

DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE  
MANTENIMIENTO BASADO EN PROGRAMACIÓN E INSPECCIÓN PARA LA  
EMPRESA DE TRANSPORTE “CARGANDO S.A”

JORGE LEONARDO GIL GRIMALDOS  
OMAR FERNANDO MOLANO MARTÍNEZ

FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA  
FACULTAD DE INGENIERÍAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
BOGOTÁ D.C  
2016

DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE  
MANTENIMIENTO BASADO EN PROGRAMACIÓN E INSPECCIÓN PARA LA  
EMPRESA DE TRANSPORTE “CARGANDO S.A”

JORGE LEONARDO GIL GRIMALDOS  
OMAR FERNANDO MOLANO MARTÍNEZ

Proyecto integral de grado para optar el título de  
INGENIERO MECÁNICO

FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA  
FACULTAD DE INGENIERÍAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
BOGOTÁ D.C  
2016

Nota de aceptación:

---

---

---

---

---

---

---

Ing. Álvaro Romero Suarez  
Presidente del Jurado

---

Ing. Gabriel Hernando Rivera Rodríguez  
Jurado 1

---

Ing. Francisco José Campos León  
Jurado 2

Bogotá D.C, 9 agosto de 2.016

## DIRECTIVAS DE LA UNIVERSIDAD

Presidente de la Universidad y Rector del Claustro

Dr. Jaime Posada Díaz

Vicerrector de Desarrollo y Recursos Humanos

Dr. Luis Jaime Posada García-Peña

Vicerrectora Académica y de Posgrados

Dra. Ana Josefa Herrera Vargas

Secretario General

Dr. Juan Carlos Posada García-Peña

Decano Facultad de Ingenierías

Ing. Julio Cesar Fuentes Arismendi

Director Programa de Ingeniería Mecánica

Ing. Carlos Mauricio Veloza Villamil

Las directivas de la universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden únicamente a los autores.

Este proyecto se lo dedico principalmente a Dios quien fue mi guía y fuerza para poder cumplir mis sueños, a las directivas de Cargando S.A. por creer en nosotros y depositar su confianza para realizar este proyecto en sus vehículos. A mi padre Jorge Gil porque es mi ejemplo a seguir y que he visto todo lo que ha hecho por mí, a mi madre Aleida Grimaldos por ser la mejor mujer del mundo y que siempre depositó su confianza, amor y sabiduría, a mis hermanos por ser un ejemplo para ellos, y a todas esas personas que me apoyaron desde que decidí ser Ingeniero Mecánico.

Jorge Leonardo Gil Grimaldos

Este proyecto lo dedico primeramente a Dios, por darme sabiduría durante este periodo de formación en la universidad, también dedico este proyecto a mis padres Omar Molano y Ana Judith Martínez, quienes me apoyaron y alentaron desde el primer día hasta el último en la universidad y quienes me formaron con valores y principios que me permiten ser mejor persona cada día.

Omar Fernando Molano Martínez

Agradecemos a Jorge Gil, Gerente de la empresa Cargando S.A., por brindarnos la oportunidad de desarrollar este proyecto, y por suministrarnos los datos e información necesarios para cumplir este trabajo de grado.

## CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	17
1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA	19
1.1 MISIÓN	19
1.2 VISIÓN	19
1.3 ORGANIGRAMA	21
1.4 PROCEDIMIENTO MANTENIMIENTO	22
1.4.1 Mantenimiento Predictivo	22
1.4.2 Mantenimiento Correctivo	23
1.5 INFRAESTRUCTURA DE LA EMPRESA	23
1.6 DOCUMENTOS	24
1.7 PERSONAL	25
1.7.1 Personal Propio	25
1.7.2 Personal Contratado	25
1.8 REPUESTOS	25
1.8.1 Procedimientos	25
1.8.1.1 Compras	25
1.8.1.2 Almacén	26
1.8.1.3 Proveedores	26
2. LISTADOS DE EQUIPOS INVOLUCRADOS Y SISTEMA DE CODIFICACION	27
2.1 DESARROLLO CODIFICACIÓN DE EQUIPOS	27
2.2 LISTADO DE EQUIPOS INVOLUCRADOS EN EL PROYECTO	29
3. CRITICIDAD DE LOS EQUIPOS	38
3.1 TIPOS DE CRITERIOS	38
3.2 EVALUACIÓN DE CRITICIDAD	40
4. ELABORACIÓN E IMPLEMENTACIÓN FORMATOS DE MANTENIMIENTO	60
4.1 FICHA TÉCNICA DE LOS EQUIPOS	62
4.2 SOLICITUD DE SERVICIO	63
4.3 ORDEN DE TRABAJO	64
4.4 HOJA DE VIDA	67
5. ELABORAR E IMPLEMENTAR PROGRAMAS SISTEMATICOS	69
5.1 SISTEMAS DE INSPECCIÓN	69
5.1.1 Puntos Clave de Inspección	69
5.1.2 Matriz de Evaluación Laboral	74
5.1.3 Balance de Carga Laboral	77

5.1.4 Rutas de Inspección	79
5.2 SISTEMAS DE LUBRICACIÓN	81
5.2.1 Puntos claves de lubricación	83
5.2.2 Cartas de lubricación	86
5.2.3 Matriz de evaluación laboral	88
5.2.4 Balance de carga laboral	91
5.2.5 Rutas de Lubricación	93
5.3 SISTEMAS DE AJUSTE Y LIMPIEZA	95
5.3.1 Puntos claves de ajuste y limpieza	95
5.3.2 Matriz de evaluación laboral	97
5.3.3 Balance de carga laboral	100
5.3.4 Rutas de ajuste y limpieza	102
6. CODIFICACIÓN DE LISTADOS	104
6.1 MANUAL DE PROCEDIMIENTOS	104
6.2 INSTRUCTIVOS Y CATALOGOS	105
6.3 CODIFICACIÓN DE FORMATOS	107
7. CLASIFICACIÓN DE REPUESTOS	108
7.1 CLASIFICACIÓN DE REPUESTOS	108
8. EVALUAR LAS CONDICIONES DE GESTIÓN AMBIENTAL	115
8.1 RESIDUOS PELIGROSOS	115
8.2 IMPACTO AMBIENTAL	117
9. BASE DE DATOS MANTENIMIENTO	121
9.1 DISEÑO DE LA BASE DE DATOS	121
9.2 EMPLEO DE LA BASE DE DATOS	121
9.2.1 Menú principal	121
9.2.2 Listado de equipos	122
9.2.3 Submenú Ficha técnica	122
9.2.4 Submenú Solicitud de servicio	123
9.2.5 Submenú Orden de trabajo	123
9.2.6 Submenú Hoja de vida	124
9.3 CAPACIDAD DE LA BASE DE DATOS	125
10. IMPLEMENTACIÓN E INDICADORES DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	126
10.1 PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTO	126
10.2 PARÁMETROS PREOPERACIONALES	128
10.3 DISPONIBILIDAD	130
10.4 CONFIABILIDAD	131
10.5 MANTENIBILIDAD	131
10.6 CÁLCULO DE INDICADORES	131
10.7 RESULTADOS DE LOS INDICADORES	132

10.8 ANÁLISIS DE RESULTADOS	135
11. EVALUACIÓN FINANCIERA DEL PROYECTO	137
11.1 INVERSIÓN INICIAL	137
11.2 COSTOS	138
11.2.1 Costos directos	138
11.2.2 Costos indirectos	142
11.3 FLUJO DE CAJA	142
11.4 ÍNDICE DE RENTABILIDAD	143
12. CONCLUSIONES	145
13. RECOMENDACIONES	146
BIBLIOGRAFÍA	147
ANEXOS	149

## LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Configuración Vehículos	27
Cuadro 2. Codificación marca del vehículo	28
Cuadro 3. Tipos de carrocería	28
Cuadro 4. Codificación letras placas vehículos	29
Cuadro 5. Listado de equipos	29
Cuadro 6. Criterios a evaluar	39
Cuadro 7. Matriz de criticidad	40
Cuadro 8. Análisis de criticidad	41
Cuadro 9. Análisis de fallas	42
Cuadro 10. Fallas en equipos críticos	48
Cuadro 11. Subsistemas	59
Cuadro 12. Puntos clave de inspección	71
Cuadro 13. Matriz de evaluación laboral	74
Cuadro 14. Balance de carga laboral	78
Cuadro 15. Ruta de inspección	80
Cuadro 16. Puntos clave de lubricación	84
Cuadro 17. Carta de lubricación	87
Cuadro 18. Matriz de evaluación laboral	88
Cuadro 19. Balance de carga laboral	92
Cuadro 20. Ruta de lubricación	94
Cuadro 21. Puntos clave de ajustes y limpieza	96
Cuadro 22. Matriz de evaluación laboral	97
Cuadro 23. Balance de carga laboral	101
Cuadro 24. Ruta de ajuste y limpieza	103
Cuadro 25. Manual de procedimientos	105
Cuadro 26. Nomenclatura del lugar	106
Cuadro 27. Nomenclatura departamento	106
Cuadro 28. Nomenclatura equipos	106
Cuadro 29. Número consecutivo	106
Cuadro 30. Codificación	107
Cuadro 31. Clasificación de repuestos	110
Cuadro 32. Matriz ambiental	118
Cuadro 33. Programación de mantenimiento	126
Cuadro 34. Lista de chequeo	129
Cuadro 35. Indicadores de equipos críticos	136
Cuadro 36. Inversión inicial	137
Cuadro 37. Costo de personal actual	139
Cuadro 38. Liquidación horas extras	139
Cuadro 39. Costos de personal con implementación	140
Cuadro 40. Costos de nómina actual	140
Cuadro 41. Costo de nómina con plan de mantenimiento	141

Cuadro 42. Costo de compras y logística por cada vehículo sin plan de mantenimiento	141
Cuadro 43. Costo de compras y logística por cada vehículo con plan de mantenimiento	141
Cuadro 44. Flujo de caja anual proyectado sin plan de mantenimiento	143
Cuadro 45. Flujo de caja anual proyectado con plan de mantenimiento	143

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Representación organigrama de la empresa	21
Figura 2. Codificación de equipos	27
Figura 3. Criticidad de equipos	42
Figura 4. Menú principal	122
Figura 5. Listado de equipos	122
Figura 6. Base de datos Ficha técnica	123
Figura 7. Base de datos Solicitud de servicio	123
Figura 8. Base de datos Orden de trabajo	124
Figura 9. Base de Datos Hoja de vida	125
Figura 10. Disponibilidad tracto-camión antes de la implementación	133
Figura 11. Confiabilidad tracto-camión antes de la implementación	133
Figura 12. Mantenibilidad tracto-camión antes de la implementación	134
Figura 13. Disponibilidad tracto-camión después de la implementación	134
Figura 14. Confiabilidad tracto-camión antes de la implementación	135
Figura 15. Mantenibilidad tracto-camión antes de la implementación	135

## LISTA DE IMÁGENES

	pág.
Imagen 1. Instalaciones Cargando S.A.	24
Imagen 2. Historial de mantenimiento	61
Imagen 3. Ficha técnica	63
Imagen 4. Solicitud de servicio	64
Imagen 5. Orden de trabajo	66
Imagen 6. Hoja de vida	68

## LISTA DE ANEXOS

	pág.
Ver CD adjunto	149

## RESUMEN

Se desarrolló y realizó el proyecto que tiene por nombre “Desarrollo e implementación de un programa de mantenimiento basado en programación e inspección para la empresa de transporte Cargando S.A.” En un principio, se diagnosticó la situación actual del mantenimiento en la empresa Cargando S.A., donde se encontraron procesos por corregir. Se elaboró un listado de equipos teniendo en cuenta su criticidad y también de repuestos y su disponibilidad.

Se procedió a realizar el programa de mantenimiento basado en programación e inspección, teniendo en cuenta los datos encontrados, con sus respectivas fichas de trabajo, solicitudes de trabajo, ordenes de trabajo y hoja de vida de los vehículos involucrados. También se dedica un espacio para la elaboración de una base de todo el plan de mantenimiento.

Luego se estableció quienes deben realizar el mantenimiento en los vehículos y se capacitó el personal requerido, y su implementación.

Por último, se realizó el estudio del impacto ambiental y la evaluación financiera del proyecto.

Palabras claves: Desarrollo e implementación, plan de mantenimiento, Cargando S.A.

## INTRODUCCION

La *importancia* de este proyecto principalmente es la de aumentar la disponibilidad de los vehículos, y evitar que estos incumplan los contratos con las empresas a quién Cargando S.A. transporta sus mercancías.

El *origen* se da en la empresa, con su sede principal en Nobsa, Boyacá, cuenta con 185 empleados quienes coordinan el transporte de mercancías a todo destino en el país.

El *objetivo* general es “Desarrollar e implementar de un programa de mantenimiento basado en programación e inspección para la empresa de transporte Cargando S.A.”, que cumpla con las especificaciones que se presenta en este proyecto, para lograr este objetivo se plantearon unos objetivos específicos los cuales fueron fundamentales para el desarrollo de este proyecto, estos son;

- ❖ Diagnosticar la situación actual de mantenimiento
- ❖ Elaborar el listado general de los equipos involucrados y establecer un sistema de codificación
- ❖ Diagnosticar los tipos de fallas y establecer la criticidad de los equipos involucrados
- ❖ Elaborar e implementar los formatos de mantenimiento. Fichas técnicas, Solicitud de trabajo, Orden de trabajo y Hoja de vida
- ❖ Elaborar e implementar los programas sistemáticos de inspección, lubricación, ajustes y limpieza
- ❖ Elaborar e implementar un plan de mantenimiento programado
- ❖ Establecer las inspecciones y procedimientos de los operarios
- ❖ Elaborar listado de catálogos, instructivos, planos y procedimientos y codificarlos
- ❖ Elaborar un estudio de repuestos
- ❖ Evaluar las condiciones de seguridad y salud ocupacional del departamento de mantenimiento
- ❖ Evaluar las condiciones de gestión ambiental

- ❖ Elaborar programa de implementación del plan de mantenimiento
- ❖ Elaborar base de datos de mantenimiento
- ❖ Evaluar y seleccionar un software para la administración del plan de mantenimiento
- ❖ Establecer los indicadores de gestión universales. Mantenibilidad, confiabilidad y disponibilidad
- ❖ Realizar la evaluación financiera del proyecto

El *alcance* de este trabajo de grado es implementarlo en un periodo mínimo de tres meses, en este tiempo se ejecutarán los objetivos específicos del plan de mantenimiento programado y por inspección para la empresa “Cargando S.A.”

La *limitación* de este trabajo de grado donde el plan se ejecutará para los 331 vehículos (camiones, doble-troques, tracto-camiones y remolques) que hoy cuenta la empresa.

La *metodología* que se utilizará para el desarrollo y la implementación del programa de mantenimiento será analizando el mantenimiento actual que tiene la empresa, y las correcciones que se puedan emplear para cumplir con las expectativas del gerente, utilizando los conocimientos adquiridos en el proceso de formación.

El *significado* en el campo de transporte, será desarrollar e implementar un plan de mantenimiento que aumente la disponibilidad de los vehículos de carga.

La *aplicación* en el área de trabajo es el transporte para todo tipo de carga y vehículos.

## 1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

Inicia operaciones el 07 de mayo de 2.001, bajo la Gerencia de Jorge Enrique Gil Téllez, quien desde esta fecha se ha preocupado por el desarrollo de su personal Administrativo y Operativo, aumentando el sentido de pertenencia y compromiso de sus empleados hacia la Organización.

La alta Gerencia siendo conocedora de las oportunidades en el mercado del Transporte de Carga y con visión financiera logra posicionar a CARGANDO S.A. para el año 2.004 como una empresa importante en el sector.

Inicia capacitación para sus conductores en temas como manejo defensivo, Diplomado de profesionalización de Conductores TIMONEL y transporte de Mercancías Peligrosas, ya que siendo una empresa con proyección vislumbra una fuente estratégica de negocio, donde el personal que transporta este tipo de mercancías trabaje con calidad para lograr excelentes estándares de seguridad.

En el año 2.006 preocupado por el bienestar de sus empleados, implementa la política HSE y da inicio al proceso de documentación con miras a la obtención del sello de certificación del Sistema de Gestión de Calidad bajo norma ISO 9.001:2.000.

Contando con un Talento Humano comprometido y capacitado, ofreciendo servicios altamente competitivos y con una flota conformada por vehículos propios y vinculados se consolida como una de las mejores Empresas de Transporte de Carga de la región.

En el año 2.008 logra la certificación del Sistema de Gestión de Calidad, otorgado por la firma SGS COLOMBIA S. A.<sup>1</sup>

### 1.1 MISIÓN

Ofrecer a nuestros Clientes servicios para satisfacer sus necesidades en logística y transporte de mercancías, soportados en características de calidad, seguridad, tiempos y costos competitivos, contando con óptimos recursos tecnológicos, de infraestructura y talento humano.

### 1.2 VISIÓN

En el 2018 ser líder a nivel nacional en logística y transporte de carga seca a granel y líquidos, e incrementar nuestra participación en el traslado de otra clase de mercancías, proyectándonos como una organización confiable, segura y

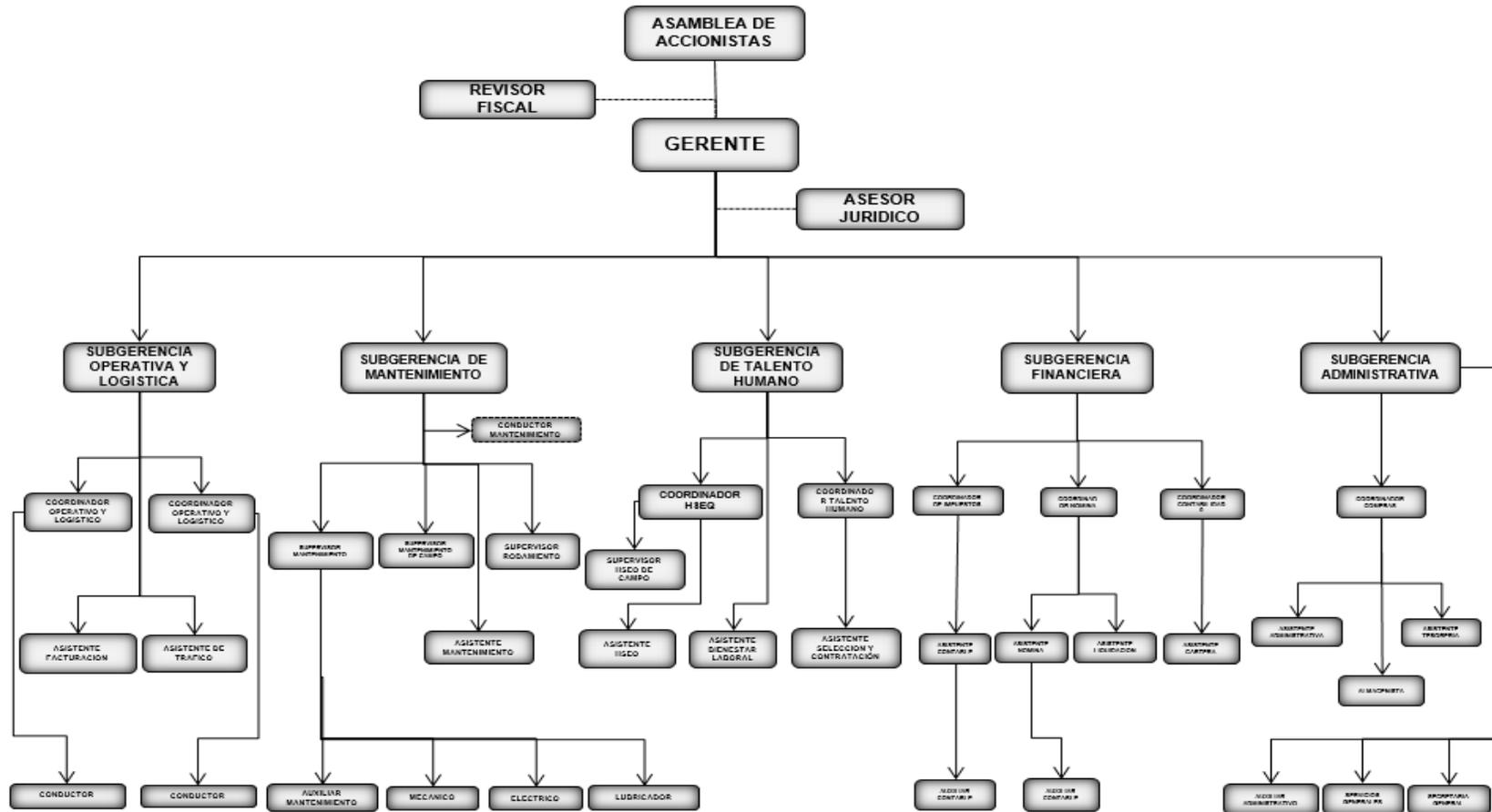
---

<sup>1</sup> Cargando S.A. reseña histórica. [En línea]< <http://cargandosociedad.com/resena-historica.php>> [citado en octubre 28 de 2015]

eficiente, basada en las relaciones sostenibles con nuestros clientes y proveedores.

### 1.3 ORGANIGRAMA

Figura 1. Representación organigrama de la empresa



## 1.4 PROCEDIMIENTOS MANTENIMIENTO

La situación actual del mantenimiento en la empresa Cargando S.A. realiza solo mantenimientos correctivos y preventivos. Todos los trabajos que se realizan en los vehículos, son informados por el conductor del automotor, quien da conocimiento al subgerente de mantenimiento o el asistente de mantenimiento.

El sistema de mantenimiento o software con el que cuenta la empresa, para la información del mantenimiento realizado se llama "CARGANET", que fue creado por el departamento de tecnología de la empresa, en este programa se suministra la información de los procedimientos realizados a los equipos de la empresa. El sistema queda desactualizado debido a que el personal no tiene claro los procedimientos del sistema, y no cumplen el diligenciamiento del mismo.

Sumado a esto no se tienen establecidos tiempos de ejecución de cada trabajo diferente que debe realizar el mantenimiento, lo que causa un valor incierto del costo horas hombre del mantenimiento y su duración, así mismo el costo en repuestos por que no es cargado al vehículo.

El mantenimiento actual de los vehículos se realiza bajo el criterio de cada conductor tenga según las fallas y no bajo un control, lo que causa más mantenimientos correctivos que preventivos. El cambio de aceite y grasas es el mantenimiento más organizado con el que hoy cuenta la empresa, pues es el más controlado por kilometraje.

Las revisiones tecno-mecánicas se realizan por parte de las empresas aseguradoras de los vehículos ya que vienen incluidas por la compra del mismo. La solicitud la realiza Cargando S.A., 8 días antes de la fecha límite del vencimiento las revisiones, y las personas encargadas de llevar los vehículos son los conductores de los mismos. Las compañías encargadas de dichos procedimientos son:

- ❖ Previsora
- ❖ Bolívar
- ❖ Equidad

1.4.1 Mantenimiento predictivo. La forma de realizar el mantenimiento preventivo hoy en la empresa es mirando una tabla con que cuenta la empresa de intervalos de mantenimiento preventivo, el asistente de mantenimiento informa vía telefónica al coordinador de logística, al jefe de mantenimiento, y al conductor los trabajos que hay que realizar.

El conductor del vehículo envía un mensaje al área de logística informando el ingreso a mantenimiento, de ahí el jefe de mantenimiento informa por correo electrónico al coordinador de logística el ingreso del vehículo a mantenimiento. El jefe de mantenimiento se encarga de realizar las actividades informadas por el asistente de mantenimiento (Carganet), que es el sistema de mantenimiento con el que cuenta la empresa hoy y que fue desarrollado por el mismo departamento de tecnología de la empresa.

El Jefe de Mantenimiento delega las funciones a los Auxiliares de Mantenimiento quienes a su vez solicitan los repuestos necesarios al almacén. Después se diligencia la planilla de Carganet con todas las actividades realizadas, por último, el jefe de mantenimiento informara al coordinador logístico la salida del vehículo de mantenimiento.

1.4.2 Mantenimiento correctivo. La otra forma de realizar el mantenimiento es el correctivo en el cual el conductor del vehículo informa al subgerente de mantenimiento o al asistente de mantenimiento de una avería ya sea dentro de las instalaciones de la empresa o fuera de ella, en ambos casos el conductor debe enviar un mensaje al área de logística informando el ingreso de mantenimiento, el Jefe de Mantenimiento informa al coordinador logístico vía correo electrónico el ingreso del vehículo. Cuando se presenta la falla fuera de las instalaciones de la empresa se sigue el procedimiento anteriormente descrito, y adicionalmente se coordina una grúa para que recoja el vehículo y lo lleve a la sede más cercana a la empresa ya sea en Nobsa o en Ibagué.

El jefe de mantenimiento delega funciones a los auxiliares de mantenimiento quienes realizan los trabajos y solicitan repuestos. Se realiza el diligenciamiento de la planilla de Carganet y por último se informa al coordinador de logística la salida del vehículo de mantenimiento.

## 1.5 INFRAESTRUCTURA DE LA EMPRESA

La empresa Cargando S.A. se encuentra ubicada en Nobsa, Boyacá (Imagen1). La oficina principal, donde cuenta con instalaciones propias Administrativas, de Mantenimiento y Zonas de Capacitación. En la parte del mantenimiento cuenta con herramientas para el montaje de llantas, gatos hidráulicos para mantenimiento de cajas de cambios, transmisiones, zonas para arreglos de soldadura y pintura, zonas para lubricación y un almacén de repuestos.

Imagen 1. Instalaciones Cargando S.A.



En Ibagué, Tolima cuentan con un contenedor, que cuenta con herramientas para montaje de llantas, máquinas para lubricación, y herramientas para arreglos parciales de vehículos.

## 1.6 DOCUMENTOS

La empresa cuenta con diferentes tipos de documentos para el desarrollo del mantenimiento, son los siguientes;

- ❖ Formatos de pre inspección antes de realizar un viaje los vehículos
- ❖ Formatos de entrega de vehículos
- ❖ Manuales de fabricante de vehículos
- ❖ Formatos cambio de aceite
- ❖ Formatos engrase
- ❖ Fichas técnicas fabricante Freightliner
- ❖ Fichas técnicas fabricante Internacional
- ❖ Fichas técnicas Kenworth

Los formatos se encuentran en físico, en el departamento de mantenimiento en las oficinas principales de la empresa, y en medio electrónico en la red de la misma compañía. Se encuentran en medio electrónico manuales de funcionamiento y capacitación de marcas como Delco Remy, Meritor, Eaton Fuller y Detroit Diesel.

## 1.7 PERSONAL

El mantenimiento de Cargando S.A. se realiza con dos tipos de trabajadores que son los siguientes;

1.7.1 Personal propio. Este personal es contratado directamente por la empresa y realizan sus labores bajo la supervisión del departamento de mantenimiento de la empresa. En este tipo de personal se encuentran mecánicos, supervisores de mantenimiento, soldadores, pintores, electricistas, y un subgerente de mantenimiento. El horario de este personal es de 7:00 am a 5:00 pm, pero debido a la falta de un programa de mantenimiento incurren en gastos de horas extras nocturnas y dominicales.

El personal propio se encarga de realizar labores de mantenimiento preventivo y correctivo, que no tengan complejidad mayor y requiera correctivos en el subsistema motriz, subsistema de transmisión.

1.7.2 Personal contratado. Este personal se encarga de realizar el mantenimiento cuando el personal propio no está capacitado para realizarlos en las instalaciones propias, solo se contrata la mano de obra, los repuestos son suministrados por la empresa. El mantenimiento que se realiza en su mayoría por este personal son reparaciones de motor, reparación de caja de cambios, transmisiones, diseño de estructuras para tráileres, reparaciones mayores en estructuras de los vehículos.

## 1.8 REPUESTOS

Cargando S.A. cuenta hoy con un almacén de repuestos en las instalaciones de la compañía, que es contralado por el departamento de compras de la compañía, y cuenta con;

1.8.1 Procedimientos. Los procedimientos que la empresa tiene son;

1.8.1.1 Compras. Todo el procedimiento de compras se realiza según si no hay en existencia en almacén repuestos para el mantenimiento del vehículo y después de que el mecánico haya solicitado los repuestos para el vehículo. La falta de un sistema de control de que muestre la disponibilidad de repuestos, el mantenimiento pasa a ser muy costoso y los tiempos son mayores. Los tiempos de demora pueden ser de 1 hora o incluso mayor, ya que la empresa se encuentra a una distancia de 16 km de los almacenes de repuestos más cercanos cuando no hay en existencia en la empresa.

1.8.1.2 Almacén. Hay una persona encargada del almacenaje de repuestos y, entrega de repuestos a los mecánicos. El almacén carece de un sistema de control de salida y entrada de repuestos para evitar tiempos muertos, y demoras en los mantenimientos. En su mayoría se evidencia repuestos de los cuales hay mayor consumo. No hay una codificación definida de los repuestos, lo que no permite su control real.

1.8.1.3 Proveedores. La empresa cuenta hoy en día con un listado de proveedores, que suplen las necesidades de repuestos y herramientas que necesitan los vehículos y personal para poder desarrollar el mantenimiento. Los principales proveedores de la empresa son los siguientes;

- ❖ Acostallantas
- ❖ Autoservicio Ltda.
- ❖ Automundial
- ❖ Chevron
- ❖ Fertrac
- ❖ Importadora Nacional de llantas
- ❖ Inpro
- ❖ Industrias Ivor
- ❖ Navitrans
- ❖ Petrobras
- ❖ Reencauchadora Hércules
- ❖ Sánchez Sarmiento
- ❖ Stewart & Stevenson
- ❖ Tracto camiones de las Américas
- ❖ Universal de Tornillos

## 2. LISTADO DE EQUIPOS Y SISTEMA DE CODIFICACIÓN

La elaboración y el listado de equipos con los que cuenta actualmente la empresa Cargando S.A. se realizó para tener el registro sobre los equipos y llevar un control en cada procedimiento de mantenimiento realizado sobre los mismos. Se tiene en cuenta el registro nacional despachos de carga (RNDC), del ministerio de transporte, donde existe una codificación de vehículos por el número de ejes, marca del vehículo, y placa del vehículo.

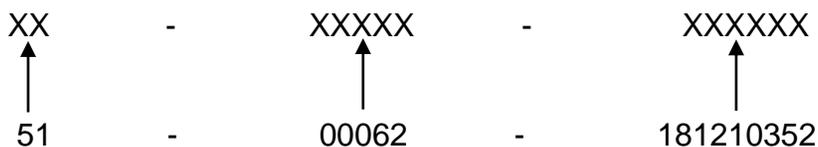
### 2.1 DESARROLLO CODIFICACIÓN DE EQUIPOS

Para codificar los vehículos se tiene en cuenta los datos de la “tabla del registro nacional de despachos RNDC.”<sup>2</sup>

Figura 2. Codificación de equipos



Ejemplo codificación de equipos. Vehículo internacional doble troque SMK352



Donde, 51 – 62 - 181210352, significa camión rígido de 3 ejes (doble troque), marca International, de placas SMK352

Cuadro 1. Configuración Vehículos

Tipo	Descripción	Código
Rígido	Camión Rígido de 2 ejes	50
Rígido	Camión Rígido de 3 ejes	51
Rígido	Camión Rígido de 4 ejes	52
Cabezote	Tracto camión de 2 ejes	53
Cabezote	Tracto camión de 3 ejes	54
Cabezote	Tracto camión de más de 3 ejes	55
Rígido	Camión Rígido de más de 4 ejes	56
Semi remolque	Semi remolque de 1 eje	61

<sup>2</sup> MINISTERIO DE TRANSPORTE. Manuales [en línea]

<<http://rndc.mintransporte.gov.co/portals/0/Documentos/Anexo%20a%20los%20Manuales%20RNDC%200110919.xls>> [citado el 18 de diciembre de 2015]

Cuadro 1. (Continuación)

Tipo	Descripción	Código
Semi remolque	Semi remolque de 2 ejes	62
Semi remolque	Semi remolque de 3 ejes	63
Semi remolque	Semi remolque de más de 3 ejes	64
Remolque	Remolque de 2 ejes	71
Remolque	Remolque de 3 ejes	72
Remolque	Remolque de 4 ejes	73
Remolque	Remolque de más de 4 ejes	74
Remolque Balanceado	Remolque Balanceado de 1 eje	81
Remolque Balanceado	Remolque Balanceado de 2 ejes	82
Remolque Balanceado	Remolque Balanceado de 3 ejes	83
Remolque Balanceado	Remolque Balanceado de 4 ejes	84
Remolque Balanceado	Remolque Balanceado de más de 4 ejes	85

Cuadro 2. Codificación marca del vehículo

CÓDIGO MARCA	DESCRIPCIÓN MARCA VEHÍCULO
76	HINO
62	INTERNATIONAL
169	FREIGHTLINER
67	KENWORTH
376	CACIQUE
340	CONSTRUTRAILER
125	DELUCIO
12	ESTEMCO
27	INCA
48	ROMARCO
141	TRACTEC

Cuadro 3. Tipos de carrocería

CÓDIGO CARROCERÍA	DESCRIPCIÓN
0	S.R.S
1	Carrozado
2	Furgón
218	Reparto

Cuadro 3. (Continuación)

CÓDIGO CARROCERÍA	DESCRIPCIÓN
3	Tanque
4	Volcó
5	Tolva
231	Portacontenedores
217	Planchón
10	Estibas
14	Hormigonero
16	Grúa
8	Carbonero
18	Niñera

Cuadro 4. Codificación letras placas vehículos

CODIFICACIÓN LETRAS PLACAS	CODIGO LETRA	CODIFICACIÓN LETRAS PLACAS	CODIGO LETRA
A	01	O	14
B	02	P	15
C	03	Q	16
D	04	R	17
F	05	S	18
G	06	T	19
H	07	U	20
I	08	V	21
J	09	W	22
K	10	X	23
L	11	Y	24
M	12	Z	25
N	13		

## 2.2 LISTADO DE EQUIPOS

Cuadro 5. Listado de equipos

TIPO VEHÍCULO	No	PLACA	MARCA	MODELO	KILOMETRAJE	CÓDIGO
DOBLE TROQUE	1	SMK352	INTERNATIONAL	2.012	89.652	51-00062-181210352
	2	SMK353	INTERNATIONAL	2.012	81.032	51-00062-181210353
	3	SMK354	INTERNATIONAL	2.012	75.258	51-00062-181210354
	4	SMK357	INTERNATIONAL	2.012	73.632	51-00062-181210357
	5	SMK358	INTERNATIONAL	2.012	244.063	51-00062-181210358
TRACTO CAMIÓN	6	SST771	FREIGHTLINER	2.011	333.151	54-00169-181819771
	7	SST773	FREIGHTLINER	2.011	248.665	54-00169-181819773
	8	SST774	FREIGHTLINER	2.011	329.931	54-00169-181819774
	9	SST775	FREIGHTLINER	2.011	340.473	54-00169-181819775

Cuadro 5. (Continuación)

TIPO VEHÍCULO	No	PLACA	MARCA	MODELO	KILOMETRAJE	CÓDIGO
TRACTO CAMIÓN	10	SST776	FREIGHTLINER	2.012	262.420	54-00169-181819776
	11	SST779	FREIGHTLINER	2.011	301.520	54-00169-181819779
	12	SST783	FREIGHTLINER	2.011	316.520	54-00169-181819783
	13	SST785	FREIGHTLINER	2.011	277.346	54-00169-181819785
	14	SST792	FREIGHTLINER	2.011	330.042	54-00169-181819792
	15	SST797	FREIGHTLINER	2.011	265.478	54-00169-181819797
	16	SST803	FREIGHTLINER	2.011	382.049	54-00169-181819803
	17	SST816	FREIGHTLINER	2.011	309.712	54-00169-181819816
	18	SST829	FREIGHTLINER	2.012	359.119	54-00169-181819829
	19	SST830	FREIGHTLINER	2.012	297.875	54-00169-181819830
	20	SST883	FREIGHTLINER	2.012	174.483	54-00169-181819883
	21	SST888	FREIGHTLINER	2.012	325.758	54-00169-181819888
	22	SST889	FREIGHTLINER	2.012	301.876	54-00169-181819889
	23	SST890	FREIGHTLINER	2.012	251.350	54-00169-181819890
	24	SST891	FREIGHTLINER	2.012	297.485	54-00169-181819891
	25	SST903	FREIGHTLINER	2.012	275.736	54-00169-181819903
	26	STI810	FREIGHTLINER	2.011	437.600	54-00169-181908810
	27	STI812	FREIGHTLINER	2.011	401.287	54-00169-181908812
	28	STI813	FREIGHTLINER	2.011	404.578	54-00169-181908813
	29	SXL711	FREIGHTLINER	2.012	190.799	54-00169-182311711
	30	SXL712	FREIGHTLINER	2.012	242.742	54-00169-182311712
	31	SXL714	FREIGHTLINER	2.012	197.832	54-00169-182311714
	32	SXL717	FREIGHTLINER	2.012	192.690	54-00169-182311717
	33	SXL718	FREIGHTLINER	2.012	173.730	54-00169-182311718
	34	TAM204	HINO MINIMULA	2.013	68.726	53-00076-190112204
	35	TAU629	INTERNATIONAL PROSTAR	2.012	372.661	54-00062-190120629
	36	TAU630	INTERNATIONAL PROSTAR	2.012	311.973	54-00062-190120630
	37	TAU631	INTERNATIONAL PROSTAR	2.012	312.399	54-00062-190120631
	38	TAU632	INTERNATIONAL PROSTAR	2.012	318.387	54-00062-190120632
	39	TAU633	INTERNATIONAL PROSTAR	2.012	337.817	54-00062-190120633
	40	TAU638	INTERNATIONAL PROSTAR	2.012	347.507	54-00062-190120638
	41	TAU639	INTERNATIONAL PROSTAR	2.012	388.659	54-00062-190120639
	42	TAU653	INTERNATIONAL PROSTAR	2.012	347.507	54-00062-190120653

Cuadro 5. (Continuación)

TIPO VEHÍCULO	No	PLACA	MARCA	MODELO	KILOMETRAJE	CÓDIGO
TRACTO CAMIÓN	43	TAU790	FREIGHTLINER	2.012	302.548	54-00169-190120790
	44	TAU791	FREIGHTLINER	2.012	245.625	54-00169-190120791
	45	TAU792	FREIGHTLINER	2.012	265.923	54-00169-190120792
	46	TAU793	FREIGHTLINER	2.012	313.524	54-00169-190120793
	47	TAU794	FREIGHTLINER	2.012	212.368	54-00169-190120794
	48	TAU795	FREIGHTLINER	2.012	245.730	54-00169-190120795
	49	TAU796	FREIGHTLINER	2.012	267.491	54-00169-190120796
	50	TAU797	FREIGHTLINER	2.012	200.629	54-00169-190120797
	51	TAU799	INTERNATIONAL PROSTAR	2.012	264.110	54-00062-190120799
	52	TAU800	INTERNATIONAL PROSTAR	2.012	239.745	54-00062-190120800
	53	TAU801	INTERNATIONAL PROSTAR	2.012	254.602	54-00062-190120801
	54	TAU802	INTERNATIONAL PROSTAR	2.012	263.736	54-00062-190120802
	55	TAU804	INTERNATIONAL PROSTAR	2.012	291.637	54-00062-190120804
	56	TAV125	FREIGHTLINER	2.012	188.092	54-00169-190121125
	57	TAV173	FREIGHTLINER	2.012	145.469	54-00169-190121173
	58	TAV174	FREIGHTLINER	2.012	197.730	54-00169-190121174
	59	TAV183	FREIGHTLINER	2.012	188.581	54-00169-190121183
	60	TAV189	FREIGHTLINER	2.012	156.230	54-00169-190121189
	61	TAV191	FREIGHTLINER	2.012	178.456	54-00169-190121191
	62	TAV193	FREIGHTLINER	2.012	158.963	54-00169-190121193
	63	TAV194	FREIGHTLINER	2.012	192.360	54-00169-190121194
	64	TUL101	FREIGHTLINER	2.012	207.766	54-00169-192011101
	65	TUL102	FREIGHTLINER	2.012	220.150	54-00169-192011102
	66	TUL103	FREIGHTLINER	2.012	215.662	54-00169-192011103
	67	TUL104	FREIGHTLINER	2.012	198.546	54-00169-192011104
	68	TUL106	FREIGHTLINER	2.012	189.331	54-00169-192011106
	69	TUL107	FREIGHTLINER	2.012	198.562	54-00169-192011107
	70	TUL108	FREIGHTLINER	2.012	202.881	54-00169-192011108
	71	TUL109	FREIGHTLINER	2.012	138.535	54-00169-192011109
	72	TUL547	INTERNATIONAL WORKSTAR	2.015	24.168	54-00062-192011547
	73	TUL548	INTERNATIONAL WORKSTAR	2.015	25.826	54-00062-192011548
	74	TUL549	INTERNATIONAL WORKSTAR	2.015	19.773	54-00062-192011549

Cuadro 5. (Continuación)

TIPO VEHÍCULO	No	PLACA	MARCA	MODELO	KILOMETRAJE	CÓDIGO
TRACTO CAMIÓN	75	TUL550	INTERNATIONAL WORKSTAR	2.015	32.118	54-00062-192011550
	76	TUL551	INTERNATIONAL WORKSTAR	2.015	35.429	54-00062-192011551
	77	TUL552	INTERNATIONAL WORKSTAR	2.015	14.660	54-00062-192011552
	78	TUL553	INTERNATIONAL WORKSTAR	2.015	21.303	54-00062-192011553
	79	TUL554	INTERNATIONAL WORKSTAR	2.015	38.427	54-00062-192011554
	80	TUL555	INTERNATIONAL WORKSTAR	2.015	15.370	54-00062-192011555
	81	TUL556	INTERNATIONAL WORKSTAR	2.015	48.258	54-00062-192011556
	82	TUL557	INTERNATIONAL WORKSTAR	2.015	30.070	54-00062-192011557
	83	TUL558	INTERNATIONAL WORKSTAR	2.015	47.949	54-00062-192011558
	84	TUL559	INTERNATIONAL WORKSTAR	2.015	57.186	54-00062-192011559
	85	TUL560	INTERNATIONAL WORKSTAR	2.015	55.001	54-00062-192011560
	86	TUL561	INTERNATIONAL WORKSTAR	2.015	45.233	54-00062-192011561
	87	TUL562	INTERNATIONAL WORKSTAR	2.015	26.202	54-00062-192011562
	88	TUL563	INTERNATIONAL WORKSTAR	2.015	30.707	54-00062-192011563
	89	TUL564	INTERNATIONAL WORKSTAR	2.015	23.696	54-00062-192011564
	90	TUL565	INTERNATIONAL WORKSTAR	2.015	33.665	54-00062-192011565
	91	TUL566	INTERNATIONAL WORKSTAR	2.015	32.680	54-00062-192011566
	92	TUL567	INTERNATIONAL WORKSTAR	2.015	40.328	54-00062-192011567
	93	TUL568	INTERNATIONAL WORKSTAR	2.015	27.414	54-00062-192011568
	94	TUL569	INTERNATIONAL WORKSTAR	2.015	21.881	54-00062-192011569
	95	TUL570	INTERNATIONAL WORKSTAR	2.015	34.022	54-00062-192011570
	96	WCR613	FREIGHTLINER	2.013	104.181	54-00169-220317613
	97	WCR622	FREIGHTLINER	2.013	114.552	54-00169-220317622
	98	WCR623	FREIGHTLINER	2.013	102.151	54-00169-220317623
	99	WCR624	FREIGHTLINER	2.013	351.555	54-00169-220317624
	100	WCR626	FREIGHTLINER	2.013	89.191	54-00169-220317626

Cuadro 5. (Continuación)

TIPO VEHÍCULO	No	PLACA	MARCA	MODELO	KILOMETRAJE	CÓDIGO
TRACTO CAMIÓN	101	WCR627	FREIGHTLINER	2.013	371.098	54-00169-220317627
	102	WCR646	FREIGHTLINER	2.013	91.372	54-00169-220317646
	103	WCR648	FREIGHTLINER	2.013	109.801	54-00169-220317648
	104	WCR662	FREIGHTLINER CASCADIA	2.013	151.152	54-00169-220317662
	105	WCR669	FREIGHTLINER CASCADIA	2.013	145.514	54-00169-220317669
	106	XJB422	FREIGHTLINER	2.011	418.504	54-00169-230902422
	107	XJB423	FREIGHTLINER	2.011	414.288	54-00169-230902423
	108	XJB424	FREIGHTLINER	2.011	404.731	54-00169-230902424
	109	XJB425	FREIGHTLINER	2.011	454.524	54-00169-230902425
	110	XJB427	FREIGHTLINER	2.011	427.278	54-00169-230902427
	111	XJB428	FREIGHTLINER	2.011	375.954	54-00169-230902428
	112		FREIGHTLINER DOBLECABINA	2.015		
	113		FREIGHTLINER DOBLECABINA	2.015		
	114		FREIGHTLINER DOBLECABINA	2.015		
	115		FREIGHTLINER DOBLECABINA	2.015		

Cuadro 5. (Continuación)

TIPO VEHÍCULO	No	PLACA	MARCA	MODELO	CÓDIGO
REMOLQUE	116	S46903	ROMARCO FURGÓN	2.015	61-00248-001846903
	117	R37976	ESTEMCO PLANCHÓN	2.006	63-21712-001737976
	118	R49033	ROMARCO CARBONERO	2.012	63-00848-001749033
	119	R49034	ROMARCO PLANCHÓN	2.012	63-21748-001749034
	120	R52835	ROMARCO PLANCHÓN	2.012	63-21748-001752835
	121	R52836	ROMARCO PLANCHÓN	2.012	63-21748-001752836
	122	R52857	ROMARCO PLANCHÓN	2.012	63-21748-001752857
	123	R52872	ROMARCO CARBONERO	2.012	63-00848-001752872
	124	R52873	ROMARCO PLANCHÓN	2.012	63-21748-001752873
	125	R52874	ROMARCO PLANCHÓN	2.012	63-21748-001752874
	126	R52875	ROMARCO CARBONERO	2.012	63-00848-001752875
	127	R52876	ROMARCO PLANCHÓN	2.012	63-21748-001752876
	128	R52877	ROMARCO PLANCHÓN	2.012	62-21748-001752877
	129	R52878	ROMARCO PLANCHÓN	2.012	63-21748-001752878
	130	R52879	ROMARCO PLANCHÓN	2.012	63-21748-001752879

Cuadro 5. (Continuación)

TIPO VEHÍCULO	No	PLACA	MARCA	MODELO	CÓDIGO
REMOLQUE	131	R57259	CONSTRUTRAILER CARROSADO	2.009	63-01340-001757259
	132	R59928	ROMARCO PLANCHÓN	2.011	63-21748-001759928
	133	R59929	ROMARCO PLANCHÓN	2.011	63-21748-001759929
	134	R59931	ROMARCO PLANCHÓN	2.011	63-21748-001759931
	135	R59932	ROMARCO PLANCHÓN	2.011	63-21748-001759932
	136	R59933	ROMARCO PLANCHÓN	2.011	63-21748-001759933
	137	R59935	ROMARCO PLANCHÓN	2.011	63-21748-001759935
	138	R59936	ROMARCO PLANCHÓN	2.011	63-21748-001759936
	139	R59937	ROMARCO PLANCHÓN	2.011	63-21748-001759937
	140	R59938	ROMARCO PLANCHÓN	2.011	63-21748-001759938
	141	R59939	ROMARCO PLANCHÓN	2.011	63-21748-001759939
	142	R81036	ROMARCO PLANCHÓN	2.012	63-21748-001781036
	143	R81475	ROMARCO PLANCHÓN	2.012	63-21748-001781475
	144	R81476	ROMARCO PLANCHÓN	2.012	63-21748-001781476
	145	R81478	ROMARCO PLANCHÓN	2.012	63-21748-001781478
	146	R81479	ROMARCO PLANCHÓN	2.012	63-21748-001781479
	147	R81480	ROMARCO CARBONERO	2.012	63-00848-001781480
	148	R81481	ROMARCO PLANCHÓN	2.012	63-21748-001781481
	149	R81482	ROMARCO PLANCHÓN	2.012	63-21748-001781482
	150	R81483	ROMARCO PLANCHÓN	2.012	63-21748-001781483
	151	S09984	ROMARCO PLANCHÓN	2.015	63-21748-001809984
	152	S09985	ROMARCO PLANCHÓN	2.015	63-21748-001809985
	153	S09986	ROMARCO PLANCHÓN	2.015	63-21748-001809986
	154	S09987	ROMARCO PLANCHÓN	2.015	63-21748-001809987
	156	S09989	ROMARCO PLANCHÓN	2.015	63-21748-001809989
	157	S46806	ROMARCO PLANCHÓN	2.015	63-21748-001846806
	158	S46807	ROMARCO PLANCHÓN	2.015	63-21748-001846807
	159	S46808	ROMARCO PLANCHÓN	2.015	63-21748-001846808
	160	S46809	ROMARCO PLANCHÓN	2.015	63-21748-001846809
	161	S46810	ROMARCO PLANCHÓN	2.015	63-21748-001846810
	162	S46811	ROMARCO PLANCHÓN	2.015	63-21748-001846811
	163	S46812	ROMARCO PLANCHÓN	2.015	63-21748-001846812
	164	S46813	ROMARCO CARBONERO	2.015	63-00848-001846813
	165	S46868	ROMARCO PLANCHÓN	2.015	63-21748-001846868
166	S46869	ROMARCO PLANCHÓN	2.015	63-21748-001846869	
167	R40163	CONSTRUTRAILER CARROZADO	2.006	63-01340-001740163	

Cuadro 5. (Continuación)

TIPO VEHÍCULO	No	PLACA	MARCA	MODELO	CÓDIGO
REMOLQUE	168	S46892	ROMARCO CARBONERO	2.015	63-00848-001846892
	169	S46893	ROMARCO PLANCHÓN	2.015	63-21748-001846893
	170	S46894	ROMARCO PLANCHÓN	2.015	63-21748-001846894
	171	R73908	TRACTEC TANQUE	2.013	63-03141-001773908
	172	R73922	TRACTEC TANQUE	2.013	63-03141-001773922
	173	S09842	ROMARCO TANQUE	2.014	63-00348-001809842
	174	S09843	ROMARCO TANQUE	2.014	63-00348-001809843
	175	S09844	ROMARCO TANQUE	2.014	63-00348-001809844
	176	S09845	ROMARCO TANQUE	2.014	63-00348-001809845
	177	S09854	ROMARCO TANQUE	2.014	63-00348-001809854
	178	S09855	ROMARCO TANQUE	2.014	63-00348-001809855
	179	S09856	ROMARCO TANQUE	2.014	63-00348-001809856
	180	S09857	ROMARCO TANQUE	2.014	63-00348-001809857
	181	S09858	ROMARCO TANQUE	2.014	63-00348-001809858
	182	S09859	ROMARCO TANQUE	2.014	63-00348-001809859
	183	S09860	ROMARCO TANQUE	2.014	63-00348-001809860
	184	S09861	ROMARCO TANQUE	2.014	63-00348-001809861
	185	S09899	INCA TANQUE	2.014	63-00327-001809899
	186	S09900	INCA TANQUE	2.014	63-00327-001809900
	187	S09901	INCA TANQUE	2.014	63-00327-001809901
	188	S09902	INCA TANQUE	2.014	63-00327-001809902
	189	S09903	INCA TANQUE	2.014	63-00327-001809903
	190	S09904	INCA TANQUE	2.014	63-00327-001809904
	191	S09905	INCA TANQUE	2.014	63-00327-001809905
	192	S09906	INCA TANQUE	2.014	63-00327-001809906
	193	S09907	INCA TANQUE	2.014	63-00327-001809907
	194	S09908	INCA TANQUE	2.014	63-00327-001809908
	195	S09909	INCA TANQUE	2.014	63-00327-001809909
	196	S09910	INCA TANQUE	2.014	63-00327-001809910
	197	R73907	TRACTEC TANQUE	2.013	63-03141-001773907
	198	R36702	ROMARCO TOLVA	2.006	62-00548-001736702
	199	R41048	ESTEMCO TOLVA	2.007	63-00512-001741048
200	R44719	ESTEMCO TOLVA	2.007	63-00512-001744719	
201	R45705	ESTEMCO TOLVA	2.007	63-00512-001745705	
202	R46675	ESTEMCO TOLVA	2.007	63-00512-001746675	
203	R46676	ESTEMCO TOLVA	2.007	63-00512-001746676	
204	R36321	ROMARCO TOLVA	2.005	62-00548-001736321	

Cuadro 5. (Continuación)

TIPO VEHÍCULO	No	PLACA	MARCA	MODELO	CÓDIGO
REMOLQUE	205	R46789	ESTEMCO TOLVA	2.007	63-00512-001746789
	206	R46791	ESTEMCO TOLVA	2.007	63-00512-001746791
	207	R48544	ESTEMCO TOLVA	2.007	63-00512-001748544
	208	R48545	ESTEMCO TOLVA	2.007	63-00512-001748545
	209	R52837	DELUCIO TOLVA	2.012	63-05125-001752837
	210	R52838	DELUCIO TOLVA	2.012	63-05125-001752838
	211	R52839	DELUCIO TOLVA	2.012	63-05125-001752839
	212	R52840	DELUCIO TOLVA	2.012	63-05125-001752840
	213	R52841	DELUCIO TOLVA	2.012	63-05125-001752841
	214	R52842	DELUCIO TOLVA	2.012	63-05125-001752842
	215	R52843	DELUCIO TOLVA	2.012	63-05125-001752843
	216	R52844	DELUCIO TOLVA	2.012	63-05125-001752844
	217	R52845	DELUCIO TOLVA	2.012	63-05125-001752845
	218	R52846	DELUCIO TOLVA	2.012	63-05125-001752846
	219	R52847	DELUCIO TOLVA	2.012	63-05125-001752847
	220	R52848	DELUCIO TOLVA	2.012	63-05125-001752848
	221	R52849	DELUCIO TOLVA	2.012	63-05125-001752849
	222	R52850	DELUCIO TOLVA	2.012	63-05125-001752850
	223	R52851	DELUCIO TOLVA	2.012	63-05125-001752851
	224	R52852	DELUCIO TOLVA	2.012	63-05125-001752852
	225	R52853	DELUCIO TOLVA	2.012	63-05125-001752853
	226	R52862	DELUCIO TOLVA	2.012	63-05125-001752862
	227	R52863	DELUCIO TOLVA	2.012	63-05125-001752863
	228	R52864	DELUCIO TOLVA	2.012	63-05125-001752864
	229	R59581	ESTEMCO TOLVA	2.011	63-00512-001759581
	230	R59582	ESTEMCO TOLVA	2.011	63-00512-001759582
	231	R59689	TRACTEC TOLVA	2.011	63-05141-001759689
	232	R59690	TRACTEC TOLVA	2.011	63-05141-001759690
	233	R59693	ESTEMCO TOLVA	2.011	63-00512-001759693
	234	R59694	ESTEMCO TOLVA	2.011	63-00512-001759694
	235	R59711	TRACTEC TOLVA	2.011	63-05141-001759711
	236	R59713	TRACTEC TOLVA	2.011	63-05141-001759713
	237	R59714	TRACTEC TOLVA	2.011	63-05141-001759714
	238	R59721	ESTEMCO TOLVA	2.011	63-00512-001759721
239	R59722	ESTEMCO TOLVA	2.011	63-00512-001759722	
240	R59755	ESTEMCO TOLVA	2.011	63-00512-001759755	
241	R59756	ESTEMCO TOLVA	2.011	63-00512-001759756	

Cuadro 5. (Continuación)

TIPO VEHÍCULO	No	PLACA	MARCA	MODELO	CÓDIGO
REMOLQUE	242	R61276	CACIQUE TOLVA	2.011	63-05376-001761276
	243	R62015	ESTEMCO TOLVA	2.011	63-00512-001762015
	244	R65162	TRACTEC TOLVA	2.011	63-05141-001765162
	245	R65163	TRACTEC TOLVA	2.011	63-05141-001765163
	246	R65164	TRACTEC TOLVA	2.011	63-05141-001765164
	247	R65165	TRACTEC TOLVA	2.011	63-05141-001765165
	248	R65211	ESTEMCO TOLVA	2.011	63-00512-001765211
	249	R65320	ESTEMCO TOLVA	2.012	63-00512-001765320
	250	R65408	ESTEMCO TOLVA	2.012	63-00512-001765408
	251	R65535	TRACTEC TOLVA	2.012	63-05141-001765535
	252	R65536	TRACTEC TOLVA	2.012	63-05141-001765536
	253	R65539	ESTEMCO TOLVA	2.012	63-00512-001765539
	254	R71724	ESTEMCO TOLVA	2.012	63-00512-001771724
	255	R71725	ESTEMCO TOLVA	2.012	63-00512-001771725
	256	S09815	ROMARCO TOLVA	2.014	62-00548-001809815
	257	S09816	ROMARCO TOLVA	2.014	62-00548-001809816
	258	S09817	ROMARCO TOLVA	2.014	62-00548-001809817
	259	S09818	ROMARCO TOLVA	2.014	62-00548-001809818
	260	S09862	ROMARCO TOLVA	2.014	63-00548-001809862
	261	S09863	ROMARCO TOLVA	2.014	63-00548-001809863
262	S09864	ROMARCO TOLVA	2.014	63-00548-001809864	
263	S09865	ROMARCO TOLVA	2.014	63-00548-001809865	

### 3. CRITICIDAD DE LOS EQUIPOS

Este es un procedimiento que permite identificar prioridades a los equipos disponibles en la empresa, este análisis da una plataforma que agiliza la toma de decisiones correctas para la pronta solución a problemas presentados en máquinas y equipos.

#### 3.1 TIPOS DE CRITERIOS

Los criterios que se tuvieron en cuenta a la hora de evaluar el riesgo que se puedan presentar en los vehículos de carga pesada son los siguientes:

- ❖ Flexibilidad operacional<sup>3</sup>: Evalúa la facilidad con la que se pone en funcionamiento una máquina cuando ocurre una falla, de acuerdo a la disponibilidad de equipos alternos o de repuestos
- ❖ Impacto en producción<sup>3</sup>: Cuantifica las consecuencias que los eventos no deseados generan sobre el negocio, sobre todo en el impacto que se va a tener en la producción
- ❖ Impacto en costos de mantenimiento<sup>3</sup>: Cuantifica el costo aproximado de las reparaciones incluyendo valor de repuestos, materiales y mano de obra
- ❖ Impacto en seguridad, higiene y ambiente<sup>3</sup>: Evalúa el costo que puede representar la ocurrencia de una falla frente a la salud del personal de la planta y del medio ambiente
- ❖ Frecuencia de fallas<sup>3</sup>: Evalúa el estado de cada uno de los equipos que intervienen en el proceso de acuerdo al número de fallas que se presentan dentro de un periodo de tiempo

---

<sup>3</sup> Parra Carlos. Implantación del mantenimiento centrado en confiabilidad en un sistema de producción. Sevilla: Universidad de Sevilla. 2005. Pág.13.

### Cuadro 6. Criterios a evaluar

Frecuencia de fallas		Costo de mantenimiento	
❖ Pobre mayor a 80 fallas/semestre	4	❖ Mayor o igual a \$8000000	2
❖ Promedio 40-80 fallas/semestre	3	❖ Inferior a \$8000000	1
❖ Buena 20-40 fallas/semestre	2		
❖ Excelente menos de 20 fallas semestrales	1		
Impacto operacional		Impacto en seguridad, ambiente e higiene	
❖ Pérdida de todo el despacho	10	❖ Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere la notificación a entes externos de la organización	8
❖ Parada del sistema o subsistema y tiene repercusión en otros sistemas	7	❖ Afecta ambiente/instalaciones	7
❖ Impacta en niveles de inventario o calidad	4	❖ Afecta instalaciones causando daños severos	5
❖ No genera ningún efecto significativo sobre operaciones y producción	1	❖ Provoca daños menores (ambiente-seguridad)	3
Flexibilidad operacional		❖ No provoca ningún daño a personas, instalaciones o al ambiente	
❖ No existe operación de producción y no hay función de repuesto	4		1
❖ Hay opción de repuesto compartido/almacén	2		
❖ Función de repuesto disponible	1		

Fuente: PARRA, Carlos. Implantación del mantenimiento centrado en confiabilidad en un sistema de producción. Sevilla: Universidad de Sevilla. 2005. p13.

La criticidad total se obtiene de un análisis tomando en cuenta el riesgo como se contempla en la siguiente expresión;

$$CTR = FF \times C$$

Dónde:

CRT: Criticidad total por riesgo

FF: Frecuencia de fallos

C: Consecuencia de los eventos de fallos

Donde el valor de las consecuencias se obtiene a partir de la siguiente expresión;

$$C = (IO \times FO) + CM + SHA$$

Siendo;

IO: Factor de impacto en la producción

FO: Factor de flexibilidad operacional

CM: Factor de costes de mantenimiento

SHA: Factor de impacto en seguridad, higiene y ambiente

La expresión final de la criticidad total por riesgo es;

$$CRT = FF \times [(IO \times FO) + CM + SHA]$$

Para hallar el nivel de criticidad de cada vehículo, se debe tener en cuenta los valores totales de cada uno de los factores principales mencionados en la expresión anterior. La frecuencia y las consecuencias de los fallos se ubican en una matriz de criticidad 4x4. Los valores de la frecuencia se ubican en el eje de la Y, y los valores de las consecuencias se ubican en el eje de la X.

La matriz de criticidad jerarquiza los sistemas en tres áreas;

- ❖ Área de sistemas No Críticos
- ❖ Área de sistemas de Media Criticidad
- ❖ Área de sistemas Críticos

Cuadro 7. Matriz de criticidad

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

Fuente: PARRA, Carlos. Implantación del mantenimiento centrado en confiabilidad en un sistema de producción. Sevilla: Universidad de Sevilla. 2005. p14.

### 3.2 EVALUACIÓN CRITICIDAD

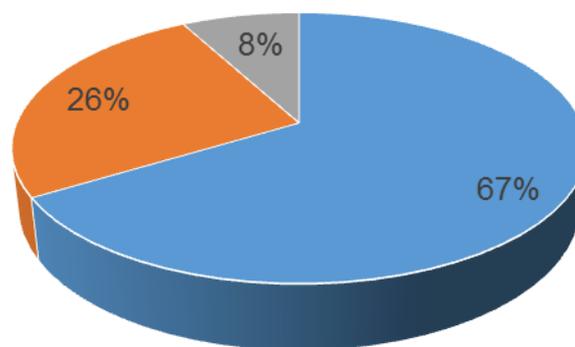
En el cuadro 8 se establece el análisis de criticidad de cada automotor, en el CD anexo, se encuentra la totalidad del cuadro.

Cuadro 8. Análisis de criticidad

CÓDIGO	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	COSTO DE MANTENIMIENTO	IMPACTO EN SEGURIDAD Y AMBIENTE	CONSECUENCIA	FRECUENCIAS DE FALLAS	CRT
51-00062-181210352	1	2	1	7	10	2	20
51-00062-181210353	1	2	1	7	10	2	20
51-00062-181210354	1	2	1	7	10	2	20
51-00062-181210357	1	2	1	7	10	2	20
51-00062-181210358	1	2	1	7	10	2	20
54-00169-181819771	1	2	2	8	12	4	48
54-00169-181819773	1	2	2	8	12	4	48
54-00169-181819774	1	2	2	8	12	4	48
54-00169-181819775	1	2	2	8	12	4	48
54-00169-181819776	1	2	1	7	10	2	20
54-00169-181819779	1	2	2	8	12	4	48
54-00169-181819783	1	2	2	8	12	4	48
54-00169-181819785	1	2	2	8	12	4	48
54-00169-181819792	1	2	2	8	12	4	48
54-00169-181819797	1	2	2	8	12	4	48
54-00169-181819803	1	2	2	8	12	4	48
54-00169-181819816	1	2	2	8	12	4	48
54-00169-181819829	1	2	1	7	10	2	20
54-00169-181819830	1	2	1	7	10	2	20
54-00169-181819883	1	2	1	7	10	2	20
54-00169-181819888	1	2	1	7	10	2	20
54-00169-181819889	1	2	1	7	10	2	20
54-00169-181819890	1	2	1	7	10	2	20
54-00169-181819891	1	2	1	7	10	2	20
54-00169-181819903	1	2	1	7	10	2	20

Al realizar el análisis de criticidad que se establece en el cuadro 8, se obtiene que la empresa Cargando S.A tiene un total de 175 vehículos no críticos equivalente al 67%, 67 vehículos medio críticos correspondiente al 26% y 20 vehículos críticos representando el 8%, los cuales representan el mayor riesgo de la disponibilidad de los automotores.

Figura 3. Criticidad de equipos



■ No críticos ■ Medio críticos ■ Críticos

Se realizó un análisis de fallas para determinar un sistema de paradas programadas donde se realizarán revisiones generales de algunos de los vehículos implicados ya que la mayoría de estos son similares en su funcionamiento y operación. Y de esta manera disminuir el riesgo de falla importante que se pueda presentar en los vehículos. La información para el desarrollo del análisis de fallas fue tomada del historial de mantenimiento de toda la flota junto con el personal de mantenimiento.

Cuadro 9. Análisis de fallas

Equipo	Subsistema	Falla	Clasificación
Tracto camión	Chasis	Puente chasis	Técnica
		Lengüetas Puentes	Técnica
		Puentes bastidor	Técnica
		Soportes de motor	Técnica
	Compresor descargue cemento	Aceite compresor cabezal	Funcional
		Correas compresor Betico	Funcional
		Manguera compresor neumático motor	Funcional
		Vasos compresores Betico	Técnica
		Mando control compresor Betico	Técnica
		Filtros compresor cabezal	Funcional
		Filtros compresor Betico	Funcional
		Toma fuerza	Funcional
		Retenedor toma fuerza	Técnico
		Cardan toma fuerza	Funcional
		Eje toma fuerza	Funcional
		Cruceta toma fuerza	Funcional
	Diferenciales	Cardan	Funcional
		Juntas o crucetas	Funcional

Cuadro 9. (Continuación)

Equipo	Subsistema	Falla	Clasificación
Tracto camión	Diferenciales	Sensores de temperatura diferenciales	Técnica
		Divisor	Funcional
		Retenedor divisor	Técnica
		Tuerca divisor	Funcional
		Yoqui del divisor	Funcional
		Eje diferencial	Funcional
		Empaque eje tándem	Técnica
		Pizarra transmisión	Funcional
		Engrase rodamientos	Funcional
		Kit de rodillos externo	Funcional
		Masa o bocín	Funcional
		kit de rodillos interno	Funcional
		Filtro para diferencial	Funcional
		Aceite diferenciales	Funcional
		Tren motriz	Transmisión
	Piñones		Funcional
	Sincronizador		Funcional
	Media caja		Funcional
	Aceite Transmisión		Funcional
	Neumáticos	Válvula	Funcional
		Caucho válvula	Técnica
		Gusanillo	Técnica
		Rin	Funcional
		Llantas	Funcional
	Sistema motriz	Freno motor	Funcional
		Carter	Técnica
		Compresor motor aire neumático	Técnica
		Correas alternador	Técnica
		Correas ventilador motor	Técnica I
		Empaque tapa válvulas motor	Funcional
		Fan clutch	Funcional
		Tapa válvulas motor	Funcional
		Turbo	Técnica
Válvulas motor		Técnica	
Ventilador		Funcional	
Empaquetadura culata		Funcional	
Bielas		Técnica	
Bomba aceite	Técnica		

Cuadro 9. (Continuación)

Equipo	Subsistema	Falla	Clasificación
Tracto camión		Culata motor	Técnica
		Árbol de levas	Técnica
		Compresor ACC	Técnica
		Filtro de aire acondicionado	Funcional
		Radiador de aire acondicionado	Funcional
		Tubería ACC	Funcional
		Filtro secador	Funcional
		Culata compresor	Funcional
		Mangueras sistema Aire Cabezote	Técnica
		Secador de aire	Funcional
		Tanques aire	Técnica
		Regulador presión aire (gobernador)	Técnica
		Válvula reguladora spliter	Técnica
		Caja dirección	Técnica
		bomba hidráulico o Biker	Técnica
		Embrague	Funcional
		Bomba del Clutch	Funcional
		Balinerá volante	Funcional
		Empaques del múltiple	Funcional
		Múltiple	Funcional
		Silenciadores exostos	Funcional
		Puntas de exostos	Funcional
		Bomba de transferencia	Técnica
		Inyectores	Funcional
		Filtro interno Motor combustible	Funcional
		Filtro trampa	Funcional
		Solenoide	Funcional
		Actuadores (Solo ISX)	Funcional
		Bomba de agua	Técnica
		Intercoller	Técnica
		Mangueras intercoller	Técnica
		Radiador	Técnico
		Enfocador radiador	Funcional
Engrase General	Funcional		
aceite hidráulico	Funcional		
filtro aceite hidráulico	Funcional		
Múltiple admisión	Funcional		
Mangueras sistema refrigeración	Funcional		

Cuadro 9. (Continuación)

Equipo	Subsistema	Falla	Clasificación
Tracto camión	Sistema motriz	Aceite motor	Funcional
		Filtros aceite motor	Funcional
	Quinta rueda	Ángulos soporte quinta rueda	Funcional
		Varilla de seguro quinta rueda	Técnica
		Bujes hombros	Funcional
		Hombros	Funcional
		Mordazas	Funcional
		Pasadores de mordazas	Funcional
		Lunas hombros	Funcional
		Quinta rueda	Técnica
		Sistema Eléctrico	Sensor de tiempos
	Sensor de velocidad		Funcional
	Sensor del acelerador		Técnica
	Sensor del turbo		Técnica
	Sensor presión aceite		Técnica
	Módulo ECM		Técnica
	Módulo ICU		Técnica
	Sensor de Temperatura motor		Técnica
	Alternador		Técnica
	Arranque		Técnica
	Baterías		Funcional
	Cableado baterías		Técnico
	Sistema Frenos	Frenos	Funcional
		Rache o candado	Funcional
		Cámara de seguridad	Funcional
		Bomba freno	Técnica
		Válvula relay	Técnica
		Diafragma cámara seguridad	Funcional
		Campana	Funcional
		Pera freno	Técnica
	Sistema suspensión	Amortiguadores	Funcional
		Bolsas de suspensión	Funcional
Bujes y templetes de los diferenciales		Funcional	
Corbatines muelles tandem		Técnica	
Hoja z		Técnica	
Soportes amortiguadores		Funcional	
Bujes vigas		Funcional	
Varilla estabilizadora		Funcional	

Cuadro 9. (Continuación)

Equipo	Subsistema	Falla	Clasificación
Tracto camión	Sistema suspensión	Caña dirección	Técnica
		Terminales varilla estabilizadora	Técnica
Remolque	Chasis	Puente chasis y soportes	Técnico
		Tornamesa	Funcional
		King Pin	Funcional
		Ejes remolque	Funcional
		Patines	Técnica
	Estructura Planchón	Malacates	Técnica
		Cinchas de 4" o de 2 "	Técnica
		Bicicleteros	Funcional
		Carrocería yesera	Funcional
	Estructura Tanque	chancleta 1 Válvula interior cortina de 6"	Técnica
		llave 2" (abajo)	Técnica
		tapa compartimiento 1 manhol	Técnica
		tapa compartimiento 2 manhol	Técnica
		Llaves 1"	Técnica
		manija de descargue válvula de 4 " Nápoli	Técnica
	Estructura Tolva	Sistema descargue	Técnica
		Mangueras de 2 pulgadas	Técnica
		Manómetros	Técnica
		Registros vibradores 2"	Funcional
		Miple 4"	Funcional
		Llaves mariposa	Funcional
		Válvula seguridad Tolva	Técnica
		Válvula cheque	Técnica
Tapa domos		Técnica	
Neumáticos	Válvula	Técnica	
	Caucho válvula	Técnica	
	Gusanillo	Técnica	
	Rin	Funcional	
	Llantas	Funcional	
Sistema Aire	Válvula levanta eje	Funcional	
	Cauchos manos remolque	Técnica	
	tanques del Aire	Técnica	
	mangueras sistema de aire	Técnica	

Cuadro 9. (Continuación)

Equipo	Subsistema	Falla	Clasificación
	Sistema Eléctrico	instalación eléctrica	Funcional
		Conector salida cabezote y entrada remolque	Técnica
		Luces	Funcional
	Sistema Frenos	Frenos	Funcional
		Rache o candado	Funcional
		Cámara de seguridad	Funcional
		Yugo	Funcional
		Válvula relay	Técnica
		Diafragma cámara seguridad	Funcional
		Torres suspensión	Funcional
	Sistema Suspensión	Balancines	Funcional
		Bolsa suspensión	Funcional
		Amortiguadores	Técnica
		Levanta ejes	Funcional
		Ballestas	Técnica
		Templete de graduación	Funcional
		Kit de rodillos externo	Funcional
		Campana	Funcional
		Masa o bocín	Funcional
		Kit de rodillos interno	Funcional
Engrase rodamientos		Funcional	
Retenedor		Técnica	
Templete fijo		Funcional	

La clasificación de fallas que se realizaron fueron técnicas y funcionales, siendo técnicas las fallas donde el vehículo no puede operar ya que es de alto riesgo para su programar su actividad. Las fallas funcionales son las fallas que afectan la vida útil de la máquina, pero puede funcionar, teniendo un límite para su uso. Después de realizar un diagnóstico general de las fallas que se presentan en todos los vehículos, se procede a realizar uno más riguroso de los equipos críticos que se encontraron en el análisis de criticidad y se mostraran en el cuadro 10.

Cuadro 10. Fallas en equipos críticos

Equipo	Subsistema	Falla	Clasificación	Efecto	Causa	Acción
Tracto camión	Chasis	Puente chasis	Funcional	Ruptura	Desgaste mecánico	Cambio de los puentes
		Lengüetas Puentes	Técnica	Agrietamiento	Exceso de carga	Cambio de lengüetas
		Puentes bastidor	Técnica	Agrietamiento	Exceso de carga	Cambio puentes bastidor
		Soportes de motor	Técnica	Ruptura	Vibraciones	Cambio soportes
	Compresor descargue Cemento	Aceite compresor cabezal	Funcional	Desgaste de calidad del aceite	Horas de trabajo	Cambio de aceite
		Correas compresor Betico	Funcional	Exceso de elongación	Horas de trabajo	Ajuste o cambio de correas
		Manguera compresor neumático motor	Funcional	No hay presión para funcionar	Desgaste componentes	Cambio de manguera
		Vaso compresor Betico	Técnica	Ruptura vasos	Mal manejo	Cambio vasos
		Mando control compresor Betico	Técnica	No funcionan los mandos	Mal manejo	Cambio de mandos
		Filtros compresor cabezal	Funcional	Falta de filtración de partículas	Exceso de horas de trabajo	Cambio filtros
		Filtro compresor Betico	Funcional	Falta de filtración de partículas	Exceso de horas de trabajo	Cambio filtros

Cuadro 10. (Continuación)

Equipo	Subsistema	Falla	Clasificación	Efecto	Causa	Acción
Tracto camión	Compresor descargue Cemento	Toma fuerza	Funcional	Falta de potencia en compresor	Daño en él toma fuerza	Revisar o cambiar toma fuerza
		Retenedor toma fuerza	Técnico	Goteo de lubricante	Daño en el retenedor	Cambiar retenedor
		Cardan toma fuerza	Funcional	Vibración al trabajar	Desalineación o ruptura cardan	Reparar o cambiar cardan
		Eje toma fuerza	Funcional	Vibración al trabajar	Desalineación o ruptura eje	Reparar o cambiar eje
	Diferenciales	Cardan	Funcional	Vibración en el vehículo	Desalineación o ruptura	Alineación de cardan o cambio
		Juntas o crucetas	Funcional	Vibración en el vehículo	Daño en los dados o en la cruceta	Cambio de los dados o cruceta
		Sensores de temperatura diferenciales	Técnica	No hay lectura de presión en el tablero	Daño en el sensor o conexión	Revisar sensor y cableado
		Divisor	Funcional	Falta de transmisión de potencia	Ruptura en el divisor a ajuste	Ajustar el divisor o cambiar
		Retenedor divisor	Técnica	Goteo de lubricante	Daño en el retenedor	Cambio retenedor
		Tuerca divisor	Funcional	Vibración en el vehículo	Desajuste en el divisor	Revisar ajuste de la tuerca o cambio
		Yoqui del divisor	Funcional	Sin potencia	Yoqui roto	Cambio del yoqui

Cuadro 10. (Continuación)

Equipo	Subsistema	Falla	Clasificación	Efecto	Causa	Acción
Tracto camión	Diferenciales	Eje diferencial	Funcional	No hay transmisión de potencia	Ruptura del eje	Cambio del eje
		Empaque eje tándem	Técnica	Goteo de lubricante	Ruptura del empaque	Cambio del empaque
		Engrase rodamientos	Técnico	Daño en rodamientos	Falta de lubricante	Engrasar rodamientos
		Kit de rodillos externo	Funcional	Exceso de temperatura o lubricación	Mal manejo	Cambiar kit de rodillos
		Masa o bocín	Funcional	Daño en rodamientos o llantas	Exceso de temperatura	Cambiar masa
		kit de rodillos interno	Funcional	Exceso de temperatura o lubricación	Mal manejo	Cambiar kit de rodillos
		Filtro para diferencial	Técnico	Exceso de partículas contaminadas	Horas de trabajo	Cambiar filtro
		Aceite diferenciales	Técnico	Exceso particular contaminadas	Horas de trabajo	Cambiar aceite
	Tren motriz	Transmisión	Funcional	No transmite la potencia	Daño piñones de la caja	Reparar transmisión

Cuadro 10. (Continuación)

Equipo	Subsistema	Falla	Clasificación	Efecto	Causa	Acción
	Tren motriz	Sincronizador	Funcional	Dificultad para engranar cambios	Daño en el sincronizador	Cambiar sincronizador
		Pizarra transmisión	Funcional	Dificultad para engranar cambios	Daño pizarra de transmisión	Cambiar pizarra
		Aceite Transmisión	Técnico	Exceso partículas contaminadas	Horas de trabajo	Cambiar aceite
Tracto camión	Neumáticos	Válvula	Funcional	Perdida presión de aire	Daño en la válvula	Revisar o cambiar válvula
		Caucho válvula	Técnica	Perdida de presión de aire	Daño caucho válvula	Cambio caucho de válvula
		Gusanillo	Técnica	Perdida presión de aire	Daño gusanillo	Revisar o cambiar gusanillo
		Rin	Funcional	No sella la llanta	Daño pestañas del rin	Reparar o cambiar el rin
		Llantas	Funcional	Falta de presión en neumático	Daño en la llanta	Arreglo de la llanta o cambio
	Sistema motriz	Freno motor	Funcional	No frena lo suficiente el vehículo	Desajuste	Ajustar o revisar freno de motor
		Carter	Funcional	Baja presión de aceite	Ruptura Carter	Arreglar o cambiar Carter

Cuadro 10. (Continuación)

Equipo	Subsistema	Falla	Clasificación	Efecto	Causa	Acción
Tracto camión	Sistema motriz	Compresor motor aire neumático	Funcional	Baja presión de aire	Daño compresor	Revisar mecanismos compresor
		Correas alternador	Funcional	Deflexión excesiva de correas	Desgaste por horas de trabajo	Ajuste o cambio de correas
		Correas ventilador motor	Funcional	Deflexión excesiva de correas	Desgaste por horas de trabajo	Ajuste o cambio de correas
		Empaque tapa válvulas motor	Técnica	Goteo de lubricante	Daño en el empaque	Cambio de empaque
		Fan clutch	Funcional	Temperaturas altas	Daño en fan clutch	Revisar parte eléctrica y mecánica
		Tapa válvulas motor	Funcional	Goteo de lubricante	Daño tapa válvulas	Reparar o cambio tapa
		Turbo	Funcional	Falta de potencia	Daño en el turbo	Revisar o cambio de turbo
		Válvulas motor	Funcional	Falta de potencia	Golpeteo de válvulas con el pistón	Revisar ajuste de válvulas
		Empaquetadura culata	Técnica	Goteo de lubricante	Daño empaque de culata	Cambio empaque de culata
		Bielas	Funcional	Cascabeleo de pistones	Desalineación de biela o daño	Cambiar bielas
Bomba aceite	Funcional	Baja presión de aceite	Daño bomba de aceite	Revisar o cambiar bomba de aceite		

Cuadro 10. (Continuación)

Equipo	Subsistema	Falla	Clasificación	Efecto	Causa	Acción
Tracto camión	Sistema motriz	Culata motor	Funcional	Perdida de potencia	Desajuste de válvulas	Revisar y reparar culata
		Árbol de levas	Funcional	Perdida de potencia	Desgaste de levas	Revisar o cambiar árbol de levas
		Compresor ACC	Técnica	Falta de presión en ACC	Daño en el compresor ACC	Revisar o cambiar compresor
		Filtro de aire acondicionado	Técnica	No enfría ACC	Exceso de partículas en el filtro	Cambio de filtro
		Radiador de aire acondicionado	Técnica	No enfría ACC	Fuga o daño en el radiador	Revisar o cambiar radiador
		Filtro secador	Técnica	Humedad en el aire	Suciedad filtro secador	Cambio filtro secador
		Culata compresor	Funcional	Falta de presión de aire	Daño culata compresor	Revisar y reparar culata
		Mangueras sistema Aire	Técnica	Perdida de presión de aire	Fugas en mangueras	Cambiar mangueras
		Secador de aire	Funcional	Humedad en el aire	Daño secador de aire	Revisar o cambiar secador
		Tanques aire	Técnica	Perdidas de aire	Ruptura tanques de aire	Reparar o cambiar tanques
		Regulador presión aire (gobernador)	Funcional	Baja presión de aire	Daño regulador de aire	Reparar o cambiar regulador
		Caja dirección	Funcional	Sobre exceso de fuerza	Falta de presión en caja	Revisar o cambiar caja de dirección

Cuadro 10. (Continuación)

Equipo	Subsistema	Falla	Clasificación	Efecto	Causa	Acción
Tracto camión	Sistema motriz	bomba hidráulico o Biker	Funcional	presión de hidráulico	Daño bomba hidráulico	Reparar o cambiar bomba
		Embrague	Funcional	No engranan los cambios	Desajuste de embrague	Ajustar o cambiar piezas del embrague
		Bomba del Clutch	Funcional	Dureza al accionar el clutch	Daño en bomba	Revisar o cambiar bomba del clutch
		Tubería ACC	Técnica	No enfría ACC	Daño en tubería	Revisar tubería ACC
		Balinera volante	Funcional	Ruido al realizar un cambio	Daño en la balinera del volante	cambiar balinera
		Empaques del múltiple	Funcional	Suciedad en el múltiple	Ruptura empaques	Cambio de empaque
		Múltiple	Funcional	Ruido agudo	Ruptura múltiple	Cambiar múltiple
		Silenciadores exostos	Técnico	Ruido agudo	Ruptura silenciadores	Reparar o cambiar silenciadores
		Bomba de transferencia	Funcional	Perdida de presión combustible	Daño en la bomba de transferencia	Reparar o cambiar bomba
		Inyectores	Funcional	combustible en la cámara	Daño en inyectores	Calibrar o reparar inyectores
		Filtro interno Motor combustible	Técnico	Exceso de partículas contaminadas	Suciedad combustible	Cambiar filtro
		Filtro trampa	Técnico	Exceso de partículas	Suciedad combustible	Cambiar filtro

Cuadro 10. (Continuación)

Equipo	Subsistema	Falla	Clasificación	Efecto	Causa	Acción
Tracto camión	Sistema motriz	Actuadores (Solo ISX)	Funcional	Falta de combustible en la cámara	Daño en actuadores	Calibrar o reparar actuadores
		Bomba de agua	Funcional	Exceso de temperatura	Daño en bomba de agua	Reparar o cambiar bomba
		Intercoller	Funcional	Perdida de potencia	Aire caliente en la cámara	Revisar intercoller
		Mangueras intercoller	Técnico	Perdida de presión en el turbo	Fisura de mangueras	Cambiar mangueras
		Radiador	Técnico	Altas temperaturas	Daño en tubos de radiador	Reparar o cambiar radiador
		Aceite motor	Técnico	Exceso partículas cont.	Horas de trabajo	Cambiar aceite
		Engrase General	Técnico	Falta de lubricación en mecanismos	Horas de trabajo	Realizar engrase
		Filtros aceite motor	Técnico	Exceso de partículas contaminadas	Horas de trabajo	Cambiar filtro
		aceite hidráulico	Funcional	Perdida propiedades lubricante	Horas de trabajo	Cambiar aceite
		filtro aceite hidráulico	Técnico	Exceso de partículas cont.	Horas de trabajo	Cambiar filtro

Cuadro 10. (Continuación)

Equipo	Subsistema	Falla	Clasificación	Efecto	Causa	Acción
Tracto camión	Quinta rueda	Ángulos soporte quinta rueda	Funcional	Desajuste de quinta rueda	Ruptura de ángulos	Reparar o cambiar ángulos de soporte
		Varilla de seguro quinta rueda	Técnica	Desgaste de seguro	Daño en la varilla	Cambio de varilla
		Bujes hombros	Funcional	Desgaste en los hombros	Daño en los bujes	Cambiar bujes de hombros
		Hombros	Funcional	Desalineación quinta rueda	Desgaste hombros	Cambio de hombros
		Mordazas	Funcional	Desgaste King ping	Desgaste mordazas	Rellenar mordazas
		Pasadores de mordazas	Funcional	Desgaste King ping	Desgaste pasador de mordazas	Cambiar pasadores
		Lunas hombros	Funcional	Desgaste apoyo de quinta rueda	Desgaste lunas	Cambio de lunas
		Quinta rueda	Funcional	Ruptura quinta rueda	Mal uso o horas de trabajo	Cambio de quinta rueda
	Sistema Eléctrico	Alternador	Funcional	Falta de carga en baterías	Daño en alternador	Revisar escobillas y las partes del alternador
		Arranque	Funcional	Dificultad al encender el vehículo	Daño en el arranque	Revisar o cambiar arranque
		Baterías	Funcional	Falta de carga	Falta de líquido en baterías	Revisar o cambiar baterías

Cuadro 10. (Continuación)

Equipo	Subsistema	Falla	Clasificación	Efecto	Causa	Acción
Tracto camión	Sistema Eléctrico	Módulo ECM	Funcional	Falla electrónicas	Daño módulo ECM	Revisar módulo ECM
		Módulo ICU	Funcional	Falla electrónicas	Daño módulo ICU	Revisar módulo ICU
		Sensor de Temperatura motor	Técnico	No hay lectura temperatura motor	Daño sensor de temperatura o cables	Revisar o cambiar sensor
		Sensor de velocidad	Técnico	No hay lectura de velocidad	Daño sensor de velocidad	Revisar o cambiar sensor
		Sensor del acelerador	Técnico	Falla al acelerar el vehículo	Daño sensor del acelerador	Revisar o cambiar sensor
		Sensor del turbo	Técnico	Falta de potencia	Daño sensor del turbo	Revisar o cambiar sensor
		Sensor presión aceite	Técnico	Baja presión de aceite	Daño sensor presión aceite	Revisar o cambiar sensor
	Sistema Frenos	Frenos	Funcional	Ruido al frenar	Desgaste de asbesto	Remplazar juego de asbesto
		Rache o candado	Funcional	Reducción al frenar	Daño en el rache	Graduar o cambiar rache
		Cámara de seguridad	Funcional	Fuga de aire al frenar	Ruptura cámara de seguridad	Cambiar macara de seguridad
		Bomba freno	Funcional	Reducción al frenar	Daño bomba de freno	Reparar o cambiar bomba
Pera freno		Técnico	Fuga de aire al frenar	Daño pera freno	Cambiar pera de freno	

Cuadro 10. (Continuación)

Equipo	Subsistema	Falla	Clasificación	Efecto	Causa	Acción
Tracto camión	Sistema Frenos	Campana	Técnico	Daño en asbesto	Exceso de temperatura	Cambiar campana
	Sistema Suspensión	Amortiguadores	Técnico	Daño en bombonas	Daño amortiguadores	Cambiar amortiguador
		Bolsas de suspensión	Técnico	Desnivel en chasis	Mal funcionamiento de la maquina	Cambiar bolsa de suspensión
		Bujes y templetes de las diferenciales	Técnico	Desalineación de diferenciales	Daño en diferenciales o chasis	Cambiar bujes y templetes
		Corbatines muelles tándem	Técnico	Desgaste del muelle	Daño en corbatines	Remplazar corbatines
		Bujes vigas	Técnico	Desalineación de ejes	Daño en las vigas	Cambiar bujes
		Varilla estabilizadora	Técnica	Desalineación de las llantas	Daño en varilla	Revisar o cambiar varilla
		Caña dirección	Funcional	Desalineación del timón	Desalineación caña de dirección	Alinear o cambiar caña de dirección

Se realizó una codificación para los subsistemas donde se presentan las fallas en los vehículos, en el cuadro 11. Se especifica un código para cada uno de ellos. Los subsistemas que se tienen en cuenta son:

Cuadro 11. Subsistemas

SUBSISTEMA	CÓDIGO
Motriz	MTZ
Sistema Eléctrico	ELE
Tren motriz	TMT
Diferenciales	DIF
Quinta rueda	QTR
Suspensión	SPS
Sistema de Frenos	FRN
Chasis	CHS
Sistema Neumático	NMT
Compresor descargue cemento	CDC

#### 4. ELABORACIÓN E IMPLEMENTACIÓN FORMATOS DE MANTENIMIENTO

Los formatos de mantenimiento son de ayuda para el plan de mantenimiento ya que permiten tener un control sobre todos los equipos y su historial reciente en caso de ser necesario, ya que pueden realizarse evaluaciones estadísticas que permitan disminuir o prevenir los fallos presentados en los equipos.

El formato con el que contaba la empresa era solo historial de mantenimiento, este formato fue modificado en su totalidad, ya que no se incluía una solicitud de servicio, no incluían el tiempo laboral del personal ni las herramientas que utilizaban, de la misma forma no se sabía el tiempo que duraba el vehículo real en mantenimiento, para su gestión de mantenimiento. A continuación, en la imagen 2. se muestra el formato que se encontraba implementado en la empresa antes del desarrollo del presente proyecto en Cargando S.A.



Los formatos son de fácil acceso al personal encargado de las labores de mantenimiento dentro de la empresa y no se requerirá mayor interpretación para su uso, ya que cuenta con un lenguaje claro y común entre los operarios.

En la empresa Cargando S.A. se utilizaron cuatro modelos básicos para ordenar, y documentar toda la información acerca de los vehículos, los cuales son: ficha técnica de los equipos, hoja de vida de los equipos, orden de trabajo y solicitud de servicio.

En este capítulo se expone un ejemplo de cada formato antes descrito, pero la totalidad de estos se encontrarán en el CD anexo, totalmente diligenciados.

#### 4.1 FICHA TÉCNICA DE LOS EQUIPOS

En esta ficha se diligencian los datos más importantes de cada vehículo registrado en la empresa, desde los datos generales del equipo donde se incluye toda la información correspondiente al proveedor, hasta las características generales del chasis, el motor y la caja de cambios, donde se enuncian sus partes más importantes y de uso general.<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> Seguridad de funcionamiento y calidad de servicio, mantenimiento, terminología. Guía técnica colombiana GTC 62, ICONTEC, pág. 17

Imagen 3. Ficha técnica

		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO FICHA TÉCNICA		TMC-DL-GM-01			
				Edición N° 001/16			
				Fecha: enero 2016			
<b>DATOS GENERALES</b>							
Fecha de adquisición	12/02/2011						
Proveedor	Tractocamiones de las américas Duitama						
Dirección	Km 1 vía Duiama-Paipa						
Teléfono	(8) 7600573						
Email	<a href="mailto:ventas@tractoamericas.com">ventas@tractoamericas.com</a>						
Código	54-00169-181819771						
Placa	SST771						
Línea	Columbia CL 120						
Modelo	2011						
N° de motor	06R1041605						
N° de chasis	1FUJA6CG4BLBA9129						
<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES</b>							
N° de ejes	3	<b>CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR</b>					
N° de llantas	10						
Dimensiones de llantas	295/80 r 22,5"				Marca	Detroit Diesel	
Longitud total	7.214 mm				Referencia	Serie 60	
Ancho total	2.438 mm				Potencia máxima	430 HP	
Tracción	Trasera				RPM a máxima potencia	2.100 rpm	
Peso vacío	7.634 Kg				N° de cilindros	6	
<b>CARACTERÍSTICAS EJE DELANTERO</b>							
Marca	Meritor				Disposición	En línea	
Referencia	FG-941				Desplazamiento	12.700 cm <sup>3</sup>	
Capacidad máxima	14.600 lb				Combustible	Diésel	
Capacidad suspensión	40"	Tipo aspiración	Turbo-Cargado				
<b>CARACTERÍSTICAS EJE TANDEM TRASERO</b>							
<b>CARACTERÍSTICAS DEL LA CAJA</b>							
Marca	Meritor	Marca	Eato Fuller				
Referencia	RT46-160P	Referencia	RTLO-16978B				
Capacidad máxima	46.000 lb	Tipo	Manual				
Capacidad suspensión	55"	N° de cambios	18 velocidades				

#### 4.2 SOLICITUD DE SERVICIO

Es un documento donde se solicita la realización de un determinado trabajo o que indica la existencia de una condición no admisible o anormal para su corrección.

Normalmente se solicita por el operario del vehículo o en su defecto la persona encargada en el área de mantenimiento en la empresa.

Imagen 4. Solicitud de servicio

	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO SOLICITUD DE SERVICIO	TMC-DL-GM-02
		Edicion N° 001/16
		Fecha: enero 2016

FECHA SOLICITUD				
DÍA	MES	AÑO	HORA	CONDUCTOR
15	febrero	2016	8:00 a. m.	Fernando López
EQUIPO				
MARCA	PLACA	CÓDIGO		KILOMETRAJE
International	TAU629	54-00062-1901120629		389512 Km
TIPO DE MANTENIMIENTO				
DESCRIPCIÓN FALLA	Ruidos extraños en el motor			
OBSERVACIONES				
FECHA DE ENTREGA		SOLICITADO POR	Fernando López	
RECIBE CONFORME	Fernando Adame			

#### 4.3 ORDEN DE TRABAJO

Es una instrucción escrita<sup>5</sup>, la cual, define el trabajo que debe llevarse a cabo por la organización del mantenimiento, en este formato se digita toda la información que se realiza en los vehículos en un mantenimiento, como lo es los materiales utilizados, repuestos que requirió el equipo, la mano de obra y sus costos.

La información a diligenciar en este formato esta descrita a continuación:

- ❖ El número de solicitud de trabajo debe ser igual, con la que fue solicitada por el responsable que es el operario o un mecánico, para ser asociada a la orden de trabajo
- ❖ El número de orden de trabajo debe ser pre-impreso y consecutivo, pero será diferente e independiente al número de la solicitud de trabajo
- ❖ El tipo de mantenimiento que se va realizar dependiendo de la falla, ya sea correctivo, predictivo, o preventivo

<sup>5</sup> Seguridad de funcionamiento y calidad de servicio, mantenimiento, terminología. Guía técnica colombiana GTC 62, ICONTEC, pág. 17

- ❖ El tipo de personal que lo va realizar, ya que puede ser interno o externo, debido a que si la falla es mayor y no se puedan realizar el mantenimiento en la empresa requieran personal externo
- ❖ Los sistemas que van a ser intervenidos, que pueden ser motriz, lubricación, suspensión, etc.
- ❖ Se deben diligenciar los materiales y repuestos que se presume que se van a requerir para poder solucionar la falla, del mismo modo después de realizado el mantenimiento, diligenciar los materiales y repuestos que realmente fueron utilizados
- ❖ Documentar los mecánicos que intervinieron para el mantenimiento del equipo, el nivel que tienen para conocer el valor hora/hombre dependiendo de su nivel y el tiempo que suponen que van a tardar. Igualmente, después de ser solucionada la falla, documentar la mano de obra que realmente se necesitó
- ❖ Incluir los costos en los que tuvo que incurrir la empresa para la solución de la falla (repuestos, materiales, mano de obra). también el tiempo en que dejó de ser operativo el vehículo

Imagen 5. Orden de trabajo

		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO				TMC-DL-GM-03	
		ORDEN DE TRABAJO				Edición N° 001/16	
						Fecha: Febrero 2016	
SOLICITUD DE TRABAJO No		0120		ORDEN DE TRABAJO No		0038	
EQUIPO	Tracto camión		CODIGO	54-00163-181819771		PLACA	SST771
KMHORAS		363678		FECHA SOLICITUD DE TRABAJO		29/02/2016	
FECHA EJECUCION			01/03/2016		HORA INICIO		7:00 AM
FECHA FINALIZACION			01/03/2016		HORA FINALIZACION		11:00 AM
TIPO DE PERSONAL		INTERNO		TIPO DE MANTENIMIENTO		CORRECTIVO	
		EXTERNO				x	
SISTEMA INTERVENIDO						PREVENTIVO	
						X	
						X	
MATERIALES REQUERIDOS				MATERIALES UTILIZADOS			
No	CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	No	CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD
1	5634	llaves milimetricas	8	1	5634	llaves milimetricas	5
2	4726	gato hidraulico	3	2	4726	gato hidraulico	2
3	5634	pistola neumatica	2	3	5634	pistola neumatica	2
REPUESTOS REQUERIDOS				REPUESTOS UTILIZADOS			
No	CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	No	CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD
1	6312	filtro de aire	1	1	6312	filtro de aire	1
2	6386	soporte cabina	4	2	6386	soporte cabina	2
3	6753	amortiguador tandem	3	3	6753	amortiguador tandem	2
4	8356	filtro trampa	1	4	8356	filtro trampa	1
5	6376	grase esi	5 lb	5	6376	grase esi	3 lb
MANO DE OBRA REQUERIDA				MANO DE OBRA UTILIZADO			
NIVEL	NOMBRES MECANICOS		TIEMPO	NIVEL	NOMBRES MECANICOS		TIEMPO
1	Juan Carlos Acosta		1 Hr	1	Oscar Niño		35 min
2	Fernando Adame		1 Hr	2	Fernando Adame		55 min
1	Luis Prieto		2 Hr	1	Luis Prieto		1 Hr 30 min
COSTOS TOTALES							
COSTOS REPUESTOS		COSTOS MATERIALES		COSTOS MANO DE OBRA		TIEMPO TOTAL	
950.000		42.000		22.450		4 Hr	
COSTOS TOTALES						1.014.450	
OBSERVACIONES							
REALIZADO POR		REVISADO POR		RECIBIDO POR			
Juan Carlos Acosta, Fernando Adame y Luis Prieto		Fredy Rincon		Pablo Rojas			
CARGO		CARGO		CARGO			
Mecanico		Supervisor Mantenimiento		Operario			

#### 4.4 HOJA DE VIDA

Es un documento en el que quedan registrado los datos importantes de una máquina o sistema,<sup>6</sup> para el plan de mantenimiento, se diligencia toda la información del mantenimiento realizado al equipo.

La información a diligenciar en este formato esta descrita a continuación;

- ❖ La fecha, es la fecha en que fue realizado el mantenimiento
- ❖ El número de orden de trabajo, es con la que se registró el mantenimiento realizado en esa fecha ya dicha, debe ser consecutiva y pre impresa
- ❖ El procedimiento que se realizó, se da una breve descripción de lo que se realizó en el vehículo y que subsistemas fueron intervenidos
- ❖ El tiempo de parada, es el tiempo en que dejo de ser productivo el equipo, este tiempo se toma desde que el vehículo no puede ser utilizado por el personal de logística
- ❖ El tiempo de trabajo, es el tiempo en que se demora el personal de mantenimiento en corregir la falla del equipo, este tiempo es la base para el costo de la mano de obra
- ❖ El costo de la mano de obra, es lo que costó la falla de este equipo, ya sea de un mecánico o varios
- ❖ El costo de materiales y repuestos, son las piezas que requeriría el equipo para su corrección y los materiales del taller que fueron usados, pero no son directamente del vehículo pero que le cuesta a la empresa, para su buen funcionamiento
- ❖ El costo total, es la suma de los costos de mano de obra y de los costos de materiales y repuestos y es el valor real de que le costó a la empresa de esa maquina

---

<sup>6</sup> Seguridad de funcionamiento y calidad de servicio, mantenimiento, terminología. Guía técnica colombiana GTC 62, ICONTEC, pág. 17

Imagen 6. Hoja de vida

		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO			TMC-DL-GM-04		
		HOJA DE VIDA VEHICULOS			Edición N° 004/16		
					Fecha: Enero 2016		
CODIGO VEHICULO	MARCA:	Freightliner					
54-00169-181819771	EQUIPO:	Tracto camión					
	MODELO:	2011					
FECHA	No ORDEN DE TRABAJO	PROCEDIMIENTO REALIZADO	TIEMPO DE PARADA	TIEMPO DE TRABAJO	COSTO MANO DE OBRA	COSTO REPUESTOS Y MATERIALES	COSTO TOTAL
05/02/2016	9438	engrase general cabezote con grasa chevron grease esi y cambio de filtro de trampa	1Hr	45 min	4.600	225.000	229.600
22/02/2016	9593	cambio y rotación de llantas	1Hr	40 min	4.200	500.000	504.200
	9662	cambio soportes de cabina, amortiguadores tandem, filtro de trampa, engrase general, filtro de aire	6 Hr	5 Hr 20 min	22.450	99.200	121.650
29/02/2016	9780	calibracion llantas	20 min	20 min	800		800
22/03/2016	9903	filtro externo aire del motor, filtro aceite de motor, engrase general, aceite de motor	2 Hr	1Hr 35 min	10.000	228.000	238.000
28/03/2016	9954	reparacion de luces	1Hr	30 min	4.500	20.000	24.500

## 5. ELABORAR E IMPLEMENTAR PROGRAMAS SISTEMATICOS

En este capítulo es donde se va a desarrollar el plan de mantenimiento para la empresa Cargando s.a. basados en el conocimiento adquirido a lo largo de la carrera, manuales de proveedores de los vehículos, fichas técnicas de proveedores, investigaciones, ayuda del personal y sus conocimientos, son las principales herramientas para el desarrollo del plan.

A partir del análisis de equipos críticos se desarrolló el plan de mantenimiento, teniendo en cuenta las fallas encontradas, se ejecutaron las actividades de inspección y programación para minimizar las ocurrencias, que generaba mayor costo de mantenimiento, inconformidad con los clientes por demoras, así como sobrecarga laboral en los mecánicos.

Los programas que se van a elaborar son;

- ❖ Sistemas de inspección
- ❖ Sistemas de lubricación
- ❖ Sistemas de ajustes
- ❖ Sistemas de limpieza

### 5.1 SISTEMAS DE INSPECCIÓN

Son actividades que realizan el personal encargado, que puede ser un mecánico que inspeccione antes de realizar un mantenimiento, o el operario de vehículo que sería lo ideal. Estas inspecciones se buscan revisar el estado actual de piezas y sistemas de los vehículos.

5.1.1 Puntos clave de inspección. Son actividades rutinarias que deben realizar los operarios de los vehículos, estas actividades ayudan a minimizar las fallas, o aspectos analizados en la evaluación de criticidad. Los puntos a inspeccionar se seleccionan de cada subsistema que compone el funcionamiento del equipo, para que su disponibilidad sea la ideal.

El formato de puntos clave de inspección se diseñó teniendo en cuenta los subsistemas contemplados anteriormente, para poder desarrollar la inspección de todos los elementos que contienen cada subsistema, permitiendo asignar una ruta de inspección y una frecuencia adecuada de inspección.

Las inspecciones deben realizarse de forma manual, visual y con instrumentos de medición que verifiquen el estado real de la pieza o parte, permitiendo el límite

máximo para el funcionamiento de la pieza, antes de que pueda ocurrir una falla considerados en las rutas de inspección.

Cada subsistema se le asigna una frecuencia (F) de cada cuanto se debe realizar la inspección, el tiempo (t) en minutos, que será el que se tardara en la revisión de inspección y una ruta de inspección (R) la cual indicara cuáles serán los pasos para realizar adecuadamente el plan de mantenimiento. La frecuencia de los subsistemas se realizó de la siguiente manera;

- ❖ F4 frecuencia mensual
- ❖ F13 frecuencia trimestral
- ❖ F26 frecuencia semestral
- ❖ F52 frecuencia anual

Para la frecuencia en que se debe realizar cada inspección se tuvo en cuenta que los vehículos en promedio recorren al mes 10.000 km. En el cuadro 12 se dará un ejemplo con un vehículo de cómo se realizan los puntos claves de inspección para los vehículos.

Cuadro 12. Puntos clave de inspección

		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO			TMC-DL-GM-05	
		PUNTOS CLAVE DE INSPECCION			Edición N° 001/16	
					Fecha: Febrero 2016	
EQUIPO		tracto camion		CODIGO		54-00169-230902428
SUBSISTEMA	F - T - R	ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	LIMITE	OBSERVACION
MTZ (MOTRIZ)	F4 T20 R02	1	tension de correas del ventilador y alternador	2	25mm ± 5	usar un flexometro
		2	presión de salida del turbo	1	≤41kpa	manometro del turbo
		3	temperatura del liquido refrigerante	1	≤ 90 °C	usar un termometro
	F13 T20 R08	1	restricción de ingreso del aire	2	≤ 20 in H2O	verficar restrictor de aire
		2	presión en la entrada de la bomba de inyección	1	≤41kpa	usar un manometro de presión
		3	nivel de combustible en la cubierta del filtro de la trampa (filtro primario)	1	≤5mm	verificar nivel de tapa de filtro primario
	F26 T30 R19	1	presion del compresor de aire	1	65 - 76 PSI	utilice un manometro de presion despues del compresor
		2	nivel de refrigerante	1	≥ rango min	entre rangos requeridos
		3	presión de la tapa del radiador	1	≥ 94,5Kpa	usar probador de tapas
	F52 T30 R24	1	holgura en el brazo pitman	1	≤ 3mm	usar un pie de rey
		2	presión de salida de la bomba de aceite	1	≥400 kpa	usar manometro de presión

Cuadro 12. (Continuación)

		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO			TMC-DL-GM-05	
		PUNTOS CLAVE DE INSPECCION			Edicion N° 001/16	
Fecha: Febrero 2016						
EQUIPO		tracto camion		CODIGO		54-00169-230902428
SUBSISTEMA	F - T - R	ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	LIMITE	OBSERVACION
ELE (SIST. ELECTRICO)	F13 T15 R08	1	amperaje del alternador	1	140 ± 5A	usar amperometro
		2	carga de baterias	3	≥1090 gr/lt ≥1125 A	usar un voltmetro y un densimetro
TMT (TREN MOTRIZ)	F52 T15 R24	1	nivel de lubricante de caja de transmision	1	≥12,5 lt	usar limpiador de pipas acodado
		2	presion del regulador de aire en la caja de transmision	1	60 ± 2 PSI	usar un calibrador de presion
DIF (DIFERENCIALES)	F52 T15 R24	1	profundidad del yoki del divisor	1	≥ 0,18mm	usar un pie de rey
		2	nivel de lubricante de diferenciales	2	≥ 12,5 lt	usar limpiador de pipas acodado
QTR (QUINTA RUEDA)	F13	1	espesor de las mordazas de cierre	2	≥ 3,2mm	usar un perno rey (king pin) y un calibrador pie de rey
	T45	2	espesor lunas hombros quinta rueda	2	≥ 3mm	usar pie de rey
	R08	3	estado estructural de la quintarueda	1	≥ 3mm	usar metodo de tintas penetrantes y luz negra

Cuadro 12. (Continuación)

		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO				TMC-DL-GM-05	
		PUNTOS CLAVE DE INSPECCION				Edicion N° 001/16	
						Fecha: Febrero 2016	
EQUIPO		tracto camion		CODIGO		54-00169-230902428	
SUBSISTEMA	F - T - R	ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	LIMITE	OBSERVACION	
SPS (SUSPENSION)	F13 T45 R08	1	espesor de los bujes de templete	2	$\geq 3\text{mm}$	usar un pie de rey	
		2	nivel de funcionamiento varilla suspension de aire tandem	2	$\geq 200\text{mm}$	usar un pie de rey o metro	
	F26 T20 R19	1	distancia tope de eje y soporte suspension de aire tandem	4	$65 \pm 5\text{mm}$	usar un pie de rey o metro	
		2	espesor de los soportes de suspensión de aire (balancines)	4	$\geq 1,5\text{mm}$	usar un pie de rey	
FRN (SIST. FRENOS)	F4 T15 R02	1	espesor de adbesto de freno	6	$\geq 25\text{mm}$	usar un pie de rey	
CDC (COMPRESOR DESCARGUE CEMENTO)	F4 T25 R02	1	tension de correas del compresor Betico	3	$\leq 10\text{mm}$	usar un flexometro	
		2	restricción de ingreso del aire	1	$\leq 20 \text{ in H}_2\text{O}$	verificar restrictor de aire	
		3	nivel de aceite	1	$\geq \text{rango min}$	usar varilla de medir el aceite	
	F13 T25 R08	1	profundidad del cardan	1	$\geq 0,10\text{mm}$	usar un pie de rey	
		2	alineacion del eje toma fuerza	1	$\leq 3^\circ$	usar un nivelador	
	F26 T35 R19	1	holgura de cruceta	1	$\leq 0.18\text{mm}$	usar un pie de rey	
		2	presion de salida del compresor	1	$\geq 15 \text{ psi}$	usar un manometro de presión	

5.1.2 Matriz de evaluación laboral. La matriz de evaluación laboral se realiza para cuantificar el tiempo que se necesita para inspeccionar cada subsistema señalado anteriormente de los equipos de la compañía. A continuación, en el cuadro 13 se describirán los subsistemas a inspeccionar, la frecuencia con la que se debe realizar, y el tiempo que va tardar cada inspección en minutos.

Cuadro 13. Matriz de evaluación laboral

SUBSISTEMA	FRECUENCIA				SUBSISTEMA	FRECUENCIA			
	F4	F13	F26	F52		F4	F13	F26	F52
54-00169-230902422 MTZ	15	15	20	25	54-00169-230902424 NMT				
54-00169-230902422 ELE		20			54-00169-230902425 MTZ	30	30	40	40
54-00169-230902422 TMT				20	54-00169-230902425 ELE		25		
54-00169-230902422 DIF				25	54-00169-230902425 TMT				35
54-00169-230902422 QTR		35			54-00169-230902425 DIF				25
54-00169-230902422 SPS		40	15		54-00169-230902425 QTR		30		
54-00169-230902422 FRN	20				54-00169-230902425 SPS		35	20	
54-00169-230902422 CHS					54-00169-230902425 FRN	25			
54-00169-230902422 CDC	15	15	20		54-00169-230902425 CHS				
54-00169-230902422 NMT					54-00169-230902425 CDC	25	15	15	
54-00169-230902423 MTZ	25	15	30	20	54-00169-230902425 NMT				
54-00169-230902423 ELE		25			54-00169-230902427 MTZ	15	20	25	35
54-00169-230902423 TMT				15	54-00169-230902427 ELE		20		
54-00169-230902423 DIF				20	54-00169-230902427 TMT				20
54-00169-230902423 QTR		40			54-00169-230902427 DIF				15
54-00169-230902423 SPS		35	30		54-00169-230902427 QTR		30		
54-00169-230902423 FRN	25				54-00169-230902427 SPS		40	25	
54-00169-230902423 CHS					54-00169-230902427 FRN	20			
54-00169-230902423 CDC	15	25	35		54-00169-230902427 CHS				
54-00169-230902423 NMT					54-00169-230902427 CDC	25	20	40	
54-00169-230902424 MTZ	25	30	15	20	54-00169-230902427 NMT				
54-00169-230902424 ELE		30			54-00169-230902428 MTZ	20	20	30	30
54-00169-230902424TMT				30	54-00169-230902428 ELE		15		
54-00169-230902424 DIF				30	54-00169-230902428 TMT				15
54-00169-230902424 QTR		25			54-00169-230902428 DIF				15
54-00169-230902424 SPS		35	15		54-00169-230902428 QTR		45		
54-00169-230902424 FRN	25				54-00169-230902428 SPS		45	20	
54-00169-230902424 CHS					54-00169-230902428 FRN	15			
54-00169-230902424 CDC	10	15	20		54-00169-230902428 CHS				
54-00169-230902428 CDC	25	25	35		54-00169-181819779 TMT				15
54-00169-230902428 NMT					54-00169-181819779 DIF				15

Cuadro 13. (Continuación)

SUBSISTEMA	FRECUENCIA				SUBSISTEMA	FRECUENCIA			
	F4	F13	F26	F52		F4	F13	F26	F52
54-00169-181908810 MTZ	25	25	20	20	54-00169-181819779 QTR		45		
54-00169-181908810 ELE		30			54-00169-181819779 SPS		45	20	
54-00169-181908810 TMT				25	54-00169-181819779 FRN	15			
54-00169-181908810 DIF				25	54-00169-181819779 CHS				
54-00169-181908810 QTR		35			54-00169-181819779 CDC	20	10	20	
54-00169-181908810 SPS		40	15		54-00169-181819779 NMT				
54-00169-181908810 FRN	20				54-00169-181819783 MTZ	20	15	25	40
54-00169-181908810 CHS					54-00169-181819783 ELE		30		
54-00169-181908810 CDC	25	30	35		54-00169-181819783 TMT				25
54-00169-181908810 NMT					54-00169-181819783 DIF				35
54-00169-181908812 MTZ	25	15	30	35	54-00169-181819783 QTR		30		
54-00169-181908812 ELE		20			54-00169-181819783 SPS		30	25	
54-00169-181908812 TMT				25	54-00169-181819783 FRN	20			
54-00169-181908812 DIF				35	54-00169-181819783 CHS				
54-00169-181908812 QTR		40			54-00169-181819783 CDC	15	25	25	
54-00169-181908812 SPS		25	30		54-00169-181819783 NMT				
54-00169-181908812 FRN	20				54-00169-181819785 MTZ	25	15	35	30
54-00169-181908812 CHS					54-00169-181819785 ELE		25		
54-00169-181908812 CDC	20	15	30		54-00169-181819785 TMT				30
54-00169-181908812 NMT					54-00169-181819785 DIF				30
54-00169-181908813 MTZ	15	30	40	45	54-00169-181819785 QTR		35		
54-00169-181908813 ELE		25			54-00169-181819785 SPS		45	15	
54-00169-181908813 TMT				25	54-00169-181819785 FRN	20			
54-00169-181908813 DIF				35	54-00169-181819785 CHS				
54-00169-181908813 QTR		25			54-00169-181819785 CDC	30	20	20	
54-00169-181908813 SPS		40	20		54-00169-181819785 NMT				
54-00169-181908813 FRN	35				54-00169-181819792 MTZ	30	30	45	45
54-00169-181908813 CHS					54-00169-181819792 ELE		30		
54-00169-181908813 CDC	25	20	25		54-00169-181819792 TMT				25
54-00169-181908813 NMT					54-00169-181819792 DIF				25
54-00169-181819779 MTZ	20	20	30	30	54-00169-181819792 QTR		35		
54-00169-181819779 ELE		15			54-00169-181819792 SPS		25	20	
54-00169-181819792 FRN	15				54-00169-181819771 MTZ	25	15	20	35
54-00169-181819792 CHS					54-00169-181819771 ELE		25		
54-00169-181819792 CDC	20	25	15		54-00169-181819771 TMT				35
54-00169-181819792 NMT					54-00169-181819771 DIF				35
54-00169-181819797 MTZ	20	20	30	30	54-00169-181819771 QTR		30		

Cuadro 13. (Continuación)

SUBSISTEMA	FRECUENCIA				SUBSISTEMA	FRECUENCIA			
	F4	F13	F26	F52		F4	F13	F26	F52
54-00169-181819797 ELE		15			54-00169-181819771 SPS		30	25	
54-00169-181819797 TMT				15	54-00169-181819771 FRN	20			
54-00169-181819797 DIF				15	54-00169-181819771 CHS				
54-00169-181819797 QTR		45			54-00169-181819771 CDC	25	25	30	
54-00169-181819797 SPS		45	20		54-00169-181819771 NMT				
54-00169-181819797 FRN	15				54-00169-181819773 MTZ	20	15	40	35
54-00169-181819797 CHS					54-00169-181819773 ELE		20		
54-00169-181819797 CDC	20	25	35		54-00169-181819773 TMT				25
54-00169-181819797 NMT					54-00169-181819773 DIF				25
54-00169-181819803 MTZ	20	15	30	45	54-00169-181819773 QTR		35		
54-00169-181819803 ELE		15			54-00169-181819773 SPS		35	25	
54-00169-181819803 TMT				35	54-00169-181819773 FRN	25			
54-00169-181819803 DIF				15	54-00169-181819773 CHS				
54-00169-181819803 QTR		35			54-00169-181819773 CDC	25	20	35	
54-00169-181819803 SPS		25	30		54-00169-181819773 NMT				
54-00169-181819803 FRN	30				54-00169-181819774 MTZ	20	20	30	30
54-00169-181819803 CHS					54-00169-181819774 ELE		15		
54-00169-181819803 CDC	10	20	30		54-00169-181819774 TMT				15
54-00169-181819803 NMT					54-00169-181819774 DIF				15
54-00169-181819816 MTZ	15	25	20	40	54-00169-181819774 QTR		45		
54-00169-181819816 ELE		20			54-00169-181819774 SPS		45	20	
54-00169-181819816 TMT				30	54-00169-181819774 FRN	15			
54-00169-181819816 DIF				45	54-00169-181819774 CHS				
54-00169-181819816 QTR		25			54-00169-181819774 CDC	20	25	35	
54-00169-181819816 SPS		35	25		54-00169-181819774 NMT				
54-00169-181819816 FRN	20				54-00169-181819775 MTZ	30	30	20	20
54-00169-181819816 CHS					54-00169-181819775 ELE		45		
54-00169-181819816 CDC	20	20	30		54-00169-181819775 TMT				25
54-00169-181819816 NMT					54-00169-181819775 DIF				25
54-00169-181819775 QTR		35			54-00169-181819775 CHS				
54-00169-181819775 SPS		35	20		54-00169-181819775 CDC	25	20	35	
54-00169-181819775 FRN	15				54-00169-181819775 NMT				
TOTAL	1.270	2.730	1.575	1.640					

5.1.3 Balance de carga laboral. El balance de carga laboral es de gran ayuda para estimar el tiempo y recursos humanos para la elaboración de las actividades de inspección para los equipos de la empresa, con la frecuencia ya establecido permite elaborar un plan de trabajo equilibrado y constante, con la finalidad de prevenir o disminuir al máximo los picos repentinos de carga laboral para los operarios o mecánicos, que son los que al final van a realizar estas actividades.

Cuadro 14. Balance de carga laboral

SEMANA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
F4	315 1	325 2	310 3	320 4	315	325	310	320	315	325	310	320	315
F13	205 5	225 6	215 7	195 8	210 9	215 10	230 11	200 12	210 13	205 14	215 15	215 16	190 17
F26	115 18		125 19			125 20		120 21			125 22		135 23
F52													
TOTAL (min)	655	550	525	515	525	670	540	520	525	530	525	660	505

SEMANA	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
F4	325	310	320	315	325	310	320	315	325	310	320	315	325
F13	205	225	215	195	210	215	230	200	210	205	215	215	190
F26	145 24		130 25			145 26			150 27		130 28		130 29
F52		125 30		120 31			130 32				130 33		
TOTAL (min)	530	660	535	630	665	525	680	650	535	515	665	660	515

SEMANA	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
F4	310	320	315	325	310	320	315	325	310	320	315	325	310
F13	205	225	215	195	210	215	230	200	210	205	215	215	190
F26	115		125			125		120			125		135
F52			140 34		120 35			130 36					130 37
TOTAL (min)	650	545	670	520	640	665	545	655	520	525	530	665	630

SEMANA	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
F4	320	315	325	310	320	315	325	310	320	315	325	310	320
F13	205	225	215	195	210	215	230	200	210	205	215	215	190
F26	145		130			145			150		130		130
F52	130 38		120 39			115 40			120 41		130 42		
TOTAL (min)	655	640	660	605	665	645	555	640	650	520	670	660	510

5.1.4 Rutas de inspección. Las rutas de inspección permiten verificar los parámetros mínimos de funcionamiento para cada subsistema de los equipos, estos parámetros deben ser comparados con datos y medidas tomadas con los dispositivos respectivos para cada medición. Las inspecciones de los vehículos deben ser cuantificables y medibles de manera objetiva, en la cual cualquiera de los operarios o mecánicos pueda entender, para realizar las actividades de inspección y prevenir cualquier falla que se presente. Para la empresa Cargando S.A. se realizaron 42 rutas de inspección, que corresponden a los subsistemas de los equipos que se encontraron críticos ya seleccionados anteriormente, en el cuadro 15. Se da un ejemplo de una ruta de inspección, las demás rutas se encuentran en el CD anexo.

Las rutas de inspección se realizan para verificar que las condiciones de trabajo de los subsistemas sean las adecuadas, estas inspecciones ayudan a la detección de fallas y del mismo modo evitar fallas graves que generen sobrecostos y problemas para la empresa.

Cuadro 15. Ruta de inspección

		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO			TMC-DL-GM-06		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13													
		RUTA DE INSPECCION N° 8			Edición N° 001/16		14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26													
		FRECUENCIA	13	TIEMPO	3:15 min	Fecha: Febrero 2016		27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39												
				PAGINA		1 de 1		40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52												
EQUIPO	SUBSISTEMA	DESCRIPCION	LIMITE	CANTIDAD	OBSERVACIONES															
54-00169-230902427	CDC (COMPRESOR DESCARGUE CEMENTO)	profundidad del cardan	≥ 0,10mm	1	usar un pie de rey															
		alineacion del eje toma fuerza	≤ 3°	1	usar un nivelador															
54-00169-230902428	MTZ (MOTRIZ)	restricción de ingreso del aire	≤ 20 in H2O	2	verificar restrictor de aire															
		presión en la entrada de la bomba de inyección	≤ 41kpa	1	usar un manometro de presión															
		nivel de combustible en la cubierta del filtro de la trampa (filtro primario)	≤ 5mm	1	verificar nivel de tapa de filtro primario															
	ELE (SIST. ELECTRICO)	amperaje del alternador	144 ± 5A	1	usar amperimetro															
		carga de baterias	≥ 1090 gr/lit ≥ 1125 A	3	usar un voltimetro y un densimetro															
	SPS (SUSPENSION)	espesor de los bujes de templete	≥ 3mm	2	usar amperimetro															
		nivel de funcionamiento varilla suspension de aire tander	≥ 200mm	2	usar un pie de rey o metro															
	QTR (QUINTA RUEDA)	espesor de las mordazas de cierre	≥ 3,2mm	2	usar un perno rey (king pin) y un calibrador pie de rey															
		espesor lunas hombros quinta rueda	≥ 13lb* ft	2	usar pie de rey															
	CDC (COMPRESOR DESCARGUE CEMENTO)	profundidad del cardan	≥ 0,10mm	1	usar un pie de rey															
alineacion del eje toma fuerza		≤ 3°	1	usar un nivelador																
54-00169-181908810	MTZ (MOTRIZ)	restricción de ingreso del aire	≤ 20 in H2O	2	verificar restrictor de aire															
		presión en la entrada de la bomba de inyección	≤ 41kpa	1	usar un manometro de presión															
		nivel de combustible en la cubierta del filtro de la trampa (filtro primario)	≤ 5mm	1	verificar nivel de tapa de filtro primario															

## 5.2 SISTEMAS DE LUBRICACIÓN

La fricción resulta como la resistencia al movimiento durante el deslizamiento o rodamiento que experimenta un cuerpo sólido al moverse tangencialmente sobre otro con el cual está en contacto. La fricción tiene distintos estados, sólida, líquida, gaseosa y mixta, puede presentarse por deslizamiento, por rodadura y fricción fluida.

Como consecuencia de la fricción se genera calor, desgaste y se consume energía, el problema más importante a tratar es el desgaste ya que es el encargado de disminuir la vida útil de los elementos que componen los vehículos de carga.

El desgaste se define como la pérdida progresiva de material, como resultado de la interacción entre dos superficies. Las causas más comunes de desgaste son;

- ❖ Contacto metal-metal por falla de la película lubricante
- ❖ Presencia de partículas abrasivas en el lubricante
- ❖ Desplazamiento de la película lubricante en el área de contacto
- ❖ Desgaste de origen químico

Por lo tanto, es indispensable lubricar todos los elementos que componen un vehículo. Las ventajas de lubricar son;

- ❖ Para reducir la fricción y el desgaste
- ❖ Para enfriar las partes mecánicas
- ❖ Para proteger contra herrumbre y corrosión
- ❖ Para sellar las partes en movimiento
- ❖ Para provocar un movimiento libre
- ❖ Para eliminar ruidos
- ❖ Para prolongar la vida de los equipos

Para lubricar se debe encontrar la mejor manera de aplicar el lubricante apropiado, en el lugar requerido, en la cantidad correcta, en el momento preciso, al menor costo y con el mayor valor agregado posible.

El lubricante se define como una película reductora de fricción entre dos cuerpos y puede consistir de gases, líquidos (principalmente productos del petróleo) y sólidos (grafito). Los productos del petróleo son ideales para la lubricación debido a su habilidad para humedecer los metales. Estos pueden ser elaborados en las viscosidades apropiadas (cuerpo y espesor) para la aplicación requerida.

Los componentes de un lubricante pueden ser bases sintéticas (por procesos químicos) o bases minerales (requieren de refinación) más aditivos.

Los aditivos son compuestos químicos que imparten propiedades específicas a los lubricantes. Algunos aditivos imparten nuevas propiedades, otros los refuerzan algunas ya existentes mientras que otros reducen la rata a la cual se transforma el lubricante durante su vida de servicio.

Los lubricantes tienen propiedades físicas y químicas, térmicas y superficiales, estas son iguales sin importar si el lubricante tiene base mineral o base sintética.

Dentro de las propiedades<sup>7</sup> se encuentran,

- ❖ Viscosidad: La viscosidad dinámica de un fluido es la relación que existe entre la tensión de corte aplicada y el gradiente de velocidad, y es una indicación de la resistencia a fluir a una temperatura determinada. En el sistema CGS la unidad es el Poise (P) y usualmente se emplea el centipoise (cP). La viscosidad cinemática es la relación entre la viscosidad dinámica y la densidad de un fluido, y es una indicación de su resistencia a fluir por gravedad a una temperatura determinada. En el sistema CGS la unidad es el Stoke (St) y usualmente se emplea el centistoke (cSt)
- ❖ Índice de viscosidad: Medida de la variación de la viscosidad de un lubricante con respecto a los cambios de temperatura a que es sometido
- ❖ Punto de inflamación: Temperatura mínima a la cual los gases formados se inflaman por un instante al aproximárseles una llama
- ❖ Punto de fluidez: Mide la temperatura mínima a la cual el aceite aún es fluido
- ❖ Número de neutralización: Es una medida de la cantidad de sustancias ácidas o básicas en la muestra. La acidez o alcalinidad se expresa como el valor de neutralización, es decir los mg de hidróxido de potasio (KOH) necesarios para neutralizar los ácidos en un g de aceite lo cual se denomina alcalinidad o número de ácido total (T.A.N.), o bien la cantidad de ácido requerida para neutralizar los componentes básicos, pero expresada también en su equivalente a mg de KOH que recibe el nombre de alcalinidad o número base total (T.B.N.)

---

<sup>7</sup> Jose Benlloch Maria. Lubricantes y lubricación aplicada. Editorial CEAC.

- ❖ Demulsibilidad: Es una indicación de la capacidad de un aceite para separarse del agua y no formar emulsiones

- ❖ Espuma: Es una forma de evaluar la tendencia de un aceite a formar espuma

Hay gran variedad de lubricantes dados los distintos elementos de máquinas aplicados en toda la industria, y ante la necesidad de mejorar la eficiencia en la operación de los equipos se estableció diferentes clasificaciones dependiendo sus aplicaciones y funciones.

- ❖ Aceites automotrices mediante las clasificaciones SAE

- ❖ Aceites industriales mediante la clasificación ISO

- ❖ Los grados que nos coinciden con estas clasificaciones mediante letras

Las grasas son fundamentales a la hora de lubricar, estas se componen de un elemento sólido a semisólido, obtenido por dispersión de un agente espesante, normalmente jabón metálico o arcillas para alta temperatura, en un aceite mineral o sintético.

Los componentes de una grasa parten de una base lubricante, generalmente tienen mineral sintético entre el 75% y el 95%, un espesante entre el 5% y el 20%, puede ser jabonoso o no jabonoso y aditivos con una composición entre el 1% y el 10% del total de la grasa, con anti-oxidante, anti-corrosivo, anti-desgaste de extrema presión o agentes de adhesividad.

5.2.1 Puntos clave de lubricación. Una buena lubricación permite el correcto funcionamiento de los vehículos y alarga la vida útil de estos, por lo tanto, se establecieron unos puntos clave de lubricación donde se especifica el componente de cada equipo a lubricar según su subsistema, la descripción del proceso, el tiempo necesario y la frecuencia, adicionalmente se establece la cantidad requerida del lubricante ya sean grasas o aceites. Se aclara que el proceso de lubricación en los automotores se realiza en las instalaciones de la empresa Cargando S.A. En el CD anexo se encuentran los demás puntos clave de lubricación de todos los equipos de la empresa, junto con las cartas de lubricación.

Cuadro 16. Puntos clave de lubricación

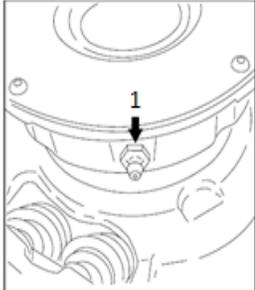
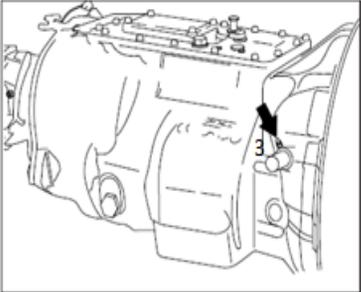
		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO PUNTOS CLAVE DE LUBRICACIÓN			TMC-DL-GM-07 Edición N° 001/16 Fecha: febrero 2016	
EQUIPO		TRACTO CAMIÓN		CÓDIGO	54-00169-230902428	
SUBSISTEMA	F - T - R	ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	OBSERVACIÓN	
MOTRIZ (MTZ)	F4	1	Cambio de aceite del motor	18 qt	Ver carta de lubricación	
	T30					
	R2					
	F52	2	Cambio líquido refrigerante del radiador	50 % refrigerante / 50 %	Ver carta de lubricación	
	T20					
	R32					
TREN MOTRIZ (TMT)	F4	1	Engrase del collarín del embrague eaton fuller	30 gramos	Ver carta de lubricación	
	T25					
	R2	2	Engrase del eje transversal de liberación del embrague	50 gramos	Ver carta de lubricación	
	F13	3	Cambio de aceite para la transmisión eaton fuller	14 qt	Ver carta de lubricación	
	T30					
	R6					
QUINTA RUEDA (QTR)	F13	1	Engrase de la quinta rueda	300 gramos	Ver carta de lubricación	
	T20					
	R6					
	F26	2	Engrase del conector eléctrico del remolque	50 gramos	Ver carta de lubricación	
	T10					
	R20					
SUSPENSIÓN (SPS)	F4	1	Engrase de la suspensión	100 gramos	Ver carta de lubricación	
	T15	2	Engrase del pivote de la dirección	80 gramos	Ver carta de lubricación	
	R2	3	Engrase de la rótula de la barra de acoplamiento	60 gramos	Ver carta de lubricación	
DIFERENCIALES (DIF)	F4	1	Lubricación de los ejes tandem motor Meritor	56 qt	Ver carta de lubricación	
	T20	2	Engrase de la línea motriz	200 gramos	Ver carta de lubricación	
	R2					

Cuadro 16. (Continuación)

		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO PUNTOS CLAVE DE LUBRICACIÓN			TMC-DL-GM-07 Edición N° 001/16 Fecha: febrero 2016	
EQUIPO		TRACTO CAMIÓN		CÓDIGO	54-00169-230902428	
SUBSISTEMA	F - T - R	ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	OBSERVACIÓN	
SISTEMA DE FRENOS (FRN)	F13	1	Engrase de los ajustadores de tensión	80 gramos	Ver carta de lubricación	
	T20					
	R6					
SISTEMA DE FRENOS (FRN)	F52	2	Cambio del líquido del embrague hidráulico	0,5 qt	Ver carta de lubricación	
	T15					
	R32					
CHASIS (CHS)	F26	1	Engrase de los sellos de las puertas	10 gramos	Ver carta de lubricación	
	T10	2	Engrase de los soportes del capó	10 gramos	Ver carta de lubricación	
	R20					

5.2.2 Cartas de lubricación. La carta de lubricación es una guía para el operario a la hora de hacer la lubricación en los vehículos, en la cual se especifican los lubricantes a utilizar en los vehículos y los puntos clave de la lubricación. Aquí se encuentran las características, los nombres de los lubricantes y sus propiedades de acuerdo a la norma SAE. Servirá de consulta cada que sea necesario. En el siguiente cuadro se da un ejemplo de una carta de lubricación utilizada en la empresa Cargando S.A.

Cuadro 17. Carta de lubricación

	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO CARTA DE LUBRICACIÓN	TMC-DL-GM-08	
		Edición N° 001/16	
		Fecha: febrero 2016	
SUSBSISTEMA	TREN MOTRIZ	CÓDIGO	54-00169-230902428 TMT
LUBRICANTE DESIGNADO	LUBRICANTE RECOMENDADO	PUNTOS CLAVE DE LUBRICACIÓN	
Grasa a base de litio grado 1 ó 2	Delo grasa esi	1. Engrase del collarín del embrague	Inyección
Lubricante sintético	Mobil MX ESP 15W40	2. Engrase del eje transversal del embrague	
		3. Cambio de aceite de la transmisión	Salpicadura
   <p>1. Eje transversal de liberación del embrague 2. Válvula de engrase</p>			

5.2.3 Matriz de evaluación laboral. Esta matriz se despliega para identificar los tiempos que se necesitan para realizar la lubricación en cada vehículo. En el siguiente cuadro se encuentran las columnas F4, F13, F26, y F52, donde se relacionan los tiempos requeridos para cada lubricación.

Cuadro 18. Matriz de evaluación laboral

SUBSISTEMA	FRECUENCIA				SUBSISTEMA	FRECUENCIA			
	F4	F13	F26	F52		F4	F13	F26	F52
54-00169-181819771 MTZ	25			25	54-00169-181819775 DIF	25			
54-00169-181819771 ELE					54-00169-181819775 QTR		10	25	
54-00169-181819771 TMT	30	25			54-00169-181819775 SPS	30			
54-00169-181819771 DIF	15				54-00169-181819775 FRN		20		20
54-00169-181819771 QTR		10	25		54-00169-181819775 CHS			10	
54-00169-181819771 SPS	20				54-00169-181819775 NMT				
54-00169-181819771 FRN		15		20	54-00169-181819775 CDC				
54-00169-181819771 CHS			10		54-00169-181819779 MTZ	30			10
54-00169-181819771 NMT					54-00169-181819779 ELE				
54-00169-181819771 CDC					54-00169-181819779 TMT	25	25		
54-00169-181819773 MTZ	20			20	54-00169-181819779 DIF	30			
54-00169-181819773 ELE					54-00169-181819779 QTR		15	10	
54-00169-181819773 TMT	25	15			54-00169-181819779 SPS	25			
54-00169-181819773 DIF	15				54-00169-181819779 FRN		10		15
54-00169-181819773 QTR		15	20		54-00169-181819779 CHS			20	
54-00169-181819773 SPS	20				54-00169-181819779 NMT				
54-00169-181819773 FRN		20		15	54-00169-181819779 CDC				
54-00169-181819773 CHS			20		54-00169-181819783 MTZ	30			10
54-00169-181819773 NMT					54-00169-181819783 ELE				
54-00169-181819773 CDC					54-00169-181819783 TMT	25	20		
54-00169-181819774 MTZ	30			15	54-00169-181819783 DIF	20			
54-00169-181819774 ELE					54-00169-181819783 QTR		15	10	
54-00169-181819774 TMT	25	30			54-00169-181819783 SPS	15			
54-00169-181819774 DIF	20				54-00169-181819783 FRN		10		20
54-00169-181819774 QTR		20	15		54-00169-181819783 CHS			25	
54-00169-181819774 SPS	20				54-00169-181819783 NMT				
54-00169-181819774 FRN		20		20	54-00169-181819783 CDC				
54-00169-181819774 CHS			20		54-00169-181819785 MTZ	20			25
54-00169-181819774 NMT					54-00169-181819785 ELE				
54-00169-181819774 CDC					54-00169-181819785 TMT	15	20		
54-00169-181819775 MTZ	20			20	54-00169-181819785 DIF	25			
54-00169-181819775 ELE					54-00169-181819785 QTR		10	15	
54-00169-181819775 TMT	15	10			54-00169-181819785 SPS	15			

Cuadro 18. (Continuación)

SUBSISTEMA	FRECUENCIA				SUBSISTEMA	FRECUENCIA			
	F4	F13	F26	F52		F4	F13	F26	F52
54-00169-181819785 FRN		10		15	54-00169-181819816 DIF	20			
54-00169-181819785 CHS			15		54-00169-181819816 QTR		15	15	
54-00169-181819785 NMT					54-00169-181819816 SPS	15			
54-00169-181819785 CDC					54-00169-181819816 FRN		25		15
54-00169-181819792 MTZ	25			25	54-00169-181819816 CHS			10	
54-00169-181819792 ELE					54-00169-181819816 NMT				
54-00169-181819792 TMT	15	25			54-00169-181819816 CDC				
54-00169-181819792 DIF	20				54-00169-181908810 MTZ	30			20
54-00169-181819792 QTR		20	25		54-00169-181908810 ELE				
54-00169-181819792 SPS	20				54-00169-181908810 TMT	15	25		
54-00169-181819792 FRN		15		10	54-00169-181908810 DIF	15			
54-00169-181819792 CHS			15		54-00169-181908810 QTR		20	10	
54-00169-181819792 NMT					54-00169-181908810 SPS	15			
54-00169-181819792 CDC					54-00169-181908810 FRN		20		25
54-00169-181819797 MTZ	15			20	54-00169-181908810 CHS			15	
54-00169-181819797 ELE					54-00169-181908810 NMT				
54-00169-181819797 TMT	20	20			54-00169-181908810 CDC				
54-00169-181819797 DIF	25				54-00169-181908812 MTZ	25			25
54-00169-181819797 QTR		15	15		54-00169-181908812 ELE				
54-00169-181819797 SPS	25				54-00169-181908812 TMT	25	20		
54-00169-181819797 FRN		10		10	54-00169-181908812 DIF	15			
54-00169-181819797 CHS			10		54-00169-181908812 QTR		20	10	
54-00169-181819797 NMT					54-00169-181908812 SPS	30			
54-00169-181819797 CDC					54-00169-181908812 FRN		10		25
54-00169-181819803 MTZ	20			15	54-00169-181908812 CHS			20	
54-00169-181819803 ELE					54-00169-181908812 NMT				
54-00169-181819803 TMT	15	20			54-00169-181908812 CDC				
54-00169-181819803 DIF	20				54-00169-181908813 MTZ	30			20
54-00169-181819803 QTR		25	25		54-00169-181908813 ELE				
54-00169-181819803 SPS	15				54-00169-181908813 TMT	20	20		
54-00169-181819803 FRN		25		20	54-00169-181908813 DIF	25			
54-00169-181819803 CHS			25		54-00169-181908813 QTR		10	25	
54-00169-181819803 NMT					54-00169-181908813 SPS	20			
54-00169-181819803 CDC					54-00169-181908813 FRN		10		10
54-00169-181819816 MTZ	25			15	54-00169-181908813 CHS			20	
54-00169-181819816 ELE					54-00169-18190881 NMT				
54-00169-181819816 TMT	15	20			54-00169-181908813 CDC				

Cuadro 18. (Continuación)

SUBSISTEMA	FRECUENCIA				SUBSISTEMA	FRECUENCIA			
	F4	F13	F26	F52		F4	F13	F26	F52
54-00169-230902422 MTZ	25			15	54-00169-230902425 CHS			15	
54-00169-230902422 ELE					54-00169-230902425 NMT				
54-00169-230902422 TMT	25	15			54-00169-230902425 CDC				
54-00169-230902422 DIF	20				54-00169-230902427 MTZ	25			20
54-00169-230902422 QTR		15	20		54-00169-230902427 ELE				
54-00169-230902422 SPS	30				54-00169-230902427 TMT	30	20		
54-00169-230902422 FRN		25		10	54-00169-230902427 DIF	25			
54-00169-230902422 CHS			20		54-00169-230902427 QTR		20	25	
54-00169-230902422 NMT					54-00169-230902427 SPS	20			
54-00169-230902422 CDC					54-00169-230902427 FRN		25		25
54-00169-230902423 MTZ	15			10	54-00169-230902427 CHS			10	
54-00169-230902423 ELE					54-00169-230902427 NMT				
54-00169-230902423 TMT	20	20			54-00169-230902427 CDC				
54-00169-230902423 DIF	20				54-00169-230902428 MTZ	30			20
54-00169-230902423 QTR		20	15		54-00169-230902428 ELE				
54-00169-230902423 SPS	15				54-00169-230902428 TMT	25	30		
54-00169-230902423 FRN		10		20	54-00169-230902428 DIF	15			
54-00169-230902423 CHS			15		54-00169-230902428 QTR		10	20	
54-00169-230902423 NMT					54-00169-230902428 SPS	20			
54-00169-230902423 CDC					54-00169-230902428 FRN		15		25
54-00169-230902424 MTZ	30			15	54-00169-230902428 CHS			15	
54-00169-230902424 ELE					54-00169-230902428 NMT				
54-00169-230902424 TMT	15	15			54-00169-230902428 CDC				
54-00169-230902424 DIF	20				TOTAL	1.725	1.055	690	700
54-00169-230902424 QTR		20	10						
54-00169-230902424 SPS	15								
54-00169-230902424 FRN		20		10					
54-00169-230902424 CHS			20						
54-00169-230902424 NMT									
54-00169-230902424 CDC									
54-00169-230902425 MTZ	20			10					
54-00169-230902425 ELE									
54-00169-230902425 TMT	25	20							
54-00169-230902425 DIF	15								
54-00169-230902425 QTR		15	20						
54-00169-230902425 SPS	15								
54-00169-230902425 FRN		10		10					

5.2.4 Balance de carga laboral. Permite determinar o aproximar el tiempo y el personal necesario para realizar la lubricación de los vehículos, donde se tiene en cuenta las frecuencias establecidas para distribuir las cargas durante un año, para dar la mejor distribución de carga laboral sin cargas un equipo más que otro.

Cuadro 19. Balance de carga laboral

SEMANA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
F4	440	425	440	420	440	425	440	420	440	425	440	420	440
	1	2	3	4									
F13	80	90	80	85	90	70	85	85	85	90	85	90	50
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
F26	55		55		45		55		55		65		50
	18		19		20		21		22		23		24
F52													
TOTAL (min)	575	515	575	505	575	495	580	505	580	515	590	510	540
SEMANA	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
F4	425	440	420	440	425	440	420	440	425	440	420	440	425
F13	80	90	80	85	90	70	85	85	85	90	85	90	50
F26	55		45		55		45				60		50
	25		26		27		28				29		30
F52		45		50		60			55				
		31		32		33			34				
TOTAL (min)	560	575	545	575	570	570	550	525	565	530	565	530	525
SEMANA	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
F4	440	420	440	425	440	420	440	425	440	420	440	425	440
F13	80	90	80	85	90	70	85	85	85	90	85	90	50
F26	55		55		45		55		55		65		50
F52				65		55		50		45			
				35		36		37		38			
TOTAL (min)	575	510	575	575	575	545	580	560	580	555	590	515	540
SEMANA	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
F4	420	440	425	440	420	440	425	440	420	440	425	440	420
F13	80	90	80	85	90	70	85	85	85	90	85	90	50
F26	55		45		55		45				60		50
F52		50		55		55			65				50
		39		40		41			42				43
TOTAL (min)	555	580	550	580	565	565	555	525	570	530	570	530	570

5.2.5 Rutas de Lubricación. Para las actividades de lubricación se establecieron rutas donde se identifican los números de ruta y los subsistemas que deben ser lubricados para lubricar, con intervalos de tiempo adecuados para no sobrecargar los operarios de mantenimiento. En el cuadro 20 se da un ejemplo de una ruta de lubricación. En el CD anexo se encuentran las demás rutas de lubricación.

Cuadro 20. Ruta de lubricación

	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO RUTA DE LUBRICACIÓN N° 5			TMC-DL-GM-09	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13			
				Edicion N° 001/16	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26			
				Fecha: febrero 2016	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39			
	FRECUENCIA	13	TIEMPO	1 h - 20 min	PÁGINA	1	DE	1	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
EQUIPO	SUBSISTEMA	DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	OBSERVACIONES															
54-00169-181819771	TREN MOTRIZ (TMT)	Cambio de aceite para la transmisión eaton fuller		14 qt																
	QUINTA RUEDA (QTR)	Engrase de la quinta rueda		300 gramos																
	SISTEMA DE FRENOS (FRN)	Engrase de los ajustadores de tensión		80 gramos																
54-00169-181819773	TREN MOTRIZ (TMT)	Cambio de aceite para la transmisión eaton fuller		14 qt																
	QUINTA RUEDA (QTR)	Engrase de la quinta rueda		300 gramos																

### 5.3 SISTEMAS DE AJUSTE Y LIMPIEZA

Los problemas más frecuentes en los vehículos se encuentran por una falta de ajuste en los componentes de estos, normalmente producen ruido, se presentan vibraciones y en algunos casos aumentos de temperatura.

También es indispensable mantener limpios y aseados los vehículos ya que permiten a los operarios de mantenimiento identificar rápidamente averías o fallas en los automotores, ya que normalmente se exponen al polvo, barro, aceites o grasas, porque los vehículos siempre están a la intemperie. Si no se realiza una adecuada limpieza es probable que cualquier tipo de suciedad disimule un mal estado de las partes de las máquinas y estos puedan fallar sin previo aviso.

5.3.1 Puntos claves de ajuste. Normalmente a todos los vehículos se les realiza una limpieza diaria, por parte de los operarios con estopas y/o bayetillas esto con el fin de mantener un aspecto aseado y los equipos en excelente funcionamiento, adicionalmente los vehículos se someten a un lavado general al término de cada viaje redondo, entiéndase un viaje redondo el cual comprende desde el momento en el vehículo emprende un viaje desde la empresa con sede en Nobsa hasta que regresa a la misma sede. En este lapso de tiempo no pasa más de tres semanas, y en este documento la frecuencia de menor valor equivale a un mes, por lo tanto, no se ejecuta un plan para estas actividades. Para asegurarse que se cumpla esta labor importante se capacitará a los operarios sobre una cultura de limpieza en sus equipos de trabajo.

En este documento se establecieron los puntos clave de ajuste para todos los vehículos, en el cuadro 21 se encuentran los puntos clave de ajuste para un tracto camión, las demás rutas se encuentran en el CD anexo.

Cuadro 21. Puntos clave de ajuste

		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO PUNTOS CLAVE DE AJUSTE			TMC-DL-GM-10			
					Edicion N° 001/16			
					Fecha: febrero 2016			
EQUIPO		TRACTO CAMIÓN		CÓDIGO	54-00169-230902428			
SUBSISTEMA	F - T - R	ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	LÍMITE	OBSERVACIÓN		
MOTRIZ (MTZ)	F13 T10 R6	1	Ajuste de los sujetadores del compresor	4	23 Nm ± 2			
	F52 T25	2	Ajuste de los sujetadores de los soportes del motor delanteros	2	327 Nm			
	R32	3	Ajuste de los sujetadores de los soportes del motor traseros	2	460 Nm			
	F4	1	Ajuste tuerca de conexión en la suspensión	1	305 Nm ± 20			
	T10 R2	2	Ajuste de la rótula de la barra de acoplamiento	1	797 Nm ± 200			
SUSPENSIÓN (SPS)	F13 T25 R6	3	Ajuste del ensamble del muelle de hojas	6	115 Nm			
	F26	4	Ajuste de las tuercas de las ruedas	8	644 Nm ± 30			
	T40	5	Ajuste de pernos en U	4	762 Nm ± 50			
	R20	6	Ajuste de la tuerca de la chavete de retención	1	51 Nm ± 10			
	CHASIS (CHS)	F52 T20 R32	1	Ajuste de los sujetadores del chasis	25	545 Nm		

5.3.2 Matriz de evaluación laboral. Esta matriz se despliega para identificar los tiempos que se necesitan para realizar los ajustes en cada vehículo. En el siguiente cuadro se encuentran las columnas F4, F13, F26, y F52, donde se relacionan los tiempos requeridos para cada ajuste.

Cuadro 22. Matriz de evaluación laboral

SUBSISTEMA	FRECUENCIA				SUBSISTEMA	FRECUENCIA			
	F4	F13	F26	F52		F4	F13	F26	F52
54-00169-181819771 MTZ		15		15	54-00169-181819775 DIF				
54-00169-181819771 ELE					54-00169-181819775 QTR				
54-00169-181819771 TMT					54-00169-181819775 SPS	15	10	35	
54-00169-181819771 DIF					54-00169-181819775 FRN				
54-00169-181819771 QTR					54-00169-181819775 CHS				25
54-00169-181819771 SPS	15	20	30		54-00169-181819775 NMT				
54-00169-181819771 FRN					54-00169-181819775 CDC				
54-00169-181819771 CHS				20	54-00169-181819779 MTZ		15		20
54-00169-181819771 NMT					54-00169-181819779 ELE				
54-00169-181819771 CDC					54-00169-181819779 TMT				
54-00169-181819773 MTZ		10		20	54-00169-181819779 DIF				
54-00169-181819773 ELE					54-00169-181819779 QTR				
54-00169-181819773 TMT					54-00169-181819779 SPS	10	15	40	
54-00169-181819773 DIF					54-00169-181819779 FRN				
54-00169-181819773 QTR					54-00169-181819779 CHS				20
54-00169-181819773 SPS	20	15	25		54-00169-181819779 NMT				
54-00169-181819773 FRN					54-00169-181819779 CDC				
54-00169-181819773 CHS				25	54-00169-181819783 MTZ		10		15
54-00169-181819773 NMT					54-00169-181819783 ELE				
54-00169-181819773 CDC					54-00169-181819783 TMT				
54-00169-181819774 MTZ		10		25	54-00169-181819783 DIF				
54-00169-181819774 ELE					54-00169-181819783 QTR				
54-00169-181819774 TMT					54-00169-181819783 SPS	10	15	40	
54-00169-181819774 DIF					54-00169-181819783 FRN				
54-00169-181819774 QTR					54-00169-181819783 CHS				20
54-00169-181819774 SPS	20	25	25		54-00169-181819783 NMT		20		
54-00169-181819774 FRN					54-00169-181819783 CDC				
54-00169-181819774 CHS				20	54-00169-181819785 MTZ				20
54-00169-181819774 NMT					54-00169-181819785 ELE				
54-00169-181819774 CDC					54-00169-181819785 TMT				
54-00169-181819775 MTZ		20		15	54-00169-181819785 DIF				
54-00169-181819775 ELE					54-00169-181819785 QTR				
54-00169-181819775 TMT					54-00169-181819785 SPS	15	20	35	

Cuadro 22. (Continuación)

SUBSISTEMA	FRECUENCIA				SUBSISTEMA	FRECUENCIA			
	F4	F13	F26	F52		F4	F13	F26	F52
54-00169-181819785 FRN					54-00169-181819816 DIF				
54-00169-181819785 CHS				20	54-00169-181819816 QTR				
54-00169-181819785 NMT					54-00169-181819816 SPS	15	25	30	
54-00169-181819785 CDC					54-00169-181819816 FRN				
54-00169-181819792 MTZ		15		20	54-00169-181819816 CHS				25
54-00169-181819792 ELE					54-00169-181819816 NMT				
54-00169-181819792 TMT					54-00169-181819816 CDC				
54-00169-181819792 DIF					54-00169-181908810 MTZ		10		15
54-00169-181819792 QTR					54-00169-181908810 ELE				
54-00169-181819792 SPS	10	20	25		54-00169-181908810 TMT				
54-00169-181819792 FRN					54-00169-181908810 DIF				
54-00169-181819792 CHS				25	54-00169-181908810 QTR				
54-00169-181819792 NMT					54-00169-181908810 SPS	20	10	25	
54-00169-181819792 CDC					54-00169-181908810 FRN				
54-00169-181819797 MTZ		10		10	54-00169-181908810 CHS				20
54-00169-181819797 ELE					54-00169-181908810 NMT				
54-00169-181819797 TMT					54-00169-181908810 CDC				
54-00169-181819797 DIF					54-00169-181908812 MTZ		15		20
54-00169-181819797 QTR					54-00169-181908812 ELE				
54-00169-181819797 SPS	10	10	25		54-00169-181908812 TMT				
54-00169-181819797 FRN					54-00169-181908812 DIF				
54-00169-181819797 CHS				30	54-00169-181908812 QTR				
54-00169-181819797 NMT					54-00169-181908812 SPS	20	10	35	
54-00169-181819797 CDC					54-00169-181908812 FRN				
54-00169-181819803 MTZ		25		10	54-00169-181908812 CHS				20
54-00169-181819803 ELE					54-00169-181908812 NMT				
54-00169-181819803 TMT					54-00169-181908812 CDC				
54-00169-181819803 DIF					54-00169-181908813 MTZ		25		10
54-00169-181819803 QTR					54-00169-181908813 ELE				
54-00169-181819803 SPS	15	15	30		54-00169-181908813 TMT				
54-00169-181819803 FRN					54-00169-181908813 DIF				
54-00169-181819803 CHS				35	54-00169-181908813 QTR				
54-00169-181819803 NMT					54-00169-181908813 SPS	20	15	35	
54-00169-181819803 CDC					54-00169-181908813 FRN				
54-00169-181819816 MTZ		25		10	54-00169-181908813 CHS				30
54-00169-181819816 ELE					54-00169-18190881 NMT				
54-00169-181819816 TMT					54-00169-181908813 CDC				

Cuadro 22. (Continuación)

SUBSISTEMA	FRECUENCIA				SUBSISTEMA	FRECUENCIA			
	F4	F13	F26	F52		F4	F13	F26	F52
54-00169-230902422 MTZ		20		20	54-00169-230902425 CHS				25
54-00169-230902422 ELE					54-00169-230902425 NMT				
54-00169-230902422 TMT					54-00169-230902425 CDC				
54-00169-230902422 DIF					54-00169-230902427 MTZ		20		10
54-00169-230902422 QTR					54-00169-230902427 ELE				
54-00169-230902422 SPS	10	20	40		54-00169-230902427 TMT				
54-00169-230902422 FRN					54-00169-230902427 DIF				
54-00169-230902422 CHS				25	54-00169-230902427 QTR				
54-00169-230902422 NMT					54-00169-230902427 SPS	10	25	25	
54-00169-230902422 CDC					54-00169-230902427 FRN				
54-00169-230902423 MTZ		15		10	54-00169-230902427 CHS				20
54-00169-230902423 ELE					54-00169-230902427 NMT				
54-00169-230902423 TMT					54-00169-230902427 CDC				
54-00169-230902423 DIF					54-00169-230902428 MTZ		10		25
54-00169-230902423 QTR					54-00169-230902428 ELE				
54-00169-230902423 SPS	15	10	40		54-00169-230902428 TMT				
54-00169-230902423 FRN					54-00169-230902428 DIF				
54-00169-230902423 CHS				25	54-00169-230902428 QTR				
54-00169-230902423 NMT					54-00169-230902428 SPS	20	25	20	
54-00169-230902423 CDC					54-00169-230902428 FRN				
54-00169-230902424 MTZ		15		15	54-00169-230902428 CHS				35
54-00169-230902424 ELE					54-00169-230902428 NMT				
54-00169-230902424 TMT					54-00169-230902428 CDC				
54-00169-230902424 DIF					TOTAL	295	660	625	795
54-00169-230902424 QTR									
54-00169-230902424 SPS	15	20	30						
54-00169-230902424 FRN									
54-00169-230902424 CHS				30					
54-00169-230902424 NMT									
54-00169-230902424 CDC									
54-00169-230902425 MTZ		15		10					
54-00169-230902425 ELE									
54-00169-230902425 TMT									
54-00169-230902425 DIF									
54-00169-230902425 QTR									
54-00169-230902425 SPS	10	15	35						
54-00169-230902425 FRN									

5.3.3 Balance de carga laboral. Permiten determinar o aproximar el tiempo y los elementos necesarios para realizar Los ajustes a los vehículos, donde se tiene en cuenta las frecuencias establecidas para distribuir las cargas durante un año, para dar la mejor distribución de carga laboral sin cargas un equipo más que otro.

Cuadro 23. Balance de carga laboral

SEMANA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
F4	70	70	75	80	70	70	75	80	70	70	75	80	70
	1	2	3	4									
F13	60	55	50	55	55	40	50	45	60	45	50	60	35
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
F26	55		60		40		40			60	55		55
	18		19		20		21			22	23		24
F52													
TOTAL (min)	185	125	185	135	165	110	165	125	130	175	180	140	160
SEMANA	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
F4	70	75	80	70	70	75	80	70	70	75	80	70	70
F13	60	55	50	55	55	40	50	45	60	45	50	60	35
F26	35		35		40		40			65			45
	25		26		27		28			29			30
F52		80		45		80			75				
		31		32		33			34				
TOTAL (min)	165	210	165	170	165	195	170	115	205	185	130	130	150
SEMANA	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
F4	75	80	70	70	75	80	70	70	75	80	70	70	75
F13	60	55	50	55	55	40	50	45	60	45	50	60	35
F26	35		35		40		40			65			45
F52				45		40		45			70		
				35		36		37			38		
TOTAL (min)	170	135	155	170	170	160	160	160	135	190	190	130	155
SEMANA	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
F4	80	70	70	75	80	70	70	75	80	70	70	75	80
F13	60	55	50	55	55	40	50	45	60	45	50	60	35
F26	35		35		40		40			65			45
F52		80		45		80				75			35
		39		40		41				42			43
TOTAL (min)	175	205	155	175	175	190	160	120	140	255	120	135	195

5.3.4 Rutas de ajuste y limpieza. Las rutas de ajuste se realizaron para constatar los valores mínimos de funcionamiento de los vehículos en cada uno de sus subsistemas. Estos valores ya están establecidos por los fabricantes de cada uno de los componentes y deben cumplirse para una correcta operación de los automotores. Se realizaron 43 rutas de ajuste para cada uno de los equipos críticos que tiene la empresa y se encuentran en el CD anexo. A continuación, un ejemplo de una ruta de ajuste.

Cuadro 24. Ruta de ajuste

	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO RUTA DE AJUSTE N° 1			TMC-DL-GM-11	01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13	
				Edicion N° 001/16	14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26	
				Fecha: febrero 2016	27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39	
FRECUENCIA	4	TIEMPO	1 h 10 min	PÁGINA	1 DE 1	40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52
EQUIPO	SUBSISTEMA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	LÍMITE	OBSERVACIONES	
54-00169-181819771	SUSPENSIÓN (SPS)	Ajuste tuerca de conexión en la suspensión	1	305 Nm ± 20		
		Ajuste de la rótula de la barra de acoplamiento	1	797 Nm ± 200		
54-00169-181819773	SUSPENSIÓN (SPS)	Ajuste tuerca de conexión en la suspensión	1	305 Nm ± 20		
		Ajuste de la rótula de la barra de acoplamiento	1	797 Nm ± 200		
54-00169-181819774	SUSPENSIÓN (SPS)	Ajuste tuerca de conexión en la suspensión	1	305 Nm ± 20		
		Ajuste de la rótula de la barra de acoplamiento	1	797 Nm ± 200		
54-00169-181819775	SUSPENSIÓN (SPS)	Ajuste tuerca de conexión en la suspensión	1	305 Nm ± 20		
		Ajuste de la rótula de la barra de acoplamiento	1	797 Nm ± 200		

## 6. CODIFICIACIÓN DE LISTADOS

### 6.1 MANUAL DE PROCEDIMIENTOS

En toda empresa que opere con máquinas es necesario contar con manuales de procedimientos, ya que facilitan las operaciones que se llevan a cabo todos los días en el lugar de trabajo, pues sirve de guía para el operario en cuanto a la metodología que debe realizar, las herramientas necesarias y las condiciones de seguridad para un correcto mantenimiento.

Los manuales de procedimiento se desarrollaron en conjunto con el Subgerente de mantenimiento y la Subgerente del área de salud ocupacional. Aquí se detalla el procedimiento que debe realizarse para garantizar una excelente operación y así disminuir el riesgo de accidentes dentro de las instalaciones de la empresa.

Se deben tener en cuenta algunas normas básicas para dar inicio a los vehículos dentro de los procedimientos y son los siguientes:

- ❖ Todos los vehículos deben ser operados por conductores calificados y con la experiencia pertinente para iniciar la marcha
- ❖ Dentro de las instalaciones de la empresa no se debe correr por seguridad
- ❖ Cuando los vehículos circulen dentro de la empresa, se debe dar aviso al personal del movimiento de los automotores
- ❖ El personal debe estar atento a todas las señales de seguridad que se encuentran en pasillos y áreas libres para evitar incidentes
- ❖ Antes de iniciar la marcha de los vehículos los conductores deben cerciorarse que no hay limitaciones ni objetos que interrumpen el andar
- ❖ Cuando los vehículos paren la marcha es deber de los operarios dejarlos en el estado inicial

En el cuadro 25 se evidencia un ejemplo de un manual de procedimientos.

Cuadro 25. Manual de procedimientos

DESCRIPCIÓN		ENGANCHE Y DESENGANCHE DEL REMOLQUE
ÍTEM	OPERACIÓN	¿CÓMO DEBE REALIZARSE?
1	ENGANCHE DEL REMOLQUE	A. Identificar el equipo que se va a enganchar
2		B. Verificar el estado del King Pin, revisando que no esté desajustado, que este debidamente engrasado y tenga su respectivo teflón
3		C. Ubicar el vehículo en posición de reversa de tal manera que la unidad tractora quede alineada con el remolque
4		D. Verificar que los seguros de la quinta rueda estén abiertos
5		E. Nivelar la quinta rueda de la unidad tractora con la tornamesa del remolque
6		F. Conectar mangueras del aire de acuerdo a su color y el cable 7 líneas
7		G. Un Auxiliar de Mantenimiento debe estar vigilando y guiando al operador en la maniobra
8		H. Retroceder lentamente hasta que acople la quinta rueda con el King Pin
9		I. Verificar que las mordazas hayan quedado cerradas y los seguros estén en su posición correcta
10		J. Subir los soportes de apoyo
11		K. Para verificar el enganche, se arranca la unidad tractora con el remolque frenado
12		L. Proceder a revisar el sistema eléctrico, frenos y suministro de aire del remolque
13	DESENGANCHE DEL REMOLQUE	A. Asegúrese que la superficie de estacionamiento sea plana y a su vez sea capaz de sostener el peso del remolque
14		B. Coloque los frenos de seguridad de la unidad tractora y del remolque
15		C. Bajar los soportes de apoyo a una altura que despegue la quinta rueda de la tornamesa
16		D. Desconectar mangueras de aire y cable 7 líneas
17		E. Halar los seguros de las mordazas de la quinta rueda
18		F. Liberar la unidad tractora del remolque

## 6.2 INSTRUCTIVOS Y CATÁLOGOS

Para tener un excelente mantenimiento es indispensable hacer un uso correcto de la información acerca de los equipos con los que cuenta una empresa, por lo tanto, es necesario tener una codificación donde se pueda encontrar todas las actividades realizadas y sus respectivas herramientas, en cada uno de los vehículos con los que cuenta la empresa con fácil acceso para el personal del área de mantenimiento. Esta codificación es alfanumérica ya que permite un lenguaje claro y práctico para el operario.

En el cuadro 26, se muestra una nomenclatura que describe el lugar donde se realizan las operaciones de mantenimiento.

Cuadro 26. Nomenclatura del lugar

LUGAR	CÓDIGO
Taller de mantenimiento Cargando S.A.	TMC

En el cuadro 27, se muestra nomenclatura que se usa en el departamento de logística, allí se muestran las letras D y L que significan departamento de logística.

Cuadro 27. Nomenclatura departamento

DEPARTAMENTO	CÓDIGO
Logística	DL

En el cuadro 28, se muestra la nomenclatura que se usa en los formatos de mantenimiento para todos los vehículos de la empresa, allí se muestran las letras G y M que significan gestión de mantenimiento.

Cuadro 28. Nomenclatura equipos

FORMATO	CÓDIGO
Mantenimiento	GM

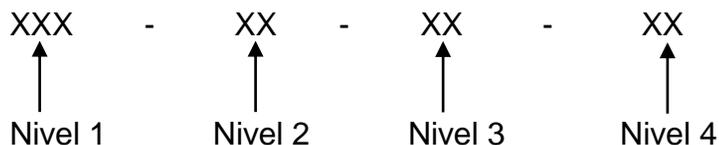
En los formatos de mantenimiento se lleva un número consecutivo de dos dígitos como se muestra en el cuadro 29.

Cuadro 29. Número consecutivo

FORMATO	CÓDIGO
Ficha técnica	01
Solicitud de servicio	02
Orden de trabajo	03
Hoja de vida	04
Puntos clave de inspección	05
Ruta de inspección	06
Puntos clave de lubricación	07
Carta de lubricación	08
Ruta de lubricación	09
Puntos clave de ajustes	10
Ruta de ajustes	11
Manual de procedimientos	12
Programación de mantenimiento	13
Lista de chequeo pre operacional	14

### 6.3 CODIFICACIÓN DE FORMATOS

En la codificación de los formatos se lleva a cabo una jerarquización que está compuesta por cuatro niveles donde;



Nivel 1: Indica el lugar al cual pertenece el documento

Nivel 2: Indica el departamento al cual pertenece el documento

Nivel 3: Indica el documento al cual se le hace referencia

Nivel 4: Número que hace referencia al nombre del documento

A continuación, se muestra un ejemplo de cómo se usa la codificación en una ficha técnica, que pertenece al departamento de logística y hace parte del taller de mantenimiento de Cargando S.A

TMC-DL-GM-01

En el cuadro 30, se evidencia toda la información codificada;

Cuadro 30. Codificación

LUGAR	DEPARTAMENTO	GESTIÓN	DOCUMENTO	CÓDIGO
TALLER MANTENIMIENTO CARGANDO S.A.	LOGÍSTICA	MANTENIMIENTO	Ficha técnica	TMC-DL-GM-01
			Solicitud de servicio	TMC-DL-GM-02
			Orden de trabajo	TMC-DL-GM-03
			Hoja de vida	TMC-DL-GM-04
			Puntos clave de inspección	TMC-DL-GM-05
			Ruta de inspección	TMC-DL-GM-06
			Puntos clave de lubricación	TMC-DL-GM-07
			Carta de lubricación	TMC-DL-GM-08
			Ruta de lubricación	TMC-DL-GM-09
			Puntos clave de ajustes	TMC-DL-GM-10
			Ruta de ajustes	TMC-DL-GM-11
			Manual de procedimientos	TMC-DL-GM-12
			Programación de mantenimiento	TMC-DL-GM-13
			Lista de chequeo pre operacional	TMC-DL-GM-14

## 7. CLASIFICACIÓN DE REPUESTOS

Uno de los gastos más importantes en el mantenimiento es el tema de los repuestos, ya que el costo de dichos repuestos puede ser igual o veces más costoso que la mano de obra. Por esto es importante hacer una clasificación de repuestos, para optimizar el costo que afecta la gestión de mantenimiento en la empresa, se requiere un stock adecuado de repuestos, teniendo en cuenta la necesidad que los vehículos requieran, ya sea mensual, trimestral, semestral o anual.

El objetivo de la clasificación de repuestos, es encontrar los repuestos que son necesarios e indispensables para tener en stock, de esta forma mejorar el tema de almacenamiento más organizado, y estable buscando reducir los costos por almacenamientos de repuestos.

### 7.1 CLASIFICACIÓN DE REPUESTOS

Los repuestos<sup>8</sup> se pueden clasificar de distintas maneras, para la empresa Cargando S.A. se clasificaron en la necesidad e importancia dentro del equipo, en importancia en tenerlo en stock, y por el tiempo y facilidad para su adquisición, a continuación, se detallará más a fondo la clasificación seleccionada.

En función a la responsabilidad dentro del equipo se dividen en 6 formas de evaluación para la clasificación de repuestos y son las siguientes.

- ❖ Piezas sometidas a desgaste; se consideran todas las piezas que sufren carga, que ayudan a la unión de piezas fijas y móviles, piezas que se encuentran en contacto con fluidos, estas piezas pueden ser fabricadas o Re manufacturadas con estándares de calidad
- ❖ Consumibles<sup>9</sup>; son aquellos que tienen menos de un año de vida útil en el equipo, que deben tener un kilometraje establecido de vida útil, ya que si no se tiene este control pueden generar grandes problemas en el funcionamiento correcto del equipo, además de esto tienden a tener un bajo costo
- ❖ Elementos de regulación y mando mecánico<sup>9</sup>; son los elementos que suelen controlar las diferentes funciones del equipo, su costo es considerable y suelen fallar por fatiga
- ❖ Piezas móviles<sup>9</sup>; transmiten el movimiento del equipo, suelen fallar por fatiga

---

<sup>8</sup> Santiago García Garrido. Organización y gestión integral de mantenimiento. España; Ediciones Díaz de Santos, 2004. Pág.120

<sup>9</sup> \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_. Pág. 121

- ❖ Componentes eléctricos<sup>9</sup>; fallan por sobre tensión, calentamiento o corto circuito, estas fallas suelen ocurrir por condiciones de trabajo extremas, humedad, temperatura, o condiciones atmosféricas variables
- ❖ Piezas estructurales<sup>9</sup>; difícilmente fallan, al trabajar en condiciones inferiores a su capacidad

En función de tener en stock:

- ❖ Repuesto A<sup>9</sup>; son todos aquellos repuestos que se deben tener necesariamente en el stock de la empresa, ya que al momento de necesitarse deben estar en el almacén para no generar un alto impacto en la producción
- ❖ Repuesto B<sup>9</sup>; son los repuestos de los cuales se deben tener precisión para encontrar en el momento que se necesiten, contacto con el proveedor y tiempos de entrega, por eso no es necesario su almacenaje.
- ❖ Repuesto C<sup>9</sup>; son aquellos repuestos que no generan mayores inconvenientes cuando se necesiten ya que no afectan la operatividad del vehículo.

Por su tiempo y fácil adquisición:

- ❖ Pieza estándar<sup>9</sup>; son aquellos repuestos que se pueden conseguir por el fabricante o por cualquier otro proveedor
- ❖ Pieza específicas del fabricante<sup>9</sup>; son los repuestos que tienen especificaciones únicas y que solo pueden ser provisionadas por el fabricante
- ❖ Pieza específica bajo medida<sup>9</sup>; son los repuestos que pueden ser mandados a fabricar con el plano de la pieza en cualquier taller

En la empresa Cargando S.A. la clasificación de repuestos basados en el tipo de clasificación que se puede tener para los repuestos se decidió realizar la clasificación de repuestos en función de tener en stock. A partir de realizar diferentes consultas en el área de compras y al jefe de mantenimiento, para conocer los repuestos con uso más frecuente y cuales se deben mantener en stock. Se realizó la siguiente clasificación.

En el cuadro 31 se mostrarán los repuestos más usados para los vehículos que se encontraron críticos en la empresa Cargando S.A. durante un año, los datos fueron suministrados por el departamento de compras.

Cuadro 31. Clasificación de repuestos

DESCRIPCION	REFERENCIA	CLASIFICACIÓN
ABRAZADERAS	T-507	B
ABRAZADERAS	T-511	B
ABRAZADERAS	T-512	B
ABRAZADERAS	T-510	B
ABRAZADERAS	T-515	B
ABRAZADERAS	MT-CTC-300	B
ABRAZADERAS	MT-CTC-450	B
ABRAZADERAS	T-519	B
ABRAZADERAS	T-518	B
ABRAZADERAS DOBLE TORNILLO	2"	A
ABRAZADERAS DOBLE TORNILLO	3"	A
ABRAZADERAS DOBLE TORNILLO	4"	A
ACEITE MOTOR	MOBIL DELVAC 15W/40	A
ACEITE MOTOR	CHEVRON 15W/40	A
ACEITE DIFERENCIALES	GEAR ESI SAE 85W/140	A
ACEITE TRANSMISIONES	TRANSFLUID CHEVRON	A
ACOPLE TIPO A HEMBRA	3"	B
ACOPLE TIPO A MACHO	4"	B
ACOPLE TIPO A MACHO	3"	B
ACOPLE UNION	4"	B
ACOPLE UNION	3"	B
ALTERNADORES		A
AMORTIGUADOR	10679	A
AMORTIGUADOR	85070	A
AMORTIGUADOR	H205 F1	A
AMORTIGUADOR	85918	A
AMORTIGUADOR	85724	A
AMORTIGUADOR	85909	A
AMORTIGUADOR	83008	A
AMORTIGUADOR	83038	A
BALINERA	6202 NTN	A
BALINERA	6305 SKF	A
BALINERA	6202 NACHI QUEST	A
BALINERA	30BD40T NSK	A
BOLSA DE SUSPENSIÓN (BOMBONA)	8085	B
BOLSA DE SUSPENSIÓN (BOMBONA)	9580	B
BOLSA DE SUSPENSIÓN (BOMBONA)	7795	B
BOLSA DE SUSPENSIÓN (BOMBONA)	1R12-603	B

Cuadro 31. (Continuación)

DESCRIPCION	REFERENCIA	CLASIFICACIÓN
BOMBILLOS	158 CAJA *10	A
BOMBILLOS	1034 CAJA *10	A
BOMBILLOS	TRISETA 7570	A
BOMBILLOS	H27 SYLVANIA CAJA * 10	A
BOMBILLOS	9006	A
BUJE ESTRIADO	NEW WAY	C
BUJE QUINTARUEDA ESCUALIZABLE	HOLLAND	C
CABLE 7 VIAS	HELLA	A
CAMARA DE FRENOS	WABCO	A
CANCADO	MERITOR R8031130	A
CANDADO	R 82 4007	A
CANDADO	WAKN 44041	A
CANDADO	WAKN 44061	A
CHUMASERA	P211	B
CONECTOR CABLE 7 VIAS HEMBRA	HELLA	A
CONECTORES 7 VIAS MACHO	HELLA	A
CONTROL DIRECCIONALES	FREIGHLINER	B
CORAZA	3/8 ROLLO * 50 MTS	C
CORAZA	1/4 ROLLO * 50 MTS	C
CORAZA	5/16 ROLLO * 50 MTS	C
CORBATIN TEMPLETE	FREIGHLINER	A
CORBATIN TEMPLETE DIFERENCIAL	NEW WAY	A
CORREA	8PK1435	A
CORREA	20804-0008	A
CORREA	3605646C1	A
CORREA	17510	A
CORREA	8PK1460	A
CORREA	12PK2210	A
CORREA	10PK1370	A
CORREA	6PK1160	A
CORREA	8PK1425	A
CRUCETA	SPICER	A
CRUCETA TOMAFUERZA	ALLOY	A
CRUCETA TOMAFUERZA	GND	A
CRUCETA TOMAFUERZA	PRESICION	A
CRUCETA TOMAFUERZA	TOYO	A
ELEVADORES	BOSCH	A

Cuadro 31. (Continuación)

DESCRIPCION	REFERENCIA	CLASIFICACIÓN
ELEVADORES	HELLA	A
ELEVADORES FREIGHTLINER	HELLA	A
EMPAQUE	9417	B
EMPAQUE ACOPLE	4"	B
EMPAQUE ACOPLE	3"	B
ESPARRAGO ESTRIA FINA	3.1/2"	C
ESPARRAGO ESTRIA ORDINARIA	3"	C
EXTINTOR	10 LBS	A
EXTINTOR	20 LBS	A
FILTRO DE COMBUSTIBLE PRINCIPAL	ALLIANZ	A
FILTRO DE LA TRAMPA	FS19624	A
FILTRO DE AIRE PRINCIPAL	AF26103	A
FILTRO DE AIRE SECUNDARIO	AF26268	A
FILTRO DE AIRE ACONDICIONADO	DONP 614221	A
FILTRO DE ACEITE	LF9080	A
FILTRO DIFERENCIALES	P550008	A
FILTRO DE AGUA	AW 20-10	A
FILTRO ACEITE	P552100	A
FILTRO AIRE ACONDICIONADO	FREIGHTLINER	A
FILTRO AIRE MOTOR	P527682	A
FUSIBLES	10 AMPERIOS	A
FUSIBLES	15 AMPERIOS	A
FUSIBLES	20 AMPERIOS	A
FUSIBLES	30 AMPERIOS	A
GOBERNADOR	275491 BENDIX	A
GRAPAS	7/8 * 5 * 13	B
GRASA SINTETICA	GREASE ESI CHEVRON	A
GRASA MINERAL	GRASA MINERAL	A
HIDRAULICO EN CUARTOS	MOBIL ATF D/M	A
INYECTOR DETROIT	DETROIT	B
JUEGO DE PLUMILLAS	22"	C
JUEGO DE PLUMILLAS	14"	C
KIT ANTIDERRAMES		B
LICUADORAS	BOSH	C
LIQUIDO PARA FRENOS	MOBIL	A
MANGUERAS CONEXIÓN AIRE TRÁILER	FREIGHTLINER	B
MANOMETROS	FREIGHTLINER	B
MEDIALUNA CAUCHO	HOLLAND	B

Cuadro 31. (Continuación)

DESCRIPCION	REFERENCIA	CLASIFICACIÓN
MEDIALUNA TEFLON	HOLLAND	B
MINIFUSIBLES	10 AMPERIOS	A
MINIFUSIBLES	15 AMPERIOS	A
MINIFUSIBLES	20 AMPERIOS	A
MINIFUSIBLES	30 AMPERIOS	A
MODULO MOTOR	DETROIT	B
PASADOR QUINTARUEDA	HOLLAND	B
PERA BARRA DE CAMBIOS	SPICER	A
PISTOLA Y MANGUERA AIRE CABINA	FREIGHTLINER	C
PITO DE REVERSA	HELLA	B
PORTAFUSIBLES	HELLA	A
REGULADOR	D4152	A
RESORTE BANDA DOBLE	INCOLBEST	A
RESORTE TIPO CANGREJO	INCOLBEST	A
RETENEDOR	470163 NATIONAL	B
RETENEDOR	20001	B
RETENEDOR	20003	B
RETENEDOR	46841	B
RETENEDOR YOKE	2729	B
RETENEDOR YOKE	2728	B
RODILLO CON PISTA	SKF SET 401	B
RODILLO CON PISTA	SKF SET 403	B
RODILLO CON PISTA	TIMKEN SET 401	B
RODILLO CON PISTA	TIMKEN SET 403	B
SENSOR CUENTAKILOMETROS	FREIGHTLINER	B
SOLENOIDE	DETROIT	B
SOLENOIDE PARA MOTOR DE PARTIDA	DETROIT	B
SOPORTE DELANTERO MOTOR	DETROIT FREIGHTLINER	A
SOPORTE TRASERO MOTOR	FREIGHTLINER	A
SOSPORTE CABINA	FREIGHTLINER	A
TERMINALES	1/4 PAQU. * 100	A
TERMINALES	3/8 PAQU. * 100	A
TERMINALES	5/16 PAQU. * 100	A
TERMINALES	1/ PAQU. * 100	A
TERMINALES DE ENCHUFE PLANO HEMBRA	PAQU. * 100	A
TERMINALES DE ENCHUFE PLANO MACHO	PAQU. * 100	A
TERMINALES DE TUBO HEMBRA	PAQU. * 100	A

Cuadro 31. (Continuación)

DESCRIPCION	REFERENCIA	CLASIFICACIÓN
TERMINALES DE TUBO MACHO	PAQU. * 100	A
TOPE PARA QUINTA RUEDA ESCUALIZABLE	FREIGHLINER	B
TURBO	GARRETT	B
UNIDADES ALOGENAS	HL106	B
UNIDADES LICUADORAS	GROTE	B
VALVULA	SEALCO	A
VALVULA DE AIRE SOLENOIDE	FREIGHLINER	A
VALVULA DE SEGURIDAD	2180 DIXON	A
VALVULA SPLITTER	FREIGHLINER	A

Después de realizar la clasificación de los repuestos, se sugiere comprar un software para el inventario de repuestos, para tener un control de la cantidad de repuestos y así disminuir los costos de repuestos que tiene la empresa. Con el control de repuestos se pueden tener otras opciones de compra de repuestos, como tener en consignación, como lo ofrecen los grandes los almacenes de repuestos y así llegar a acuerdos con proveedores que favorezcan la gestión de repuestos en la empresa.

## 8. EVALUAR LAS CONDICIONES DE GESTIÓN AMBIENTAL

Cargando S.A. está comprometida con el medio ambiente, por eso siempre busca emitir el mínimo de producción de desechos que afecten al medio ambiente. Siempre buscando ser una empresa con compromiso humano y medio ambiental, la empresa se ha comprometido a;

- ❖ Desde la inducción del manejo de sus operarios para emitir el mínimo consumo de combustible
- ❖ El manejo de residuos peligrosos y altamente contaminantes
- ❖ El consumo mínimo en sus instalaciones físicas
- ❖ La inversión en energías renovables, como energía solar
- ❖ Control de grasas y arenas
- ❖ Campañas de reforestación

Son algunas de los compromisos del medio ambiente de la empresa.

### 8.1 RESIDUOS PELIGROSOS

La empresa se rige bajo una normatividad urbana, y debe seguir todas las leyes que se presentan dentro el círculo urbano y nacional, de la misma forma debe cumplir unas normas que se encuentran en el decreto 4741 del año 2.005, capítulo 3, artículo 10. A continuación se describirán cada una de las obligaciones que debe tener la empresa dentro el manejo de residuos peligrosos.

- ❖ Garantizar la gestión y manejo integral de los residuos o desechos peligrosos que genera
- ❖ Elaborar un plan de gestión integral de los residuos o desechos peligrosos que genere tendencia a prevenir la generación y reducción en la fuente, de la misma forma, minimizar la cantidad y peligro de los mismos. En este plan deberá igualmente documentarse el origen, cantidad, características de peligrosidad y manejo que se dé a los residuos o desechos peligrosos.
- ❖ Identificar las características de peligrosidad de cada uno de los residuos o desechos peligrosos que genere, para lo cual podrá tomar como referencia el procedimiento establecido en el artículo 7º del presente decreto, sin perjuicio de lo cual la autoridad ambiental podrá exigir en determinados casos la caracterización físico-química de los residuos o desechos si así lo estima conveniente o necesario

- ❖ Garantizar el envasado o empacado, embalado y etiquetado de sus residuos o desechos peligrosos se realicen conforme a la normativa vigente
- ❖ Dar cumplimiento a lo establecido en el decreto 1609 de 2.002 o aquella norma que lo modifique o sustituya, cuando remita residuos o desechos peligrosos para ser transportados
- ❖ Registrarse ante la autoridad ambiental competente por una sola vez y mantener autorizada la información de su registro anualmente, de acuerdo con lo establecido en el artículo 27 del presente decreto
- ❖ Capacitar al personal encargado de la gestión y el manejo de los residuos o desechos peligrosos en sus instalaciones, con el fin de divulgar el riesgo que estos residuos representan para la salud y el ambiente, además, brindar el equipo para el manejo de estos y la protección personal necesaria para ello
- ❖ Numerar con un plan de contingencia actualizado para atender cualquier accidente o eventualidad que se presente y contar con un personal preparado para su implementación. En caso de tratarse de un derrame de estos residuos el plan de contingencia debe seguir los lineamientos del decreto 321 de 1999 por el cual se adopta el plan nacional de contingencia contra derrame de hidrocarburos, derivados y sustancias nocivas en aguas marinas, fluviales y lacustres o aquel que lo modifique o sustituya y para otros tipos de contingencias, el plan deberá estar articulado con el plan local de emergencias del municipio
- ❖ Conservar las certificaciones de almacenamientos, aprovechamiento, tratamiento o disposición final que emitan los respectivos receptores, hasta por un tiempo de cinco (5) años
- ❖ Tomar todas las medidas de carácter preventivo o de control previas al cese, cierre, clausura o desmantelamiento de su actividad con el fin de evitar cualquier episodio de contaminación que pueda presentar un riesgo a la salud y al ambiente, relacionado con sus residuos o desechos peligrosos
- ❖ Contratar los servicios de almacenamiento, aprovechamiento, recuperación, tratamiento y/o disposición final, con instalaciones que cuenten con la licencias, permisos, autoridades o demás instrumentos de manejo y control ambiental a que haya lugar, de conformidad con la normatividad ambiental vigente
- ❖ Las obligaciones anteriores son tomadas literalmente del decreto ya que se debe tener completa claridad sobre la actuación de la empresa con respecto al manejo de los desechos peligrosos provocados por su actividad

## 8.2 IMPACTO AMBIENTAL

El impacto ambiental es un aspecto a tener en cuenta para la empresa, pues busca ser una empresa amigable con el medio ambiente, por estos motivos se usa la matriz de Leopold con las características que relacionan las actividades que pueden causar un impacto ambiental ubicado en el eje horizontal, y las condiciones ambientales que pueden verse afectadas por dichas actividades, ubicadas en el eje vertical.

Se realizó la evaluación en conjunto con personal de mantenimiento y de HSEQ de la empresa, asignando una calificación entre 0 y 10, siendo cero (0) la menor calificación y diez (10) la mayor calificación, acompañado de un signo menos (-) si es de carácter negativo, o si es de carácter positivo solo ira ubicado el valor, para el valor ubicado en la esquina superior izquierda. Mientras que en la esquina inferior derecha se asignaron valores entre cero y diez, para determinar la importancia.

En el cuadro 32 se muestra la matriz de impacto correspondiente a la empresa Cargando S.A.





A partir del resultado de la matriz de Leopold, la empresa ha buscado mejor sus sistemas de reciclaje y de manejo de desechos producidos por la misma. Primero se busca organizar el manejo de basuras, dividiendo en los materiales que son reciclables y los que no; se busca la forma de mejorar el sistema de impacto ambiental con los filtros de lubricantes, con el que hoy no cuenta.

Para el manejo de los residuos de llantas se realiza una recolección y se busca una entidad avalada que tenga los certificados para el manejo de estos residuos y se contacta a la empresa Mundolimpio S.A. para que se le den buen manejo y uso a estos residuos.

## 9. BASES DE DATOS DE MANTENIMIENTO

Para el correcto manejo de la información desarrollada por los proyectistas en los capítulos 4 y 5, donde se describen varios formatos de mantenimiento, es necesario usar una herramienta informática pues tener estos formatos en hojas físicas pueden ser susceptibles de extravíos y pérdidas por parte de los operarios de mantenimiento.

Con el fin de evitar estos inconvenientes y tener fácil acceso a el historial y los procedimientos de los equipos, además de poder hacer análisis concretos y rápidos se implementa un programa informático usando una de las herramientas disponibles de Microsoft.

### 9.1 DISEÑO DE LA BASE DE DATOS

En la base de datos están disponibles los siguientes formatos: Fichas técnicas, Solicitudes de servicio, Ordenes de trabajo y las Hojas de vida desarrollados en el capítulo 4, también están los Puntos clave de inspección y sus respectivas rutas, Puntos clave de lubricación con las cartas y las rutas respectivas y los Puntos clave de ajustes con las rutas aplicadas en los vehículos desarrollados en el capítulo 5 del presente proyecto.

La base de datos realizada por los proyectistas se desarrolló por medio del programa Microsoft Excel, por la facilidad de procesar y almacenar datos como operaciones aritméticas que permiten obtener información detallada de los vehículos, además de la disponibilidad de realizar formatos con distintos propósitos, y llevar archivos históricos de todos los procedimientos que permiten ejercer acciones oportunas y rápidas en los equipos de la empresa.

Para el diseño de la base de datos se inicia por un menú principal donde están los formatos descritos anteriormente, luego por unos hipervínculos se conectan los formatos con el menú principal donde el operario puede desplazarse por cada uno de los vehículos registrados en la base de datos; allí se incluye la información que se usará, donde se registra de manera ordenada y consecutiva para ponerla a disposición de la empresa.

### 9.2 EMPLEO DE LA BASE DE DATOS

En el escritorio del Subgerente de mantenimiento de la empresa, está el acceso directo que abre el archivo de Excel, al ejecutarse se muestra el listado de equipos al que se quiere acceder al historial de mantenimiento, además de todas las operaciones y formatos disponibles. Para una correcta operación los proyectistas realizaron una pequeña capacitación en el manejo de la base de datos.

9.2.1 Menú principal. El inicio muestra al operario las distintas opciones a las que puede acceder con solo hacer clic izquierdo sobre el botón de la operación que quiere consultar o modificar.

Figura 4. Menú principal



9.2.2 Listado de equipos. A continuación, se muestra el listado de los vehículos, los cuales se pueden seleccionar para modificar las distintas opciones mostradas en el menú principal.

Figura 5. Listado de equipos



9.2.3 Submenú Ficha técnica. Este botón redirige al operario a las especificaciones de fábrica del vehículo solicitado.

Figura 6. Base de datos Ficha técnica

FICHA TÉCNICA					
		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		GM-FO-01	
				Edición N° 001/16	
				Fecha: enero 2016	
DATOS GENERALES					
Fecha de adquisición	12/03/2011				
Proveedor	Navitrans				
Código	54-00062-1901120629				
Placa	TAU629				
Línea	T600B				
Modelo	2011				
N° de motor	79506850				
N° de chasis	590275				
CARACTERÍSTICAS GENERALES					
N° de ejes	3			<b>CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR</b>	
N° de llantas	10				
Dimensiones de llantas	295/80 r 22,5"				
Longitud total	8030 mm				
Longitud total	8030 mm			Marca	Cummins
Ancho total	2934 mm			Referencia	ISX
Tracción	Trasera			Potencia máxima	400 HP
Peso bruto	9300			RPM a máxima potencia	1800 rpm
<b>CARACTERÍSTICAS EJE DELANTERO</b>				N° de cilindros	6
				Disposición	En línea
Marca	Hendrickson			Desplazamiento	24966 cm3
Referencia	Dana			Combustible	Diésel
Capacidad máxima	14000 lb			Tipo aspiración	Turbo-Cargado
Capacidad suspensión	40"			Emisiones	Euro III
<b>CARACTERÍSTICAS EJE TANDEM TRASER</b>				<b>CARACTERÍSTICAS DEL LA CAJA</b>	
Referencia	HAS460-55			Marca	Eato Fuller
Capacidad máxima	46000 lb			Referencia	Fuller RTO
Capacidad suspensión	55"			Tipo	Manual
				N° de cambios	18 velocidades

9.2.4 Submenú Solicitud de servicio. Esta opción se diligencia cuando se necesita generar o modificar un determinado trabajo en un equipo. Ese submenú cuenta al final del mismo dos botones, al hacer clic en el izquierdo este se redirige al menú principal, el derecho permite crear una nueva solicitud de servicio.

Figura 7. Base de datos Solicitud de servicio

SOLICITUD DE SERVICIO						
		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO			GM-FO-02	
					Edición N° 005/16	
					Fecha: enero 2016	
FECHA SOLICITUD						
Día	Mes	Año	Hora	Nombre del Conductor		
15	02	2016	8:00 a.m.	Fernando López		
EQUIPO						
Marca	Placa	Código		Kilometraje		
International	TAU629	54-00062-1901120629		389512 Km		
TIPO DE MANTENIMIENTO						
Descripción falla			Ruidos extraños en el motor			
Observaciones						

9.2.5 Submenú Orden de trabajo. Al seleccionar este botón se genera un formato de nueva orden, donde se especifica el trabajo que debe llevarse a cabo en cada equipo de la empresa que se dirige a mantenimiento. Ese submenú cuenta al final

del mismo dos botones, al hacer clic en el izquierdo este se redirige al menú principal, el derecho permite crear una nueva orden de trabajo.

Figura 8. Base de datos Orden de trabajo

<b>ORDEN DE TRABAJO</b>							
		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO			GM-FO-12		
					Edicion N° 001/16		
					Fecha: Febrero 2016		
<b>Solicitud de Trabajo N°</b>		003		<b>Orden de Trabajo N°</b>		0010	
<b>Equipo</b>	Tracto camión	<b>Código</b>	54-00169-230902422		<b>Placa</b>	XJB422	
<b>Km/Horas</b>	630,426		<b>Fecha Solicitud de Trabajo</b>		9/02/2016		
<b>Fecha Ejecución</b>	11/02/2016			<b>Hora Inicio</b>	8:00 a. m.		
<b>Fecha Finalización</b>	11/02/2016			<b>Hora Finalización</b>	10:00 a. m.		
<b>Tipo de Personal</b>	Interno	x		<b>Tipo de Mantenimiento</b>	Correctivo		
	Externo				Predictivo	x	
<b>Sistema</b>	lubricación			<b>Tipo de Mantenimiento</b>	Preventivo		
<b>Materiales Requeridos</b>				<b>Materiales Utilizados</b>			
No	CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	No	CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD
1	5693	llave de filtros	1	1	5693	llave de filtros	1
2	4724	llave exagonal tapon	1	2	4724	llave exagonal tapon	1
3	4682	paños de limpieza	3	3	4682	paños de limpieza	1
<b>Repuestos Requeridos</b>				<b>Repuestos Utilizados</b>			
No	CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	No	CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD
1	6375	aceite chevron 15w40	16 gal	1	6375	aceite chevron 15w40	12 gal
2	8358	filtro aceite LF9080	1	2	8358	filtro aceite LF9080	1
<b>Mano de Obra Requeridos</b>				<b>Mano de Obra Utilizados</b>			
NIVEL	NOMBRES MECANICOS		TIEMPO	NIVEL	NONBRES MECANICOS		TIEMPO
1	Fernando Viancha		40	1	Fernando Viancha		20
<b>Costos Totales</b>							
COSTOS REPUESTOS		COSTOS MATERIALES		COSTOS MANO DE OBRA		TIEMPO TOTAL	
450,000		20,000		1,500		2 Hr	
COSTOS TOTALES							
OBSERVACIONES							
<b>Realizado por</b>		<b>Revisado por</b>		<b>Recibido por</b>			
Fernando Viancha		Fredy Rincon		Belisario Plazas			
CARGO		CARGO		CARGO			
Mecanico		Supervisor Mantenimiento		Operario			



9.2.6 Submenú Hoja de vida. Al dar clic en este botón se despliega la opción donde se diligencian todos los datos importantes del equipo al que se le va a realizar determinado mantenimiento. Ese submenú cuenta al final del mismo dos botones, al hacer clic en el izquierdo este se redirige al menú principal, el derecho permite crear una nueva orden de trabajo.



## 10. IMPLEMENTACIÓN E INDICADORES DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

La implementación del plan de mantenimiento se realizó a partir del 1 de febrero del 2016, donde se llevó a cabo una capacitación acerca del manejo y el diligenciamiento de los cuatro formatos presentados en el capítulo 4 del presente proyecto, estos son; la ficha técnica, solicitud de servicio, orden de trabajo y la hoja de vida. Desde el primer día de la implementación del plan, se han realizado dos visitas a la planta ubicada en Nobsa, para tener seguridad de que se están utilizando y diligenciando los formatos de forma correcta y ordenada y que se consultan los puntos clave de inspección, lubricación y ajuste a la hora de realizar los mantenimientos programados.

### 10.1 PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTO

Es importante dejar estipulado las actividades próximas e importantes a realizar en la empresa Cargando S.A., para cumplir con este propósito se elaboró una programación para las labores teniendo en cuenta los kilometrajes de los vehículos y consultando los manuales de mantenimiento que entregan las empresas al comprar los automotores.

La programación se divide en dos partes, la primera indica los procedimientos, inspecciones y cambios menores que deben realizarse en los vehículos que tengan menos 350.000 kilómetros. La segunda parte se realizan solo procedimientos y cambios mayores o en su defecto reparaciones en vehículos cercanos o iguales a los 400.000 kilómetros.

En el cuadro 33, se muestra la programación realizada por los proyectistas.

Cuadro 33. Programación de mantenimiento

 PROGRAMACIÓN DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		TMC-DL-GM-013
		Edición N° 001/16
		Fecha: enero 2016
<b>NIVEL 1 DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO ANTES DE 350.000 KM</b>		
Parte		Actividad
<b>Entre 7,000 km y 9,000 km</b>		
Engrase general		Realizar
<b>Entre 18,000 km y 22,000 km según muestras de aceite – Motor Detroit y ISX se retira+</b>		
Aceite Mobil 15W40 y filtro de motor		Cambiar
Agua y sedimentos del tanque de combustible		Drenar
Mangueras y abrazaderas		Inspeccionar
<b>Cada 60.000Km y 70.000 Km</b>		
Aceite sintético 5W40 aplica para los vehículos con menos de 100.000 Km		
OBSERVACIONES: En el aceite sintético cada 18.000 km se cambian filtros de aceite y se toma una muestra para enviar a análisis en laboratorio.		

Cuadro 33. (Continuación)

	PROGRAMACIÓN DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	TMC-DL-GM-013
		Edición N° 001/16
		Fecha: enero 2016
<b>Cada 10.000 km</b>		
se debe tomar muestra de aceite para análisis en laboratorios de aceites certificados		
<b>Entre 16,000 km y 17,000 km según muestras de aceite – Motor ISM</b>		
Aceite y filtro de motor		Cambiar
Agua y sedimentos del tanque de combustible		Drenar
Mangueras y abrazaderas		Inspeccionar
<b>FILTRO DE COMBUSTIBLE</b>		
Filtro interno (Combustible) a 50.000 Km Motor ISX		Reemplazar
Filtro externo (Separador agua) a 15.000 Km Motor ISX		Reemplazar
Filtro interno (Combustible) a 15000 Km Motor Detroit		Reemplazar
Filtro externo (Separador agua) a 30.000 Km Motor Detroit		Reemplazar
<b>FILTRO DE REFRIGERANTE</b>		
Filtro interno motor a 100.000 Km Motor ISX y Detroit		Reemplazar
<b>Cada 40.000 km</b>		
Filtro de aire motor		Reemplazar
<b>Cada 60.000 Km</b>		
Filtro de Peter motor ISX		Reemplazar
<b>Cada 100.000 km</b>		
Aceite diferencial		Inspeccionar y análisis en laboratorio
Aceite Transmisión		Inspeccionar y análisis en laboratorio
Rodamientos		Inspeccionar
Resortes y rodajas de frenos		Inspeccionar y/o cambiar
Cauchos hombros quinta rueda		Cambiar
Sensor Térmico		Inspeccionar
Mangueras y abrazaderas, sistemas de refrigeración del motor		Inspeccionar
Sistemas de tubos de escape(exosto)		Inspeccionar
Sistema radiador y sistema refrigeración motor		Inspeccionar
Turbo		Inspeccionar
Mangueras y abrazaderas del turbo, combustible y sistema de aire		Inspeccionar
Muelles cabezote		Inspeccionar
Quinta rueda		Inspeccionar y certificar con luz negra
Bujes, templetos, diferenciales		Inspeccionar
<b>Cada 50.000 km</b>		
Llantas		Inspeccionar
<b>Cada 250,000 km</b>		
Ajuste de freno de motor y calibración de válvulas		Inspeccionar
Inyectores		Inspeccionar
Compresor de aire		Inspeccionar
<b>Cada 150,000 km</b>		
Accesorios de cabina		Inspeccionar
Sistema de embrague		Inspeccionar

Cuadro 33. (Continuación)

	PROGRAMACIÓN DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	TMC-DL-GM-013
		Edición N° 001/16
		Fecha: enero 2016
<b>Cada 200,000 km</b>		
Caja dirección		Inspeccionar
Cauchos vigas suspensión		Inspeccionar
<b>Cada 280,000 km</b>		
Crucetas		Cambiar
<b>Cada 300,000 km</b>		
Motor		Inspeccionar/ajustar válvulas
Sistema de frenos		Inspeccionar y/o cambiar
Bastidores chasis		Inspeccionar
Transmisión		Inspeccionar y/o reparar
<b>NIVEL 2 DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO - CADA 350,000 KM</b>		
Intercooler		Inspeccionar
Refrigerante		Cambiar
Termostato de agua del sistema de enfriamiento		Reemplazar
Fan closh		Inspeccionar
Radiador		Inspeccionar y sondear
<b>Cada 400,000 km</b>		
Pitos y Bocinas		Cambiar
Campanas de frenos		Cambiar
Raches de graduación de frenos		Cambiar
Soportería motor y caja		Cambiar

## 10.2 PARÁMETROS PREOPERACIONALES

Antes de iniciar un recorrido, todos los vehículos deben llenar una lista de chequeo para detectar posibles fallos o inconsistencias en los vehículos antes de iniciar un trayecto, en ella se especifica el nombre del operario, la fecha en la cual se emprende el viaje, la placa del vehículo y del remolque, y la ciudad de origen y su destino.

En el cuadro 34, se evidencia la lista que se realizó en conjunto con el subgerente de mantenimiento y los proyectistas.

Cuadro 34. Lista de chequeo

		LISTA DE CHEQUEO PRE OPERACIONAL				TMC-DL-GM-14	
						Edición N° 001/16	
CONDUCTOR						FECHA	
VEHÍCULO		TRAILER		ORIGEN		DESTINO	
PUNTOS A REVISAR		SI	NO	OBSERVACIONES			
LLANTAS (Revisar las llantas tanto del cabezote como del trailer)	Estado de los rines (golpeado)						
	Pernos (completos y apretados)						
	Labrado de las llantas - minimo 3mm						
	Revisión por cortaduras, golpes						
	Presión llantas - minimo 100 psi						
MOTOR (Solo aplica en inspección preoperacional)	Nivel agua radiador						
	Nivel agua parabrisas						
	Nivel aceite motor						
	Nivel aceite dirección						
	Estado de la batería						
	Estado de las correas y tensión						
	Fugas de líquidos en el piso						
CABINA	Estado exterior del vehículo						
	Luces delanteras (altas y bajas)						
	Luces traseras (incluye de freno)						
	Luces intermitentes y de cruce						
	Pito eléctrico						
	Pito de reversa						
	Pito de aire (cometa)						
	Espejos y vidrios (completos y limpios)						
	Placas						
	Indicadores de tablero instrumentos						
	Estado cuchillas limpia parabrisas						
	Aire acondicionado						
	Parasoles						
	Cinturones de seguridad retráctiles						
	Estado interno del vehículo (orden y aseo)						
	Cabina libre de carga suelta						
	Prueba freno de emergencia						
Prueba freno de servicio (pedal)							
EQUIPO DE CARRETERA	Caja de herramientas						
	Gato y palanca						
	Llanta de repuesto						
	Conos reflectivos						
	Linterna						
	Extintor 20 Lb - recargado			Fecha de Vencimiento: DD/MM/AA			
	Kit de investigación de accidentes						
	Botiquín de primeros auxilios						
ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL	Casco						
	Chaleco reflectivo						
	Guantes						
	Gafas de seguridad						
	Protectores auditivos						
	Mascarilla						
DOCUMENTOS	Botas de seguridad						
	Tarjeta de propiedad remolque (original)						
	Tarjeta de propiedad Cabezote (original)						
	SOAT						

Cuadro 34. (Continuación)

		LISTA DE CHEQUEO PRE OPERACIONAL		TMC-DL-GM-14	
				Edición N° 001/16	
				Fecha: mayo 2016	
PUNTOS A REVISAR		SI	NO	OBSERVACIONES	
DOCUMENTOS	Revisión técnico-mecánica				
	Certificado calibración válvula de seguridad				
	Poliza				
	Manifiesto de carga				
	Certificado de carencia				
	Licencia de conducción				
SEGURIDAD Y CONTROL	Caja interna cabina-herramienta				
	Caja interna cabina-silla al lado del conductor				
	Compartimientos superiores de la cabina				
	Caja interna trailer				
	Inspeccion estructura tolva				
	Compartimiento del motor				
	Defensa delantera				
	Area de enganche del trailer				
	Tanques de combustible				
	Estructura del chasis y cajuelas				
	Llanta de repuesto				
	Cuerdas de Amarre (Carpa)				
VERIFICACION EN RUTA	Uso del cinturón de seguridad				
	Resultado prueba de alcoholimetría (indique el valor)				
	Revisión del equipaje				
¿El vehículo se encuentra operacional y seguro para realizar el viaje?				SI	NO
Responsable inspeccion		Responsable vehiculo			

Para realizar un buen mantenimiento en una empresa, es necesario tener en cuenta unas variables que permiten tener un mejor proceder en el funcionamiento del mantenimiento en Cargando S.A., por lo tanto, se manejan unos indicadores de gestión del mantenimiento que aportan información vital para tomar decisiones a la hora de mantener los equipos, ya sea un procedimiento correctivo, preventivo o predictivo; estos indicadores son, disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad.

### 10.3 DISPONIBILIDAD

Es la capacidad<sup>10</sup> de una entidad para desarrollar su función en un determinado momento, o durante un determinado periodo de tiempo, en condiciones y rendimientos definidos. La disponibilidad de una entidad no implica necesariamente que esté funcionando, sino que se encuentre en condiciones de funcionar.

Para calcular la disponibilidad se debe emplear la siguiente ecuación;

<sup>10</sup> Seguridad de funcionamiento y calidad de servicio, mantenimiento, terminología. Guía técnica colombiana GTC 62, ICONTEC, pág. 6

$$\text{Disponibilidad} = \left( \frac{\text{TPEF}}{\text{TPEF} + \text{TPRF}} \right) * 100$$

Donde;

TPEF = Tiempo promedio entre fallas

TPRF = Tiempo promedio para reparar fallas

#### 10.4 CONFIABILIDAD

Es la capacidad<sup>11</sup> de una entidad para efectuar su función específica en unas condiciones y con un rendimiento definidos durante un periodo de tiempo determinado. Puede expresarse como la probabilidad de que funcione correctamente en las condiciones operativas de diseño durante un determinado periodo de tiempo.

Para calcular la confiabilidad se debe emplear la siguiente ecuación;

$$\text{Confiabilidad} = \frac{\text{Tiempo Total} - \sum \text{Tiempo de inactividad}}{\text{Número de fallas}}$$

#### 10.5 MANTENIBILIDAD

Es una condición<sup>12</sup> dada de utilización, la aptitud de un dispositivo para ser mantenido o restablecido al estado en el que pueda cumplir su función requerida, cuando el mantenimiento se cumple en las condiciones dadas, con los procedimientos y medio prescritos.

Para calcular la confiabilidad se debe emplear la siguiente ecuación;

$$\text{Mantenibilidad} = \frac{\sum \text{Tiempo de reparaciones}}{\text{Número de fallas}}$$

#### 10.6 CÁLCULO DE INDICADORES

Para el cálculo de los indicadores de gestión se utilizaron todos los equipos críticos que se describen en el capítulo 3 del presente trabajo, es importante llevar una continuidad en el proceso de calcular la gestión del mantenimiento. Esto con el fin de tener claridad en la interpretación de los resultados. A modo de ejemplo el cálculo de los indicadores de se realizaron en un tracto-camión.

---

<sup>11</sup> ----- . ----- . pág. 6

<sup>12</sup>Seguridad de funcionamiento y calidad de servicio, mantenimiento, terminología. Guía técnica colombiana GTC 62, ICONTEC, pág. 9

En primer lugar, se calcula la disponibilidad del equipo requerido reemplazando los datos suministrados por la empresa;

$$\text{Disponibilidad} = \left( \frac{150 \text{ Horas}}{(150 \text{ Horas} + 20 \text{ Horas})} \right) * 100 = 88,2 \%$$

Realizando el mismo procedimiento se halla la confiabilidad;

$$\text{Confiabilidad} = \frac{1350 \text{ Horas} - \sum 130 \text{ Horas}}{3} = 406,7 \text{ Horas}$$

Por último y se calcula la mantenibilidad del tracto-camión;

$$\text{Mantenibilidad} = \frac{\sum 130 \text{ Horas}}{3 \text{ Horas}} = 43,33 \text{ Horas}$$

## 10.7 RESULTADOS DE LOS INDICADORES

Para realizar un análisis correcto de los datos obtenidos al finalizar los cálculos de los indicadores, se debe tener en cuenta los resultados de los indicadores antes de la implementación del proyecto de mantenimiento, todo proveniente de los datos recolectados por la empresa y los proyectistas.

La empresa Cargando S.A. antes de la implementación no tenía documentadas las fallas o los tiempos de parada ni de reparaciones, ni cronogramas de actividades o procesos próximos a ejecutar o por lo menos datos históricos concretos de los mismos; por lo tanto, para el cálculo de estos indicadores se hizo un registro de información por medio de los operadores de los vehículos y los mecánicos dentro de la entidad, dada su experiencia y pertinente manejo de los procesos de mantenimiento.

Los cálculos de los indicadores de gestión se realizaron en los 20 vehículos críticos que se muestran en el capítulo 3 del presente proyecto, correspondiente al 8% del total de los equipos pertenecientes a la organización.

Indicadores antes del proyecto. La recolección de datos inició a principios de noviembre del año 2.015, donde se tomaron los tiempos de parada y de reparación, en horas y el número de fallas, donde permite tener una claridad del estado de los equipos antes de la implementación del plan de mantenimiento.

En las siguientes figuras se muestran los indicadores de disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad de uno de los equipos críticos.

Figura 10. Disponibilidad tracto-camión antes de la implementación

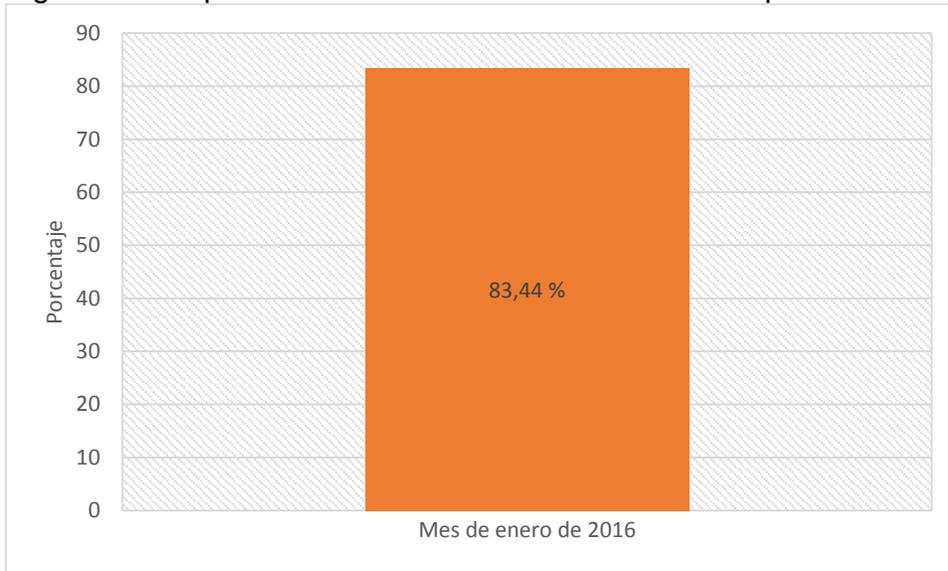


Figura 11. Confiabilidad tracto-camión antes de la implementación

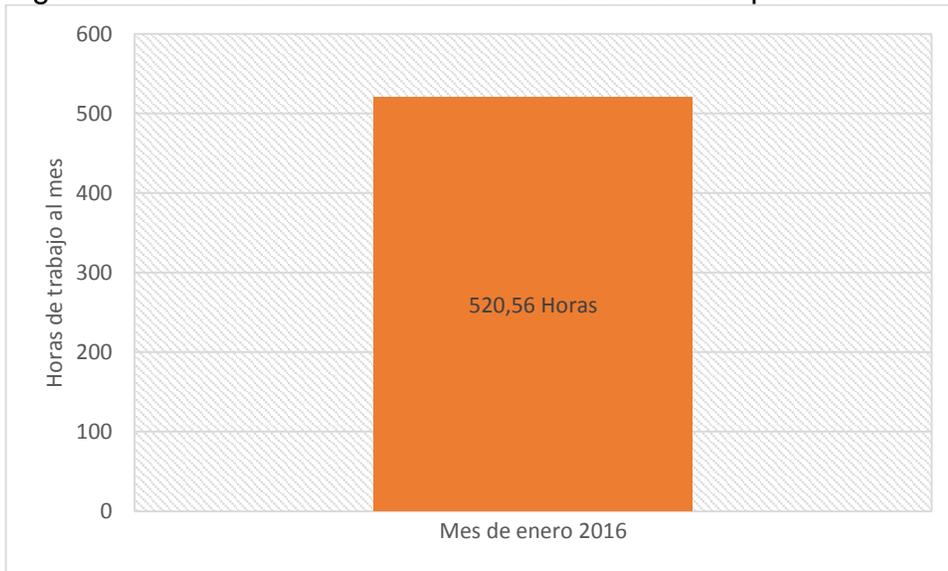
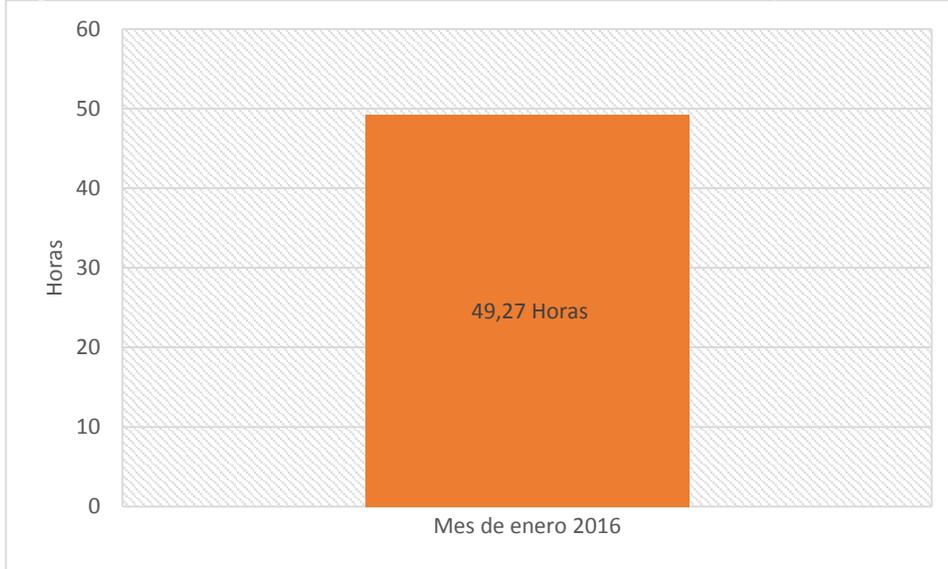


Figura 12. Mantenibilidad tracto-camión antes de la implementación



Indicadores después de la implementación del proyecto. Luego de la implementación del plan de mantenimiento en la empresa, además de recolectar toda la información suministrada en los formatos diligenciados por los operarios del área de mantenimiento, se pudo analizar los indicadores de gestión durante los 3 meses de implementación del proyecto.

En las siguientes figuras se muestran los indicadores de disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad de uno de los equipos críticos.

Figura 13. Disponibilidad tracto-camión después de la implementación

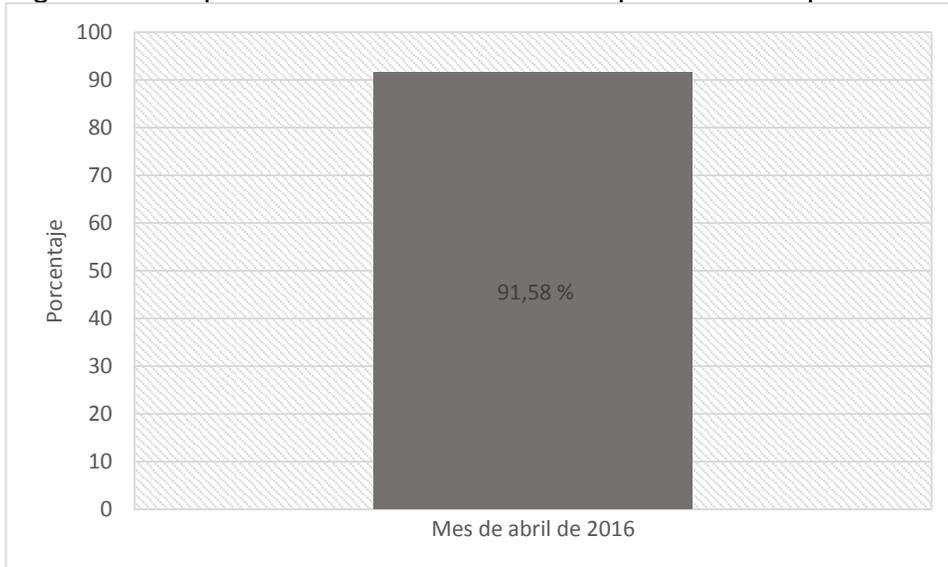


Figura 14. Confiabilidad tracto-camión antes de la implementación

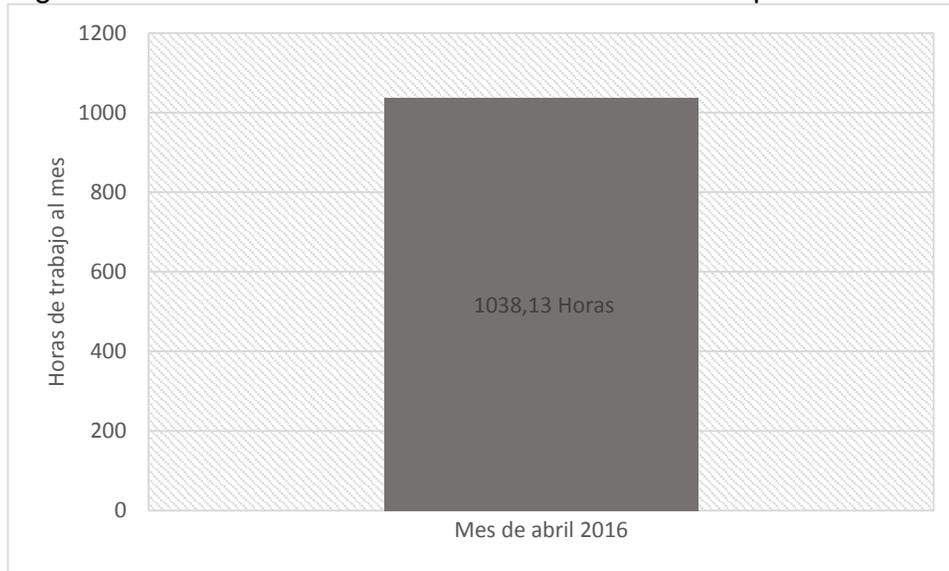
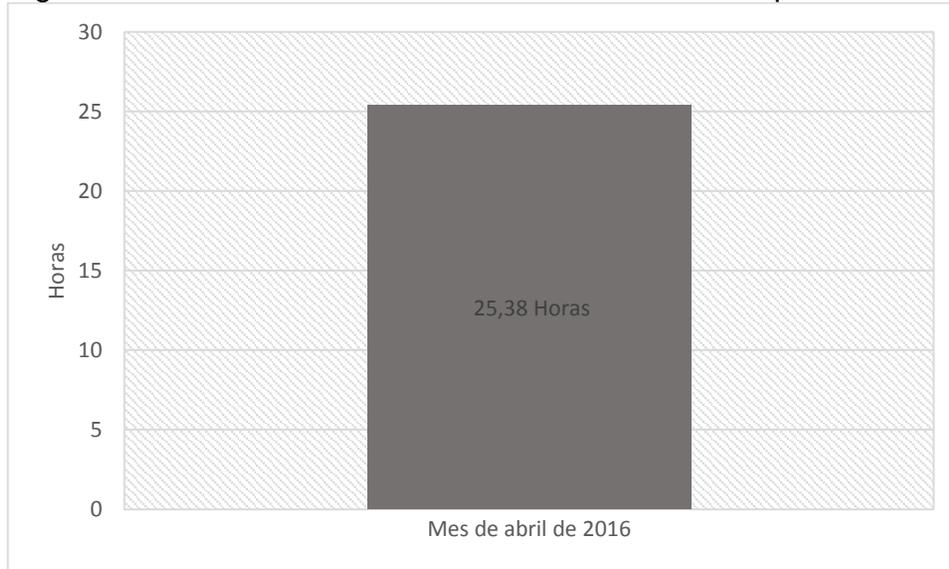


Figura 15. Mantenibilidad tracto-camión antes de la implementación



## 10.8 ANÁLISIS DE RESULTADOS

En el siguiente cuadro se muestran los resultados obtenidos después de la implementación del plan de mantenimiento, aquí se evidencia el comportamiento de los vehículos críticos que tuvieron los indicadores durante el transcurso del tiempo de implementación.

En el CD anexo se encuentran los demás indicadores de los equipos críticos.

Cuadro 35. Indicadores de equipos críticos

EQUIPO	DISPONIBILIDAD		CONFIABILIDAD		MANTENIBILIDAD	
	FECHA ANTES/DESPUÉS DE IMPLEMENTACIÓN					
	ENERO	ABRIL	ENERO	ABRIL	ENERO	ABRIL
54-00169-181819771	82,40%	91,20%	525,5 Horas	1.030,92 Horas	51,4 Horas	22,12 Horas
54-00169-181819773	77,50%	91,50%	531,3 Horas	995,45 Horas	59,9 Horas	23,64 Horas
54-00169-181819774	88,52%	93,95%	487,12 Horas	925,5 Horas	45,91 Horas	24,81 horas
54-00169-181819775	83,30%	92,60%	522,12 Horas	964,31 Horas	51,1 Horas	23,6 Horas
54-00169-181819779	79,28%	91,40%	489,1 Horas	1.001,25 Horas	50,41 Horas	31,25 Horas
54-00169-181819783	88,10%	94,50%	517,45 Horas	989,89 Horas	39,39 Horas	19,19 Horas
54-00169-181819785	80,53%	91,36%	523,6 Horas	998,7 Horas	45,2 Horas	29,78 Horas
54-00169-181819792	85,14%	92,90%	496,1 Horas	1.059,9 Horas	51,2 Horas	23,41 Horas
54-00169-181819797	82,40%	93,60%	501,1 Horas	1.098,5 Horas	45,54 Horas	26,17 Horas
54-00169-181819803	81,00%	92,80%	505,44 Horas	935,89 Horas	51,6 Horas	29,92 Horas
54-00169-181819816	74,50%	89,12%	477,85 Horas	966,7 Horas	41,7 Horas	21,5 Horas
54-00169-181908810	81,60%	92,87%	560,1 Horas	1.015,22 Horas	39,5 Horas	18,45 Horas
54-00169-181908812	83,70%	92,50%	511,23 Horas	1.015,15 Horas	52,36 Horas	27,4 Horas
54-00169-181908813	79,10%	89,70%	488,8 Horas	978,45 Horas	52,8 Horas	31,1 Horas
54-00169-230902422	83,44%	91,58%	520,56 Horas	1.038,13 Horas	49,27 Horas	25,38 Horas
54-00169-230902423	81,34%	92,35%	489,89 Horas	939,78 Horas	38,45 Horas	17,5 Horas
54-00169-230902424	79,89%	90,90%	542,93 Horas	1.098,8 Horas	40,82 Horas	22,91 Horas
54-00169-230902425	82,14%	93,15%	519,25 Horas	1.012,3 Horas	44,12 Horas	27,84 Horas
54-00169-230902427	80,12%	91,28%	499,56 Horas	957,8 Horas	50,2 Horas	28,36 Horas
54-00169-230902428	81,56%	92,89%	536,4 Horas	1.023,72 Horas	45,9 Horas	21,45 Horas

A partir del cuadro anterior, notablemente se identifican las ventajas de implementar un plan de mantenimiento programado en la empresa Cargando S.A., pues permite organizar, planear y ejecutar todas las labores de mantenimiento de una manera correcta, los indicadores reflejan menos fallas en el mismo periodo de tiempo, menor tiempo de inactividad de los vehículos con el plan implementado que sin él.

## 11. EVALUACIÓN FINANCIERA DEL PROYECTO

La evaluación financiera de un proyecto permite desarrollar a los ejecutores un balance de la situación económica sobre la cual se va establecer el plan de trabajo, identificando, midiendo y comparando los costos y beneficios asociados a los objetivos que se pretenden alcanzar con la realización y puesta en marcha.

Dentro del análisis financiero, se expone el valor de la inversión inicial, los costos fijos, los costos variables, las pérdidas y la rentabilidad esperada; Así que para llevar a cabo la evaluación financiera del plan de mantenimiento programado de tracto camiones en Cargando S.A. se usa la metodología de VPN (Valor presente neto), que permite calcular el valor actual de los egresos y las entradas dentro del flujo de efectivo, esto debido a que el proyecto se centró en la minimización de costos. Una vez se hallan los datos relacionados con los costos estimados luego de la implementación del mantenimiento programado, se determina la relación de éstos con la rentabilidad y el beneficio futuro.

### 11.1 INVERSIÓN INICIAL

La inversión inicial, hace referencia al valor de adquisición de todas aquellas herramientas que permitan la construcción de un proyecto de manera eficiente, innovadora, confiable y oportuna. Adicionalmente se espera que el retorno (beneficios económicos) supere en un tiempo aceptable el valor de la inversión. A continuación, se presenta una estimación de la inversión inicial;

Cuadro 36. Inversión inicial

Concepto	Costo (\$)
Licencia de Software - inventario de repuestos.	2,200,000
Capacitaciones (área de mantenimiento)	4,500,000
Herramientas novedosas (maquinaria)	6,000,000
Mejora en infraestructura	2,800,000
Mano de obra	5,675,400
Costo de ingeniería	12,520,000
Total, inversión inicial	33,695,400

De acuerdo con un sondeo realizado con proveedores de software de inventarios y repuestos el valor de la licencia oscila entre los 600 y 700 dólares, el valor estimado tiene en cuenta la volatilidad de la TRM peso/dólar y el costo de la instalación. Ahora bien, el costo de la capacitación se estableció así: un curso de certificación en mecánica diésel, cuesta en promedio \$530,000 (Universidad ECCI y Centro Diésel), la capacitación se hará trimestralmente para 8 funcionarios (3 supervisores y 5 mecánicos), inscribiendo 2 funcionarios por trimestre con el fin de no generar impactos en la operación diaria, el remanente es el posible aumento de la inflación esperada: 6% para diciembre de 2016.

El presupuesto de las herramientas novedosas, se elaboró teniendo en cuenta aquellos elementos (llaves, bases, cargadores, extractores, tubos) poco usados por la empresa y que le generan un valor agregado al proceso de mantenimiento y por consiguiente a la vida útil de los tracto-camiones. Así como la mejora en infraestructura (iluminación, adecuaciones eléctricas) contribuyen a optimizar el tiempo y calidad dentro del programa de mantenimiento.

Por último, la mano de obra, corresponde al costo a cancelar por la instalación de las mejoras en infraestructura, asesoría en software y herramientas de mecánica, mientras que los costos de ingeniería están asociados a valor a pagar por el desarrollo y ejecución de éste proyecto.

## 11.2 COSTOS

Un sistema de costos apropiado tiene como objetivo proporcionar a la compañía, y directamente el área de operaciones, la información requerida para su control y análisis.

Dentro de los costos asociados al mantenimiento se pueden mencionar, entre otros;

- ❖ Costos por modificaciones o reemplazos - nueva maquinaria
- ❖ Costo de reparaciones por averías
- ❖ Costos de desmantelamiento - remoción de equipos obsoletos
- ❖ Costos por producción de mantenimiento - combustible, electricidad, costo hora hombre y hora máquina
- ❖ Costos varios - egresos relacionados: limpieza, eliminación de basura, mantenimiento de maquinaria

11.2.1 Costos Directos. Hacen parte de los costos directos, la mano de obra, los repuestos, el combustible y lubricantes. Sin embargo, las horas-hombre, son la pieza fundamental dentro de la estructura de costos, dado que se convierten en el insumo principal para el despliegue del plan de mantenimiento programado.

El área de mantenimiento dentro de Cargando S.A está compuesta por, el supervisor del proceso, el jefe del proceso y los auxiliares, que incluyen mecánicos automotrices y personal logístico. Las siguientes cifras muestran el total del costo asumido actualmente frente a los costos estimados si se lleva a cabo la capacitación los funcionarios, si se establecen tiempos y movimientos para el diagnóstico preventivo de los tracto-camiones y de acuerdo al ahorro en reparaciones frecuentes por averías.

Cuadro 37. Costos de personal actual

Situación actual				
Cargo	Porcentaje	Supervisor	Jefe de mantenimiento	Auxiliares
Salario básico		2,500,000	1,200,000	850,000
Sena	2%	50,000	24,000	17,000
ICBF	3%	75,000	36,000	25,500
Caja de compensación familiar	4%	100,000	48,000	34,000
Cesantías	8.33%	208,250	99,960	70,805
Prima de servicios	8.33%	208,250	99,960	70,805
Vacaciones	4.17%	104,250	50,040	35,445
Intereses sobre las cesantías – mensual	1%	25,000	12,000	8,500
Salud	8.50%	212,500	102,000	72,250
Pensión	12%	300,000	144,000	102,000
Total		3,783,250	1,815,960	1,286,305
Costo hora hombre		15,764	7,567	5,360

Cuadro 38. Liquidación de horas extra

Tipo de hora	Horas extra			
	Factor	Supervisor	Jefe de mantenimiento	Auxiliares
Diurna	25%	19.704	9.458	6.700
Nocturna	75%	27.586	13.241	9.379

El cálculo de las horas extra, cobra vital importancia teniendo en cuenta que en la actualidad el área de mantenimiento factura horas adicionales por más de 5 horas diarias en promedio debido al tiempo empleado en el mantenimiento correctivo y en la solución de imprevistos.

Cuadro 39. Costos de personal con implementación

Plan de mantenimiento programado				
Cargo	Porcentaje	Supervisor	Jefe de mantenimiento	Auxiliares
Salario básico		2,700,000	1,296,000	918,000
Sena	2%	54,000	25,920	18,360
ICBF	3%	81,000	38,880	27,540
Caja de compensación familiar	4%	108,000	51,840	36,720
Cesantías	8.33%	224,910	107,957	76,469
Prima de servicios	8.33%	224,910	107,957	76,469
Vacaciones	4.17%	112,590	54,043	38,281
Intereses sobre las cesantías – mensual	1%	27,000	12,960	9,180
Salud	8.50%	229,500	110,160	78,030
Pensión	12%	324,000	155,520	110,160
<b>Total</b>		<b>4,085,910</b>	<b>1,961,237</b>	<b>1,389,209</b>
<b>Costo hora hombre</b>		<b>17,025</b>	<b>8,172</b>	<b>5,788</b>

Pese a que con el plan de mantenimiento programado el costo de la hora-hombre se incrementó en un 8%, que corresponde a la inflación esperada para diciembre 2016 (se contempla la inflación para el 2017 dado que se considera que la implementación completa y puesta en marcha del proyecto sea finales de 2016) más a 2 puntos básicos por política de recursos humanos de la empresa, la reducción mensual en el costo de la nómina se muestra así;

Cuadro 40. Costo nómina actual

Cargo	Situación actual				
	Costo hora ordinaria (\$)	Horas diarias (Q)	Costo hora extra (\$)	Horas extras (Q)	Costo diario (\$)
Supervisor	15.764	8	19.704	2,0	165.517
Jefe de mantenimiento	7.567	8	9.458	2,5	84.177
Auxiliares	5.360	8	6.700	4,5	73.025
<b>Total</b>	<b>28.690</b>	<b>24</b>	<b>35.862</b>	<b>9</b>	<b>322.719</b>
<b>Total, costo mensual (\$)</b>		<b>9.681.573</b>			

Bajo el escenario anterior, Cargando presenta un sobre costo en su mano de obra, puesto que sus empleados laboran en promedio 9 horas extra diarias debido a la poca organización en el mantenimiento de los vehículos junto a los procedimientos de mantenimiento correctivo y contingente que se le debe realizar a la flota.

A continuación, se presenta el escenario de costo de mano de obra con la implementación del programa de mantenimiento preventivo.

Cuadro 41. Costo nómina con el plan de mantenimiento

Cargo	Plan de mantenimiento programado		
	Costo hora (\$)	Horas diarias (Q)	Costo diario (\$)
Supervisor	17,025	7	119,172
Jefe de mantenimiento	8,172	7	57,203
Auxiliares	5,788	8	46,307
Total	30,985	22	222,682
Total, costo mensual (\$)	6,680,463		

Con una disminución de 11 horas diarias, debido al establecimiento de tiempos exactos para la revisión y diagnóstico de los tracto-camiones, junto al plan de inspección de los vehículos de acuerdo con el kilometraje, se logró un importante ahorro mensual del 31%, equivalente a \$ 36.013.324 pesos anuales.

El nivel de inventario y suministros también deben ser tenidos en cuenta, pues de la calidad y cantidad de éstos depende en gran medida la efectividad y oportunidad del mantenimiento programado, el siguiente cuadro muestra la estimación de los flujos desembolsados en la actualidad frente a las compras futuras con la ejecución del proyecto.

Cuadro 42. Costo de compras y logística por cada vehículo sin plan de mantenimiento

Año	2015 – Actual	2016	2017	2018
Consumibles	14.940.600	15.239.412	15.544.200	15.855.084
Repuestos	20.870.500	21.496.615	22.571.446	23.700.018
Otros (4-6%)	1.986.500	2.046.095	2.148.400	2.255.820
Total	37.797.600	38.782.122	40.264.046	41.810.922

Cuadro 43. Costo de compras y logística por cada vehículo con plan de mantenimiento

Año	2015 - Actual	2016	2017	2018
Consumibles	15.550.300	15.861.306	16.178.532	16.502.103
Repuestos	22.550.300	23.226.809	23.923.613	24.641.322
Otros (4-6%)	2.867.940	2.953.978	3.101.677	3.256.761
Total	40.968.540	42.042.093	43.203.823	44.400.185

Con la implementación del programa de mantenimiento a partir del 2016, se aprecia un aumento en el costo por compras e inventario, y para los próximos dos años se espera que el volumen de compras (repuestos y suministros) y reparaciones aumente, alcanzando un crecimiento de 3% para la segunda mitad

del 2016 y del 5% para los próximos periodos. Dicho incremento, está dado por la maximización del inventario y optimización de los recursos que genera el plan de mantenimiento programado puesto que adecua y promueve una vida útil más larga y productiva de los repuestos y consumibles además de garantizar el nivel de inventario necesario, sin caer en una práctica de mantenimiento correctivo;

- ❖ Consumibles: Abrasivos, adhesivos, sellantes, cintas, refrigerantes, lubricantes, barnices, pintura.
  
- ❖ Otros: Elementos de limpieza.

11.2.2 Costos Indirectos. Como su nombre lo indica, estos gastos no tienen una incidencia exacta sobre el proceso de mantenimiento, dentro de éstos se resaltan: servicios de limpieza (maquinaria), costos de ingeniería, administración, entre otros. Esta cifra asciende al mes en \$9.456.900, con un efecto inflacionario esperado anual de 4%, por no estar perfectamente relacionado con un trabajo específico, para la gestión de los costos indirectos es responsabilidad de la compañía pues debe asociar todas las unidades de negocio y gestionar el gasto desde su totalidad.

### 11.3 FLUJO DE CAJA

Es una herramienta administrativa y financiera que permite observar las entradas (ingresos) y salidas (desembolsos) de dinero generadas por una entidad. El flujo de caja esperado es el resultado de la ejecución de una serie de actividades que muestra los movimientos de efectivo dentro de un periodo establecido.

El flujo de caja es una herramienta de muy valiosa para la toma de decisiones debido a que provee un estimado de las necesidades de endeudamiento y de la capacidad para responder en el corto plazo con las obligaciones. Además, que permite controlar la situación financiera de la compañía comparando el flujo de caja presupuesto frente al ejecutado.

En la parte inferior se muestran dos escenarios, el primero de ellos muestra la proyección, los desembolsos realizados por la compañía en la actualidad derivados del mantenimiento netamente correctivo; por su parte el segundo escenario muestra los ingresos y costos relacionados con la implementación del programa de mantenimiento preventivo.

**Cuadro 44. Flujo de caja anual proyectado sin plan de mantenimiento**

Concepto	Año 0		Año 1		Año 2		Año 3	
	Entrada (+)	Salida (-)						
Mano de obra		387.119.880		580.679.820		609.713.811		634.102.363
Repuestos		2.645.832.000		2.714.748.540		2.818.483.202		2.926.764.541
Pérdidas por producción		727.247.190		945.421.347		1.229.047.751		1.474.857.301
Total flujo de caja anual	0	3.760.199.070	0	4.240.849.707	0	4.657.244.764	0	5.035.724.206

**Cuadro 45. Flujo de caja anual proyectado con plan de mantenimiento**

Concepto	Año 0		Año 1		Año 2		Año 3	
	Entrada (+)	Salida (-)	Entrada (+)	Salida (-)	Entrada (+)	Salida (-)	Entrada (+)	Salida (-)
Inversión inicial		33.695.400						
Ventas			4.505.371.004		4.730.639.555		4.967.171.532	
Mano de obra				254.715.840		267.451.632		278.149.697
Repuestos				2.942.946.510		3.024.267.610		3.108.012.950
Pérdidas por producción				159.863.256		166.257.786		172.908.097
Total flujo de caja anual		33.695.400	4.505.371.004	3.357.525.606	4.730.639.555	3.457.977.028	4.967.171.532	3.559.070.745

## 11.4 ÍNDICE DE RENTABILIDAD

Los indicadores son la mejor medida de evaluación de un proyecto, determinando su viabilidad y la consecución de los objetivos planteados. Los índices relacionados con la rentabilidad y gestión son atractivos para los inversionistas, pues permiten conocer la liquidez y carga financiera que generara su inversión inicial.

Como medida de la efectividad de nuestro proyecto aplicamos el VPN (valor presente neto) de los flujos de entrada y salida de los escenarios planteados, así:

Sabiendo que,

$$VPN = - inversión + FN_1 / (1+i)^1 + FN_2 / (1+i)^2 + FN_n / (1+i)^n$$

Entonces el VPN para el escenario sin programa de mantenimiento es;

$$VPN = - 0 + 4.240.849.707 / (1+0,2)^1 + 4.657.244.764 / (1+0,2)^2 + 5.035.724.206 / (1+0,2)^3$$

$$VPN = - \$9.682.431.424 - \text{flujo de caja negativo.}$$

Mientras que el VPN para el escenario con el programa de mantenimiento es;

$$VPN = \$ 3.297.148.614$$

Esta proyección de 3 años permitió confirmar que, para los dos siguientes periodos de proyección, se obtiene una reducción de los costos, entre el que se destaca las pérdidas en producción y la mano de hora, sobre el 26%; y un

incremento en la productividad de los vehículos a los que se les realiza mantenimiento programado, traducida en un incremento cercano al 8% en las ventas. Adicionalmente el VPN del escenario proyectado con el plan de mantenimiento programado arrojó un flujo positivo de \$3.297.148.614 con una tasa de oportunidad del 20% anual, así se evidencia que el proyecto es financieramente viable y representa una oferta atractiva para la compañía.

## 12. CONCLUSIONES

- ❖ La definición de actividades junto a la organización de los repuestos, minimiza los tiempos muertos dentro del proceso, desde las órdenes de compra a los proveedores hasta el momento de la realización del mantenimiento programado
- ❖ Después de la implementación del plan de mantenimiento, los vehículos aumentaron su disponibilidad un promedio de 10%, la confiabilidad aumentó 450 horas en promedio y la mantenibilidad disminuyó unas 22 horas en promedio, indicando que el mantenimiento desarrollado por los proyectistas fue de satisfacción para la empresa
- ❖ El valor presente neto del proyecto por vehículo es positivo (\$ 3.297.148.614), con la implementación del mismo, caso contrario ocurre sin la implementación del plan, ya que el VPN da negativo, (- \$9.682.431.424).

### 13. RECOMENDACIONES

- ❖ Contratar un ingeniero mecánico para gestionar y coordinar la puesta en marcha y ejecución del plan de mantenimiento programado y por inspección en el área de mantenimiento, además de contribuir con el mejoramiento del sistema de costos.
- ❖ Capacitar anualmente a los mecánicos encargados del mantenimiento en la empresa, con los manuales que desarrollan los fabricantes de los vehículos
- ❖ Contratar con empresas dedicadas a la fabricación y comercialización de lubricantes para realizar pruebas de desgaste de los mismos

## BIBLIOGRAFÍA

CÉSPEDES RUÍZ, Arturo. Principios de administración de mantenimiento. Editorial Universidad Estatal, San José Costa Rica. Capitulo V.

FEDEMETAL. Manual de mantenimiento. Bogotá. Divulgación tecnológica Sena. 1991.

GARCÍA GARRIDO, Santiago. (2012) Mantenimiento programado en centrales de ciclo combinado. Edición Díaz de Santos. Madrid, España.

GÓMEZ DE LEÓN, Félix Cesáreo. (1999) Tecnología del mantenimiento industrial. Servicio de publicaciones Universidad de Murcia, 1 edición. España.

GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, Francisco Javier. (2005) Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado. 2ª edición. Madrid, España.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACION. Trabajos escritos: presentación y referencias bibliográficas. NTC 1486 Sexta actualización. Bogotá: ICONTEC, 2008

\_\_\_\_\_. Referencia bibliográfica contenido, forma y estructura. NTC 5613. Bogotá: ICONTEC, 2008

\_\_\_\_\_. Referencias documentales para fuentes de información electrónica. NTC 4490. Bogotá: ICONTEC, 1998

JÁCOME GUERRA, Anabel Carolina y Oña Paucar, Teresa Mariela. (2007) Implantación del mantenimiento planificado dentro del contexto del mantenimiento productivo total y la aplicación en una empresa local. Quito, Ecuador.

MALDONADO VILLAVICENCIO, Herman Manuel y Sigüenza Maldonado, Luis Alfredo. (2012) Propuesta de un plan de mantenimiento para maquinaria pesada de la empresa minera Dynasty Mining del cantón de Portovelo. Cuenca, Ecuador.

PÉREZ JARAMILLO, Carlos Mario. Gerencia de Mantenimiento y Sistema de Información. P308. ISBN 95498-0-2.

RENOVETEC. "Ingeniería del mantenimiento". [en línea]. [2015-08-10] disponible en: (<http://www.renovetec.com/ingenieria-del-mantenimiento.pdf>)

S. DUFFUAA, A. RAOUF, J. DIXON. Sistemas de Mantenimiento: Planeación y Control. 1 ed. México D.F.: Limusa Wiley, 2000. 121 p. ISBN 968-18-5918-9.

SIERRA ÁLVAREZ, Gabriel Antúan. (2004) Programa de mantenimiento preventivo para la empresa metalmeccánica Industrias AVM S.A. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia.

SOURIS, Jean-Paul. (1990) Mantenimiento: fuente de beneficios. Capitulo II. Edición Díaz de Santos. Madrid, España.

TAMARIZ VÉLEZ, Moisés Eduardo. (2014) Diseño del plan de mantenimiento preventivo y correctivo para los equipos móviles y fijos de la empresa de Mirasol S.A. Cuenca, Ecuador.

UNIVERSIDAD DE AMÉRICA. Guía metodológica para la elaboración de trabajos de grado y proyectos de investigación en pregrado. (2011)

ANEXOS  
(Ver CD adjunto)