio del aceite y filtros de motor
2. Prefiltro de combustible limpiar
3. Renovar filtro separador de agua
4. Renovar filtro de combustible motor
5. Filtro de aire primario comprobar (Renovar según estado)
6. Lubricación del collarín del embrague
7. Lubricación del eje transversal de liberación del embrague
8. Lubricación de los componentes del acoplamiento del embrague
9. Lubricación e inspección de los tubos telescópicos de control de cambios, FLA y FLB
10. Lubricación del seguro de control de cambios e inspección del cilindro, FLA y FLB
11. Lubricación de la barra de selección y de la rótula de la barra de pivote, FLA y FLB
12. Revisión del nivel de aceite de la transmisión y revisión del respiradero
13. Lubricación de la quinta rueda
14. Lubricación de la suspensión delantera y trasera
15. Lubricación de los pasadores de muñón
16. Inspección y lubricación de los extremos de las barras de acoplamiento
17. Revisión del respiradero del eje y del nivel de lubricante
18. Lubricación de las líneas motrices
19. Lubricación y revisión de los ajustadores de tensión manuales o automáticos (todos los modelos)

20. Lubricación de la barra de la dirección
21. Revisión del lubricante del mecanismo de dirección manual Ross, modelo 503
22. Lubricación del eslabón de arrastre y del cilindro de la dirección hidráulica
23. Revisión del nivel de líquido del depósito de la dirección hidráulica
24. Lubricación del mecanismo de dirección hidráulica Ross, Serie TAS
25. Lubricación de la tapa de rodamiento del mecanismo de dirección hidráulica Sheppard
26. Revisión del sistema de inclinación de la cabina, FLA y FLB
27. Lubricación de los sellos, cierres y bisagras de las puertas
28. Inspección del compresor de aire Bendix
29. Inspección de la quinta rueda
30. Inspección de la suspensión
31. Inspección de las líneas motrices
32. Ajuste de los frenos—frenos de leva con ajustador de tensión manual
33. Revisión de los frenos de cuña
34. Inspección del secador de aire Bendix o del postenfriador Anchorlok AD-4, AD-9, o Anchorlok)(Bendix AD-2,
35. Limpieza del secador de aire CR Brakemaster (Modelo 62 ó 68)
36. Revisión de la válvula de descarga rápida Midland y del interruptor de la válvula de control
37. Apretado de las tuercas de los flejes de los tanques de combustible, FLA, FLB y FLD
38. Revisión del gancho de cierre de la cabina, FLA y FLB
39. Revisar estado de llantas: Remanente de banda de rodamiento y presión de inflado

## **II. Rutina de Mantenimiento M2 o cada 80 000**

1. Efectúe todas las operaciones del intervalo M1
2. Cambiar Filtro refrigerante
3. Cambiar filtro secador de aire
4. Cambiar aceite y filtro de caja de cambios, limpiar tapon magnetico.
5. Cambiar aceite y filtro de dirección hidráulica

6. Cambiar aceite de ejes posteriores
7. Inspección del cableado del freno de motor Jacobs
8. Revisión de la tapa del radiador
9. Revisión del propulsor y del embrague del ventilador
10. Revisión y limpieza o reemplazo del filtro y regulador de aire de la transmisión
11. Revisión de las tuercas de las ruedas y de las de los aros
12. Lubricación del buje del soporte del eje de levas
13. Inspección de los ajustadores de tensión automáticos Meritor
14. Revisión del evaporador de alcohol
15. Limpieza del evaporador de alcohol Bendix
16. Desatascamiento de la válvula automática de eyección del postenfriador Anchorlok
17. Desensamble, limpieza, inspección y lubricación de las válvulas Bendix de los frenos de aire (DV-2, PP-3 y válvulas de retención sencilla)
18. Prueba de funcionamiento y prueba contra fugas de la válvula de eyección de humedad Sealco (Modelo 6300)
19. Revisión de los respiraderos de los tanques de combustible
20. Limpieza de la copa de inspección del separador de combustible y reemplazo del elemento del filtro
21. Lubricación del rodamiento del piso de la barra de dirección
22. Inspección del sistema de escape
23. Revisión de la torsión del perno central del resorte de la suspensión de la cabina
24. Inspección del aire acondicionado.
25. Mantenimiento a la quinta rueda.

### **III. Rutina de Mantenimiento M3 o cada 160 000**

1. Realice todas las operaciones del intervalo M1
2. Realice todas las operaciones del intervalo M2
3. Revisión del ensamble de soporte trasero del motor
4. Inspección de los paneles antirruído del motor
5. Inspección de las bandas de impulsión del motor
6. Inspección del elemento del filtro de aire

7. Revisión del alternador, de las baterías y del arrancador
8. Inspección de los yugos de pivote de la palanca de cambios, FLA y FLB
9. Revisión de la torsión de los pernos U de la suspensión
10. Cambio del lubricante del eje, reemplazo del filtro de aceite y limpieza del colador magnético
11. Inspección y lubricación de los frenos de cuña
12. Reemplazo de la junta del evaporador de alcohol Bendix
13. Revisión del secador de aire Bendix (AD-2, AD-4, o AD-9)
14. Revisión del funcionamiento de las válvulas Bendix de los frenos de aire (BP-R1 y E-12)
15. Desensamble, limpieza e inspección de las válvulas Bendix de los frenos de aire (BP-1, válvula de retención doble, E-6, PP-7, QR-1, R-6, R-14, SR-1, ST-3, TC-7, TP-5 y TR-3)
16. Inspección y prueba de las válvulas Bendix de los frenos de aire (BP-1, BP-R1, LQ-5, PP-7, R-14 y TC-7)
17. Lubricación del actuador de la válvula Bendix del freno de pie (E-6 ó E-12) y prueba contra fugas (E-12)
18. Cambio de lubricante del mecanismo de dirección manual Ross, modelo 503
19. Limpieza de la copa de inspección del separador de combustible y reemplazo del elemento del filtro
20. Revisión del sistema eléctrico
21. Lubricación del cable del velocímetro y tacómetro

#### **IV. Rutina de Mantenimiento M4 o cada 480 000**

1. Efectúe todas las operaciones del intervalo M1
2. Efectúe todas las operaciones del intervalo M2
3. Efectúe todas las operaciones del intervalo M3
4. Enjuague a presión del radiador y cambio del líquido refrigerante
5. Reemplazo de desecante del secador de aire Bendix (AD-2, AD-4 o AD-9)
6. Reemplazo del desecante del secador de aire Meritor WABCO System Saver 1000.

## **ANEXO 1.2: SEMIREMOLQUES CISTERNA**

### **I. Rutina de Mantenimiento M1, o cada 20 000**

1. Revisión de tapas de Man Hole, orring de tapa.
2. Revisión de válvulas alivio de presión.
3. Revisión de válvula recuperadora de vapores.
4. Revisión de válvulas de descarga, mangueras aire.
5. Revisión de empaque tapa válvula descarga.
6. Revisión de válvula de fondo, mangueras, tuberías.
7. Revisión de sistema de emergencia, mangueras.
8. Revisión de sistema Esculy - Sensores.
9. Revisión de sistema de Drenaje de Tina.
10. Revisar estado de King Pin y Plancha de King Pin.
11. Revisar espesor de zapatas y estado de tambores de freno.
12. Revisar estanqueidad de sistema de freno por posibles fugas de aire.
13. Revisar estado de paquetes de muelles de suspensión.
14. Engrasar ratchets de freno, balancines y soportes de anclaje.

### **II. Rutina de Mantenimiento M2 o cada 80 000**

1. Revisión de estado de Rodamientos y sus pistas.
2. Revisión de Bocinas de Leva de Freno.
3. Revisar línea de Aire y ABS De Freno.
4. Cambio de grasa de rodamientos
5. Revisión de estado de Zapatas de freno: quijadas y forros de fricción.
6. Revisión de estado de Tambores
7. Revisión de estado Rachets de freno
8. Revisión de Muelles de zapatas
9. Revisión de estado de Pulmones de Frenos
10. Revisión de estado de Levas de Frenos
11. Revisión de Bocamasa
12. Check Holgura Bocinas Suple de Bocinas y Templadores
13. Check Desgaste en Patines de Bocinas y Templadores
14. Check Desgaste en los Pines de Bocinas y Templadores
15. Check Holgura en Bocina Soporte de Bocinas y Templadores

16. Reparar Balancines, si se requiere.
17. Reparar Templadores, si se requiere.
18. Reparar Montura de Ejes y Soporte de Muelles.
19. Reparar / Soldar Estructuras.
20. Reparar Soportes de anclaje o apoyo.

### **III. Rutina de Mantenimiento M3 o cada 160 000**

1. Comprobar alineamiento de ejes.
2. Revisar puntas de ejes por posibles rajaduras.

**ANEXO 2: UNIDADES DE LA FLOTA M. CATALAN SAC EN OPERACIÓN  
TALARA – YURIMAGUAS.**

| ITEM | PLACA TRACTO | AÑO  | Nº TARJETA DE PROP. | PLACA CISTERNA | AÑO  | Nº TARJETA DE PROP | VOL (GLNS) |
|------|--------------|------|---------------------|----------------|------|--------------------|------------|
| 1    | AYQ-876      | 2018 | 1004928716          | TFK-996        | 2018 | 0000411915         | 9,900      |
| 2    | AYP-778      | 2018 | 1004931337          | TFK-998        | 2018 | 0000412007         | 10,000     |
| 3    | AYP-820      | 2018 | 1004932290          | TFK-987        | 2018 | 0000411511         | 10,000     |
| 4    | T9E-840      | 2017 | 0000386523          | TFK-991        | 2018 | 0000411611         | 10,000     |
| 5    | A5W-879      | 2017 | 1004265993          | TFK-985        | 2018 | 0000411396         | 10,000     |
| 6    | A5W-878      | 2017 | 1004265994          | TFK-986        | 2018 | 0000411527         | 10,000     |
| 7    | A5W-907      | 2017 | 1004266875          | TEW-971        | 2018 | 0000392370         | 10,000     |
| 8    | A5W-920      | 2017 | 1004267045          | TEW-998        | 2018 | 0000392868         | 10,000     |
| 9    | A5W-943      | 2017 | 1004267193          | TEV-990        | 2018 | 0000392208         | 10,000     |
| 10   | ASX-707      | 2017 | 1004267414          | TEW-970        | 2018 | 0000392345         | 10,000     |
| 11   | ASX-714      | 2017 | 1004267413          | TEW-975        | 2018 | 0000392445         | 10,000     |
| 12   | A5W-906      | 2017 | 1004266875          | TEV-991        | 2018 | 0000392207         | 10,000     |
| 13   | ASQ-873      | 2017 | 1004242040          | TEW-972        | 2018 | 0000392405         | 10,000     |
| 14   | ASQ-912      | 2017 | 1004243329          | TEW-983        | 2018 | 0000392616         | 10,000     |
| 15   | ASQ-884      | 2017 | 1004242592          | TEW-974        | 2018 | 0000392445         | 10,000     |
| 16   | ASQ-911      | 2017 | 1004243173          | TEW-973        | 2018 | 0000392444         | 10,000     |
| 17   | ASQ-902      | 2017 | 1004242928          | TDV-996        | 2017 | 0000381979         | 10,000     |
| 18   | ASQ-853      | 2017 | 1004242043          | TDW-974        | 2017 | 0000360939         | 10,000     |
| 19   | T9E-826      | 2017 | 0000386291          | TBQ-984        | 2015 | 0000240963         | 9,900      |
| 20   | A5W-887      | 2017 | 1004266732          | TCB-985        | 2015 | 0000264107         | 10,000     |
| 21   | T9E-818      | 2017 | 0000386229          | TAQ-999        | 2014 | 0000189036         | 9,800      |
| 22   | T9E-809      | 2017 | 0000386157          | T9B-998        | 2013 | 0000116393         | 10,900     |
| 23   | T9D-949      | 2017 | 0000385984          | T9C-974        | 2013 | 0000116585         | 10,900     |
| 24   | T9E-811      | 2017 | 0000386974          | T9C-973        | 2013 | 0000388625         | 10,900     |
| 25   | ASX-789      | 2017 | 1004268896          | T9C-970        | 2013 | 0000116426         | 10,900     |

|    |         |      |            |         |      |            |        |
|----|---------|------|------------|---------|------|------------|--------|
| 26 | APB-872 | 2016 | 1003815091 | TDV-999 | 2017 | 0000360734 | 10,000 |
| 27 | APD-712 | 2016 | 1003919278 | TDV-998 | 2017 | 0000360737 | 10,000 |
| 28 | APD-837 | 2016 | 1003921258 | TDV-993 | 2017 | 0000360621 | 10,000 |
| 29 | AME-866 | 2016 | 1003689800 | M3I-984 | 2016 | 1000158071 | 10,000 |
| 30 | AMZ-896 | 2016 | 1003786569 | M3I-996 | 2016 | 1000187773 | 10,400 |
| 31 | ANA-733 | 2016 | 1003787820 | M3I-979 | 2016 | 1000167900 | 10,000 |
| 32 | ANA-843 | 2016 | 1003789103 | M3I-982 | 2016 | 1000168141 | 10,550 |
| 33 | APB-917 | 2016 | 1003915715 | TDF-999 | 2016 | 0000334250 | 9,900  |
| 34 | AMD-836 | 2016 | 1003684501 | M3F-988 | 2016 | 1000134300 | 10,000 |
| 35 | AMD-935 | 2016 | 1003686277 | M3I-979 | 2016 | 1000157718 | 10,000 |
| 36 | AME-732 | 2016 | 1003686493 | M3I-978 | 2016 | 1000157717 | 10,000 |
| 37 | AME-811 | 2016 | 1003688166 | M3F-992 | 2016 | 1000134304 | 10,000 |
| 38 | AME-812 | 2016 | 1003688203 | M3I-983 | 2016 | 1000158070 | 10,000 |
| 39 | AMF-703 | 2016 | 1003690944 | M3F-991 | 2016 | 1000134301 | 10,000 |
| 40 | AMF-747 | 2016 | 1003692231 | M3F-990 | 2016 | 1000134305 | 10,000 |
| 41 | AMX-948 | 2016 | 1003777699 | M3I-982 | 2016 | 1000158069 | 10,000 |
| 42 | ANA-716 | 2016 | 1003787418 | M3F-989 | 2016 | 1000134302 | 10,000 |
| 43 | APD-790 | 2016 | 1003921030 | TBF-976 | 2015 | 0000221074 | 9,200  |
| 44 | ANA-829 | 2016 | 1003789030 | TBQ-985 | 2015 | 0000240964 | 9,900  |
| 45 | APN-816 | 2016 | 1003976821 | TAA-977 | 2014 | 0000161375 | 9,200  |
| 46 | AMZ-904 | 2016 | 1003786568 | TBA-994 | 2014 | 0000208840 | 9,200  |
| 47 | APN-925 | 2016 | 1003979380 | T7L-980 | 2013 | 0000049570 | 9,200  |
| 48 | APO-791 | 2016 | 1003981919 | T7L-985 | 2013 | 0000050787 | 9,200  |
| 49 | APC-750 | 2016 | 1003917078 | T6E-996 | 2012 | 0274489    | 9,200  |
| 50 | APO-815 | 2016 | 1003983045 | T6K-990 | 2012 | 0000006943 | 9,200  |
| 51 | APN-778 | 2016 | 1003976222 | T6F-979 | 2012 | 0274904    | 9,200  |
| 52 | APB-810 | 2016 | 1003914403 | T6E-998 | 2012 | 0274834    | 9,200  |
| 53 | AMD-922 | 2016 | 1003686199 | T6S-991 | 2012 | 0000020588 | 9,200  |
| 54 | AMZ-856 | 2016 | 1003785856 | T3S-980 | 2010 | 0234043    | 9,200  |
| 55 | T7Y-931 | 2015 | 0000287070 | TCJ-998 | 2016 | 0000285932 | 10,000 |

|    |         |      |            |         |      |            |        |
|----|---------|------|------------|---------|------|------------|--------|
| 56 | T7X-839 | 2015 | 0000276054 | TCK-975 | 2016 | 0000286041 | 11,000 |
| 57 | T7T-900 | 2015 | 0000261059 | TCK-972 | 2016 | 0000285929 | 11,000 |
| 58 | T7X-832 | 2015 | 0000275850 | TCJ-999 | 2016 | 0000286004 | 11,000 |
| 59 | AHI-727 | 2015 | 1003241822 | TBQ-993 | 2015 | 0000241205 | 9,900  |
| 60 | AHI-939 | 2015 | 1003245303 | TBQ-977 | 2015 | 0000240841 | 9,900  |
| 61 | AHI-803 | 2015 | 1003243038 | TBQ-991 | 2015 | 0000241206 | 9,900  |
| 62 | T7P-922 | 2015 | 0000243209 | TAR-986 | 2014 | 0000387377 | 10,150 |
| 63 | T7P-905 | 2014 | 0000242775 | TCB-974 | 2015 | 0000263849 | 10,000 |
| 64 | T7P-860 | 2014 | 0000242030 | TCB-979 | 2015 | 0000263848 | 10,000 |
| 65 | T7P-809 | 2014 | 0000241099 | TBQ-992 | 2015 | 0000241208 | 9,900  |
| 66 | T7O-949 | 2014 | 0000240992 | TBQ-978 | 2015 | 0000240842 | 9,900  |
| 67 | T7P-861 | 2014 | 0000242031 | TCB-972 | 2015 | 0000263590 | 10,000 |
| 68 | AAM-835 | 2013 | 1002852730 | TAT-988 | 2014 | 0000192754 | 9,550  |
| 69 | AAM-923 | 2013 | 1002853824 | TAU-971 | 2014 | 0000193583 | 9,600  |
| 70 | F1D-704 | 2013 | 1004488715 | T7L-982 | 2013 | 0000049595 | 9,200  |
| 71 | F6B-904 | 2013 | 1002330995 | TAF-990 | 2014 | 0000167544 | 9,200  |
| 72 | AHF-844 | 2013 | 1003227849 | T7M-983 | 2013 | 0000052846 | 9,200  |
| 73 | F6B-836 | 2013 | 1002329627 | TAF-991 | 2014 | 0000167639 | 9,200  |
| 74 | D8B-856 | 2012 | 1004242957 | T8F-977 | 2013 | 0000380669 | 9,200  |
| 75 | D8C-718 | 2012 | 1001809502 | T8F-975 | 2013 | 0000095800 | 9,200  |
| 76 | APC-704 | 2016 | 1003916011 | T9E-974 | 2013 | 0000118708 | 9,300  |
| 77 | APD-798 | 2016 | 1003921042 | TCB-981 | 2015 | 0000263961 | 10,000 |
| 78 | APN-856 | 2016 | 1003977311 | T8F-971 | 2013 | 0000380667 | 9,200  |
| 79 | T8B-880 | 2015 | 0000297806 | TFK-994 | 2018 | 0000411775 | 10,000 |
| 80 | T9E-806 | 2017 | 0000386055 | T2N-988 | 2010 | 0218968    | 9,200  |
| 81 | T9E-800 | 2017 | 0000385983 | T7L-989 | 2013 | 0000051282 | 9,200  |
| 82 | T9E-805 | 2017 | 0000386057 | TAA-975 | 2014 | 0000161376 | 9,200  |
| 83 | T9E-819 | 2017 | 0000386230 | T7L-981 | 2013 | 0000049586 | 9,200  |

### **ANEXO 3: ENCUESTA RESPECTO AL MANTENIMIENTO EN TRANSPORTES M. CATALAN.**

A continuación, se presenta preguntas las cuales están dirigidas a trabajadores de la empresa de transportes M. Catalán SAC. con el objetivo de identificar la situación actual de la empresa en la gestión del mantenimiento de sus unidades, e identificar también los principales problemas que se tienen en esta área.

Marque con un aspa (X) o un Círculo (O) su respuesta.

#### **1. ¿Qué tipo de mantenimiento se realiza en las unidades de transporte de la empresa?**

- a) Correctivo
- b) Preventivo
- c) Predictivo
- d) a y b
- e) a, b y c

#### **2. ¿Cómo califica la calidad del mantenimiento que se ejecuta en las unidades según el tipo de mantenimiento que se realiza?**

- a) Bueno.
- b) Regular.
- c) Malo.
- d) Muy malo.

#### **3. ¿Conoce si existe un plan de mantenimiento para las unidades de la empresa?**

- a) Si existe.
- b) No existe.
- c) No me he dado cuenta.

#### **4. Si existe Plan de mantenimiento para las unidades, ¿cómo lo califica?**

- a) Muy bueno.
- b) Bueno.
- c) Regular.

- d) Malo.
- e) Muy malo.

**5. ¿Cómo Calificaría la gestión que se lleva en el área de mantenimiento?**

- a) Muy Buena
- b) Buena
- c) Normal
- d) Mala
- e) Pésima

**6. ¿Se controlan los mantenimientos realizados en las unidades?**

- a) Si se controlan
- b) No se controlan
- c) No me he dado cuenta.

**7. ¿Tiene conocimiento de algún formato, formulario o registro de las acciones de mantenimiento (Orden de Trabajo, Orden de Servicio, etc.) que sea utilizado por los técnicos en el mantenimiento de las unidades?**

- a) Si conoce que haya algún formato, formulario o registro.
- b) No existen ningún formato, o formulario o registro.
- c) No se ha dado cuenta de la existencia de ellos.
- d) Creo que no registran nada.

**8. ¿Qué piensa respecto a la siguiente aseveración?: “Se deben tener formatos como Orden de Trabajo (OT), Orden de servicio (OS) o algún formato de registro de las acciones de mantenimiento ejecutadas por los técnicos”**

- a) De acuerdo.
- b) Ni de acuerdo, ni en desacuerdo.
- c) En desacuerdo, no son necesarios.
- d) Completamente en desacuerdo.

**9. ¿Conoce usted con qué frecuencia se realizan las rutinas de mantenimientos en las unidades de la flota?**

- a) Diario
- b) cada 15,000 Km
- c) cada 20,000 Km
- d) No sabe

**10. Aparte de las acciones rutinarias de mantenimiento ¿el personal de mantenimiento realiza inspecciones periódicas en las unidades?**

- a) Si.
- b) No.
- c) No me he dado cuenta.

**11. ¿Se realiza alguna acción de mantenimiento predictivo (como análisis de aceites, análisis de vibraciones u otras) en las unidades de la empresa?**

- a) Si.
- b) No.
- c) No me he dado cuenta.

**12. ¿Cómo operador o chofer realiza inspecciones diarias en la unidad a su cargo?**

- a) Si.
- b) No.
- c) A veces.
- d) Las ejecuto semanalmente.

**13. ¿Cómo operador o chofer realiza alguna tarea de mantenimiento en la unidad a su cargo?**

- a) Si
- b) No
- c) A veces

**14. ¿Conoce o sabe que se ejecuta algún control de rendimientos de combustible en las unidades?**

- a) Si.
- b) No.
- c) No me he dado cuenta.

**15. De ejecutarse el control de rendimiento de combustible ¿En caso de ser chofer, conoce el rendimiento promedio del combustible en kilómetros recorridos por cada galón de combustible consumido en la unidad a su cargo?**

- a) Si.
- b) No.
- c) No me he dado cuenta.

**16. ¿Conoce o sabe que se ejecuta algún control de rendimientos de neumáticos en las unidades?**

- a) Si.
- b) No.
- c) No me he dado cuenta.

**17. De ejecutarse el control de rendimiento de neumáticos ¿En caso de ser chofer conoce el rendimiento promedio de los neumáticos en cantidad de kilómetros recorridos, en la unidad a su cargo?**

- a) Si.
- b) No.
- c) No me he dado cuenta.

**18. Sabiendo que el nivel óptimo de Disponibilidad debe estar por encima del 90%. ¿En cuánto considera usted que se encuentra la disponibilidad de las unidades en la empresa?**

- a) Sobre el 60%
- b) Sobre el 70%
- c) Sobre el 80%

d) Sobre el 90%

**19. ¿Considera necesario que el área de mantenimiento cuente por lo menos con un supervisor que se encargue de supervisar y controlar la ejecución del mantenimiento en las unidades de la empresa?**

- a) De acuerdo
- b) Ni de acuerdo, ni en desacuerdo
- c) En desacuerdo

**20. Ante la presentación de una falla ¿Existe un procedimiento y formato a llenar de parte de los choferes para el reporte de falla de las unidades?**

- a) Si existe.
- b) No existe.
- c) No me he dado cuenta.

**21. Una vez que se presenta y reporta una falla en las unidades ¿cómo actúa el área de mantenimiento?**

- a) Siempre lo soluciona con su personal.
- b) Algunas veces lo soluciona con su personal.
- c) Siempre recurre a empresas de terceros.
- d) Demoran varios días en tomar una decisión

**22. ¿Cuándo una unidad queda inoperativa por una falla compleja o mayor, ¿Cuánto tiempo demora el área de mantenimiento en darle solución?**

- a) Al día siguiente
- b) En 2 días
- c) En 4 o más días
- d) Más de una semana

**23. ¿La empresa cuenta con personal técnico capacitado para la realización de mantenimientos preventivos y correctivos de los Equipos?**

- a) Si
- b) No

**24. En cuanto a su capacidad técnica, ¿Cómo califica usted al personal responsable de ejecutar mantenimiento en las unidades?**

- a) Buenos técnicos.
- b) Técnicos promedio.
- c) Malos técnicos.
- d) Muy malos técnicos.

**25. ¿Conoce las Políticas de Mantenimiento en la empresa? o ¿sabe que existen?**

- a) Si.
- b) No.
- c) No me he dado cuenta.

**26. Califique usted la importancia que tiene el área de logística en la Disponibilidad de las unidades de la flota.**

- a) Importante
- b) Indiferente
- c) Sin importancia
- d) Nada importante

**27. Califique el nivel de capacitación de los Operadores (choferes) de las unidades en la empresa**

- a) Operadores Muy capacitados.
- b) Operadores Medianamente capacitados.
- c) Operadores Poco capacitados.

## **ANEXO 4: PROCEDIMIENTO DE ORDEN DE TRABAJO**

### **1. ORDEN DE TRABAJO**

Documento básico para el control y programación de las actividades de mantenimiento, así como para su manejo técnico - administrativo. Se utiliza para atender una solicitud de mantenimiento, ya sea preventivo o correctivo, y es entregado al mecánico quien atenderá el reporte, este documento describe el trabajo a ejecutar y en él se puede registrar una serie de datos que posteriormente serán de utilidad desde el punto de vista estadístico.

### **2. OBJETIVO**

controlar los recursos humanos, materiales, económicos y técnicos del departamento de mantenimiento.

### **3. POLÍTICAS**

- El Jefe de mantenimiento debe establecer un diagrama de proceso correspondiente, donde indique las etapas de aplicación.
- El Jefe de mantenimiento debe promover su uso y control.
- El responsable de la elaboración y control de la OT será el Jefe de mantenimiento.
- Los usuarios pueden ser los choferes o conductores y los mecánicos del preventivo o en la inspección que detecten alguna falla.
- En los casos, para cualquier tipo de mantenimiento, el usuario sea el chofer o un mecánico solicitarán la apertura de la OT a través del Reporte de falla o solicitud de mantenimiento.
- En función al Reporte de falla el Jefe de mantenimiento genera la OT describiendo de manera clara y concisa los trabajos solicitados.
- En función de la falla reportada el Jefe de Mantenimiento establecerá la prioridad de atención y el número de OT, además, asignará el personal propio y/o externo que la ejecute.
- El mecánico o contratista será responsable del manejo, ejecución y llenado de la OT, quien al termino del trabajo delegado la entregará al Jefe de mantenimiento debidamente firmada, indicando las horas de trabajo empleadas.

- Invariablemente, el mecánico o contratista ejecuta la OT, al finalizar el trabajo solicitado deberá indicar los trabajos ejecutados, los pendientes por ejecutar y recabar la firma de conformidad del usuario.
- El jefe de mantenimiento resguardará las OT de acuerdo a las políticas y procedimientos de la empresa, y registra la OT en el historial correspondiente.
- El almacén de materiales, repuestos y accesorios, ante el requerimiento de los mismos, debe exigir la presentación de la OT para el suministro correspondiente. El personal de mantenimiento registrará en la OT lo utilizado, así como los números de vales de salida de almacén.
- Todo trabajo asignado a contratistas debe ser a través de la OT correspondiente.
- El Jefe de mantenimiento debe dar seguimiento a las OT abiertas, terminadas y canceladas.
- Los mecánicos o contratistas deberán acatar las normas de seguridad en la ejecución de la OT.
- El Jefe de mantenimiento identificará la OT en abiertas, terminadas y canceladas.
- El jefe de mantenimiento analizará y costeará todas las OT emitiendo el informe semanal o mensual de mantenimiento.

**NOTA:** Las prioridades de atención de las averías o fallas son: programable, urgencia e importante (Avería programable: Puede que sea conveniente esperar a una parada del equipo, o simplemente que el trastorno que causan es pequeño, y es más interesante acumular otras órdenes sobre el mismo equipo. Avería urgente: es aquella que debe resolverse inmediatamente, sin esperas, pues causan un grave perjuicio. Avería importante: aquella que, aunque causa un trastorno al normal funcionamiento de la unidad, puede esperar a que todas las averías urgentes estén resueltas)

| FORMATO DE ORDEN DE TRABAJO   |                  |               |  |                               |       |  |
|---|------------------|---------------|--|-------------------------------|-------|--|
| FECHA:  | /                | /             | PRIORIDAD                                  |                               | N°:   |  |
| SEDE:   |                  |               |  |                               |       |  |
| EQUIPO:   | TRACTO-CAMION    | PLACA:        | MARCA:                                     | MODELO:                       |       |  |
| EQUIPO:   | SEMIRREMOLQUE    | PLACA:        | MARCA:                                     | MODELO:                       |       |  |
| KILOMETRAJE ACTUAL:   |                  |               |  |                               |       |  |
| USUARIO:  |                  |               |  |                               |       |  |
| <b>DESCRIPCION DE TRABAJOS SOLICITADOS A REALIZAR</b>   |                  |               |  |                               |       |  |
|   |                  |               |  |                               |       |  |
|   |                  |               |  |                               |       |  |
|   |                  |               |  |                               |       |  |
|   |                  |               |  |                               |       |  |
|   |                  |               |  |                               |       |  |
|   |                  |               |  |                               |       |  |
| <b>CANTIDAD</b>   | <b>UND. MED.</b> | <b>CODIGO</b> | <b>DESCRIPCION DE REPUESTOS/ACCESORIOS</b> |                               |       |  |
|   |                  |               |  |                               |       |  |
|   |                  |               |  |                               |       |  |
|   |                  |               |  |                               |       |  |
|   |                  |               |  |                               |       |  |
|   |                  |               |  |                               |       |  |
|   |                  |               |  |                               |       |  |
|   |                  |               |  |                               |       |  |
| <b>TIPO DE TRABAJO:</b> <input type="checkbox"/> Preventivo <input type="checkbox"/> Predictivo <input type="checkbox"/> Correctivo |                  |               |  |                               |       |  |
| <b>DESCRIPCION DE TRABAJOS REALIZADOS</b>   |                  |               |  |                               |       |  |
|   |                  |               |  |                               |       |  |
|   |                  |               |  |                               |       |  |
|   |                  |               |  |                               |       |  |
|   |                  |               |  |                               |       |  |
|   |                  |               |  |                               |       |  |
|   |                  |               |  |                               |       |  |
|   |                  |               |  |                               |       |  |
|   |                  |               |  |                               |       |  |
|   |                  |               |  |                               |       |  |
| <b>LES DE SALIDA DE ALMACEN:</b>  |                  |               | * N°:                                      |                               | * N°: |  |
|   |                  |               | * N°:                                      |                               | * N°: |  |
|   |                  |               |  |                               |       |  |
| <b>PERSONAL DE MANTENIMIENTO:</b>   | MECANICO:        |               |  |                               | HH:   |  |
|   | ELECTRICISTA:    |               |  |                               | HH:   |  |
|   | SOLDADOR:        |               |  |                               | HH:   |  |
|   | LLANTERO:        |               |  |                               | HH:   |  |
|   | LUBRICADOR:      |               |  |                               | HH:   |  |
|   | OTROS:           |               |  |                               | HH:   |  |
| <b>TRABAJOS PENDIENTES</b>  |                  |               |  |                               |       |  |
|   |                  |               |  |                               |       |  |
|   |                  |               |  |                               |       |  |
|   |                  |               |  |                               |       |  |
|   |                  |               |  |                               |       |  |
|   |                  |               |  |                               |       |  |
|   |                  |               |  |                               |       |  |
|   |                  |               |  |                               |       |  |
| <b>MECANICO RESPONSABLE</b>   |                  |               | <b>T-B- USUARIO</b>                        | <b>JEFE DE MANTENIMIENTO.</b> |       |  |

## ANEXO 5: DETERMINACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD DE FLOTA.

Se ha adaptado un libro de Excel, con dos hojas: Ingreso-Salida unidades y Calculo de Disponibilidad.

### Hoja 1: Ingreso-Salida Unidades

|    | A  | B      | C     | D  | E            | F    | G                  | H            | I    | J               | K                 | L               | M   |
|----|--|--------|-------|----|--------------|------|--------------------|--------------|------|-----------------|-------------------|-----------------|-----|
| 1  | <b>CONTROL DE INGRESO / SALIDA DE UNIDADES EN TALLER: DICIEMBRE 2019</b> |        |       |    |              |      |                    |              |      |                 |                   |                 |     |
| 2  | (I) DATOS GENERALES  |        |       |    | (II) INGRESO |      | MOTIVO DE INGRESO  | (III) SALIDA |      | (IV) CALCULOS   |                   |                 |     |
| 3  | UNIDAD   | CHOFER | PLACA | Km | DIA          | HORA | DESCRIPCION MOTIVO | DIA          | HORA | HORAS EN TALLER | MINUTOS EN TALLER | HORAS EN TALLER | MES |
| 4  |  |        |       |    |              |      |                    |              |      |                 |                   |                 |     |
| 5  |  |        |       |    |              |      |                    |              |      |                 |                   |                 |     |
| 6  |  |        |       |    |              |      |                    |              |      |                 |                   |                 |     |
| 7  |  |        |       |    |              |      |                    |              |      |                 |                   |                 |     |
| 8  |  |        |       |    |              |      |                    |              |      |                 |                   |                 |     |
| 9  |  |        |       |    |              |      |                    |              |      |                 |                   |                 |     |
| 10 |  |        |       |    |              |      |                    |              |      |                 |                   |                 |     |
| 11 |  |        |       |    |              |      |                    |              |      |                 |                   |                 |     |
| 12 |  |        |       |    |              |      |                    |              |      |                 |                   |                 |     |
| 13 |  |        |       |    |              |      |                    |              |      |                 |                   |                 |     |
| 14 |  |        |       |    |              |      |                    |              |      |                 |                   |                 |     |

En parte I de Datos generales se ingresa la información general de cada unidad.

En partes II y III se ingresan los datos de día y hora de ingreso y salida respectivamente.

En parte IV se calculan las horas y minutos que las unidades permanecieron en taller, para con ese dato calcular la disponibilidad.

- Calculo de Horas en taller: Este cálculo es por cada ingreso y salida de taller de cada unidad, en caso de ingreso en otro día se vuelve a ejecutar el cálculo

=SI(A4<>"";SI(G4=D4;(H4-E4)\*24;SI(G4>D4;((G4-D4)\*24+H4-E4);""));"")

- Calculo de minutos en taller:

=K4\*60;

=SI(J4<>"";(ENTERO(J4)\*60)+((J4-ENTERO(J4))\*60);"")

- La columna de mes es calculada de la columna Día de ingreso:

=SI(D4<>"";MES(D4);"")

## Hoja 2: Calculo de Disponibilidad.

Es te cálculo se realiza considerando la disponibilidad como el cociente de las horas totales del periodo menos las horas de paralización de las unidades,

Es una hoja en la que se detalla, por cada unidad que conforma la flota y que haya ingresado a taller, los minutos totales del mes que permanecieron en taller y el cálculo de la disponibilidad correspondiente.

|    | A                               | B                   | C            | D                    | E  | F                                      | G                     |
|----|---------------------------------|---------------------|--------------|----------------------|--|--|-----------------------|
| 1  | <b>CALCULO DE DIPONIBILIDAD</b> |                     |              |                      |  |  |                       |
| 2  |                                 |                     |              |                      |  |  |                       |
| 3  |                                 |                     |              |                      |  |  |                       |
| 4  | <b>CODIGO UNIDAD</b>            | <b>PLACA UNIDAD</b> | <b>MARCA</b> | <b>MODELO UNIDAD</b> | <b>TOTAL MINUTOS EN TALLER DICIEMBRE</b> | <b>TOTAL HORAS EN TALLER DICIEMBRE</b> | <b>DISPONIBILIDAD</b> |
| 5  |                                 |                     |              |                      |  |  |                       |
| 6  |                                 |                     |              |                      |  |  |                       |
| 7  |                                 |                     |              |                      |  |  |                       |
| 8  |                                 |                     |              |                      |  |  |                       |
| 9  |                                 |                     |              |                      |  |  |                       |
| 10 |                                 |                     |              |                      |  |  |                       |
| 11 |                                 |                     |              |                      |  |  |                       |
| 12 |                                 |                     |              |                      |  |  |                       |

- Calculo de Total de minutos en taller:

=SUMAR.SI('INGRESO-SALIDA UNIDADES'!\$A\$4:\$A\$148;A5;'INGRESO-SALIDA UNIDADES'!\$K\$4:\$K\$148)

- Calculo de Total de horas en taller:

=E5/60

- Calculo de Disponibilidad: considerando el periodo de trabajo mensual es de 720 horas (30 días por 24 horas), tenemos que

=((720-F5)/720)\*100

**ANEXO 6: REPORTE DE RECEPCIÓN Y DIAGNOSTICO DE FLOTA.**

|  |                   |                    |          |          |           |           |                    |          |          |          |           |           |
|--|-------------------|--------------------|----------|----------|-----------|-----------|--------------------|----------|----------|----------|-----------|-----------|
| <b>Placa:</b>                              |                   | <b>Modelo:</b>     |          |          |           |           |                    |          |          |          |           |           |
| <b>Marca:</b>                              |                   | <b>Km:</b>         |          |          |           |           |                    |          |          |          |           |           |
| <b>CHECK – IN</b>                          |                   | <b>CHECK – OUT</b> |          |          |           |           |                    |          |          |          |           |           |
| Horóm./Kilom.                              |                   | Horóm./Kilom.      |          |          |           |           |                    |          |          |          |           |           |
| Fecha                                      |                   | Fecha              |          |          |           |           |                    |          |          |          |           |           |
|  |                   |                    |          |          |           |           |                    |          |          |          |           |           |
|  |                   |                    |          |          |           |           |                    |          |          |          |           |           |
| <b>Descripción de componentes</b>          | <b>Check – in</b> |                    |          |          |           |           | <b>Check – out</b> |          |          |          |           |           |
| <b>Motor</b>                               | <b>B</b>          | <b>M</b>           | <b>R</b> | <b>F</b> | <b>NA</b> | <b>PE</b> | <b>B</b>           | <b>M</b> | <b>R</b> | <b>F</b> | <b>NA</b> | <b>PE</b> |
| Funcionamiento de motor                    |                   |                    |          |          |           |           |                    |          |          |          |           |           |
| Turbo alimentador                          |                   |                    |          |          |           |           |                    |          |          |          |           |           |
| Tipo de humo de escape                     |                   |                    |          |          |           |           |                    |          |          |          |           |           |
| Estado de freno motor                      |                   |                    |          |          |           |           |                    |          |          |          |           |           |
| Soportes de motor                          |                   |                    |          |          |           |           |                    |          |          |          |           |           |
| Fugas de aceite                            |                   |                    |          |          |           |           |                    |          |          |          |           |           |
| Fugas de petróleo                          |                   |                    |          |          |           |           |                    |          |          |          |           |           |
| RPM alta en vacío                          |                   |                    |          |          |           |           |                    |          |          |          |           |           |
| RPM en mínimo                              |                   |                    |          |          |           |           |                    |          |          |          |           |           |
| <b>Sistema de admisión y escape</b>        | <b>B</b>          | <b>M</b>           | <b>R</b> | <b>F</b> | <b>NA</b> | <b>PE</b> | <b>B</b>           | <b>M</b> | <b>R</b> | <b>F</b> | <b>NA</b> | <b>PE</b> |
| Indicador de restricción de aire           |                   |                    |          |          |           |           |                    |          |          |          |           |           |
| Ductos de múltiple de admisión             |                   |                    |          |          |           |           |                    |          |          |          |           |           |
| Mangueras y sellos de múltiple de admis    |                   |                    |          |          |           |           |                    |          |          |          |           |           |
| Soportes de tuberías de escape             |                   |                    |          |          |           |           |                    |          |          |          |           |           |
| Silenciador                                |                   |                    |          |          |           |           |                    |          |          |          |           |           |
| Enfriador de aire al del turbo alimentador |                   |                    |          |          |           |           |                    |          |          |          |           |           |
| Fugas de gases de escape                   |                   |                    |          |          |           |           |                    |          |          |          |           |           |
| <b>Sistema de combustible</b>              | <b>B</b>          | <b>M</b>           | <b>R</b> | <b>F</b> | <b>NA</b> | <b>PE</b> | <b>B</b>           | <b>M</b> | <b>R</b> | <b>F</b> | <b>NA</b> | <b>PE</b> |
| Presión de sistema de combustible          |                   |                    |          |          |           |           |                    |          |          |          |           |           |
| Bomba de inyección (Regulada para: ...)    |                   |                    |          |          |           |           |                    |          |          |          |           |           |
| Inyectores                                 |                   |                    |          |          |           |           |                    |          |          |          |           |           |
| Bomba de transferencia                     |                   |                    |          |          |           |           |                    |          |          |          |           |           |
| Cañerías de combustible                    |                   |                    |          |          |           |           |                    |          |          |          |           |           |
| Soporte de cañerías de combustible         |                   |                    |          |          |           |           |                    |          |          |          |           |           |
| Filtro de petróleo                         |                   |                    |          |          |           |           |                    |          |          |          |           |           |
| Soportes de tanque.                        |                   |                    |          |          |           |           |                    |          |          |          |           |           |
| Estado de tanque                           |                   |                    |          |          |           |           |                    |          |          |          |           |           |
| <b>Sistema de lubricación</b>              | <b>B</b>          | <b>M</b>           | <b>R</b> | <b>F</b> | <b>NA</b> | <b>PE</b> | <b>B</b>           | <b>M</b> | <b>R</b> | <b>F</b> | <b>NA</b> | <b>PE</b> |
| Estado del aceite                          |                   |                    |          |          |           |           |                    |          |          |          |           |           |
| Consumo de aceite                          |                   |                    |          |          |           |           |                    |          |          |          |           |           |
| Fugas de aceite                            |                   |                    |          |          |           |           |                    |          |          |          |           |           |
| Presión de aceite                          |                   |                    |          |          |           |           |                    |          |          |          |           |           |
| <b>Sistema de refrigeración</b>            | <b>B</b>          | <b>M</b>           | <b>R</b> | <b>F</b> | <b>NA</b> | <b>PE</b> | <b>B</b>           | <b>M</b> | <b>R</b> | <b>F</b> | <b>NA</b> | <b>PE</b> |
| Radiador                                   |                   |                    |          |          |           |           |                    |          |          |          |           |           |
| Soportes de radiador                       |                   |                    |          |          |           |           |                    |          |          |          |           |           |
| Ventilador                                 |                   |                    |          |          |           |           |                    |          |          |          |           |           |
| Faja de ventilador (Tipo:.....)            |                   |                    |          |          |           |           |                    |          |          |          |           |           |
| Termostato                                 |                   |                    |          |          |           |           |                    |          |          |          |           |           |

|  |          |          |          |          |           |           |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|--|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Bomba de agua                          |          |          |          |          |           |           |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Estado del agua: Uso de antioxidante?  |          |          |          |          |           |           |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Fugas de agua                          |          |          |          |          |           |           |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Estado de mangueras radiador y enfriad |          |          |          |          |           |           |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Indicador de temperatura               |          |          |          |          |           |           |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <b>Sistema Electromotriz</b>           | <b>B</b> | <b>M</b> | <b>R</b> | <b>F</b> | <b>NA</b> | <b>PE</b> |  | <b>B</b> | <b>M</b> | <b>R</b> | <b>F</b> | <b>NA</b> | <b>PE</b> |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Alternador                             |          |          |          |          |           |           |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Carga de alternador                    |          |          |          |          |           |           |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Faja de alternador                     |          |          |          |          |           |           |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Baterías                               |          |          |          |          |           |           |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Bornes de batería                      |          |          |          |          |           |           |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Cables de batería                      |          |          |          |          |           |           |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Cableado del circuito en general       |          |          |          |          |           |           |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Faros y luces en general               |          |          |          |          |           |           |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Estado de luces direccionales          |          |          |          |          |           |           |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Estado de luces de parada              |          |          |          |          |           |           |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Estado de faro pirata                  |          |          |          |          |           |           |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Plumillas limpia parabrisas            |          |          |          |          |           |           |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Arrancador                             |          |          |          |          |           |           |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Chapa de corte de energía              |          |          |          |          |           |           |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Eficiencia de arranque                 |          |          |          |          |           |           |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <b>Embrague</b>                        | <b>B</b> | <b>M</b> | <b>R</b> | <b>F</b> | <b>NA</b> | <b>PE</b> |  | <b>B</b> | <b>M</b> | <b>R</b> | <b>F</b> | <b>NA</b> | <b>PE</b> |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Bombín de embrague de pedal            |          |          |          |          |           |           |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Bomba principal de embrague            |          |          |          |          |           |           |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Disco de embrague                      |          |          |          |          |           |           |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Mandos y articulaciones                |          |          |          |          |           |           |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Fuga de líquido de embrague            |          |          |          |          |           |           |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Cambios de marcha de caja de cambios   |          |          |          |          |           |           |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <b>Caja de cambios</b>                 | <b>B</b> | <b>M</b> | <b>R</b> | <b>F</b> | <b>NA</b> | <b>PE</b> |  | <b>B</b> | <b>M</b> | <b>R</b> | <b>F</b> | <b>NA</b> | <b>PE</b> |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Caja de cambios mecánica               |          |          |          |          |           |           |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Estado y nivel de aceite               |          |          |          |          |           |           |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Ruidos de la caja interiormente        |          |          |          |          |           |           |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Soportes                               |          |          |          |          |           |           |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Fugas de aceite                        |          |          |          |          |           |           |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <b>Acoples de transmisión</b>          | <b>B</b> | <b>M</b> | <b>R</b> | <b>F</b> | <b>NA</b> | <b>PE</b> |  | <b>B</b> | <b>M</b> | <b>R</b> | <b>F</b> | <b>NA</b> | <b>PE</b> |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Cardanes                               |          |          |          |          |           |           |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Crucetas                               |          |          |          |          |           |           |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Soportes de cardán                     |          |          |          |          |           |           |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Ejes estriados de cardán               |          |          |          |          |           |           |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Graseras de cardán y cruceta           |          |          |          |          |           |           |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <b>Reductores</b>                      | <b>B</b> | <b>M</b> | <b>R</b> | <b>F</b> | <b>NA</b> | <b>PE</b> |  | <b>B</b> | <b>M</b> | <b>R</b> | <b>F</b> | <b>NA</b> | <b>PE</b> |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Fugas de aceite                        |          |          |          |          |           |           |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Temperaturas de trabajo                |          |          |          |          |           |           |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Ruidos anormales interiormente         |          |          |          |          |           |           |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <b>Sistema de freno</b>                | <b>B</b> | <b>M</b> | <b>R</b> | <b>F</b> | <b>NA</b> | <b>PE</b> |  | <b>B</b> | <b>M</b> | <b>R</b> | <b>F</b> | <b>NA</b> | <b>PE</b> |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Estado de los frenos                   |          |          |          |          |           |           |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Bomba maestra de freno                 |          |          |          |          |           |           |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Fugas de aire                          |          |          |          |          |           |           |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Estado de freno de emergencia          |          |          |          |          |           |           |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

|   |          |                   |          |           |          |           |           |  |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |
|---|----------|-------------------|----------|-----------|----------|-----------|-----------|--|--|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|--|--|--|--|
| Estado de freno de parqueo              |          |                   |          |           |          |           |           |  |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |
| Estado de compresora de aire            |          |                   |          |           |          |           |           |  |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |
| Pase aceite al sistema de aire compreso |          |                   |          |           |          |           |           |  |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |
| Carga de aire del compresor             |          |                   |          |           |          |           |           |  |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |
| Estado del regulador de presión         |          |                   |          |           |          |           |           |  |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |
| Tambores de freno                       |          |                   |          |           |          |           |           |  |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |
| <b>Sistema de dirección</b>             |          | <b>B</b>          | <b>M</b> | <b>R</b>  | <b>F</b> | <b>NA</b> | <b>PE</b> |  |  | <b>B</b> | <b>M</b> | <b>R</b> | <b>F</b> | <b>NA</b> | <b>PE</b> |  |  |  |  |
| Mecanismos de dirección                 |          |                   |          |           |          |           |           |  |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |
| Bomba hidráulica de dirección           |          |                   |          |           |          |           |           |  |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |
| Barra de dirección                      |          |                   |          |           |          |           |           |  |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |
| Terminales de dirección                 |          |                   |          |           |          |           |           |  |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |
| Alineamiento de dirección               |          |                   |          |           |          |           |           |  |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |
| <b>Ejes y suspensión</b>                |          | <b>B</b>          | <b>M</b> | <b>R</b>  | <b>F</b> | <b>NA</b> | <b>PE</b> |  |  | <b>B</b> | <b>M</b> | <b>R</b> | <b>F</b> | <b>NA</b> | <b>PE</b> |  |  |  |  |
| Estado de puente                        |          |                   |          |           |          |           |           |  |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |
| Estado de muelles                       |          |                   |          |           |          |           |           |  |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |
| Estado de soportes de muelles           |          |                   |          |           |          |           |           |  |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |
| Estado de amortiguadores                |          |                   |          |           |          |           |           |  |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |
| Estado de abrazaderas                   |          |                   |          |           |          |           |           |  |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |
| Estado de bocinas de muelles            |          |                   |          |           |          |           |           |  |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |
| <b>Coronas</b>                          |          | <b>B</b>          | <b>M</b> | <b>R</b>  | <b>F</b> | <b>NA</b> | <b>PE</b> |  |  | <b>B</b> | <b>M</b> | <b>R</b> | <b>F</b> | <b>NA</b> | <b>PE</b> |  |  |  |  |
| Revisión de fugas de aceite             |          |                   |          |           |          |           |           |  |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |
| Revisión estado de cardan entre coronas |          |                   |          |           |          |           |           |  |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |
| Jebes d funda de templadores de corona  |          |                   |          |           |          |           |           |  |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |
| <b>Llantas</b>                          |          | <b>B</b>          | <b>M</b> | <b>R</b>  | <b>F</b> | <b>NA</b> | <b>PE</b> |  |  | <b>B</b> | <b>M</b> | <b>R</b> | <b>F</b> | <b>NA</b> | <b>PE</b> |  |  |  |  |
| Estado de llantas y aros                |          |                   |          |           |          |           |           |  |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |
| Llanta de repuesto                      |          |                   |          |           |          |           |           |  |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |
| Esparragos y tuercas de llantas         |          |                   |          |           |          |           |           |  |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |
| Adjuntar hoja de evaluación             |          |                   |          |           |          |           |           |  |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |
| <b>Cabina del Operador</b>              |          | <b>B</b>          | <b>M</b> | <b>R</b>  | <b>F</b> | <b>NA</b> | <b>PE</b> |  |  | <b>B</b> | <b>M</b> | <b>R</b> | <b>F</b> | <b>NA</b> | <b>PE</b> |  |  |  |  |
| Instrumentos e indicadores              |          |                   |          |           |          |           |           |  |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |
| Asiento del operador / pasajero         |          |                   |          |           |          |           |           |  |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |
| Ventilador / aire acondicionado         |          |                   |          |           |          |           |           |  |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |
| Luces de cabina                         |          |                   |          |           |          |           |           |  |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |
| Espejos retrovisores                    |          |                   |          |           |          |           |           |  |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |
| Chapas de puerta                        |          |                   |          |           |          |           |           |  |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |
| Cremallera de vidrios de puerta         |          |                   |          |           |          |           |           |  |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |
| Vidrios de puertas                      |          |                   |          |           |          |           |           |  |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |
| <b>Abreviaturas:</b>                    |          |                   |          |           |          |           |           |  |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |
| <b>Bueno</b> =                          | <b>B</b> | <b>Falta</b>      | =        | <b>F</b>  |          |           |           |  |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |
| <b>Malo</b> =                           | <b>M</b> | <b>No Aplica</b>  | =        | <b>NA</b> |          |           |           |  |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |
| <b>Regular</b> =                        | <b>R</b> | <b>PorEvaluar</b> | =        | <b>PE</b> |          |           |           |  |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |
| <b>Observaciones:</b>                   |          |                   |          |           |          |           |           |  |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |
|   |          |                   |          |           |          |           |           |  |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |
|   |          |                   |          |           |          |           |           |  |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |
|   |          |                   |          |           |          |           |           |  |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |
|   |          |                   |          |           |          |           |           |  |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |
| <b>Datos de entrega:</b>                |          |                   |          |           |          |           |           |  |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |
| <b>Nombre:</b>                          |          |                   |          |           |          |           |           |  |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |
| <b>Firma:</b>                           |          |                   |          |           |          |           |           |  |  |          |          |          |          |           |           |  |  |  |  |

