

MODELO DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD (RCM) PARA  
LA FLOTA DE TRACTOCAMIONES KALMAR OTTAWA 4X2 DE LA EMPRESA  
PUERTO DE BARRANQUILLA

JACQUES ELOITE BERDEJO GUTIERREZ  
JAIRO ANTONIO PICALUA CARDONA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECANICAS  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO  
BUCARAMANGA

2017

MODELO DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD (RCM) PARA  
LA FLOTA DE TRACTOCAMIONES KALMAR OTTAWA 4X2 DE LA EMPRESA  
PUERTO DE BARRANQUILLA

JACQUES ELOITE BERDEJO GUTIERREZ  
JAIRO ANTONIO PICALUA CARDONA

Monografía de grado presentada como requisito para optar el título de  
Especialista en Gerencia de mantenimiento

Director  
RILDO TORRES FRANCO  
M.Sc Ingeniero Mecánico

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECHANICAS  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO  
BUCARAMANGA

2017

## CONTENIDO

	Pag.
<b>INTRODUCCION .....</b>	<b>12</b>
<b>1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....</b>	<b>13</b>
1.1. HISTORIA.....	13
1.2. MISIÓN .....	15
1.3. VISIÓN.....	15
1.4. SERVICIOS DE LA ORGANIZACIÓN.....	15
1.5. ORGANIGRAMA.....	15
<b>2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....</b>	<b>16</b>
2.1. ANTENCEDENTES .....	16
2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	16
2.3. JUSTIFICACION .....	18
2.4. OBJETIVOS .....	19
2.4.1. Objetivo General.....	19
2.4.2. Objetivos Específicos.....	19
<b>3. MARCO TEORICO .....</b>	<b>20</b>
<b>3.1. GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO .....</b>	<b>20</b>
3.1.1. Mantenimiento Correctivo .....	21
3.1.2. Mantenimiento Preventivo .....	22
3.1.3. Mantenimiento Predictivo .....	25
<b>3.2. MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD (RCM).....</b>	<b>29</b>
3.2.1 Objetivos que persigue el RCM. ....	31
3.2.2 Las Siete Preguntas Básicas del RCM. ....	32
3.2.2.1 ¿Cuáles son las funciones del equipo o del sistema? .....	33
3.2.2.2 ¿De qué forma puede fallar?.....	33
3.2.2.3 ¿Qué puede causar que falle? .....	33
3.2.2.4 ¿Qué efectos tienen los fallos? .....	33
3.2.2.5 ¿Qué se puede hacer para prevenir los fallos? .....	34
3.2.2.6 ¿Es rentable prevenir dicho fallos? .....	34
3.2.2.7 ¿Qué se debe hacer si no se puede prevenir el fallo?: .....	34
3.2.3. Árbol lógico de decisiones del RCM. ....	34

3.2.3.1 Tareas Proactivas (preventivas) .....	35
3.2.3.2 Acciones a falta.....	35
<b>4. ESTADO ACTUAL DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO .....</b>	<b>39</b>
4.1. EQUIPOS QUE INTERVIENE EL AREA DE MANTENIMIENTO.....	40
4.2. GASTOS DE MANTENIMIENTO.....	42
4.3. GRUPO DE TRABAJO.....	43
4.4. INFRAESTRUCTURA DE MANTENIMIENTO .....	44
4.5. CONTROL DOCUMENTAL.....	47
<b>5. TRACTOCAMION KALMAR OTTAWA .....</b>	<b>49</b>
5.1. DESCRIPCIÓN .....	49
5.2. DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMA MECÁNICOS DEL VEHÍCULO TRACTOCAMIÓN .....	50
5.2.1. Refrigeración.....	51
5.2.2. Lubricación Motor.....	51
5.2.3. Alimentación. ....	52
5.2.4. Admisión.....	53
5.2.5. Escape. ....	54
5.2.6. Eléctrico.....	55
5.2.7. Motor.....	56
5.2.8. Dirección.....	56
5.2.9. Embrague Y Transmisión. ....	57
5.2.10. Suspensión.....	58
5.2.11. Enganche.....	59
5.2.12. Frenos.....	59
5.2.13. Diferencial.....	60
5.2.15. Suspensión Neumática.....	62
5.3. FALLAS FUNCIONALES .....	62
5.4. MODOS DE FALLA.....	63
5.5. MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	81
<b>6. CONCLUSIONES .....</b>	<b>85</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>86</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>88</b>

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Distribución de puerto .....	14
Figura 2. Tractocamión Kallmar Ottawa 4x2 .....	18
Figura 3. Cámaras Termo gráficas .....	27
Figura 4. Medición de vibraciones. ....	28
Figura 5. Tareas de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) .....	31
Figura 6. Árbol de Decisión del Proceso de RCM.....	38
Figura 7. El proceso de mantenimiento. ....	39
Figura 8. Gastos de mantenimiento de tractocamiones.....	42
Figura 9. Organigrama mantenimiento .....	44
Figura 10. Taller de equipos móviles. ....	46
Figura 11. Tractocamion Kalmar Ottawa 4x2.....	49
Figura 12. Sistema de Refrigeración.....	51
Figura 13. Sistema de Lubricación.....	52
Figura 14. Sistema de Alimentación .....	53
Figura 15. Sistema de Admisión .....	54
Figura 16. Sistema de Escape .....	55
Figura 17. Sistema Eléctrico .....	55
Figura 18. Motor.....	56
Figura 19. Sistema de Dirección .....	57
Figura 20. Embrague y Transmisión .....	58
Figura 21. Sistema de Suspensión .....	58
Figura 22. Sistema de Enganche.....	59
Figura 23. Sistema de aire .....	60
Figura 24. Sistema Diferencial .....	61
Figura 25. Sistema Llantas .....	61
Figura 26. Suspensión Neumática .....	62

## LISTA DE TABLAS

	Pag.
Tabla 1. Grupos Planificadores del área de mantenimiento. ....	40
Tabla 2. Clasificación de equipos portuarios .....	41
Tabla 3. Listado de equipos de mantenimiento.....	41
Tabla 4. Ejecución Presupuestal del 2013 hasta 2016. ....	42
Tabla 5. Documentos y registros del área de mantenimiento. ....	47
Tabla 6. Sistemas Mecánicos Tractocamión .....	50
Tabla 7. Función, falla funcional y modos de falla en tractocamiones .....	63
Tabla 8. Modos de falla.....	64
Tabla 9. Modos de falla del motor.....	65
Tabla 10. Modos de falla del sistema de alimentación de combustible y del sistema de lubricación del motor.....	67
Tabla 11. Modos de falla del sistema de enfriamiento .....	68
Tabla 12. Modos de falla de la transmisión.....	69
Tabla 13. Modos de fallas del sistema de aire acondicionado .....	71
Tabla 14. Modos de fallas del sistema hidráulico de la transmisión y dirección ....	72
Tabla 15. Modos de fallas del sistema eléctrico.....	74
Tabla 16. Hoja de Decisión RCM.....	76
Tabla 17. Evaluación de mantenimiento para fallas por motor. ....	78
Tabla 18. Evaluación mantenimiento para fallas en el sistema estructural.....	79
Tabla 19. Evaluación mantenimiento para fallas en el sistema de Aire Acondicionado. ....	79
Tabla 20. Evaluación mantenimiento para fallas en el sistema de Hidráulico.....	80
Tabla 21. Evaluación mantenimiento para fallas en el sistema eléctrico. ....	81
Tabla 22. Lista de chequeo de tractocamiones.....	83
Tabla 23. Programación de cambio de materiales.....	84

## RESUMEN

**TITULO:**       **MODELO DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD (RCM) PARA LA FLOTA DE TRACTOCAMIONES KALMAR OTTAWA 4X2 DE LA EMPRESA PUERTO DE BARRANQUILLA\***

**AUTORES:**    JACQUES ELOITE BERDEJO GUTIERREZ  
                  JAIRO ANTONIO PICALUA CARDONA\*\*

### **PALABRAS CLAVE:**

Mantenimiento, RCM, confiabilidad, tracto camiones

### **DESCRIPCIÓN:**

La empresa Puerto de Barranquilla es un puerto multipropósito que se encarga del almacenamiento, movilización, inspección y despacho de diferentes tipos de carga tales como contenedores, gráneles sólidos y líquidos, carga general y coque, para ello cuenta con una amplia gama de equipos (maquinaria pesada y sistema granelero).

La operación de movilización de los contenedores hasta el patio de contenedores es una de las más críticas, debido a que una demora de tiempo en esta etapa del proceso, puede ocasionar el retraso del buque en muelle, representando multas económicas para el Puerto y por ende atrasos en las etapas siguientes, las cuales se ven reflejadas en quejas del usuario final.

Actualmente los tracto-camiones presentan fallas continuas (mecánicas, hidráulicas, eléctricas, etc), las cuales se reflejan en la baja disponibilidad y confiabilidad de los equipos que afectan el rendimiento de la operación. Dichas fallas se deben a la carencia de un plan de mantenimiento basado en los manuales del fabricante y en un estudio de análisis de fallas (componentes críticos).

Debido a la alta competitividad que se ha venido desarrollando en este sector de la industria el Puerto de Barranquilla está en la necesidad de implementar nuevas prácticas de mantenimiento que contribuyan al aumento de la efectividad de las maquinas. Por ello surge la necesidad de realizar un estudio metodológico de mantenimiento centrado en confiabilidad que permita mejorar los indicadores de disponibilidad y confiabilidad de los equipos y además que reduzca los tiempos improductivos y los costos de mantenimiento.

---

\* Monografía.

\*\* Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. Especialización en Gerencia de Mantenimiento. MSc. Rildo Torres Franco

## ABSTRACT

**TITLE:** RELIABILITY-CENTRIFIED MAINTENANCE MODEL (RCM) FOR THE KALMAR OTTAWA 4X2 TRAFFIC FLEET FROM THE COMPANY PUERTO DE BARRANQUILLA \*

**AUTHORS:** JACQUES ELOITE BERDEJO GUTIERREZ  
JAIRO ANTONIO PICALUA CARDONA \*\*

### KEY WORDS:

Maintenance, RCM, reliability, tract trucks.

### DESCRIPTION:

The company Puerto de Barranquilla is a multipurpose port that is responsible for the storage, mobilization, inspection and dispatch of different types of cargo such as containers, solid and liquid grills, general cargo and coke, for it has a wide range of equipment (machinery Heavy and bulk carrier system).

The operation to mobilize the containers to the container yard is one of the most critical because a delay in this stage of the process can cause the delay of the ship in the dock, representing economic fines for the Port and therefore Delays in the following stages, which are reflected in end-user complaints.

Currently, tracto-trucks have continuous faults (mechanical, hydraulic, electrical, etc.), which are reflected in the low availability and reliability of the equipment that affect the performance of the operation. These failures are due to the lack of a maintenance plan based on the manufacturer's manuals and a fault analysis study (critical components).

Due to the high competitiveness that has been developing in this sector of the industry the Port of Barranquilla is in need of implementing new maintenance practices that contribute to the increase of the effectiveness of the machines. For this reason, a methodological study of maintenance based on reliability is necessary, which allows to improve the indicators of availability and reliability of the equipment and also that reduces the unproductive times and the costs of maintenance.and describes different types of tools that can be implemented and adapted by companies.

---

\* Monograph.

\*\* Faculty of Physical Engineering -Mechanics. School of Mechanical Engineering. Maintenance Management Specialization. MSc. Rildo Torres Franco

## INTRODUCCION

La idea del mantenimiento está evolucionando. Los cambios son debidos a un aumento tecnológico, mayor complejidad de la maquinaria, nuevas técnicas de mantenimiento y un nuevo enfoque de la organización y de las responsabilidades del mismo diferentes.

El mantenimiento está reaccionando ante estas nuevas expectativas. Estas incluyen una mayor importancia a los aspectos de seguridad industrial y del medio de trabajo, un conocimiento creciente de la conexión existente entre el mantenimiento y la calidad del producto, y un aumento de la presión ejercida para conseguir una alta disponibilidad de la maquinaria al mismo tiempo que se optimizan. Frente a esta avalancha de cambios, la empresa del puerto de Barranquilla y el personal que dirige el mantenimiento está buscando un nuevo camino, dirigido a la flota de tractocamiones Kalmar Ottawa, buscando evitar equivocarse cuando se toma alguna acción de mejora. Trata de encontrar un marco de trabajo estratégico que sintetice los nuevos avances en un modelo coherente, de forma que puedan evaluarlos racionalmente y aplicar aquellos que sean de mayor valía para ellos y la compañía.

Este trabajo introduce una filosofía que provee justamente ese esquema de trabajo. Se llama Reliability Centred Maintenance, o RCM (Mantenimiento centrado en la confiabilidad). Si se aplica correctamente, RCM transforma la relación entre el personal involucrado, la planta en sí misma, y el personal que tiene que hacerla funcionar y mantenerla. También permite poner en funcionamiento nueva maquinaria a gran velocidad, seguridad y precisión

## 1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

### 1.1. HISTORIA

Barranquilla cuenta con un importante puerto marítimo y fluvial, tercero en importancia por volumen de carga en el país. El terminal marítimo y fluvial es administrado, operado y comercializado por la privada Sociedad Portuaria Regional de Barranquilla. La Sociedad Portuaria del Norte presta servicios portuarios y logísticos multipropósito como terminal marítimo y fluvial. El tráfico a través del puerto de Barranquilla es regulado por la Capitanía de Puerto de Barranquilla, adscrita a la Dirección General Marítima, la cual tiene a su cargo la dirección, coordinación y control de las actividades marítimas como arribos, zarpes, situación de naves, seguridad, trámite de licencias, anuncios, entre otras.<sup>1</sup>

El puerto de Barranquilla está ubicado sobre la orilla occidental del río Magdalena. Posee las instalaciones portuarias más extensas de Colombia, utiliza poco más de 200 ha integradas al servicio del comercio exterior del país. Este, con su variedad de terminales, es el puerto multipropósito más importante de la Región Caribe con capacidad para contenedores, graneles, carbón y carga general.

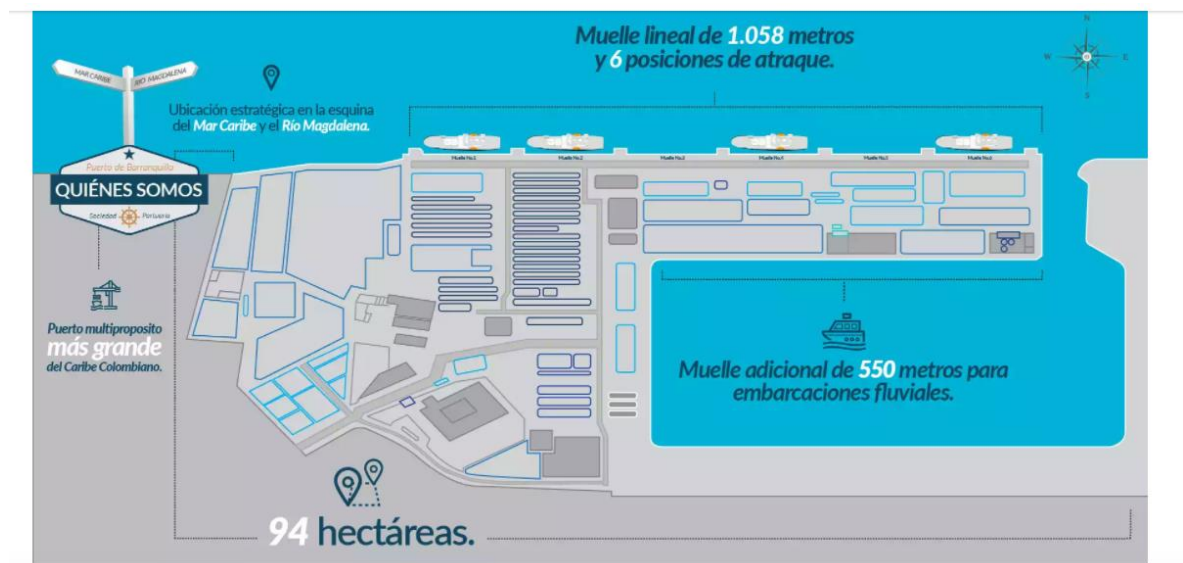
La Sociedad Portuaria Regional de Barranquilla tiene la concesión del terminal marítimo y fluvial desde el 13 de diciembre de 1993, por aprobación de la ley 1a. o *Ley de Puertos* de la Constitución Política de 1991 en la cual se determina que la administración de todos los puertos nacionales que estaban a cargo de Colpuertos fuese manejada por el sector privado.

---

<sup>1</sup> [www.puertodebarranquilla.com](http://www.puertodebarranquilla.com)

Sobre la margen izquierda del río Magdalena opera la Sociedad Portuaria del Norte, primer muelle privado multipropósito del puerto de Barranquilla. El acceso al puerto se hace por el canal navegable de las Bocas de Ceniza, el cual, como toda desembocadura de río, presenta la formación de la *barra* (gran banco de arena y sedimentos que taponan la entrada de los buques), por lo que requiere de un mantenimiento permanente que consiste en el dragado de los sedimentos para asegurar la entrada y el arribo seguro de las naves. Para la eliminación de la barra y asegurar la navegabilidad del canal, se construyeron los tajamares de Bocas de Ceniza en 1936; en los años 90 se construyó un dique direccional y, para el control de sedimentos, la Sociedad Portuaria Regional de Barranquilla adquirió en concesión la draga «La Arenosa», la cual opera bajo contrato con el gobierno, garantizando el calado operacional del canal navegable del Puerto de Barranquilla, punto de asiento de los terminales privados y públicos de la ciudad.

Figura 1. Distribución de puerto



Fuente. [www.puertodebarranquilla.com](http://www.puertodebarranquilla.com)

## 1.2. MISIÓN

Somos el puerto multipropósito líder de la Costa Caribe Colombiana, que genera valor al país, prestando servicios logísticos integrados, ágiles y efectivos, con un talento humano innovador comprometido con la comunidad.

## 1.3. VISIÓN

Seremos la plataforma logística portuaria referente, que desde el Río Magdalena, conecta a Colombia y el mundo para el 2018.

## 1.4. SERVICIOS DE LA ORGANIZACIÓN

Somos el puerto multipropósito líder del Caribe colombiano. Movilizamos todo tipo de carga como contenedores, gráneles sólidos y líquidos, carga general y coque.

## 1.5. ORGANIGRAMA

El organigrama del puerto de Barranquilla está definido por la capitanía de puerto, máximo ente de control territorial que rige la organización de puerto.<sup>2</sup>



<sup>2</sup> [www.puertodebarranquilla.com](http://www.puertodebarranquilla.com)

## **2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

### **2.1. ANTECEDENTES**

Los métodos utilizados actualmente por el área de mantenimiento del puerto de Barranquilla, está basándose en la observación y en el mantenimiento correctivo, generando daños irreparables y altos costos en la reparación de los equipos, por lo tanto la empresa no tiene registro del mantenimiento realizado aunque cuenta con un cronograma específico de mantenimiento.

Para la elaboración del presente proyecto se tendrá en cuenta las recomendaciones de fabricante y un mantenimiento proactivo en los tractocamiones Kalmar Ottawa. Aunque se lleva un proceso de mantenimiento proactivo se busca generar bases operativas y administrativas mediante una metodología diferente y que se adapte a la organización del puerto de Barranquilla. La información suministrada y administrada hasta esta etapa darán bases a la metodología RCM (Mantenimiento Centrado en Confiabilidad).

### **2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

La empresa Puerto de Barranquilla es un puerto multipropósito que se encarga del almacenamiento, movilización, inspección y despacho de diferentes tipos de carga tales como contenedores, gráneles sólidos y líquidos, carga general y coque, para ello cuenta con una amplia gama de equipos (maquinaria pesada y sistema granelero).

Dentro de la operación de contenedores encontramos diferentes tipos de equipos que intervienen en dicha operación como son las grúas móviles, reach stacker, straddle carrier y los tracto-camiones, en este estudio nos concentraremos en este último.

La función principal del tracto-camión es de recibir los contenedores que son descargados de los buques por las grúas y luego movilizarlos hacia el patio de contenedores, donde son agrupados por los reach stacker y/o straddle carrier para su almacenamiento, inspección y posterior despacho a los clientes.

La operación de movilización de los contenedores hasta el patio de contenedores es una de las más críticas, debido a que una demora de tiempo en esta etapa del proceso, puede ocasionar el retraso del buque en muelle, representando multas económicas para el Puerto y por ende atrasos en las etapas siguientes, las cuales se ven reflejadas en quejas del usuario final.

Actualmente los tracto-camiones presentan fallas continuas (mecánicas, hidráulicas, eléctricas, etc.), las cuales se reflejan en la baja disponibilidad y confiabilidad de los equipos que afectan el rendimiento de la operación. Dichas fallas se deben a la carencia de un plan de mantenimiento basado en los manuales del fabricante y en un estudio de análisis de fallas (componentes críticos).

Debido a la alta competitividad que se ha venido desarrollando en este sector de la industria el Puerto de Barranquilla está en la necesidad de implementar nuevas prácticas de mantenimiento que contribuyan al aumento de la efectividad de las maquinas. Por ello surge la necesidad de realizar un estudio metodológico de mantenimiento centrado en confiabilidad que permita mejorar los indicadores de disponibilidad y confiabilidad de los equipos y además que reduzca los tiempos improductivos y los costos de mantenimiento.

Figura 2. Tractocamión Kallmar Ottawa 4x2



### 2.3. JUSTIFICACION

Uno de los objetivos del Puerto de Barranquilla es ofrecer al cliente servicios de calidad y con tiempos de respuesta óptimos para de esta manera lograr garantizar la rentabilidad del negocio, esto está ligado con el costo de la operación; por este motivo es de gran importancia establecer una estrategia de mantenimiento que conduzca al aumento en la disponibilidad y confiabilidad de los de los tractocamiones.

Actualmente los tractocamiones Kalmar Ottawa 4X2 cuentan únicamente con un plan de mantenimiento basado en el cambio de aceites de los diferentes sistemas, engrase general y la corrección de fallas en el momento en que se presentan, esto basado en la experiencia de los técnicos y pruebas de ensayo y error, esto sumado al deterioro de los equipos por sus elevadas horas de trabajo y por las exigencias de la operación que conllevan a una baja disponibilidad y confiabilidad de los equipos, por tal motivo se hace necesario la implementación de una metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) que permita aumentar dicha disponibilidad y confiabilidad de los tractocamiones Kalmar Ottawa 4X2. De esta forma reduciremos los

tiempos medios entre falla (MTBF), los tiempos medios entre reparación (MTBR) y los costos de mantenimiento y por ende un aumento del rendimiento en la operación.

## **2.4. OBJETIVOS**

**2.4.1 Objetivo General.** Proponer un modelo de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) para la flota de tractocamiones Kalmar Ottawa 4x2 de la Empresa Puerto de Barraquilla.

### **2.4.2. Objetivos Específicos**

- Identificar todos los sistemas que componen los tractocamiones Kalmar Ottawa 4X2 con sus especificaciones técnicas y sus condiciones de operación.
- Definir cada una de las funciones de los sistemas que componen a los tractocamiones Kalmar Ottawa 4X2.
- Analizar cuáles son los sistemas y/o componentes que presentan mayor número de fallas (críticos) en los tractocamiones Kalmar para jerarquizar las tareas de mantenimiento.
- Realizar un análisis de modo de falla y efecto AMEF de los sistemas y/o componentes soportado en los registros históricos de las fallas y recomendaciones del fabricante.
- Crear una metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad RCM para la flota de tractocamiones Kalmar Ottawa 4X2.

### **3. MARCO TEORICO**

#### **3.1. GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO**

Entendemos por Gestión del Mantenimiento, la realización de diligencias encaminadas a determinar, organizar y administrar los recursos del mantenimiento, con el objeto de lograr la más alta disponibilidad de los equipos con sano criterio económico<sup>3</sup>.

La selección de un modo de gestión de mantenimiento se hace con base en las necesidades específicas de cada empresa; existen suficientes diferencias y alternativas entre las diferentes opciones. La escogencia individual del modo de gestión del mantenimiento es indiferente del momento y estado que viva la empresa, puede llegar a ser uno de los grandes pecados estratégicos que conduzcan a resultados deficientes de mantenimiento en el mediano o largo plazo.

Se debe proceder con un diagnóstico inicial integral, tener muy claro con qué instrumentos se cuenta y cuáles faltan por desarrollar; en especial tener un panorama claro de la ubicación física de los equipos relevantes y/o críticos con sus curvas de tasas de fallas, de tal forma que haya coherencia entre los estados de los equipos y el modo de gestión que se desea implementar. El comentario es que en parte la decisión debe partir de la premisa de la fase en que se encuentra en la curva de la bañera los equipos importantes, las unidades de producción y sobretodo la empresa en conjunto.

---

<sup>3</sup> GONZÁLEZ B., Carlos Ramón. Especialización en Gerencia de Mantenimiento 2007. Principios de Mantenimiento, pág. 28.

**3.1.1. Mantenimiento Correctivo.** Consiste en permitir que un equipo funcione hasta el punto en que no puede desempeñar normalmente su función. Se somete a reparación hasta corregir el defecto y se desatiende hasta que vuelva a tener una falla y así sucesivamente. Este tipo de mantenimiento es el más común y conocido por los encargados, jefes e ingenieros de mantenimiento. Por lo general obliga a un riguroso conocimiento del equipo y de las partes susceptibles a falla, a un diagnóstico acertado y rápido de las causas.

Esta forma de mantenimiento ocasiona grandes pérdidas por no tomar en cuenta los costos de producción generados por el paro imprevisto del equipo. El mantenimiento correctivo se justifica cuando el equipo no se halla en una línea de producción o punto crítico del proceso, no ocasiona serios trastornos a la producción o al mantenimiento.

Se llama Equipo Crítico al que:

- Su paro interrumpe el flujo normal de producción.
- Causa problemas ambientales ó de seguridad.
- Desperdicia energía.
- Su paro ocasiona demoras en la entrega a los clientes.
- Es costoso de mantener.
- Requiere reparaciones frecuentes.
- Sus repuestos son difíciles de conseguir.

Por lo tanto, el simple hecho de que un equipo no sea catalogado como un equipo crítico según las anteriores consideraciones, es una justificación para aplicar el mantenimiento correctivo en este equipo. Sin embargo, estas justificaciones deben revisarse periódicamente hasta comprobarse que efectivamente el paro imprevisto de este equipo no ocasiona trastornos graves a la producción, ya que la consideración de crítico puede variar con el tiempo.

El mantenimiento correctivo no es puramente esperar a que un equipo falle para proceder a repararlo, tiene una connotación mucho más importante en el proceso operativo del sistema de mantenimiento; es decir, cualquiera que sea el tipo de gestión siempre termina en el correctivo. En síntesis puede decirse que *“el mantenimiento correctivo puede ser planificado mediante acciones proactivas ó no planificado como solución a emergencias”*, este último es seguramente el tipo de gestión más costoso y que más problemas ocasiona, ya que:

- Requiere más personal para las actividades de mantenimiento.
- Paros continuos que amenazan la producción.
- El lucro cesante es siempre mayor.
- Ocasiona malestar en el personal y es fuente de conflictos.
- Los equipos pueden sufrir daños irreparables.
- Se compromete la calidad del producto.

**3.1.2. Mantenimiento Preventivo.** Es el mantenimiento que se ejecuta a los equipos de una Planta en forma planificada y programada anticipadamente, con base en inspecciones periódicas debidamente establecidas según la naturaleza de cada máquina y encaminadas a descubrir posibles defectos que puedan ocasionar paradas imprevistas de los equipos o daños mayores que afecten la vida útil de las máquinas<sup>4</sup>. Se pueden lograr bajos costos y un tiempo mínimo de parada con un balance apropiado entre el mantenimiento preventivo y el mantenimiento correctivo.

Puede prevenir que las fallas ocurran en mal momento, sensar cuando la falla está próxima a ocurrir y repararla antes de que ocurra el daño.

*“Cada vez que un equipo es intervenido, está expuesto a un daño potencial, es excesivamente costoso reemplazar componentes prematuramente”.*

---

<sup>4</sup> GONZÁLEZ B., Carlos Ramón. Especialización en Gerencia de Mantenimiento 2007. Principios de Mantenimiento, pág 39.

Para lograr los plenos beneficios del mantenimiento preventivo, su programa mínimo se debe complementar con un buen análisis, planificación y programación de los trabajos, así como también se debe establecer una documentación operativa mínima y funcional. Los elementos básicos del mantenimiento preventivo son:

- Parte a inspeccionar.
- Instante en que debe inspeccionarse.
- Control sobre el cumplimiento de la inspección.

Usualmente se le asocia con una frecuencia determinada a la cual se realizan las inspecciones y actividades de mantenimiento. Existen tres razones para hacer mantenimiento preventivo:

- Prevenir las fallas.
- Detectar el comienzo de la falla.
- Descubrir una falla oculta.

Desafortunadamente, no es posible prevenir todas las fallas de los equipos, pero eso no significa que nuestra habilidad para realizar las tareas de mantenimiento preventivo deba terminar allí. Evitar que una pequeña avería se convierta en un daño mayor, puede hacerse por medio de la detección y prevención oportuna de la avería. La inspección es el elemento fundamental del Mantenimiento Preventivo, consiste en observar cuidadosa y detenidamente el estado del elemento en cuestión, buscando desgastes, desajustes, piquetes, erosiones, grietas, fisuras, etc., y registrar detalladamente las observaciones en documentos destinados para tal fin.

El intervalo de inspección debe estar basado en la estabilidad, el propósito y el grado de uso. Si los registros iniciales indican que el equipo permanece dentro de la precisión requerida en las calibraciones sucesivas, los intervalos se pueden ampliar. Si por el contrario, el equipo requiere ajustes o reparaciones frecuentes, el intervalo se debe acortar.

Los registros del equipo proveen información para propósitos de otro mantenimiento preventivo. Toda orden de trabajo sobre un equipo se debe registrar en una base de datos donde se pueda buscar por equipo el historial de fallas y reparaciones, estos proveen información vital para el análisis de efectividad del sistema de mantenimiento.

Las partes esenciales que se deben incluir en un registro son:

- Número de identificación del equipo.
- Nombre del equipo.
- Producto/Grupo/Clase de equipo.
- Localización.
- Uso de lecturas de medida.
- Intervalos de mantenimiento.
- Uso por día.
- Último mantenimiento preventivo vencido.
- Siguiendo mantenimiento preventivo vencido.
- Tiempo del ciclo para mantenimiento preventivo.
- Oficios requeridos, número de personas y el tiempo para cada uno.
- Partes requeridas.

**3.1.3. Mantenimiento Predictivo.** El mantenimiento predictivo estudia la evolución temporal de ciertos parámetros, para asociarlos a la ocurrencia de fallas, con el fin de determinar en que período de tiempo esa situación va a generar escenarios fuera de los estándares, para así poder planificar todas las tareas proactivas con tiempo suficiente para que esa avería nunca tenga consecuencias graves ni genere paradas imprevistas de equipos.

La predicción del comportamiento de los parámetros se hace a través de las ciencias: matemáticas, estadísticas, proyectivas, prospectivas, correlacionales, aleatorias, univariantes, bivariantes y multivariantes, etc. Una de las características más importantes de este tipo de acción de mantenimiento es que no debe alterar el funcionamiento normal del equipo mientras se está aplicando<sup>5</sup>.

La inspección y evaluación de los parámetros se puede realizar en forma periódica o en forma continua, dependiendo de diversos factores como son: el tipo de actividad, los tipos de falla por diagnosticar y la inversión que se quiera realizar.

Algunas ventajas del mantenimiento predictivo son:

- Reduce el tiempo de parada al conocer exactamente qué componente es el que falla.
- Permite seguir la evolución de un defecto en el tiempo.
- Optimiza la gestión del personal de mantenimiento.
- Realiza la verificación de la condición de estado y monitoreo en tiempo real de la maquinaria, tanto la que se realiza en forma periódica como la que se hace de carácter eventual.
- Maneja y analiza un registro de información histórica vital, a la hora de la toma de decisiones técnicas en los equipos.

---

<sup>5</sup> MORA G., Alberto. Mantenimiento estratégico para empresas industriales o de servicios – Enfoque Sistemático Kantiano. Pág 266.

- Define los límites de tendencia relativos a los tiempos de falla o de aparición de condiciones no estándares.
- Posibilita la toma de decisiones sobre la parada de un equipo en momentos críticos.
- Facilita la confección de formas internas de funcionamiento o compra de nuevos equipos.
- Provee el conocimiento del historial de actuaciones, para ser utilizada por el mantenimiento correctivo.
- Facilita el análisis de las averías.
- Aplica el análisis estadístico del sistema.

El principal inconveniente del mantenimiento predictivo es de tipo económico. Para cada equipo es necesaria la instalación de equipos de medición de parámetros que puedan ser: presión, pérdidas de carga, caudales, consumos energéticos, caídas de temperatura, ruidos, vibraciones, agrietamientos, etc. Las técnicas de mantenimiento predictivo aplicables a componentes del tren de potencia de equipos mineros son:

- Inspección visual, acústica y al tacto de componentes
- Tomografía
- Vibraciones
- Análisis de aceite

**Inspección visual, acústica y al tacto de componentes.** La permanente vigilancia durante la operación o el mantenimiento de equipos, juega un rol importante en los instrumentos avanzados para detectar fallas o condiciones fuera del estándar. La presencia visual de desgastes, situaciones anormales y ruidos indican que se está ante la presencia de un generador de falla, que puede evitarse tomando las acciones correctivas correspondientes.

**Termografía.** La utilización de aparatos térmicos para el control y vigilancia de variables de condición en las máquinas es una herramienta avanzada muy útil en la detección potencial de fallas y situaciones fuera de estándar, entre ellos sobresalen: termómetros, termistores, pinturas, polvos térmicos, termostatos, cámaras de rayos infrarrojos, sensores de temperatura, sensores de contacto, sensores basados en dilatación o expansión de líquidos, sensores bimetálicos en expansión, termopares, termocuplas, termo resistencias, testigos de color, bolas (pellets), sensores sin contacto, pirómetros ópticos y de radiación, cámaras infrarrojas, etc., (figura 3).

Figura 3. Cámaras Termo gráficas



Algunas de las fallas que se pueden evidenciar con el control de temperatura son: daños en rodamientos, defectos en sistemas de refrigeración, sistemas de generación de calor o manejo energético, depósitos y sedimentos de materiales no deseados, daños en aislamientos, condiciones no estándares en sistemas eléctricos, etc.

**Vibraciones.** La razón principal para analizar y diagnosticar el estado de una máquina es determinar las medidas necesarias para corregir la condición de vibración, reducir el nivel de las fuerzas vibratorias no deseadas y no necesarias. De manera que, al estudiar los datos, el interés principal deberá ser la identificación

de las amplitudes predominantes de la vibración, la determinación de las causas, y la corrección del problema que ellas representan.

El establecimiento de patrones en condiciones normales de operación, permite diferenciar de situaciones fuera del estándar, esto se logra con una de las metodologías más certeras en el diagnóstico y monitoreo de equipos y componentes, a través de las vibraciones<sup>6</sup>. Detecta defectos internos como: desalineaciones de rodamientos y poleas, desequilibrios dinámicos, desgastes de engranajes, sobrecargas, ejes defectuosos, etc., (figura 4).

Las etapas seguidas para medir y/o analizar una vibración, que constituyen la cadena de medición, son:

- Etapa Transductora.
- Etapa de acondicionamiento de la señal.
- Etapa de análisis y/o medición.
- Etapa de registro.

Figura 4. Medición de vibraciones.



---

<sup>6</sup> AGUILAR LEÓN, German Stephan. Vibraciones Mecánicas. Universidad Industrial de Santander-UIS. Posgrado en Gerencia de Mantenimiento. Cartagena, 2007. Pág. 16.

Para la medición de vibraciones en el exterior de las máquinas y en las estructuras hoy en día se utiliza fundamentalmente los acelerómetros. El acelerómetro tiene la ventaja respecto al velocímetro de ser más pequeño, tener mayor rango de frecuencia, y poder integrar la señal para obtener velocidad o desplazamiento vibratorio.

El sensor de desplazamiento se utiliza para medir directamente el movimiento relativo del eje de una máquina respecto a su descanso. Para la selección adecuada del sensor se debe considerar, valor de la amplitud a medir, temperatura de la superficie a medir y fundamentalmente el rango de las frecuencias a medir.

### **3.2. MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD (RCM)**

RCM ES una estrategia que permite determinar cuáles son las tareas mínimas de mantenimiento para los equipos en estudio cumplan con las funciones esperadas.

“RCM es un proceso específico usado para identificar las políticas que deben ser implementadas para administrar los modos de falla que pueden causar fallas funcionales en cualquier activo físico en su contexto operacional<sup>7</sup>”

“RCM es un proceso utilizado para determinar que se debe hacer para asegurar que cualquier activo físico continúe haciendo lo que sus usuarios quieren que haga en su contexto operacional actual<sup>8</sup>”.

“El RCM es el proceso usado para determinar el enfoque más efectivo del mantenimiento esto implica identificar acciones que cuando se toman reducen la probabilidad de falla de la forma más costo-efectiva buscando una mezcla óptima

---

<sup>7</sup> Sae JA1011. Evaluation Criteria for Reliability-Centered Maintenance (RCM) Processes. Society of Automotive Engineers, Inc 1999

<sup>8</sup> MOUBRAY. JHON. Reliability-Centered Maintenance RCM II. New York: Industrial Press Inc, 1997. P. 7.

de acciones basadas por condición, acciones basadas en ciclos o en tiempo o el enfoque de operar hasta que falle<sup>9</sup>

La filosofía del RCM se fundamenta en:

- Evaluación de los componentes de los equipos, su estado y su función.
- Identificación de los componentes críticos.
- Aplicación de las técnicas de mantenimiento proactivo y predictivo.
- Chequeo en sitio y en operación del estado corpóreo y funcional de los elementos mediante permanente revisión y análisis.

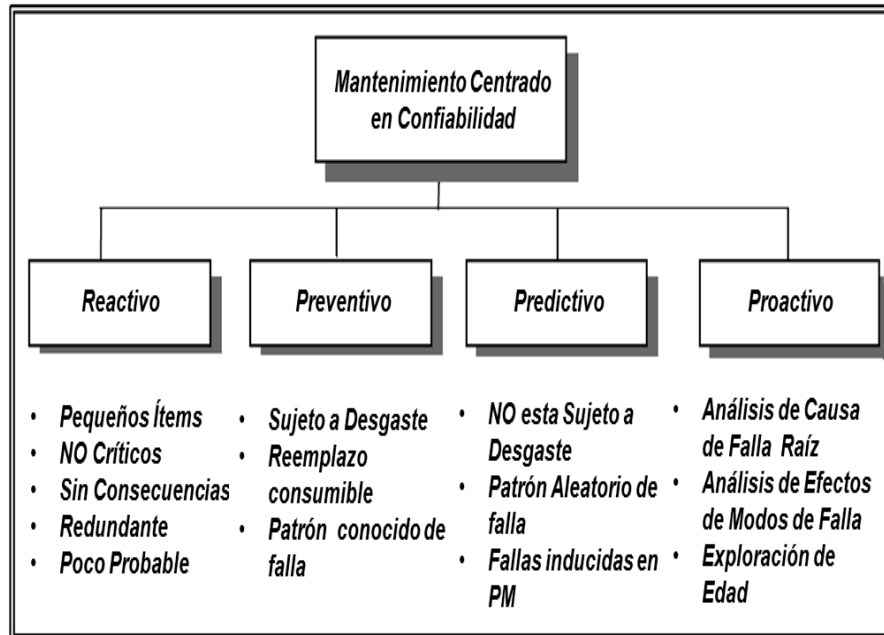
El mantenimiento centrado en confiabilidad es una filosofía de gestión de mantenimiento que sirve de guía para identificar las actividades de mantenimiento con sus respectivas frecuencias a los activos más importantes de un contexto operacional.

Esta no es una fórmula matemática y su éxito se apoya principalmente en el análisis funcional de las fallas de un determinado contexto operacional, realizado por un equipo de trabajo multidisciplinario, el cual desarrolla un sistema de gestión de mantenimiento flexible que se adapta a las necesidades reales de mantenimiento de la organización, tomando en cuenta la seguridad personal, el ambiente, las operaciones y la razón costo / beneficio

---

<sup>9</sup> NASA. Reliability Centered Maintenance Guide or Facilities and Collateral Equipment. 2000. P. 1-1

Figura 5. Tareas de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM)



Fuente: NASA Reliability Centered Maintenance Guide or Facilities and Collateral Equipment.

**3.2.1 Objetivos que persigue el RCM.** El mantenimiento centrado en la confiabilidad se plantean unos objetivos fundamentales que ayuda a cumplir con el objetivo principal del RCM con lo son:

- Eliminar las averías de las máquinas.
- Suministrar fuentes de información de la capacidad de producción de la planta a través del estado de sus máquinas y equipos.
- Minimizar los costos de mano de obra de reparaciones, en base a un compromiso por parte de los responsables del mantenimiento en la eliminación de fallas de máquinas.
- Permitir a los Departamentos de Producción y de Mantenimiento una acción conjunta y sincronizada a la hora de programar y mantener la capacidad de producción de la planta.

- Incrementar los beneficios de explotación directamente mediante la reducción de los presupuestos del departamento de mantenimiento.

Partimos de la base de que RCM es un proceso para determinar cuáles son las operaciones que debemos hacer para que un equipo o sistema continúe desempeñando las funciones deseadas en su contexto operacional, siempre y cuando ellas sean rentables para la empresa.

Y para ello se debe tener muy claras y analizadas las siguientes preguntas:

**3.2.2 Las Siete Preguntas Básicas del RCM.** El RCM plantea siete preguntas básicas acerca del activo o sistema que se quiere revisar:

- ¿Cuáles son las funciones del equipo o del sistema?
- ¿De qué forma puede fallar?
- ¿Que puede causar que falle?
- ¿Qué sucede realmente cuando falla?
- ¿Qué ocurre si se produce el fallo y qué repercusiones reales (disponibilidad, costes, accidentes, E.T.C.) tiene?
- ¿Qué se puede hacer para prevenir los fallos?
- ¿Es rentable prevenir dicho fallos?
- ¿Qué se debe hacer si no se puede prevenir el fallo?

Es importante determinar, cuando nos pongamos a responder dichas preguntas, qué es lo que la empresa, la planta o el cliente quiere realmente que el sistema haga dentro del contexto operacional en que nos encontramos en nuestra planta.

**3.2.2.1 ¿Cuáles son las funciones del equipo o del sistema?** Entendiendo como contexto operacional el lugar, el entorno, las circunstancias de trabajo, Ello implica saber cuáles son verdaderamente los límites o estándares de funcionamiento necesarios en realidad para nuestro cliente o para nuestra actividad.

**3.2.2.2 ¿De qué forma puede fallar?** Una vez determinadas cuáles son las funciones y prestaciones, hay que identificar y conocer sus fallos. Hay que Identificar una a una las posibilidades de fallo de cada elemento o cada equipo, entendiendo como fallo dejar de realizar las funciones requeridas o salir de los márgenes de validez. Por tanto, el fallo funcional a localizar e identificar por el grupo de trabajo de RCM será aquel que implique la incapacidad de cualquier equipo o activo físico para cumplir un estándar medible de funcionamiento.

**3.2.2.3 ¿Qué puede causar que falle?:** Conocidas las funciones las prestaciones y los fallos funcionales, debemos pasar a la siguiente pregunta: ¿que puede causar que falle? para responderla hay que identificar las causas más probables de cada fallo funcional o de cada pérdida de las prestaciones que hacen que la máquina o equipo deje de funcionar adecuadamente, a ello se les denomina modo de fallo. Dichos modos de fallos de incluir todas aquellas causas de fallos que hayan ocurrido, las que se están evitando por el mantenimiento preventivo que estamos llevando a cabo y las que aún no han ocurrido pero tienen posibilidad de ocurrir.

**3.2.2.4 ¿Qué efectos tienen los fallos?** Qué pasa si ocurre una determinada avería y, además, qué pasaría si ocurriera un nuevo modo de fallo o avería asociada. Con ello no nos vamos a limitar exclusivamente a cada fallo individualizado, sino que vamos abordar la casuística asociada a los fallos múltiples

esto es lo que realmente va a permitir al grupo de trabajo de terminar las consecuencias de los fallos.

**3.2.2.5 ¿Qué se puede hacer para prevenir los fallos?** La siguiente pregunta que nos debemos hacer en el proceso de estudio y definición del RCM es: ¿qué se puede hacer para prevenir los fallos? De forma asociada, es necesario que cada vez que el grupo de trabajo analice (avería a avería o fallo a fallo) se pregunte este interrogante y cuando conteste el mismo, anote y valore con toda claridad sus propuestas que nos servirán para la elaboración de los planes de intervención que deben ser ejecutadas en conformidad con el análisis de RCM a cada máquina es específico.

**3.2.2.6 ¿Es rentable prevenir dicho fallos?** Esta pregunta es muy importante puesto los costos son muy relevantes en las empresas y de ahí depende muchas decisiones de intervención del activo o incluso dejarlo simplemente que llegue hasta la falla.

**3.2.2.7 ¿Qué se debe hacer si no se puede prevenir el fallo?:** Esta pregunta tiene relación a fallas que no se pueden prevenir habrá que tener planes de contingencias que puedan tomarse para manejar las fallas las acciones pueden dividirse en dos categorías: Tareas proactivas y Acciones a falta de.

**3.2.3. Árbol lógico de decisiones del RCM.** Las actividades o tareas de mantenimiento según RCM pueden ser:

**3.2.3.1 Tareas Proactivas (preventivas).** Las tareas proactivas se realizan antes de que ocurra una falla, con el fin que el activo llegue a un estado de falla que abarcan las tareas de mantenimiento preventivo y predictivo, que corresponden a una estrategia de prevención de fallas.<sup>10</sup>

- Sustitución y Reacondicionamiento Cíclico (Time Based Maintenance).
- Condicionales o Predictivas (Conditional Based Maintenance).

**3.2.3.2 Acciones a falta.** Pero cuando no es posible identificar una tarea proactiva efectiva es necesario realizar “acciones a falta de” corresponden a una estrategia de acción contra la falla:

- Búsqueda de fallas ocultas.
- Rediseño.
- Mantenimiento a rotura o averías

Como resultado de este análisis se elabora la “Hoja de Decisión”, en la cual para cada modo de falla se define la actividad de mantenimiento correspondiente y Finalmente se establece el “Plan de Mantenimiento” resultante de la aplicación del método, en un formato lo más simple posible, donde se especifica el listado de tareas de mantenimiento, su frecuencia de implementación y la fecha estimada de ejecución.<sup>11</sup>

Las siguientes son algunas acciones que se pueden diferenciar dentro del RCM:

- Acción correctiva: reparación o reemplazo sobre las fallas. El costo de control o detección de fallas excede los beneficios.
- Acción preventiva: reparación o reemplazo sobre tiempos o ciclos.

---

<sup>10</sup> Mora, Alberto. Mantenimiento estratégico para empresas industriales o de servicios. AMG, 2009. p.273.

<sup>11</sup><http://www.fices.unsl.edu.ar/~uniram/trabajos/130%20MANTENIMIENTO%20CENTRADO%20EN%20LA%20CONFIABILIDAD%20%20EN%20INDUSTRIA%20FARMACEUTICA-Gangi%20S.,%20Ingaramo%20R%20%20y%20otros.pdf>

- Acción predictiva: se emplean condiciones de monitoreo para detectar fácilmente etapas de falla. Reemplazo o reparación sobre condición.
- Además de estas acciones, el mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), combina algunas actividades del mantenimiento proactivo para detectar y analizar la presencia de algunas causas de falla reduciéndolas en un periodo determinado. <sup>12</sup>

Conociendo y enlistados todos los modos y efectos de fallas y sus consecuencias, podemos realizar el proceso llamado árbol lógico de decisiones del RCM con el fin de determinar:

- Si la falla es merecedora de prevención, esfuerzos para predecirla.
- Algún tipo de intervención periódica, para evitarla.
- Rediseño, para eliminarla.
- Simplemente ninguna acción.

y de esta forma encontrar cuáles son las tareas adecuadas y el programa de mantenimiento que deberán ser aplicados a los activos físicos

#### Pasos para la implementación

- Formación del equipo natural de trabajo.
- Selección y definición de las áreas y equipos restringidos donde se implementará el RCM.
- Definición de criticidad y selección de los sistemas críticos, estableciendo sus Funciones primarias, secundarias, auxiliares y de apoyo logístico.
- Análisis de las fallas funcionales reales o potenciales para cada una de las funciones.

---

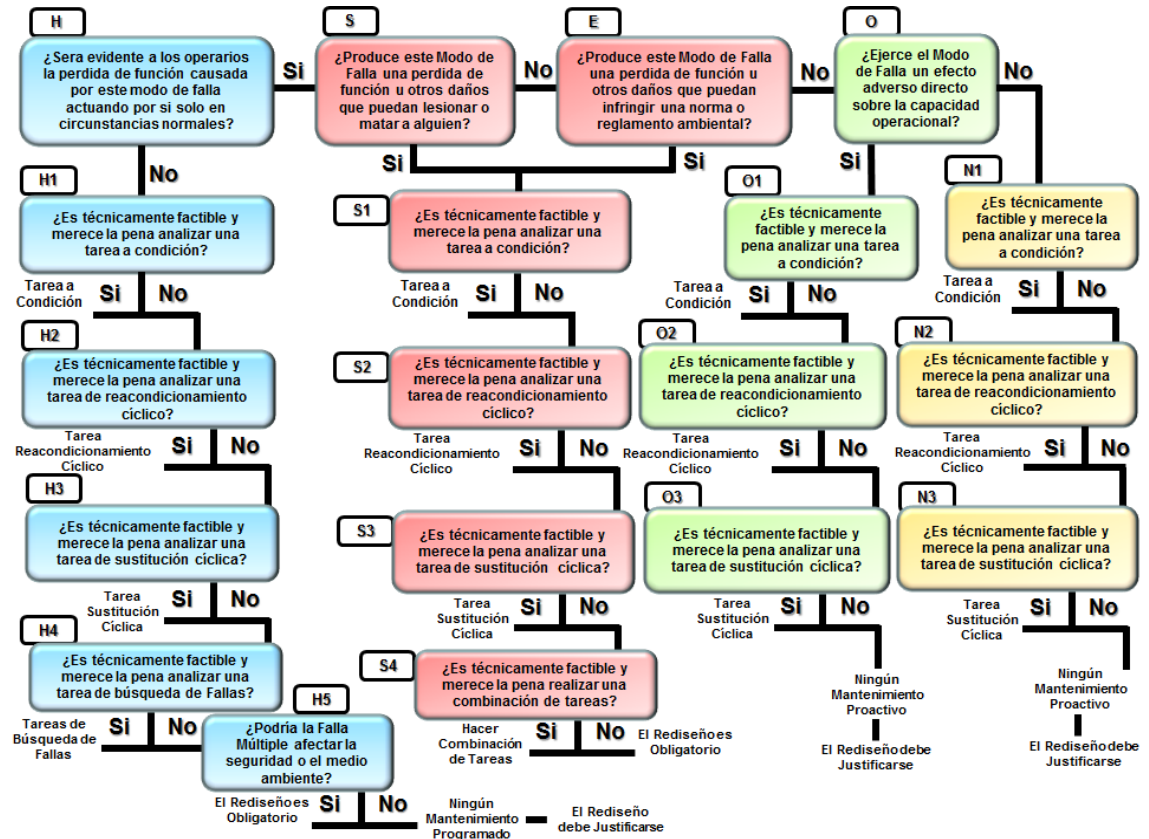
<sup>12</sup> Mora, Alberto. Mantenimiento estratégico para empresas industriales o de servicios. Colombia: AMG, 2009. p.273.

- Realización del análisis de los modos y de los efectos de las fallas, para determinar los modos de fallos a que se tiene lugar en cada falla funcional para cada función (utiliza el procedimiento FMECA).
- Selección de las estrategias y procedimientos de mantenimiento (árbol lógico de decisión).
- Implantación y evaluación del CMD en cada caso.
- Asigna estrategias y los recursos adecuados para el plan general de priorización asignado con base en el RPN y los costos / beneficios asociados a cada modo de falla.
- Revisión y monitoreo periódico de todo el esquema general y específico. <sup>13</sup>

---

<sup>13</sup> MORA, Alberto. Mantenimiento estratégico para empresas industriales o de servicios. Colombia: AMG, 2009. p.273.

Figura 6. Árbol de Decisión del Proceso de RCM

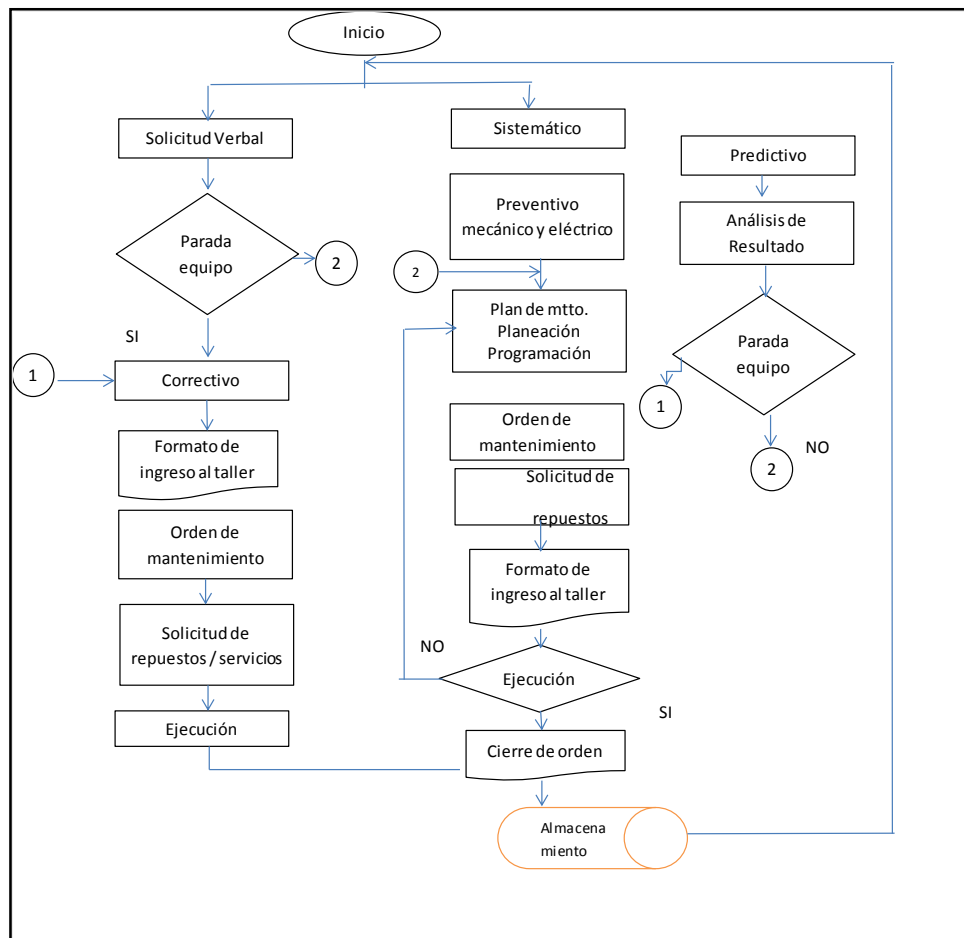


Fuente: Reliability-Centered Maintenance RCM II, Jhon Moubray.

#### 4. ESTADO ACTUAL DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

La empresa puerto de Barranquilla utiliza como medio de programación para las actividades de mantenimiento el modulo PM del software SAP, con el cual se lleva a cabo el control del proceso y la definición de operaciones (tareas), la adquisición de materiales, asignación de recursos humanos y contratación de servicios externos a cada equipo a través de las órdenes de mantenimiento.

Figura 7. El proceso de mantenimiento.



Fuente: PUERTO DE BARRANQUILLA. Sistema de gestión de la calidad. Barranquilla, 2016.

Para desarrollar la gestión de mantenimiento de SPRB se ha organizado la administración en siete (7) grupos de planificación que se muestra en la tabla 1 y de la cual esta monografía resalta los equipos tractocamiones:

Tabla 1. Grupos Planificadores del área de mantenimiento.

DENOMINACION	SUFIJO SAP	CLASE DE EQUIPOS
Automotriz	AUT	Vehículos livianos, motocicletas, barredora, vibro-compactador
Cargadores & Elevadores	C&E	Cargadores frontales sobre ruedas, excavadoras, elevadores de uña, pallets Jack.
Eléctrico	ELE	Sistema eléctrico en Media y Baja Tensión y regulada. Plantas eléctricas, Torres de iluminación portátiles y Power-pack
Gráneles & equipo fijo	G&F	Sistemas automatizados para manejo de granel en bodegas, bandas transportadoras móviles, tolvas, cucharas, carpadores, spreaders mecánicos
Grúas	GRU	Grúas móviles portuarias con sus aparejos
Plataformas & tracto-camiones	P&5	Tracto-camiones, bombcarts y plataformas
Straddles & reach stacker	S&R	Straddles carrier, reach stacker, stacker y man lift.

Para cada grupo de planificación existe un coordinador responsable de gestionar los mantenimientos.

#### 4.1. EQUIPOS QUE INTERVIENE EL AREA DE MANTENIMIENTO

El área de mantenimiento del puerto de barranquilla actualmente tiene 223 Equipos Portuarios con programa de mantenimiento clasificados en la tabla 2, de los cuales se presentan los 25 tractocamiones en la tabla 3.

Tabla 2. Clasificación de equipos portuarios

TIPOS DE EQUIPOS	CANTIDAD
Cargadores & Elevadores	83
Gránulos & equipo fijo	42
Grúas	21
Plataformas & Tractocamion	58
Straddles & reach stacker	19

Tabla 3. Listado de equipos de mantenimiento.

EQUIPOS PORTUARIOS				
SOCIEDAD	MARCA	N° SPRB	TIPO EQ	CAPACIDAD
SPRB	KALMAR	C-01	TRACTOCAMIONES	81000LB
SPRB	KALMAR	C-03	TRACTOCAMIONES	81000LB
SPRB	KALMAR	C-04	TRACTOCAMIONES	81000LB
SPRB	KALMAR	C-05	TRACTOCAMIONES	81000LB
SPRB	KALMAR	C-06	TRACTOCAMIONES	81000LB
SPRB	KALMAR	C-07	TRACTOCAMIONES	81000LB
SPRB	KALMAR	C-08	TRACTOCAMIONES	81000LB
SPRB	KALMAR	C-09	TRACTOCAMIONES	81000LB
SPRB	KALMAR	C-10	TRACTOCAMIONES	81000LB
SPRB	KALMAR	C-11	TRACTOCAMIONES	81000LB
SPRB	KALMAR	C-12	TRACTOCAMIONES	81000LB
SPRB	KALMAR	C-13	TRACTOCAMIONES	81000LB
SPRB	KALMAR	C-14	TRACTOCAMIONES	81000LB
SPRB	KALMAR	C-15	TRACTOCAMIONES	81000LB
SPRB	KALMAR	C-16	TRACTOCAMIONES	81000LB
SPRB	KALMAR	C-17	TRACTOCAMIONES	81000LB
SPRB	KALMAR	C-18	TRACTOCAMIONES	81000LB
SPRB	KALMAR	C-19	TRACTOCAMIONES	81000LB
SPRB	KALMAR	C-20	TRACTOCAMIONES	81000LB
SPRB	KALMAR	C-21	TRACTOCAMIONES	81000LB
SPRB	KALMAR	C-22	TRACTOCAMIONES	81000LB
SPRB	KALMAR	C-23	TRACTOCAMIONES	81000LB
SPRB	KALMAR	C-24	TRACTOCAMIONES	81000LB
SPRB	KALMAR	C-25	TRACTOCAMIONES	81000LB
SPRB	KALMAR	C-26	TRACTOCAMIONES	81000LB

## 4.2. GASTOS DE MANTENIMIENTO

En la tabla 4 se presentan los gastos presupuestados y ejecutados del mantenimiento de los siete grupos presentados anteriormente.

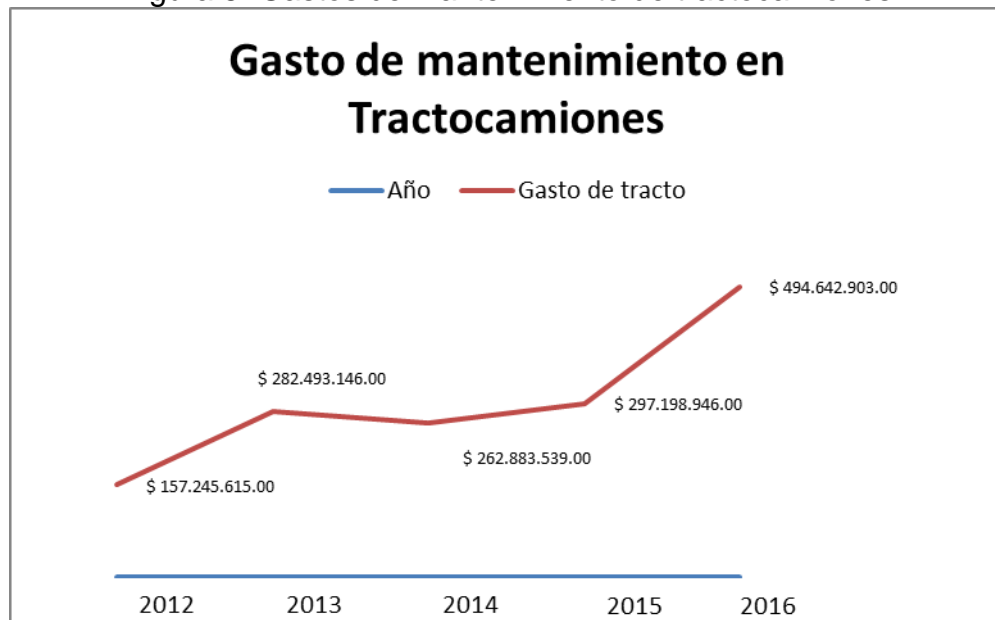
Tabla 4. Ejecución Presupuestal del 2013 hasta 2016.

Año	Ejecutado	Presupuestado
2013	\$ 4.472.415.605.00	\$ 5.605.769.659.00
2014	\$ 4.802.798.382.00	\$ 4.486.042.273.00
2015	\$ 6.070.482.711.00	\$ 4.747.274.405.00
2016	\$ 6.932.354.615.00	\$ 6.075.386.295.00

Fuente: PUERTO DE BARRANQUILLA. Informe del departamento financiero. Barranquilla, 2017.

Los gastos asociados al mantenimiento de los tractocamiones se presentan a continuación

Figura 8. Gastos de mantenimiento de tractocamiones

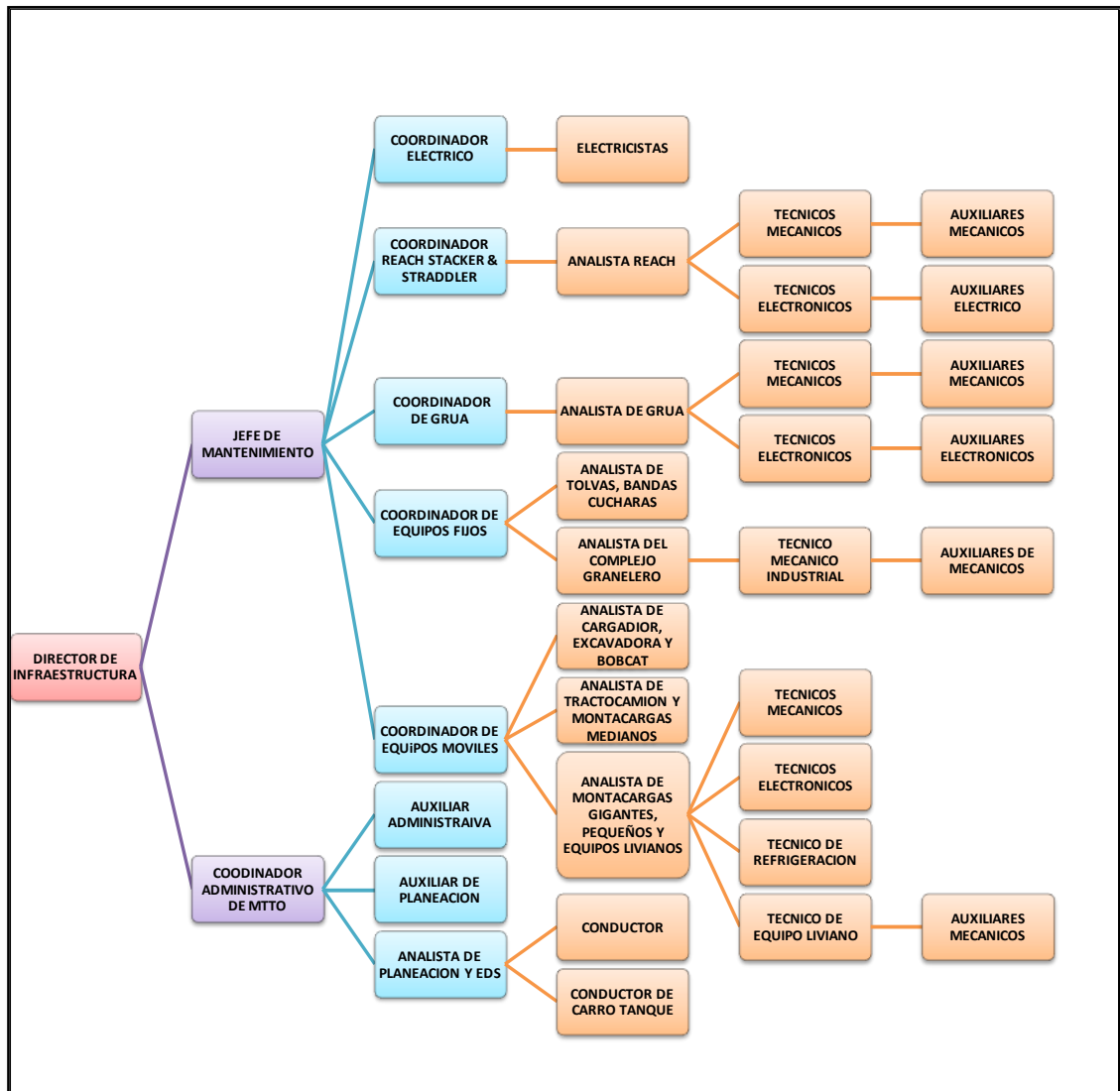


### **4.3. GRUPO DE TRABAJO**

El proceso de mantenimiento la empresa cuenta con un departamento de mantenimiento encargado de llevar acabo los mantenimientos preventivos, correctivos, predictivos y mejoras según la macro proceso de la Dirección de Infraestructura.

El grupo de mantenimiento maneja la orden de trabajo en donde se documenta el trabajo a realizar el personal responsable, repuestos, prioridad, permiso que se requiere, tipos de operación, elementos de protección personal, fecha y tiempo de inicio y de finalización.

Figura 9. Organigrama mantenimiento



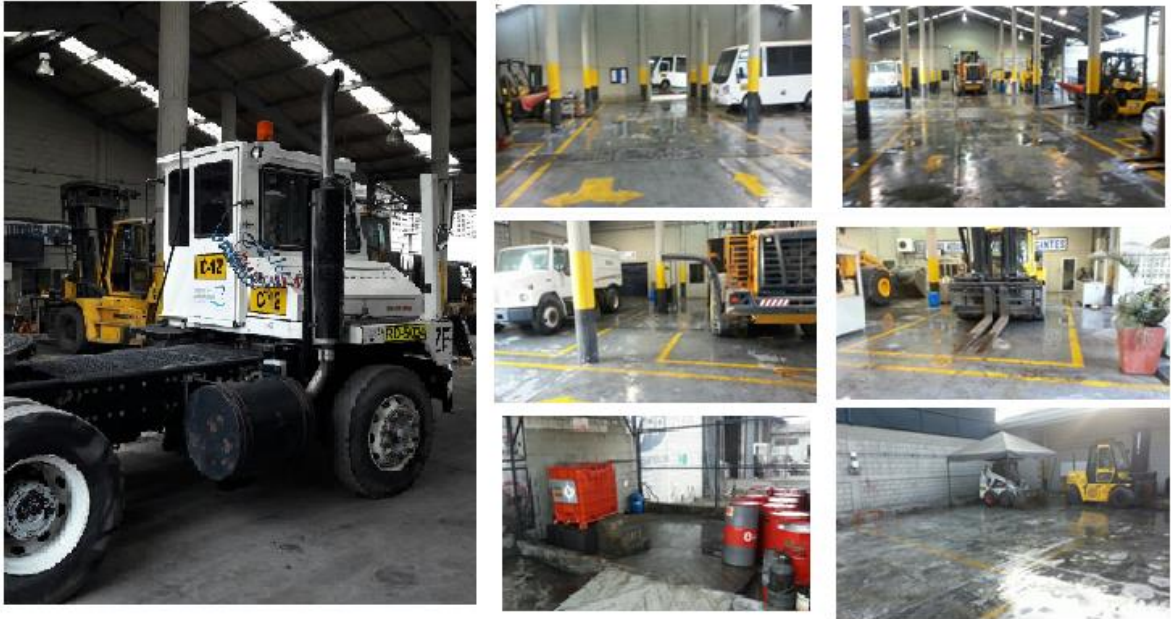
#### 4.4. INFRAESTRUCTURA DE MANTENIMIENTO

El área de mantenimiento en la empresa Puerto de Barranquilla cuenta con cuatro talleres ubicados estratégicamente para realizar las diferentes intervenciones a los equipos cerca de la operación para tener una reacción oportuna y evitar tiempos perdidos en traslados los talleres es:

- Taller de equipos fijos se encuentra ubicado cerca al muelle 5 y 6 donde arriba los buques que utilizan el complejo granelero, este taller es especialista en mantenimiento de sistemas mecanizados los cuales garantizan, cargar directamente a los camiones o de entregar la carga a los transportadores de arrastre instalados en cada una de ellas, los cuales a su vez envían el producto hacia a una banda transportadora que descarga directamente en un elevador. Este último se encarga de llevar el producto para que sea pesado en una báscula de bache, con el objeto de que finalmente sea dirigido a cualquiera de las 4 bodegas. Cada una de éstas posee un transportador de arrastre o de banda que puede llegar a movilizar hasta 600 TON/Hora y por estar ubicados en los puntos más altos de las bodegas, son capaces de llenar completamente toda el área útil.
- Taller de grúa los mantenimientos preventivos o correctivos de las 4 grúas con su aparejo (ganchos, spreader) se realizan el 90% en el muelle ya que por la estructura de los equipos no es posibles movilizarlos a un taller, pero esta área cuenta con un taller para realizar reparaciones menores de soldadura, reparación motor y pintura de piezas pequeñas.
- Taller de reach Stacker & straddler este taller se encarga de reparar y mantener disponible los equipos especializados para descargue y cargue de contenedores lo cual tienen una participación en la operación portuaria.
- Taller de equipos móviles en este taller se intervienen los equipos que atienden diferentes cargas como son:
  - Tracto camiones: son los encargados de movilizar contenedores y carga general.
  - Montacargas de 3 ton a 25 ton. utilizados en la operación de carga general.

- Cargadores, excavadoras, bobcat se encargan de la operación de granel y coque.
- Equipos livianos lo compone los vehículos, camionetas, barredoras, motocicletas y moto carros que son apoyo para la operación portuaria.

Figura 10. Taller de equipos móviles.



#### 4.5. CONTROL DOCUMENTAL

Tabla 5. Documentos y registros del área de mantenimiento.

Versión	Fecha	Descripción	Autor
3	11/09/2016	FMT 109 Formato de ingreso para mantenimiento Preventivo- correctivo de motos y motocarros	Coordinador Administrativo de mtto
3	11/09/2016	FMT 110 Formato de entrega y Recibo de Equipos Gráneles y equipos Fijos	Coordinador Administrativo de mtto
3	11/09/2016	FMT 112 Control de salida y entrega de Mercancías y Equipos	Coordinador Administrativo de mtto
3	11/09/2016	FMT 113 formato de Entrega y recibo de equipos eléctricos ubicación técnica	Coordinador Administrativo de mtto
3	11/09/2016	FMT 114 Formato de ingreso para mantenimiento Preventivo- correctivo de Manlift	Coordinador Administrativo de mtto
3	11/09/2016	FMT 115 Formato de ingreso para mantenimiento Preventivo- correctivo de spreader	Coordinador Administrativo de mtto
3	11/09/2016	FMT 118 Entrega y devolución de herramientas	Coordinador Administrativo de mtto
3	22/02/2016	FMT 119 Inspección de Herramientas	Coordinador Administrativo de mtto
3	22/02/2016	FMT 120 Registro de préstamo de cámara termografía	Coordinador Administrativo de mtto
3	22/02/2016	FMT 121 Registro de préstamo de medidor de aislamiento	Coordinador Administrativo de mtto
3	22/02/2016	FMT 122 Registro de préstamo de Video Beam	Coordinador Administrativo de mtto
N/A	N/A	Planes de mantenimiento	Coordinador Administrativo de mtto

Versión	Fecha	Descripción	Autor
4	22/02/2017	MT 001 Gestión de mantenimiento preventivo, correctivo y planificado	Coordinador Administrativo de mto
4	05/01/2017	MT 002 Salida y Regreso de equipos	Coordinador Administrativo de mto
2	22/02/2017	MT 003 Control y seguimiento de las herramientas	Coordinador Administrativo de mto
3	05/01/2017	IMT 001 Salida Mercancías Mto	Coordinador Administrativo de mto
1	11/09/2017	IMT 002 Gestión Mto Preventivo Correctivo	Coordinador Administrativo de mto
1	22/08/2017	FMT 101 Formato para reemplazo de horometro	Coordinador Administrativo de mto
3	11/09/2016	FMT 102 Formato de ingreso para mantenimiento Preventivo- correctivo de Grúas	Coordinador Administrativo de mto
3	11/09/2016	FMT 103 Formato de ingreso para mantenimiento Preventivo- correctivo de straddler carrier	Coordinador Administrativo de mto
3	11/09/2016	FMT 104 Formato de ingreso para mantenimiento Preventivo- correctivo de Reach Stacker	Coordinador Administrativo de mto
3	11/09/2016	FMT 105 Formato de ingreso para mantenimiento Preventivo- correctivo de Elevadores	Coordinador Administrativo de mto
3	11/09/2016	FMT 106 Formato de ingreso para mantenimiento Preventivo- correctivo de cargadores	Coordinador Administrativo de mto
3	11/09/2016	FMT 107 Formato de ingreso para mantenimiento Preventivo- correctivo de Tractocamiones - plataformas	Coordinador Administrativo de mto
3	11/09/2016	FMT 108 Formato de ingreso para mantenimiento Preventivo- correctivo de Vehículos livianos , barredoras,	Coordinador Administrativo de mto

## 5. TRACTOCAMION KALMAR OTTAWA

### 5.1. DESCRIPCIÓN

El tractocamión Kalmar Ottawa 4x2, está equipado con las características y protección requeridas en un ambiente exigente de manejo de cargas. El puerto de Barranquilla dispone de 25 tractocamiones para el manejo de cargas y contenedores, los cuales se presentan en la tabla 3.

Figura 11. Tractocamion Kalmar Ottawa 4x2



## 5.2. DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMA MECÁNICOS DEL VEHÍCULO TRACTOCAMIÓN

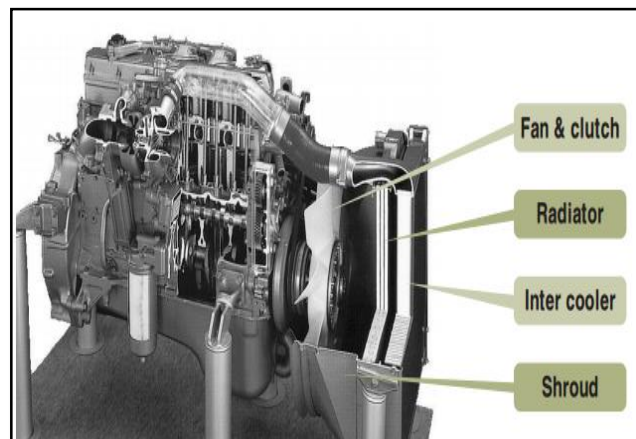
Tabla 6. Sistemas Mecánicos Tractocamión

<b>CABEZOTE</b>	
01-R	REFRIGERACIÓN
02-L	LUBRICACIÓN MOTOR
03-A	ALIMENTACIÓN
04-AD	ADMISIÓN DE AIRE
05-E	ESCAPE
06-EL	ELECTRICO
07-M	MOTOR
08-D	DIRECCIÓN
09-ET	EMBRAGUE Y TRANSMISIÓN
10-SD	SUSPENSIÓN DELANTERA
11-ST	SUSPENSIÓN TRASERA
12-E	ENGANCHE
13-FC	FRENOS CABEZOTE
14-DDT	DIFERENCIAL DELANTERA/TRASERA
15-LLC	LLANTAS CABESOTE
16-NC	NEUMATICA
17-CB	GENERAL CABEZOTE
<b>REMOLQUE</b>	
18-SR	SUSPENSIÓN REMOLQUE
19-FR	FRENOS REMLQUE
20-NR	NEUMÁTICO REMOLQUE
21-LLR	LLANTAS REMOLQUE
22-CD	CARGUE / DESCARGUE
23-GR	GENERAL REMOLQUE
24-GV	GENERAL VEHICULO

**5.2.1. Refrigeración.** El Sistema de Refrigeración es el de mayor importancia en un motor Diesel, ya que el 40% de las fallas del Motor están relacionadas directamente con él. La función del Sistema de Refrigeración es de regular la temperatura de partes críticas del Motor además debe de proteger las partes involucradas con él. El Sistema de enfriamiento está diseñado para mantener una temperatura homogénea entre 82° y 113° C. Nuestro Tracto camión varía entre 80 a 84° C, máximo 95° C.

A su vez el sistema de refrigeración reduce la potencia del motor y mejorar la eficiencia del enfriamiento del vehículo. El *Fan Clutch* es un dispositivo que proporciona flujo de aire, el radiador utilizando la bomba de agua es el elemento donde se produce el enfriamiento o evacuación del calor.

Figura 12. Sistema de Refrigeración



Fuente: Corporate. News Release. Disponible en: <http://www.gmb.jp/en/corporate>

**5.2.2. Lubricación Motor.** En todos los motores Diesel existe un sistema imprescindible para su funcionamiento: El sistema de lubricación, Para la lubricación de un motor se deben tener en cuenta dos factores importantes;

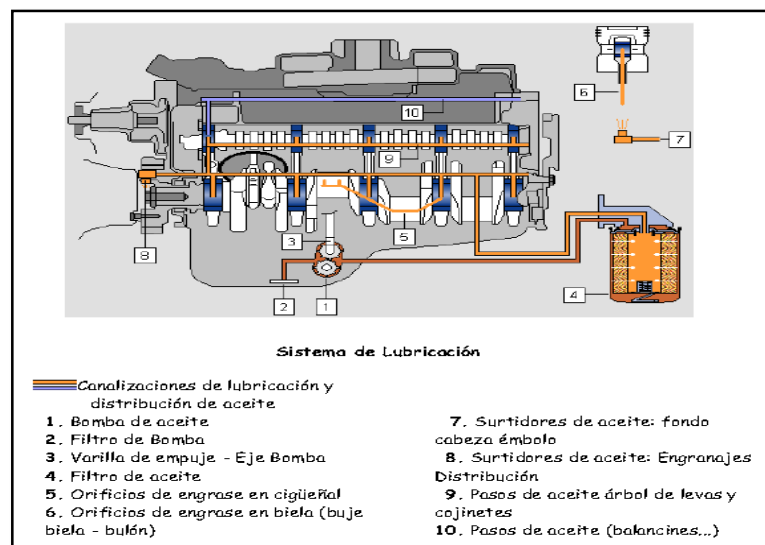
✓ Temperatura del motor.

La temperatura tan alta que se alcanza en ciertas partes del motor, pese al sistema de refrigeración, exige que el aceite no pierda sus propiedades lubricantes *hasta una temperatura aproximada de 200°C* y que el punto de inflamación sea superior a 250°C.

✓ Distribución adecuada del aceite.

El motor debe contar con una lubricación adecuada y distribuida por ningún motivo debe presentar pérdida de aceite, es por ello que debe adoptar un sistema de lubricación forzada a presión, mediante el empleo de bombas instaladas en el cárter.

Figura 13. Sistema de Lubricación

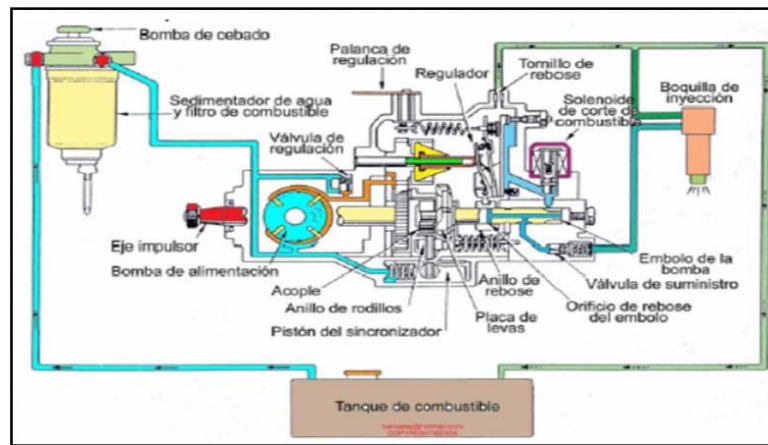


Fuente: Pruebas de destreza y precisión en la operación de maquinaria pesada.  
Disponible en: <https://www.maquinariaspesadas.org>

**5.2.3. Alimentación.** En los motores Diesel el sistema más utilizado para realizar su sobrealimentación es el que utiliza un turbocompresor, ya que es un sistema sencillo, fiable y que mejora las cualidades de funcionamiento del motor además de

sus prestaciones. El turbocompresor se compone esencialmente por una turbina y un compresor, montados en el mismo eje. La turbina recibe el movimiento de los gases de escape, que se encuentran a elevada temperatura, y que la ponen en rotación. Al mismo tiempo la rueda del compresor comprime el aire que va a ser introducido en la admisión y posteriormente en los cilindros. La cantidad y la presión del aire que entra son proporcionales a la velocidad de rotación.

Figura 14. Sistema de Alimentación

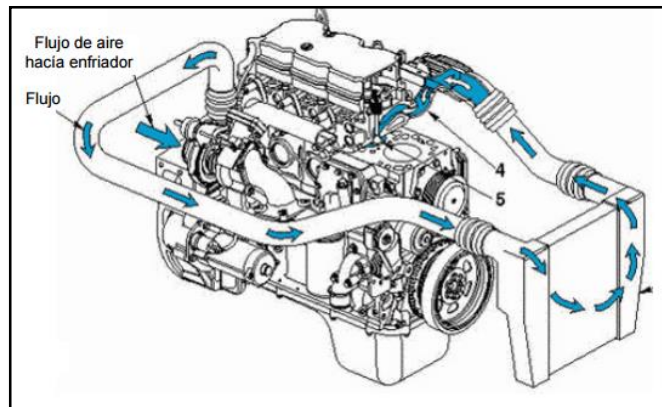


Fuente: Pruebas de destreza y precisión en la operación de maquinaria pesada. Disponible en: <https://www.maquinariaspesadas.org>

**5.2.4. Admisión.** El aire es tan necesario para los motores de combustión interna, como es el combustible. La forma en que se utiliza el aire en un motor puede hacer mucha diferencia en los costos de operación. Todos los motores de combustión interna utilizan aire, y todos ellos pueden sufrir daños por su uso incorrecto. El motor debe tener un volumen suficiente de aire para convertir todo el combustible en

potencia, en lugar de humo. Humo saliendo del escape es desperdiciar combustible, y las pérdidas pueden ser tanto como el 15 % del costo total de combustible.

Figura 15. Sistema de Admisión

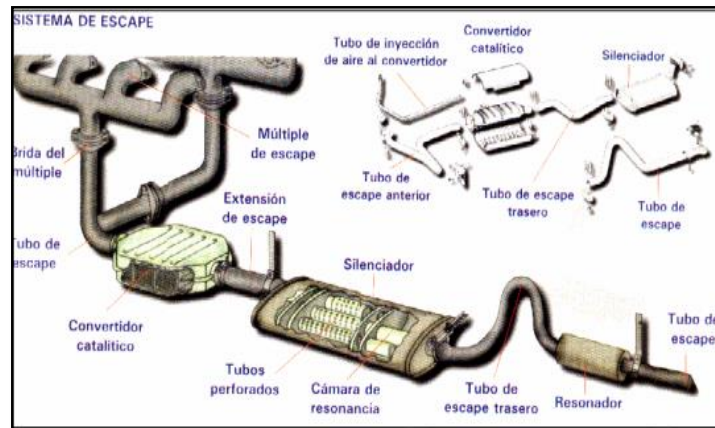


Fuente: KCM Corporation. Disponible en: <http://www.kcmcorp.com>

**5.2.5. Escape.** El sistema de escape, en un vehículo que use un motor de combustión interna, es el conjunto de tubos o conductos que permiten a los gases de la combustión del motor escapar al medio ambiente.

Está constituido generalmente por las válvulas de escape y su parte de escape en la culata (del motor), el (los) árbol(es) de levas, uno o varios múltiples de escape o colector(es) que recoge(n) los gases de escape de los cilindros del motor, uno o varios catalizadores, a veces recirculación de los gases para contaminar menos y uno o varios silenciadores con sus tubos de escape para mejorar la estética y la sonoridad. El sistema de escape participa en el funcionamiento del motor: Si es demasiado libre, el motor aumenta su potencia (el cilindro se vacía mejor después de cada explosión), pero se calienta aún más y consume más. Si está demasiado obstruido, el motor denota falta de potencia.

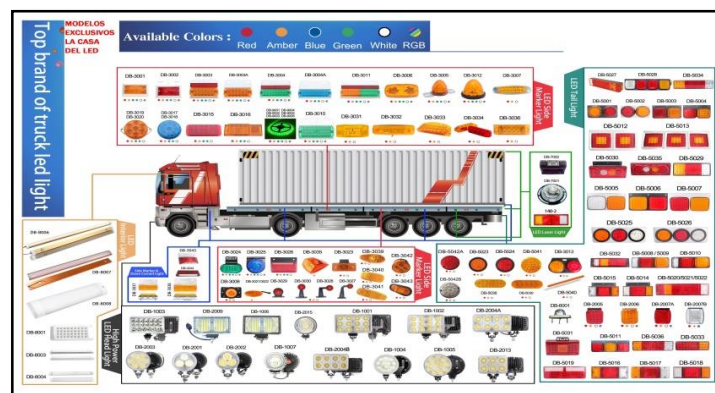
Figura 16. Sistema de Escape



Fuente: Pruebas de destreza y precisión en la operación de maquinaria pesada. Disponible en: <https://www.maquinariaspesadas.org>

**5.2.6. Eléctrico.** La misión del sistema generador de corriente es la de producir la energía eléctrica necesaria para reponer o cargar la batería para su posterior utilización, además de alimentar los diferentes circuitos y elementos eléctricos del vehículo cuando el motor está en marcha para lo cual el sistema está dotado de un generador de corriente eléctrica (alternador).

Figura 17. Sistema Eléctrico



Fuente: La casa del Led. Disponible en: <http://www.casadelled.com.ar>

**5.2.7. Motor.** Un motor de combustión interna basa su funcionamiento, como su nombre lo indica, en el quemado de una mezcla comprimida de aire y combustible dentro de una cámara cerrada o cilindro, con el fin de incrementar la presión y generar con suficiente potencia el movimiento lineal alternativo del pistón. Este movimiento es transmitido por medio de la biela al eje principal del motor o cigüeñal, donde se convierte en movimiento rotativo, el cual se transmite a los mecanismos de transmisión de potencia (caja de velocidades, ejes, diferencial, etc.) y finalmente a las ruedas, con la potencia necesaria para desplazar el vehículo a la velocidad deseada y con la carga que se necesite transportar.

Figura 18. Motor

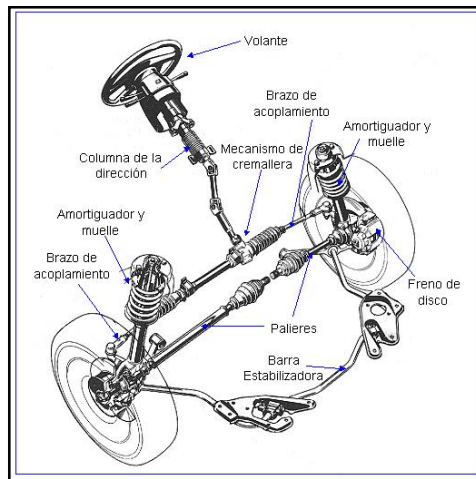


Fuente: Motores. Confiabilidad legendaria y un soporte de clase mundial.  
Disponible en: <http://www.cummins.com.mx/motores>

**5.2.8. Dirección.** El sistema de dirección hidráulica consiste en un engranaje de dirección integral que incluye un mecanismo de dirección manual, una válvula de control hidráulica y un cilindro hidráulico de potencia, la bomba de la dirección hidráulica, impulsada por el motor, proporciona la ayuda hidráulica para el sistema

de dirección. Si el motor no está funcionando, no hay ayuda hidráulica no funciona debido a la pérdida de líquido de dirección hidráulica.

Figura 19. Sistema de Dirección

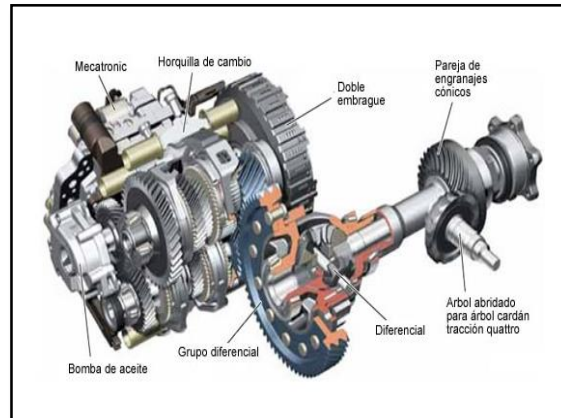


Fuente: Uso de neumáticos de invierno. Disponible en: <https://autorepuestospampanas.wordpress.com>

**5.2.9. Embrague Y Transmisión.** Para que el vehículo se desplace es necesario una cadena cinemática que transmita el movimiento de giro del cigüeñal a las ruedas motrices, este conjunto de elementos se denomina *sistema de transmisión*.

Según la transmisión, que varía en función de la carga transportada y el perfil de la calzada, el eje secundario de la caja de velocidades puede girar a más revoluciones a las mismas o a menos que el cigüeñal. La misión del embrague es acoplar o desacoplar el motor del resto de la transmisión y con ello transmitir el movimiento del motor al sistema de transmisión a voluntad del conductor.

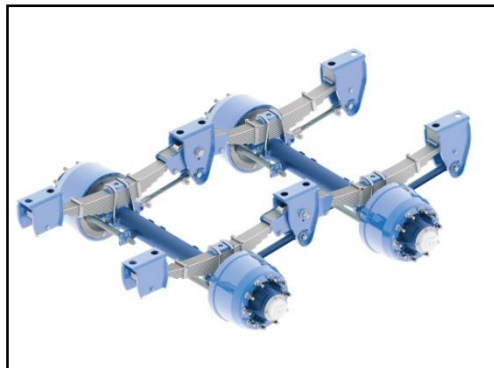
Figura 20. Embrague y Transmisión



Fuente: Aficionados a la mecánica. Disponible en: [www.aficionadosalamecanica.net](http://www.aficionadosalamecanica.net)

**5.2.10. Suspensión.** Se denomina suspensión al conjunto de elementos elásticos que se interponen entre los órganos suspendidos (bastidor) y los no suspendidos (eje de las ruedas) a efectos de absorber las reacciones producidas en las ruedas por las irregularidades de terreno, para conseguir en la medida de lo posible, flexibilidad, comodidad y evitar roturas de desgaste.

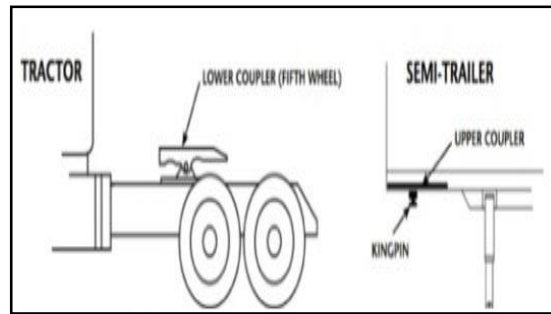
Figura 21. Sistema de Suspensión



Fuente: suspensys. Disponible en: <http://www.suspensys.com>

**5.2.11. Enganche.** La selección de la capacidad adecuada de la quinta rueda es una consideración de gran importancia. El uso de una quinta rueda que no cumple con la capacidad exigida y las demandas de la aplicación puede ocasionar condiciones de operación inseguras y problemas de mantenimiento. El usuario deberá especificar una capacidad estipulada superior a la de sus exigencias habituales tomando en consideración el peso del vehículo remolcado que se halará, la carga máxima esperada en la barra de tracción, la carga vertical que llevará la quinta rueda y el tipo de operación. El uso fuera de la carretera normalmente requiere una capacidad estipulada superior.

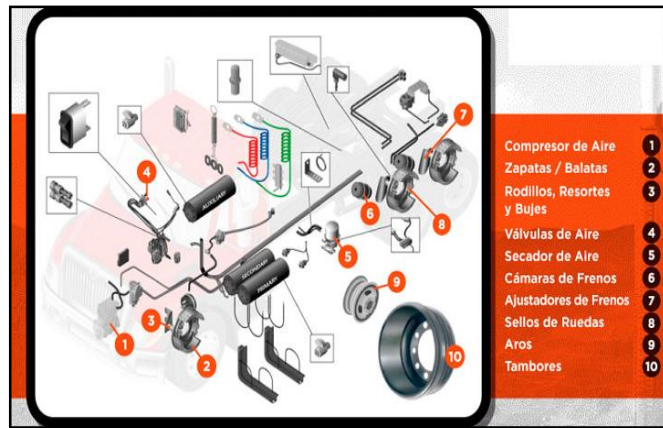
Figura 22. Sistema de Enganche



Fuente: Revista aconsed. Disponible en: [www.revistaaconsend.com](http://www.revistaaconsend.com)

**5.2.12. Frenos.** Un sistema doble de frenos de aire consiste en dos sistemas de aire independientes que utilizan un solo sistema de controles de freno. Cada sistema tiene sus propios depósitos, tubería y cámaras de freno. El sistema primario opera los frenos de servicio en el eje trasero; el sistema secundario opera los frenos de servicio en el eje delantero. Las señales del freno de servicio de ambos sistemas se envían al remolque.

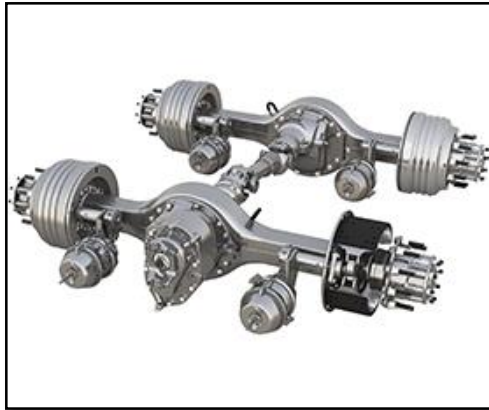
Figura 23. Sistema de aire



Fuente: Juan Rueda international. Disponible en: <http://juanruedaconinternational.com>

**5.2.13. Diferencial.** Un diferencial, es un sistema que permite un mejor agarre de las ruedas propulsoras en las curvas. Es decir, cuando tomamos una curva, la rueda que da al exterior de la misma, recorre una mayor distancia. El diferencial consigue adaptar la velocidad de cada rueda, dependiendo de si está en la zona interior o exterior. Gracias al diferencial la conducción es más predecible, los neumáticos se gastan menos y no hay tensiones extra en chasis y ejes, así que, en definitiva, tenemos una conducción más segura.

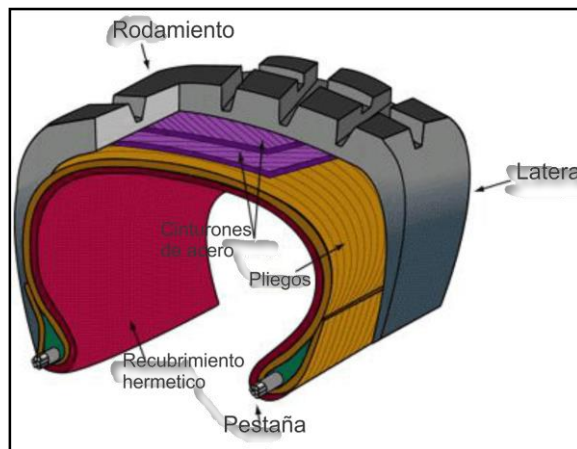
Figura 24. Sistema Diferencial



Fuente: Juan Rueda international. Disponible en:  
<http://juanruedaconinternational.com>

**5.2.14. Llantas.** Las ruedas son los elementos del vehículo que toman contacto con el terreno y por tanto el único lazo de unión entre el suelo y el vehículo. Cumplen muchas funciones entre ellas sostener el peso de vehículo, convertir el movimiento de giro en movimiento de avance, resistencia al deslizamiento, al igual que muchas funciones también existen diferentes clases de llantas todo depende de la característica por ejemplo los neumáticos radiales son los más utilizados su carcasa está formada por varias capas de cuerdas flexibles brindando una mejor estabilidad y reduciendo considerablemente el desgaste.

Figura 25. Sistema Llantas



**5.2.15. Suspensión Neumática.** La suspensión neumática se está empleando en los grandes camiones por resultar muy robusta y a la vez suave en su adaptación a las irregularidades del terreno, sustituyendo la labor básica de las ballestas, que normalmente no llevan, por la acción de unos fuelles o cojines de aire (neumáticos), colocados sobre los ejes, generalmente traseros y a veces también en el delantero, colaborando en la estabilidad del conjunto mecánico de la suspensión las barras de reacción y los amortiguadores.

Figura 26. Suspensión Neumática



Fuente: Global Trade Start Here Alibaba. Disponible en: <https://spanish.alibaba.com>

### 5.3. FALLAS FUNCIONALES

Una vez definidas las funciones de cada componente debe cumplir en un contexto operacional dado, el siguiente paso es determinar cómo ese activo deja de cumplir sus funciones.

El RCM define falla funcional como el estado en el tiempo, en el cual el activo no puede alcanzar el estándar de ejecución esperando y trae como consecuencia que el activo no pueda cumplir su función de forma total o la cumpla de forma parcial.

Cada función puede tener una o más fallas funcionales, en la tabla 7 se presentan la función, fallas funcionales y modos de falla de los tractocamiones Kalmar de la compañía.

Tabla 7. Función, falla funcional y modos de falla en tractocamiones

Código de Función	Función	Descripción Falla Funcional	Código Modo de Falla
1	Movilizar contenedores recibidos de buques de diferentes líneas marítimas y carga en general	No puede mover ni despachar contenedores, afectando la productividad del buque y despachos de los clientes	10000 Falla motor
			20000 Falla sistema de alimentación de
			23000 Falla sistema de lubricación del motor
			23600 Falla Sistema de enfriamiento del motor
			30000 Falla Transmisión
			50000 Falla Sistema hidráulico de la dirección y transmisión
60000 Falla Sistema eléctrico			
2	Ofrecer confort y comodidad al operador para realizar las funciones asignadas en los diferentes ambientes de trabajo	Deja de ofrecer confort y comodidad al operador y puede llegar a generar afectación a la salud por estrés térmico	40000 Falla sistema de Aire Acondicionado

#### 5.4. MODOS DE FALLA

Los fallos funcionales tienen causas físicas que originan la aparición de las mismas. El RCM define el modo de falla como la causa física (evidente) de cada falla funcional. En otras palabras, el modo de falla es el que genere la pérdida de función total o parcial de un activo en su contexto operacional. Cada falla funcional puede tener uno o más modos de fallo, a cada modo de fallo se le identifica con un número.

Se seleccionó el historial de fallas de los tractocamiones en un periodo de tiempo y se filtró por los diferentes sistemas del cargador lo cual permitió identificar con

claridad cuáles eran las fallas que presentaron mayor afectación reflejándose esto en la productividad del equipo en el manejo de la carga.

A cada uno de los sistemas estudiados se le define una falla funcional y un modo de falla lo cual permite definir acciones de mantenimiento encaminadas hacia la confiabilidad de los tractocamiones de la compañía.

Tabla 8. Modos de falla

<b><i>Código modo de falla nivel I.</i></b>	<b><i>Modo de falla.</i></b>
10000	Motor averiado por falta de mantenimiento.
20000	Sistema de alimentación de combustible averiado por falta de mantenimiento.
23000	Sistema de lubricación del motor averiado por falta de mantenimiento.
23600	Sistema de enfriamiento del motor averiado por falta de mantenimiento.
30000	Transmisión averiada por falta de mantenimiento.
33000	Eje trasero averiado por falta de mantenimiento.
40000	Sistema de aire acondicionado averiado por falta de mantenimiento
50000	Sistema hidráulico de la dirección y transmisión averiado por falta de mantenimiento.
60000	Sistema eléctrico averiado por corto eléctrico.

De la tabla anterior se puede decir que los modos de fallas formulados hasta aquí, son modos de falla que se redactaron de manera muy general en función del componente o sistema de la máquina, ya que por ejemplo el motor, la transmisión etc. Durante el desarrollo de su actividad pueden tener múltiples fallas que pueden ser causados por el desgaste, fractura, vibración o por la inadecuada operación de la máquina, por lo que fue necesario hacer un análisis más profundo de estos componentes o sistema para así saber con claridad con cual modo de falla está expuesta la maquina durante su funcionamiento, en las siguientes tablas se muestran dichos modos de fallas.

Tabla 9. Modos de falla del motor

Modo de Falla. Nivel I.	Cód. MF.N.II.	Modo de falla nivel II.	Descripción de efectos.
	10001	Anillos desgastados por desgaste adhesivo, baja viscosidad en el aceite.	El motor opera por debajo de los 55.2 kW limitándola a cumplir con sus funciones principales, emisiones de gases al ambiente debido a la mezcla del aceite con el combustible, el operador reporta la falla para que la maquina se someta a una actividad de mantenimiento si el operador continua operando la maquina el motor podría tener daños severos en los pistones, biela, cigüeñal, bloque y culata, no hay afectación en la salud de las personas.
	10002	Anillos desgastados por desgaste adhesivo, ausencia de aceite en el cárter.	
	10003	Anillos desgastados por desgaste erosivo partículas metálica en el aceite.	
	10004	Anillos desgastados por desgaste corrosivo, aceite degradado.	
	10005	Anillos desgastados por desgaste abrasivo, sedimentos en el aceite.	
	10006	Pistones desgastados por desgaste adhesivo baja viscosidad en el aceite.	
	10007	Pistones desgastados por desgaste adhesivo, ausencia de aceite en el cárter.	
	10008	Pistones desgastados por desgate erosivo, partículas metálicas en el aceite.	
	10009	Pistones desgastados por desgaste corrosivo, aceite degradado.	
	10010	Pistones desgastados por desgaste abrasivo, sedimentos en el aceite.	
	10011	Camisas desgastadas por desgaste adhesivo, baja viscosidad en el aceite.	
	10012	Camisas desgastadas por desgaste adhesivo, ausencia de aceite en el cárter.	
	10013	Camisas desgastadas por desgaste erosivo partículas metálicas en el aceite.	
	10014	Camisas desgastadas por desgaste corrosivo, aceite degradado.	
	10015	Camisas desgastadas por desgaste abrasivo, sedimentos en el aceite.	

<b>Motor averiado.</b>	10016	Pistones destruidos por desgaste adhesivo, baja viscosidad en el aceite.	El motor se detiene completamente impidiéndole cumplir con sus funciones principales, el operador reporta la falla para que la maquina se someta a una actividad de mantenimiento, daños en los pistones, biela, cigüeñal, bloque y culata, no hay afectación al medio ambiente ni a la salud de las personas.
	10017	Pistones destruidos por desgaste adhesivo, ausencia de aceite en el cárter.	
	10018	Pistones destruidos por desgaste erosivo, partículas metálicas en el aceite.	
	10019	Pistones destruidos por desgaste corrosivo, aceite degradado.	
	10020	Pistones destruidos por desgaste abrasivo, sedimentos en el aceite.	
	10021	Pistones destruidos por altas temperaturas en la compresión.	
	10022	Pistones destruidos por pre ignición.	
	10023	Pistones destruidos por instalación inadecuada.	
	10024	Pistones destruidos por sobrecalentamiento del refrigerante.	
	10025	Pistones destruidos por ausencia del refrigerante.	
	10026	Bielas destruidas por fatiga.	
	10027	Bielas destruidas por fractura dúctil.	
	10028	Bielas destruidas por daños en otros componentes.	
	10029	Bielas destruidas en el cabezal por cojinetes.	
	10030	Bielas destruidas por mal sujeción de los pernos.	
	10031	Cigüeñal destruido por vibraciones de torsión.	
	10032	Cigüeñal destruido por golpear contra la culata.	
	10033	Cigüeñal destruido por daños en otros componentes.	
	10035	Válvulas des calibradas por árbol de levas desajustado.	El motor emite humo negro al ambiente y pierde potencia, por debajo de los 55.2 kW limitando a cumplir con sus funciones principales, el operador reporta la falla a mantenimiento para una inspección en el motor no hay afectación en la salud de las personas.
	10036	Válvulas de admisión rotas, por rompimiento de la cadenilla.	
	10037	Válvulas de escape, rotas por rompimiento de la cadenilla.	
	10038	Sellos de válvulas desgastados.	

Tabla 10. Modos de falla del sistema de alimentación de combustible y del sistema de lubricación del motor

Modo de falla. Nivel I.	Cód. MF.N.II.	Modo de falla nivel II.	Descripción de efectos.
<b>Sistema de alimentación de combustible del motor averiado.</b>	20001	Filtro de aire del sistema de alimentación de combustible obstruido con sedimentos.	El motor pierde potencia, trabaja por debajo de los 55.2 kW el operador reporta la falla a mantenimiento para una inspección en el sistema de alimentación, el proceso de excavación y cargue de balastro se detiene, no hay afectación a la salud de las personas ni al medio ambiente.
	20002	Filtro de combustible obstruido con sedimentos.	
	20003	Inyectores de combustible obstruido con sedimentos.	
	20004	Bomba inyectora de combustible averiada.	
	20005	Mangueras de alimentación de combustible rotas.	
	20006	Mangueras de alimentación de combustible obstruidas con sedimentos.	
	20007	Tanque de combustible del motor roto por corrosión.	El indicador del tanque de combustible desciende, el operador observa el problema y reporta la falla para que el tanque se someta a una actividad de mantenimiento, no hay afectación en la salud de las personas.
	20008	Sellos de la tapa del tanque de combustible desgastada.	El agua se filtra hacia el tanque, el operador no puede encender la máquina o trabaja con dificultad, producto de la mezcla pobre en la cámara de compresión, el operador reporta la falla a mantenimiento para que esta sea intervenida si ocurre esta falla podría a ver daños en los pistones, bielas cigüeñal debido al desgaste corrosivo.
<b>Sistema de lubricación del motor averiado.</b>	23001	Bomba de engranajes del sistema de lubricación del motor averiada.	El motor se sobrecalienta debido a la ausencia del aceite, se presenta un contacto metal -
	23002	Carter roto por corrosión.	metal entre sus elementos, el indicador de temperatura del motor se enciende y el operador tiene que a pagar la máquina, no hay afectación al medio ambiente ni a la salud de las personas.
	23003	Filtro del sistema de lubricación del motor dañado.	Paso de sedimentos hacia los elementos del motor, daños en los pistones, bielas y cigüeñal producto del desgaste abrasivo y erosivo, el proceso de excavación y cargue de balastro se detiene no hay afectación al medio ambiente ni a la salud de las personas.

23004	Sellos del tapón del cárter desgastado.	El agua y sedimentos se filtran hacia el cárter, el aceite se degrada con el tiempo, provocando daños, en los pistones, bielas, cigüeñal debido al desgaste corrosivo, abrasivo y erosivo, no hay afectación al medio ambiente ni a la salud de las personas.
-------	---	---

Tabla 11. Modos de falla del sistema de enfriamiento

Modo de falla. Nivel I.	Cód. MF.N.I.	Modo de falla nivel II.	Descripción de efectos.
<b>Sistema de enfriamiento averiado.</b>	26001	Tubos del radiador obstruido internamente con sedimentos.	El caudal de agua suministrado por la bomba no llega al motor de tal modo que se sobrecalienta por encima de los 86°C, el indicador de la luz de la temperatura del motor se enciende en el tablero de mandos, el operador observa el aviso y tiene que apagar la máquina para una inspección en el sistema de enfriamiento, si sigue trabajando el motor podría tener daños severos en sus elementos, no hay afectación al medio ambiente ni en la salud de las personas.
	26002	Mangueras tapadas con sedimentos.	
	26003	Tubos del radiador fisurados.	El sistema de enfriamiento queda sin refrigerante, la temperatura del motor sube por encima de los 96°C, el indicador de la luz de la temperatura del motor se enciende en el tablero de mandos, el operador observa el aviso y tiene que apagar la máquina para una inspección en el sistema de enfriamiento, si sigue trabajando el motor podría tener daños severos, no hay afectación al medio ambiente ni en la salud de las personas.
	26004	Manguera fisuradas.	
	26005	Rotor de la bomba de agua desgastado por desgaste corrosivo.	La bomba no genera el caudal suficiente para refrigerar el motor, la temperatura sube por encima de los 96°C, el indicador de la luz de la temperatura del motor se enciende en el tablero de mandos, el operador observa el aviso y tiene que apagar la máquina para una inspección en el sistema de enfriamiento, si

26006	Rotor de la bomba de agua desgastado por desgaste adhesivo, choque con el cuerpo.	sigue trabajando el motor podría tener daños severos, no hay afectación al medio ambiente ni en la salud de las personas.
26007	Correa floja.	El ventilador no puede enfriar el refrigerante proveniente del motor, el motor se sobrecalienta por encima de los 96°C, el indicador de la luz de la temperatura del motor se enciende en el tablero de mandos, el operador observa el aviso y tiene que apagar la máquina para una inspección en el sistema de enfriamiento, si sigue trabajando el motor podría tener daños severos, no hay afectación al medio ambiente ni en la salud de las personas.
26008	Correa partida.	
26009	Aletas del ventilador partidas, instalación incorrecta.	El termostato no permite el paso del refrigerante proveniente del motor para luego ser enfriado en el radiador, el motor se sobrecalienta por encima de los 96°C, debido a la evaporación del refrigerante el indicador de la luz de la temperatura del motor se enciende en el tablero de mandos, el operador observa el aviso y tiene que apagar la máquina, si la maquina sigue trabando los elementos del motor podría tener daños severos, no hay afectación del medio ambiente ni en la salud de las personas.
26010	Termostato descompuesto.	

Tabla 12. Modos de falla de la transmisión

Modo de falla. Nivel I.	Cód. MF.N.II	Modo de falla nivel II.	Descripción de efectos.
	30001	Convertor de torque dañado por desgaste natural.	Si el convertor de torque se daña y no se desplazaría en ningún sentido debido a que el movimiento proveniente del motor no se transmitiría a la caja de cambios, el operador de la maquina reporta el problema para que mantenimiento cambie el convertor, no hay afectación del medio ambiente ni a la salud de las personas.

<b>Sistema de transmisión Averiado.</b>	30002	Pistón de embrague descompuesto.	No hay presión en ninguno de los dos lados del conjunto multidisco del embrague, el movimiento proveniente del motor no se trasmite a la caja de cambios que dando la maquina en neutro, el operador no puede embragar para escoger una marcha ya sea para adelante o atrás, el operador reporta la falla para que mantenimiento repare la falla, no hay afectación al medio ambiente ni a la salud de las personas.	
	30003	Engranajes transmisores del movimiento de la marcha adelante hacia el árbol principal desgastado por desgaste adhesivo, baja viscosidad del aceite.	El tracto camión presenta dificultad para desplazarse al lugar de trabajo o para realizar el trabajo debido a que el movimiento proveniente del motor, no es transmitido en su totalidad a las ruedas, el operador tiene dificultad para embragar por lo que reporta la falla para que la caja de cambios se someta a una actividad de mantenimiento si el operador continua operando la maquina la caja de cambios podría tener daños severos en sus elementos, no hay afectación al medio ambiente ni a la salud de las personas.	
	30004	Engranajes transmisores del movimiento de la marcha adelante hacia el árbol principal desgastado por desgaste corrosivo, aceite diluido por contaminación.		
	30005	Engranajes transmisores del movimiento de la marcha adelante hacia el árbol principal desgastado por desgaste erosivo, partículas metálicas en el aceite.		
	30006	Engranajes transmisores del movimiento de la marcha adelante hacia el árbol principal desgastado por desgaste abrasivo, sedimentos en el aceite.		
	30007	Engranajes transmisores del movimiento de la marcha atrás hacia el árbol principal desgastados por desgaste adhesivo, baja viscosidad del aceite.		
	30008	Engranajes transmisores del movimiento de la marcha atrás hacia el árbol principal desgastados por desgaste corrosivo, aceite diluido por contaminación.		
	30009	Engranajes transmisores del movimiento de la marcha atrás hacia el árbol principal desgastados por desgaste erosivo, partículas metálicas en el aceite.		
	30010	Engranajes transmisores del movimiento de la marcha atrás hacia el árbol principal desgastados por desgaste abrasivo, sedimentos en el aceite.		
	<b>Sistema de transmisión averiada.</b>	30011		Árbol primario de la caja de cambios desbalanceado por rodamientos desgastados.

	30012	Árbol secundario de la caja de cambios desbalanceado por rodamientos desgastados.	la falla de la caja de cambios podría tener daños severos en sus elementos, no hay afectación al medio ambiente ni a la salud de las personas.
<b>Ejes trasero averiado.</b>	33001	Campanas de reductor final rajadas, instalación inadecuada.	El tractocamión opera con normalidad, pero si no se atienden estas fallas con anticipación, los elementos internos del reductor final pueden fracturarse por el contacto metal – metal debido a la ausencia del aceite y el movimiento proveniente de la transmisión no se transmite a las ruedas, no hay afectación al medio ambiente ni a la salud de las personas.
	33002	Sellos de la campana desgastada, escape de aceite.	
	33003	Tapón de aceite del reductor final desgastado, escape de aceite.	
	33004	Dientes de la corona del diferencial partidos por desgaste adhesivo, escape de aceite.	
	33005	Dientes del piñón partidos por desgaste adhesivo, escape de aceite.	
	33006	Dientes de la corona del diferencial partidos por desgaste adhesivo, selección del aceite inadecuado, aceite de baja o alta viscosidad.	
	33007	Dientes del piñón partidos por desgaste adhesivo, selección del aceite inadecuado, aceite de baja o alta viscosidad.	
<b>Eje delantero averiado.</b>	36001	Barra estabilizadora del eje delantero doblada por golpe.	El operador no puede girar la maquina a la derecha ni a la izquierda, el operador al percatarse de la falla la reporta a mantenimiento, no hay afectación del medio ambiente ni en la salud de las personas.

Tabla 13. Modos de fallas del sistema de aire acondicionado

Modo de falla. Nivel I.	Cód. MF.N.II.	Modo de falla nivel II.	Descripción de efectos.
<b>Sistema de aire acondicionado</b>	40001	compresor frenado o presenta fugas	Aire acondicionado no funciona, temperatura al interior de la cabina se eleva, operador para el equipo por condiciones no aptas para la labor
	40002	Condensador / Evaporador roto	
	40003	Manguera o tubería rota	

	40004	Blower no funciona	
	40005	Filtro secador obstruido	

Tabla 14. Modos de fallas del sistema hidráulico de la transmisión y dirección

Modo de falla. Nivel I.	Cód. MF.N.II.	Modo de falla nivel II.	Descripción de efectos.
<b>Sistema hidráulico de la dirección y Transmisión averiado.</b>	50001	Transductor de temperatura del aceite del sistema de dirección y transmisión descalibrado.	Al descalibrarse el transductor, el indicador de la temperatura de la transmisión y dirección no enciende cuando hay un sobrecalentamiento del aceite, el operador del tractocamión no se da cuenta de la falla mientras está operando la máquina, ocasionando daños severos en la caja de cambios, embrague, bomba y unidad hidrostática, no hay afectación al medio ambiente ni a la salud de las personas.
	50002	Válvula de alivio descalibrada.	La válvula de alivio no controla la presión suministrada por la bomba hacia la unidad hidrostática de la dirección superando los 115 bar, obteniendo posibles daños en la unidad hidrostática por la sobrepresión, el operador no puede virar la maquina en ninguna dirección, el operador reporta la falla a mantenimiento para una inspección del sistema hidráulico de la dirección, no hay afectación al medio ambiente ni a la salud de las personas.
	50003	Unidad hidrostática de la dirección dañada.	La transmisión no recibe el caudal necesario para lubricar los elementos del embrague y a los de la caja de cambios, el operador reporta la falla a mantenimiento al observar que cuando vira el volante de la dirección los cilindros no reciben la suficiente presión para doblar la maquina a la derecha o la izquierda, no hay afectación al medio ambiente ni a la salud de las personas.

	50004	Anillos de retención de los cilindros hidráulicos desgastados, escurrimiento de aceite.	<p>Cuando hay escurrimiento de aceite en el cilindro de la dirección el operador no puede Girar la maquina en ningún sentido por la falta de fuerza en los cilindros, impidiéndole cumplir con sus funciones principales, el operador reporta la falla a mantenimiento para una inspección del sistema de lubricación de la dirección, no hay afectación al medio ambiente ni a la salud de las personas.</p>
	50005	Filtro de succión dañado.	<p>El aceite pasa con suciedades a la bomba y a la unidad hidrostática de la dirección, si el operador o los técnicos no detectan la falla o no cambian el filtro a tiempo pueden originarse daños severos en la bomba y en la unidad hidrostática producto del desgaste abrasivo o erosivo, por lo que no podría cumplir con sus funciones principales, no hay afectación al medio ambiente ni a la salud de las personas.</p>
	50006	Filtro de succión obstruido con sedimentos.	<p>El aceite pasa con suciedades directamente al embrague y la caja de cambios si el operador o los técnicos no detectan la falla o no cambian el filtro a tiempo pueden originarse daños severos en la transmisión producto del desgaste abrasivo o erosivo, por lo que no podría cumplir con sus funciones principales, no hay afectación al medio ambiente ni a la salud de las personas.</p>
<p><b>Sistema hidráulico de la dirección y transmisión averiado.</b></p>	50007	Filtro de presión dañado.	<p>El aceite de la transmisión se sobrecalienta, el indicador de la temperatura de la transmisión y dirección se enciende en el tablero de mandos, el operador al observar la falla la reporta a mantenimiento para una actividad de mantenimiento en</p>
	50008	Filtro de presión obstruido con sedimentos.	<p>El aceite de la transmisión se sobrecalienta, el indicador de la temperatura de la transmisión y dirección se enciende en el tablero de mandos, el operador al observar la falla la reporta a mantenimiento para una actividad de mantenimiento en</p>
	50009	Intercambiador de calor obstruido internamente.	<p>El aceite de la transmisión se sobrecalienta, el indicador de la temperatura de la transmisión y dirección se enciende en el tablero de mandos, el operador al observar la falla la reporta a mantenimiento para una actividad de mantenimiento en</p>

sistema hidráulico de la dirección y transmisión, si el operador continua operando la maquina los elementos de la transmisión tendrían daños severos, no hay afectación al medio ambiente ni en la salud de las personas.

Tabla 15. Modos de fallas del sistema eléctrico

Modo de falla. Nivel I.	Cód. MF.N.II.	Modo de falla nivel II.	Descripción de efectos.
<b>Sistema eléctrico averiado.</b>	60001	Batería descargada.	El motor de arranque no recibe corriente al momento en el que el operador cierra el circuito y por consiguiente el motor diésel no recibe el impulso para poner en marcha el tractocamión, el operador reporta la falla a mantenimiento para una inspección del sistema eléctrico, no hay afectación al medio ambiente ni a la salud de las personas.
	60002	Vasos de la batería sulfatados, placas secas nivel de la solución electrolítica bajo.	
	60003	Bornes de la batería desgastados.	
	60004	Motor de arranque quemado.	Al quemarse o pararse el motor de arranque el motor diésel no recibe el impulso para poner en operación al tractocamión, el operador reporta la falla a mantenimiento, para cambiar el motor o solucionar el problema eléctrico, no hay afectación al medio ambiente ni a la salud de las personas.
	60005	Motor de arranque parado eléctricos por problemas	
	60006	Fusibles quemados.	El operador no observa ninguna señal de alarma en el tablero de mandos cuando hay un sobre calentamiento del motor o de la transmisión. Las luces delanteras, traseras y los direccionales no encienden producto del corto, poniendo en riesgo la seguridad de los trabajadores en la vía al no notar un cambio de dirección del tractocamión.

60007	Transductor del indicador descalibrado. de combustible	El operador observa lecturas falsas del nivel de combustible hasta el punto en que este se seca, no hay afectación al medio ambiente ni a la salud de las personas.
60008	Transductor de la temperatura del agua del motor descalibrado.	La luz del indicador de la temperatura del motor no se enciende cuando el motor esta sobre recalentado si el operador no se percata de alguna forma de la falla el motor se funde, no hay afectación al medio ambiente ni a la salud de las personas.
60009	Sensor de la temperatura de la transmisión descalibrado.	La luz del indicador de la temperatura de la transmisión no se enciende cuando la transmisión esta sobre recalentada si el operador no se percata de alguna forma de la falla la transmisión se funde, no hay afectación al medio ambiente ni a la salud de las personas.

## 5.5. HOJA DE DECISIONES

La Hoja de decisión de RCM permite dar respuestas a las preguntas formuladas en el diagrama de decisión, y en función de esas respuestas, registrar:

- Qué mantenimiento de rutina (si lo hay) será realizado, con qué frecuencia será realizado y quién lo hará.
- Qué fallas son lo suficientemente serias como para justificar el rediseño.
- Casos en los que se toma una decisión deliberada de dejar que ocurran las fallas.

Tabla 16. Hoja de Decisión RCM.

HOJA DE DECISION RCM II			ELEMENTO										N°	Realizado por.	Fecha	Hoja		
			COMPONENTE												Fecha	de		
Referencia de información			Evaluación de las consecuencias				H1 S1 O1 N1	H2 S2 O2 N2	H3 S3 O3 N3	Tareas "a falta de"			Tareas Propuestas				Frecuencia inicial	
F	FF	MF	H	S	E	O			H4	H5	S4							

Los encabezamientos de las primeras diez columnas de la Hoja de Decisión se refieren a las preguntas del diagrama de decisión de RCM.

Las columnas tituladas H, S, E, O y N, son utilizadas para registrar las respuestas a preguntas concernientes a las consecuencias de cada modo de falla.

Las tres columnas siguientes, tituladas H1, H2, H3, etc., registran si ha sido seleccionada una tarea proactiva, y si es así, que tipo de tarea.

Si se hace necesario responder cualquiera de las preguntas "a falta de", las columnas encabezadas con H4 y H5, o la S4, permiten registrar esas respuestas. Las columnas de la octava a la décima son utilizadas para registrar si se ha seleccionado una tarea proactiva, de la siguiente manera:

Las últimas tres columnas registran la tarea que ha sido seleccionada (si la hay), la frecuencia con la que debe hacerse y el recurso necesario para realizarla. La columna de "Tarea Propuesta" también se utiliza para registrar los casos en los que

se requiere rediseño o si ha decidido que el modo de falla no necesita mantenimiento programado.<sup>14</sup>

La columna titulada H1/S1/O1/N1, es utilizada para registrar si se pudo encontrar una tarea a condición apropiada para anticipar el modo de falla a tiempo como para evitar las consecuencias.

La columna titulada H2/S2/O2/N2, es utilizada para registrar si se pudo encontrar una tarea de reacondicionamiento cíclico apropiada para prevenir las fallas.

La columna titulada H3/S3/O3/N3, se utiliza para registrar si se pudo encontrar una tarea de sustitución cíclica para prevenir las fallas.

Las preguntas “a Falta de”, las columnas tituladas H4, H5 Y S4, en la Hoja de Decisión son utilizadas para registrar las respuestas a las tres preguntas “a falta de”.

---

<sup>14</sup> MOUBRAY, Jhon. Mantenimiento centrado en confiabilidad RCM II. Edición en Español. Asheville: Alandon LLC, 2004. pp. 202 - 206.

Tabla 17. Evaluación de mantenimiento para fallas por motor.

COD.MF	COD MF II	EVALUACIÓN DE CONSECUENCIAS				H1	H2	H3	TIPO DE DECISIÓN	DESCRIPCION DE LA TAREA	FRECUENCIA (HORAS)	RECURSOS HORAS HOMBRE
		H	S	E	O	S1	S2	S3				
						O1	O2	O3				
N1	N2	N3										
	1001	S	N	N	S	N	N	S	Preventivo	Cambiar filtro primario y secundario de aire	500 hr	0,5
	1002	S	N	N	S	N	N	S	Preventivo	Cambiar filtro primario y secundario de combustible	500 hr	0,5
	1003	S	N	N	S	N	N	S	Preventivo	Limpieza filtro de combustible	250 hr	0,5
	1004	S	N	N	S	S			A condición	Revisar la líneas de combustible y el testigo de la bomba de transferencia	2000 hr	1
	1005	S	N	N	S	S			A condición	Cambio de tubería admisión averiada	3000 hr	1
	1006	S	N	N	S	N	N	S	Preventivo	Cambio de inyectores	6000 hr	5
	1007	S	N	N	S	N	N	S	Preventivo	Limpieza de tanque combustible	2000 hr	8
	1008	S	N	N	S	N	N	S	Preventivo	Calibración de válvulas de admisión y escape	2000 hr	2
	1009	S	N	N	S	N	N	S	Preventivo	Cambio de inyectores	6000 hr	5
	1010	S	N	N	S	S			A condición	Reparación de media vida de motor	15000 hr	80
	1011	S	N	N	S	N	N	S	Preventivo	Limpieza del panel /mto del radiador	250/1000 hr	24
	1012	S	N	N	S	N	N	S	Preventivo	Limpieza de enfriadores	250/1000 hr	24
	1013	S	N	N	S	S			A condición	Cambio de ventilador del hidráulico	10000 hr	24
	1014	S	N	N	S	S			A condición	Revisar la línea eléctrica solenoide de control, o fusible de la línea de alimentación	500 hr	1
	1015	S	N	N	S	S			A condición	Revisar el funcionamiento del termostato y cambiar si amerita	3000 hr	1
	1016	S	N	N	S	S			A condición	Cambiar bomba de agua	6000 hr	1
	1017	S	N	N	S	S			A condición	Inspección de mangueras a 250 hr/cambio de manguera de radiador	250/1000hr	1
	1018	S	N	N	S	S			A condición	Nivelación de aceite refrigerante	500 hr	0,5
	1019	S	N	N	S	S			A condición	Cambio de tapa del radiador	2000 hr	0,1
	1020	S	N	N	S	S			A condición	Revisar el funcionamiento del indicador y cambiar si amerita	6000 hr	1
	1021	S	N	N	S	S			A condición	Limpieza y sondeo de líneas de refrigeración	2000 hr	2
	1022	S	N	N	S	S			A condición	Inspección visual del radiador buscando evidencia de paso de comprensión al sistema de refrigeración /Cambio de empaquetadura de culata	150000 hr	40
1000	1023	S	N	N	S	S			A condición	Nivelación de aceite motor	300 hr	0,5
	1024	S	N	N	S	N	N	S	Preventivo	Toma de muestra de aceite motor	250 hr	0,5
	1025	S	N	N	S	N	N	S	Preventivo	Limpieza de filtro/ Reemplazo de filtro	250/500 hr	0,5
	1026	S	N	N	S	S			A condición	Comprobar el indicador de lubricación e inspeccionar Carter, tubería de la bomba de lubricación	4000 hr	8
	1027	S	N	N	S	S			A condición	Desmontar Carter y revisar o cambiar bomba de	4000 hr	8
	1028	S	N	N	S	S			A condición	Desmontar de enfriador de aceite para limpieza o reparación	4000 hr	8
	1029	S	N	N	S	S			A condición	Inspeccionar el EMC del motor con el ET (software)	250 hr	0,5
	1030	S	N	N	S	S			A condición	Comprobar el funcionamiento / realizar el cambio del sensor	2000 hr	2
	1031	S	N	N	S	S			A condición	Revisar líneas y válvula de alivio del RIEL	3000 HR	2
	1032	S	N	N	S	S			A condición	Revisar el correcto funcionamiento del indicador de combustible	250 hr	0,5
	1033	S	N	N	S	S			A condición	Revisar funcionamiento de válvula de control de inyección del ETER	1000 hr	1
	1034	S	N	N	S	S			A condición	Desmontar motor y evaluar para reparación parcial o total dependiendo del estado de los componentes internos.	15000 hr	48
	1035	S	N	N	S	S			A condición	Tomar muestra de aceite de motor (análisis de partículas por hollín)	250 hr	0,5
	1036	S	N	N	S	S			A condición	Revisión y calibración de ajuste de valvulas	250 hr	0,5
	1037	S	N	N	S	S			A condición	Revisión de funcionamiento de mecanismo electromecánico y de ser necesario reemplace.	500 hr	0,5
	1038	S	N	N	S	S			A condición	Inspeccionar el motor por fugas externas de aceite	250 hr	1
	1039	S	N	N	S	S			A condición	revisar el consumo de refrigerante/revisar visualmente los turbo cargadores por posibles	250 hr	1
	1040	S	N	N	S	S			A condición	Inspeccionar el motor por fugas externas de aceite	250 hr	1
	1041	S	N	N	S	S			A condición	Verificar el torque de los taponos de drenaje instal	250 hr	0,5
	1042	S	N	N	S	S			A condición	Medir presión de combustible/revisar testigo de la bomba de transferencia	2000 hr	1

Tabla 18. Evaluación mantenimiento para fallas en el sistema estructural.

COD.MF	COD MF II	EVALUACIÓN DE CONSECUENCIAS				H1	H2	H3	TIPO DE DECISIÓN	DESCRIPCION DE LA TAREA	FRECUENCIA (HORAS)	RECURSOS HORAS HOMBRE
		H	S	E	O	S1	S2	S3				
						O1	O2	O3				
						N1	N2	N3				
2000	2001	S	N	N	S	N	N	S	Preventivo	Inspeccionar el chasis por grietas	250 hr	0,5
	2002	S	N	N	S	N	N	S	Preventivo	Inspeccionar con tintas penetrantes el balde para detectar Grietas	250 hr	1
	2003	S	N	N	S	N	N	S	Preventivo	Inspeccionar los alojamientos del balde por posibles grietas	250 hr	1
	2004	S	N	N	S	N	N	S	Preventivo	Inspeccionar los alojamientos de los implementos.	250 hr	1
	2005	S	N	N	S	N	N	S	Preventivo	Revisar el desgaste de los pasadores de la articulación	250 hr	1
	2006	S	N	N	S	N	N	S	Preventivo	Revisar el desgaste de los pasadores de la biela del balde	250 hr	0,5
	2007	S	N	N	S	N	N	S	Preventivo	Revisar el desgaste de los pasadores de la H.	250 hr	0,5
	2008	S	N	N	S	N	N	S	Preventivo	Inspeccionar el capot por grietas o daños ocasionados en la operación.	250 hr	0.15
	2009	S	N	N	S	N	N	S	Preventivo	Inspeccionar todos los vidrios de la cabina para identificar fisuras para programar el cambio	250 hr	0.15
	2010	S	N	N	S	N	N	S	Preventivo	Inspecciones estado de guardabarros	250 hr	0.15
	2011	S	N	N	S	N	N	S	Preventivo	Revisar la estructura por posibles golpes	250 hr	0.15
	2012	S	N	N	S	N	N	S	Preventivo	Inspeccionar el estado de retrovisores	250 hr	0.15
	2013	S	N	N	S	N	N	S	Preventivo	Revisar el estado de las rejillas del Capot	250 hr	0.15
	2014	S	N	N	S	N	N	S	Preventivo	Verificar el estado de los estribos de acceso del cargador	250 hr	0.15
	2015	S	N	N	S	N	N	S	Preventivo	Inspeccionar el estado de la base de las lámparas	250 hr	0.15
	2016	S	N	N	S	N	N	S	Preventivo	Medir el desgaste de las cuchillas y cambiar si es necesario/verificar el torque de los tornillos	250 hr	0.30

Tabla 19. Evaluación mantenimiento para fallas en el sistema de Aire Acondicionado.

COD.MF	COD MF II	EVALUACIÓN DE CONSECUENCIAS				H1	H2	H3	TIPO DE DECISIÓN	DESCRIPCION DE LA TAREA	FRECUENCIA (HORAS)	RECURSOS HORAS HOMBRE
		H	S	E	O	S1	S2	S3				
						O1	O2	O3				
						N1	N2	N3				
5000	5001	S	N	N	S	N	N	S	Preventivo	Cambio de compresor por horas	4000 hr	2
	5002	S	N	N	S	S			A condición	Inspeccionar el condensador por golpes o suciedad	250 hr	1
	5003	S	N	N	S	S			A condición	Inspeccionar mangueras por roce o mal enrutamiento	250 hr	1
	5004	S	N	N	S	N	N	S	Preventivo	Cambio de blower por horas	4000 hr	2
	5005	S	N	N	S	N	N	S	Preventivo	Cambio de filtro secador	500 hr	1

Tabla 20. Evaluación mantenimiento para fallas en el sistema de Hidráulico.

COD.MF	COD MF II	EVALUACIÓN DE CONSECUENCIAS				H1	H2	H3	TIPO DE DECISIÓN	DESCRIPCION DE LA TAREA	FRECUENCIA (HORAS)	RECURSOS HORAS HOMBRE
		H	S	E	O	S1	S2	S3				
						O1	O2	O3				
						N1	N2	N3				
4000	4001	S	N	N	S	S			A condición	Medir presiones de levante e inclinación/tomar muestra de aceite hidráulica (análisis de partículas)	250 hr	1
	4002	S	N	N	S	S			A condición	Medir presiones de levante e inclinación/Lubricar	250 hr	0.30
	4003	S	N	N	S	S			A condición	Medir presiones de levante e inclinación/Lubricar	250 hr	0.30
	4004	S	N	N	S	S			A condición	Inspeccionar Visualmente la bomba de los implementos	250 hr	0,3
	4005	S	N	N	S	S			A condición	Medir presiones de levante e inclinación/tomar muestra de aceite hidráulica (análisis de partículas)	250 hr	1
	4006	S	N	N	S	S			A condición	Inspeccionar Visualmente y comprobar el funcionamiento de la válvula de compensación	250 hr	0,3
	4007	S	N	N	S	S			A condición	Inspeccionar el nivel de aceite hidráulico/tomar muestra de aceite hidráulico (análisis de partículas)	250 hr	0,3
	4008	S	N	N	S	S			A condición	Inspeccionar visualmente manguera y tubos por posibles fugas y cambio de manguera si amerita	250 hr	1
	4009	S	N	N	S	S			A condición	Inspeccionar visualmente fugas por el tanque hidráulico	250 hr	0.50
	4010	S	N	N	S	N	N	S	Preventivo	inspeccionar visualmente la bomba de los implementos	250 hr	0.5
	4011	S	N	N	S	S			A condición	Inspeccionar Visualmente posibles fugas por los enfriadores de aceite		
	4012	S	N	N	S	N	N	S	Preventivo	Inspeccionar visualmente el funcionamiento de la bomba del ventilador	250 hr	0.5
	4013	S	N	N	S	S			A condición	Verificar solenoide de control de flujo hidráulico hacia ventilador	250 hr	0.30
	4014	S	N	N	S	S			A condición	Inspeccionar las RPM del motor, inspeccionar control de flujo hacia la bomba, revisar o cambiar bomba	10000 hr	4
	4015	S	N	N	S	S			A condición	Inspeccionar la presión de entrada y salida del motor del ventilador si se encuentra fuera de parámetros	10000 hr	4
	4016	N				S			A condición	Tomar muestra de aceite hidráulico (análisis de partículas de cobre y hierro)	250 hr	0.20
	4017	S	N	N	S	S			Preventivo	Tomar muestra de aceite hidráulico (verificar si hay tierra en el aceite)	2000 hr	0.20
	4018	S	N	N	S	S			Preventivo	Análisis de aceite critico por presencia de sodio	2000 hr	0.20
	4019	S	N	N	S	S			Preventivo	Tomar muestra de aceite para verificar si hay presencia de agua	2000 hr	0.20
	4020	S	N	N	S	S			Preventivo	Tomar muestra de hidráulico para verificar si hay presencia de cobre, hierro y aluminio	2000 hr	0.20

Tabla 21. Evaluación mantenimiento para fallas en el sistema eléctrico.

COD.MF	COD MF II	EVALUACIÓN DE CONSECUENCIAS				H1	H2	H3	TIPO DE DECISIÓN	DESCRIPCION DE LA TAREA	FRECUENCIA (HORAS)	RECURSOS HORAS HOMBRE
		H	S	E	O	S1	S2	S3				
						O1	O2	O3				
						N1	N2	N3				
3000	3001	S	N	N	S	N	N	S	Preventivo	Verificar el tiempo de instalación, comprobar que el circuito de carga este funcionando, revisar tiempo de instalación de la batería, medir con el densímetro los electrolitos.	250/500 hr	1
	3002	S	N	N	S	N	N	S	Preventivo	Revisar tensión y estado de la correa/ reemplazarla si amerita	250 hr	0,30
	3003	S	N	N	S	N	N	S	Preventivo	Inspección la polea y correa del alternador/ desmontar el alternador y revisar componentes internos	250/2000 hr	2
	3004	S	N	N	S	S			A condición	Revisar alimentación de solenoide de control de inyección	500 hr	2
	3005	S	N	N	S	N	N	S	Preventivo	Revisión del sistema de eléctrico de inyección con el IT (Software de Caterpillar)	500 hr	0,30
	3006	S	N	N	S	S			A condición	Revisar conector del pedal del acelerador y realizar limpieza	500 hr	0,30
	3007	S	N	N	S	S			A condición	Revisar y/o reemplazar el sensor de salida del turbo.	500 hr	0,30
	3008	S	N	N	S	S			A condición	Comprobar funcionamiento y/o reemplazar el EMC	10000 hr	1
	3009	S	N	N	S	S			A condición	Comprobar y /o cambiar el estado del sensor de temperatura	1000hr	1
	3010	S	N	N	S	S			A condición	Comprobar y /o cambiar el estado del indicador de combustible	250 hr	0,3
	3011	S	N	N	S	N	N	S	Preventivo	Revisión correcto funcionamiento de luces y cambio si amerita	250 hr	0,3
	3012	S	N	N	S	N	N	S	Preventivo	Revisar la línea de alimentación y correcto funcionamiento del pito y cambiar si amerita	250 hr	0,3
	3013	S	N	N	S	N	N	S	Preventivo	Revisar la línea de alimentación y correcto funcionamiento de alarmas de retroceso y cambiar si amerita	250 hr	0,3
	3014	S	N	N	S	N	N	S	Preventivo	Revisar la línea de alimentación y correcto funcionamiento de los limpiavidrios y cambiar si amerita	250 hr	0,3

## 5.5. MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Al realizar un análisis de todos los fallos que presentan los cargadores se detectó que el proceso que debe mejorar para lograr la confiabilidad de los equipos era la planeación de los PM, ya que muchas rutinas que deben realizarse para mantener los equipos en condiciones óptimas para la operación no se encuentran establecidas. Por lo cual se realizó un modelo de plan de mantenimiento teniendo en cuenta los cambios de aceite, filtros y tomas de muestras de aceite con su frecuencia de realización para la estructura del checklist.

De igual manera se diseñó una rutina de inspección con el fin de que los operadores la realicen al inicio de turno para que el departamento de planeación programe la corrección de las novedades detectadas por la operación.

Tabla 22. Lista de chequeo de tractocamiones





LISTA DE CHEQUEO DE TRACTOCAMION			
    			
EQUIPO:	FECHA:	TECNICO:	
ORDEN DE MANTENIMIENTO:			
OPERACIONES	BUENO	MALO	OBSERVACIONES
<b>MANTENIMIENTO 250 HR</b>			
Lavado de equipo			
Toma Muestra Aceite			
Revisar func alarma de retroceso			
Revisar func. de arranque en neutro			
Revisar func. de todos los indicadores			
Revisar alarma de baja presion neumatica			
Revisar func. limpiaparabrisas y plumillas			
revisar func. lavaparabrisas			
Revisar que acelerador funcione libre			
Revisar funcionamiento del claxon			
Revisar que presion no sea >120psi			
Revisar fugas de sist neumático			
Revisar func. del bloque e cambios			
Revisar func. sistema A/A			
Revisar control para destrabar 5 rueda			
Revisar cinturon de seguridad			
Revisar cerraduras puertas, vidrios y es			
Revisar gradas de acceso y agarraderos			
Drenar separador de combustible			
Revisar filtro de aire			
Revisar nivel aceite motor e hidráulico			
Revisar nivel aceite diferencial y trans			
Limpiar respirador transmisión y diferen			
Revisar frenos			
Revisar Muelles			
Revisar funcionamiento bomba hidraulica			
Revisar parte electrica motor arranque			
Revisar soportes motor y transmisión			
Revisar y limpiar cables bateria			
Drenar agua TK de aire			
Revisar Ruedas y ajuste tuercas ruedas			
Revisar chasis			
Rev/lubricar bisagras rodillos puertas			
R/Lub unión deslizante dirección			
R/Lub Crucetas			
R/Lub quinta rueda			
R/Lub pivotes quinta rueda			
Pruebas de Funcionamiento			
<b>MANTENIMIENTO 500 HR +250hr</b>			
Cambio de Aceite Motor			
Cambio Filtro de Aceite Motor			
Cambio Filtro de Aire Motor			
Cambio Filtros de Combustible			
Cambio de Aceite Servotransmision			
Cambio Filtros Servotransmision			
<b>MANTENIMIENTO 1.000 HR +250hr+500hr</b>			
Revision Filtro Hidraulico			
Mtto Aire Acondicionado			
<b>MANTENIMIENTO 2.000 HR +250hr+500hr+1000hr</b>			
Cambio de Aceite Diferencial			
Calibración de Inyectores y motor			
Ajuste pernos y tuercas en general			
Cambio de Aceite Hidraulico *			
<b>MANTENIMIENTO 4.000 HR +250hr+500hr+1000hr+2000hr</b>			
Cambio de Aceite Hidraulico			
<b>MANTENIMIENTO 6,000 HR **+250hr+500hr+1000hr+2000hr+4000hr</b>			
Cambio de Refrigerante Motor			
Aplico toma de muestra	SI	<input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
MOTOR	<input type="checkbox"/>	Observación:	
TRANSMISION	<input type="checkbox"/>		
HIDRAULICO	<input type="checkbox"/>		
DIFERENCIAL	<input type="checkbox"/>		
Nota: * se realiza el cambio de aciete del tractocamión del C-01 al C-16			
** se realiza el cambio de aceite del tractocamion C-17 al C-26			

Tabla 23. Programación de cambio de materiales

<b>PROGRAMACION DE CAMBIO DE MATERIALES PARA TRACTOCAMIONES</b>			
<b>MANTENIMIENTO 500 HR</b>			
5020574	36	PT	ACEITE MOTOR 15W40 CI-4
5026492	1	UN	FILTRO COMBUSTIBLE KALMAR #90031366
5026499	1	UN	FILTRO SEPARADOR KALMAR J023152
5028254	1	UN	FILTRO AIRE KALMAR 90023953
5028255	1	UN	FILTRO ACEITE KALMAR 90031365
5028259	1	UN	FILTRO TRANSMISION KALMAR 90031386
5030497	40	PT	ACEITE TRANSM AUTOMA ATF DEXRON III
<b>MANTENIMIENTO 1000 HR</b>			
5028258	1	UN	FILTRO HIDRAULICO KALMAR 53103500
<b>MANTENIMIENTO 2000 HR</b>			
5020618	36	PT	ACEITE TRANSMISION MECANICA 85W140
5030497	12	PT	ACEITE TRANSM AUTOMA ATF DEXRON III
<b>MANTENIMIENTO 4.000 HR</b>			
5030497	112	PT	ACEITE TRANSM AUTOMA ATF DEXRON III
<b>MANTENIMIENTO 6.000 HR</b>			
5034598	48	PT	REFRIGERANTE HD PREMIUM ELC (LARGA VIDA)

## 6. CONCLUSIONES

Para la empresa Puerto de Barranquilla, el plan de mantenimiento basado en RCM, permite que la maquinaria sea confiable y que tenga disponibilidad al momento de utilizarla, esto permite la reducción de los costos en el mantenimiento.

Dentro de la gestión de activos de una organización, el RCM como mantenimiento nos enfoca hacia la importancia del funcionamiento de la maquinaria dentro de un proceso y como realizar un análisis que genere un plan de mantenimiento de acorde a sus funciones y de manera confiable.

Con el análisis del comportamiento de la flota de tractocamiones en un periodo de tiempo se puede identificar con claridad cuáles son los sistemas más vulnerables dentro de la operación realizada.

El análisis estadístico de las fallas presentadas por cada sistema permite encontrar cuales son las de mayor frecuencia e incidencia en el correcto funcionamiento del equipo.

Se determinó el comportamiento, el contexto operativo del sistema dentro de las fronteras, además se discriminó el sistema por grupos de componentes y para cada uno se determinó su comportamiento estableciendo funciones, el contexto operativo dentro del sistema y su impacto social, económico, ambiental y humano.

La aplicación de RCM permite la interacción entre el área de mantenimiento y operación, lo que afianza el conocimiento de los equipos, su correcto funcionamiento y los modos de falla, lo que se traduce a su vez en la correcta actualización de planes de mantenimiento, y definición de estándares de funcionamiento.

## BIBLIOGRAFIA

GONZALES RAMÓN, Mantenimiento preventivo: Bucaramanga, Escuela de Ingeniería Mecánica UIS P. 17 - 32.

MONTILLA, CARLOS. Caso de aplicación de mantenimiento centrado en la confiabilidad RCM, previa existencia de mantenimiento preventivo. Perera: Universidad tecnológica de Pereira. ISSN 0122-1701. P. 273 - 278.

MORA, Luis. Mantenimiento Industrial Efectivo. Medellín: COLDI Limitada, 2009. 340 p.

MOUBRAY, Jhon. Mantenimiento centrado en confiabilidad RCM II. Edición en Español. Asheville: Alandon LLC, 2004.

ORTIZ, DANIEL. Mantenimiento centrado en confiabilidad MCC: Ortruz consultores, P. 89.

POVEDA, ALEJANDRO. Aplicación de la Metodología de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad para el Desarrollo de Planes de Mantenimiento [Consultado el 25 de diciembre de 2013]. Disponible en <  
<http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/20586/1/Articulo%20CICYT%20APOVEDA%20RCM.pdf>>.



SAE JA1011. Evaluation Criteria for Reliability-Centered Maintenance (RCM) Processes. Society of Automotive Engineers, Inc 1999.

SILVA ARDILA, Pedro. Confiabilidad en la práctica. Barranquilla: El autor, 2014. 155 p.

PUERTO DE BARRANQUILLA. Informe del departamento financiero. Barranquilla, 2017.

# ANEXOS

## A. MANUAL DE OPERACIÓN TRACTOCAMION OTTAWA 4X2 OFF ROAD



### Ottawa 4x2 Off Road Standard Specifications

---

**4X2 YARD TRACTOR**

**STANDARD FEATURES**

- Cummins Tier 4i QSB6.7-165 HP @2200 RPM, 540-lb-ft torque @1500 RPM Electronic-CAC with primary fuel filter/water separator.
- Allison 3000RDS Transmission (6 speed) with synthetic transmission fluid.
- Front Axle: Meritor FF-961, 12,000 lb
- Rear Axle: Meritor RS-24-160, 7.17:1 ratio, solid mount to frame.
- 116" Wheelbase with "L" frame reinforcement.
- Fifth wheel: Holland FW-35, 70,000 lb plate rating.
- Fifth wheel lift cylinders: 5" diameter 60,000 lb rating.
- Tires 11R22.5 Steel belted radials 14PR
- Wheels 22.5" X 8.25" 10 bolt 285 mm BC hub piloted, steel disc.
- Vertical exhaust system with heat shield.
- Air cleaner, frontal inlet - 11" replaceable element and underhood restriction indicator.
- Back-up light, stop and turn signals.
- Step - battery box 16" wide.
- Cab side vent (riveted).
- Drive shaft: Spicer 1710 series.
- Approximate Vehicle Weight 14,500 lb
- GCWR 81,000 Lbs.
- Maximum Road Speed 25 MPH / 40.2 KPH
- MaxMizer fuel reduction system.

**TRAILER EQUIPMENT**

- Two (2) color coded, coiled air lines with glad hand receivers, 7 wire female receptacle at rear of cab.

**STEERING**

- Gearbox type integral power steering with mechanical back up.
- Constant running PTO/pump with priority steering circuit.

**CAB FEATURES**

- Cab air ride, 3-point mount suspension.
- Cab with raised roof: 50" X 65" X 68" welded steel and driver's side door which has a full length piano hinge and an aluminum sliding rear door.
- Cab insulation, for thermal protection and noise abatement.
- Cab tilt: Electric 45° with 90° tilt capability.
- Platform, rear of cab.
- Air Ride Seat with isolator.
- Seat belt with 2-point mount.
- Tinted glass all windows.
- Solar gray laminated glass behind driver.
- 40,000 BTU fresh air heater/defroster.
- West coast 16" X 7" mirrors.

**Cab gauges:**

- Volt meter, oil pressure, water temperature, fuel level, air pressure, speedometer and 5-digit hour-meter.

**Cab controls:**

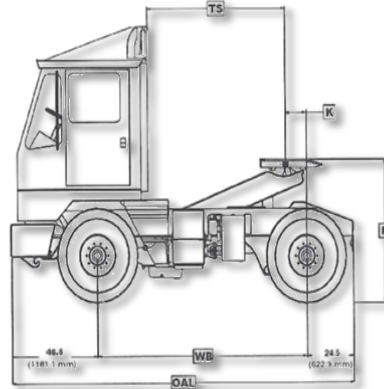
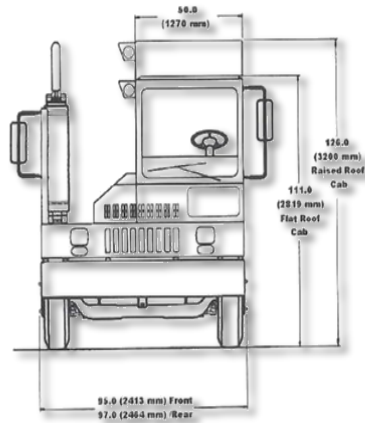
- Accelerator, tractor/trailer brakes, gear selector, fifth wheel elevation, steering wheel 18" soft touch, headlights, electric horn, heater defroster and electric windshield wiper control, directional turn signals, rear flood light upper right hand side, 5th wheel unlatch.

**WARNING DEVICES**

- Low air pressure light and alarm.
- Transmission protection warning light.
- Headlight hi-beam indicator.
- Electric backup alarm.
- Engine Protection Warning System
  - High coolant temp.
  - Low oil pressure.
  - Low coolant level.

January 2012-rev. #1

## Ottawa 4x2 Off Road



		ROOM POSITION STANDARD LIFT	
WB	DIM	UP	DOWN
116" (2794 mm)	TS	79.4 (1863 mm)	83.5 (1958 mm)
	K	10.2 (259 mm)	6.1 (154 mm)
	H	63 (1600.2 mm)	46 (1168.4 mm)
	OAL	187 (4597.4 mm)	

### HYDRAULIC SYSTEM

- 16 gallon tank with sight glass
- 10 GPM pump
- 5" hydraulic lift cylinders
- Hydraulic system with "O" Ring fittings
- 5th Wheel Boom lift 17"
- Wet Spline PTO

### BRAKES

- Front: "S" Cam type 16.5" X 5" air actuated
- Rear "S" Cam type 16.5" x 7" air actuated
- Manual slack adjusters front and rear

### FRAME FEATURES

- Welded 50,000 psi steel with 12" x 3 3/8" X 3/8" formed channel 43.25" wide frame with "L" frame reinforcement (1,835,000 in/lb RBM)
- 55" tapered deck curbside with reinforced removable bumper
- 50-gallon frame mounted round fuel tank, curbside
- Integral front and rear tow eyes

### PNEUMATIC SYSTEM

- 15.2 CFM Wabco compressor with 2-tank air reservoir system total capacity 3582 cu. in.
- Color-coded air lines

### ELECTRICAL SYSTEM

- 12 Volt neg. ground with circuit breakers, 130-amp minimum charge alternator, color coded wiring in separate removable harness, 12-volt starter with positive engagement, two (2) 12-volt low maintenance batteries, cab dome light

### PAINT FINISH

- Cab: Full immersion, multi-stage, "E" coat primer. Baked on acrylic top coat - white PPG - SAC71166A
- Chassis: Shot blasted, phosphate washed, powder coat primer with polyurethane top coat - black
- Wheels: "E" coat white
- Rubberized undercoating under cab and deck
- Grab handles, steps and platforms painted safety yellow



Cargotec Solutions LLC • 415 East Dundee Street • Ottawa KS 66067 • Tel 785-242-2200 • Fax 785-242-8573

January 2012

## B. MODULO DE MANTENIMIENTO SAP PM

Orden Tratar Pasara Detalles Entorno Sistema Ayuda

**Modificar Orden de Mantenimiento Planificado SPRB 1300007655: Cabecer**

Cierre comercial

Orden SP03 1300007655 C-12 (22340) Mto Preventivo 250 hr  
 Statist CTEC NOTI INPR EDET KKIP NLIQ PREC

Datos cab. Oper. Componentes Costes Interloc. Objetos Datos adic. Emplaz. Planific. Control Ampliación

Responsable  
 Gpo. plan. P45 / 1100 Plataf & 5a RUeda  
 Rs.pto. In. COONECAN / 1100 Coordinador Mecan  
 Empleado re:

Aviso  
 Costes 0 COP  
 Cl. actv. PM 002 Mantenimiento  
 Estinstal  
 Dirección

Fechas  
 Inic. extr. 06.02.2017  
 Fin. extr. 06.02.2017  
 Prioridad  
 Revisión

Objeto de referencia  
 Ubic. léc. 111611 TRACTOCAMION RD-5034  
 Equipo 1003578 Tractocamión RD-5034 C-12

Primera operación  
 Operación MANTENIMIENTO 250 HR  
 PtoTrab/Ce MECANICO / 1100 CnCtrl PH01 Cl. actv. PHTEC  
 TrabInvert 2 H Cantidad 1 Dur.oper. 2 H  
 N° pers. 0

PRD (1) 400 prderpci-N1 INS  
 11:47 a.m.  
 17/06/2017

Orden Tratar Pasara Detalles Entorno Sistema Ayuda

**Modif. Orden de Mantenimiento Planificado SPRB 1300007655: Resumen ope**

Cierre comercial

Orden SP03 000007655 C-12 (22340) Mto Preventivo 250 hr  
 Statist CTEC NOTI INPR EDET KKIP NLIQ PREC

Datos cab. Oper. Componentes Costes Interloc. Objetos Datos adic. Emplaz. Planific. Control Ampliación

Op.	SOp	PstoTrbjo	Ce.	Cl.	Chv.mod	E	Txt.brv.operación	TE	Trabajo real	Trabajo	Un	C.	Dur.	Un	ClvCá	ClAct	Destinatario	Puesto de
0010		MECANICO		1100	PH01		MANTENIMIENTO 250 HR			4	2H	1		2H	Calcular trab	PHTEC		
0010	0001	LAVADOR		1100	PH01		Lavado de equipo		0,500	0H	1		0H	0H	Calcular trab	PHAXX		
0010	0002	MECANICO		1100	PH01		Toma Muestra Aceite		0,500	0H	1		0H	0H	Calcular trab	PHTEC		
0010	0003	MECANICO		1100	PH01		Revisar func. alarma de retroceso		0,500	0H	1		0H	0H	Calcular trab	PHTEC		
0010	0004	MECANICO		1100	PH01		Revisar func. de arranque en neutro		0,500	0H	1		0H	0H	Calcular trab	PHTEC		
0010	0005	MECANICO		1100	PH01		Revisar func. de todos los indicadores		0,500	0H	1		0H	0H	Calcular trab	PHTEC		
0010	0006	MECANICO		1100	PH01		Revisar alarma de baja presion neumatica		0,500	0H	1		0H	0H	Calcular trab	PHTEC		
0010	0007	MECANICO		1100	PH01		Revisar func. limpiaparabrisas y plumilli		0,500	0H	1		0H	0H	Calcular trab	PHTEC		
0010	0008	MECANICO		1100	PH01		revisar func. lavaparabrisas		0,500	0H	1		0H	0H	Calcular trab	PHTEC		
0010	0009	MECANICO		1100	PH01		Revisar que acelerador funcione libre		0,500	0H	1		0H	0H	Calcular trab	PHTEC		
0010	0010	MECANICO		1100	PH01		Revisar funcionamiento del claxon		0,500	0H	1		0H	0H	Calcular trab	PHTEC		
0010	0011	MECANICO		1100	PH01		Revisar que presion no sea >120psi		0,500	0H	1		0H	0H	Calcular trab	PHTEC		
0010	0012	MECANICO		1100	PH01		Revisar fugas de sist neumático		0,500	0H	1		0H	0H	Calcular trab	PHTEC		
0010	0013	MECANICO		1100	PH01		Revisar func. del bloque e cambios		0,500	0H	1		0H	0H	Calcular trab	PHTEC		
0010	0014	MECANICO		1100	PH01		Revisar func. sistema AA		0,500	0H	1		0H	0H	Calcular trab	PHTEC		
0010	0015	MECANICO		1100	PH01		Revisar control para destrabar 5 rueda		0,500	0H	1		0H	0H	Calcular trab	PHTEC		
0010	0016	MECANICO		1100	PH01		Revisar cinturón de seguridad		0,500	0H	1		0H	0H	Calcular trab	PHTEC		

General Pr. Ext. Fechas Dat. real. Ampliación Catál.

PRD (1) 400 prderpci-N1 INS  
 11:48 a.m.  
 17/06/2017

Orden Tratar Pasara Detalles Entorno Sistema Ayuda

**Modificar Orden de Mantenimiento Planificado SPRB 1300007484: Cabecer**

Cierre comercial

Orden SP03 | 1300007484 | C-12 (21407) Mto Preventivo 500 hr

Stat.sist. CTEC NOTP EDET FMAT INPP MOVH NLIQ PRE

Datos cab. Oper. Componentes Costes Interloc. Objetos Datos adic. Emplaz. Planific. Control Ampliación

Responsable  
 Gpo.plan. P&S / 1100 | Plataf & Sa RUeda  
 Rs.plo tr. COONECAN / 1100 | Coordinador Mecan  
 Empleado re:

Aviso   
 Costes 0 COP  
 Cl.activ.PM 002 | Mantenimiento  
 Estinstal   
 Dirección

Fechas  
 Inic.extr. 29.11.2016 | Prioridad   
 Fin.extr. 29.11.2016 | Revisión

Objeto de referencia  
 Ubic.téc. 111611 | TRACTOCAMION RD-5034  
 Equipo 1003578 | Tractocamió RD-5034 C-12

Primera operación  
 Operación MANTENIMIENTO 250 HR | C.V.Cá | Calcular trabajo  
 Pto.Trab/Ce MECANICO / 1100 | C.V.Cat | PM01 | Cl.activ. PMTEC |  MAF  
 Trablvert 2 H | Cantidad 1 | Dur.oper. 2 H |  Comp.  
 N° pers. 0

PRD (1) 400 | prderpci-N1 | INS

11:53 a.m. 17/06/2017

Orden Tratar Pasara Detalles Entorno Sistema Ayuda

**Modif.Orden de Mantenimiento Planificado SPRB 1300007484: Resumen ope**

Cierre comercial

Orden SP03 | 1300007484 | C-12 (21407) Mto Preventivo 500 hr

Stat.sist. CTEC NOTP EDET FMAT INPP MOVH NLIQ PRE

Datos cab. Oper. Componentes Costes Interloc. Objetos Datos adic. Emplaz. Planific. Control Ampliación

Op.	SOP	PstoTbjo	Ce.	Cl.	Civ.mod	E.	Txt.br.operación	TE	Trabajo real	Trabajo	Un	C.	Dur.	Un	C.V.Cá	ClAct	Destinatario	Puesto de
0010	0036	MECANICO	1100	PM01			Revisar parte electrica motor arranque		0,500	0H	1	0H		0H	Calcular trabo	PMTEC		
0010	0037	MECANICO	1100	PM01			Revisar soportes motor y transmisión		0,500	0H	1	0H		0H	Calcular trabo	PMTEC		
0010	0038	MECANICO	1100	PM01			Revisar y limpiar cables batería		0,500	0H	1	0H		0H	Calcular trabo	PMTEC		
0010	0039	MECANICO	1100	PM01			Drenar agua TK de aire		0,500	0H	1	0H		0H	Calcular trabo	PMTEC		
0010	0040	MECANICO	1100	PM01			Revisar Ruedas y ajuste tuercas ruedas		0,500	0H	1	0H		0H	Calcular trabo	PMTEC		
0010	0041	MECANICO	1100	PM01			Revisar chasis		0,500	0H	1	0H		0H	Calcular trabo	PMTEC		
0010	0042	MECANICO	1100	PM01			Revlubricar bisagras rodillos puertas		0,500	0H	1	0H		0H	Calcular trabo	PMTEC		
0010	0043	MECANICO	1100	PM01			RLub unión dslizante dirección		0,500	0H	1	0H		0H	Calcular trabo	PMTEC		
0010	0044	MECANICO	1100	PM01			RLub Crucetas		0,500	0H	1	0H		0H	Calcular trabo	PMTEC		
0010	0045	MECANICO	1100	PM01			RLub quinta rueda		0,500	0H	1	0H		0H	Calcular trabo	PMTEC		
0010	0046	MECANICO	1100	PM01			RLub pivotes quinta rueda		0,500	0H	1	0H		0H	Calcular trabo	PMTEC		
0010	0047	MECANICO	1100	PM01			Pruebas de Funcionamiento		0,500	0H	1	0H		0H	Calcular trabo	PMTEC		
0020	COONECAN		1100	PM01			MANTENIMIENTO 500 HR		0,500	3H	1	3H			Calcular trabo	PMTEC		
0020	0001	MECANICO	1100	PM01			Cambio de Aceite Motor		0,500	0H	1	0H		0H	Calcular trabo	PMTEC		
0020	0002	MECANICO	1100	PM01			Cambio Filtro de Aceite Motor		0,500	0H	1	0H		0H	Calcular trabo	PMTEC		
0020	0003	MECANICO	1100	PM01			Cambio Filtro de Aire Motor		0,500	0H	1	0H		0H	Calcular trabo	PMTEC		
0020	0004	MECANICO	1100	PM01			Cambio Filtros de Combustible		0,500	0H	1	0H		0H	Calcular trabo	PMTEC		

General Pr. Ext. Fechas Dat.real. Ampliación

PRD (1) 400 | prderpci-N1 | INS

11:54 a.m. 17/06/2017

Orden Tratar Pasara Detalles Entorno Sistema Ayuda

**Modificar Orden de Mantenimiento Planificado SPRB 1300008230: Cabecer**

Orden SP03 | 1300008230 | C-12 (23029)h Mto Preventivo 1000 hr  
 Stat.sist. CTEC INPR EDET MACO MOVN NLIQ PREC

Datos cab. Oper. Componentes Costes Interloc. Objetos Datos adic. Emplaz. Planific. Control Ampliación

**Responsable**  
 Gpo.plan. P&5 / 1100 Plataf & 5a RUeda  
 Rs.pto.tr. CODEMECAN / 1100 Coordinador Mecan  
 Empleado re:

**Aviso**  
 Costes 0 COP  
 Cl. actv./PM 002 Mantenimiento  
 Estdinstal 1 En funcionamien  
 Dirección

**Fechas**  
 Inic.extr. 23.04.2017 Prioridad 1-Alto  
 Fin.extr. 23.04.2017 Revisión

**Objeto de referencia**  
 Ubic.téc. 111611 TRACTOCAMION RD-5034  
 Equipo 1003578 Tractocami3n RD-5034 C-12

**Primera operación**  
 Operación MANTENIMIENTO 250 HR ChvCá | Calcular trabajo  
 PtoTrab/Ce MECANICO / 1100 CvtM PM01 Cl.actv. PYTEC MAF  
 TrabInvert 2 H Cantidad 1 Dur.oper. 2 H Comp.  
 N° pers. 0

PRD (1) 400 prderpci-N1 INS 11:56 a.m. 17/06/2017

Orden Tratar Pasara Detalles Entorno Sistema Ayuda

**Modificar Orden de Mantenimiento Planificado SPRB 1300007484: Resumen**

Orden SP03 | 1300007484 | C-12 (21407) Mto Preventivo 500 hr  
 Stat.sist. CTEC NOTP EDET FMAT INPP MOVN NLIQ PREC

Datos cab. Oper. Componentes Costes Interloc. Objetos Datos adic. Emplaz. Planific. Control Ampliación

Pos.	Componente	Denomin.	TE	Ctd.neces.	UM	TP	S.	Alm.	Ce.	Op.	Lote	Tpo.aprovision.	Destinatario	Puesto descarga
0019	5026574	ACEITE MOTOR 15W40 CI-4		36	PT	L					1100 0020	Reserva para orden		
0020	5026492	FILTRO COMBUSTIBLE KALMAR #900313		1	UN	L					1100 0020	Reserva para orden		
0030	5026499	FILTRO SEPARADOR KALMAR J023152		1	UN	L					1100 0020	Reserva para orden		
0040	5026254	FILTRO AIRE KALMAR 90023953		1	UN	L					1100 0020	Reserva para orden		
0050	5026255	FILTRO ACEITE KALMAR 90031365		1	UN	L					1100 0020	Reserva para orden		
0060	5026259	FILTRO TRANSMISION KALMAR 90031386		1	UN	L					1100 0020	Reserva para orden		
0070	5030497	ACEITE TRANSM AUTOMA ATF DEXRON III		40	PT	L					1100 0020	Reserva para orden		
0080	5026254	FILTRO AIRE KALMAR 90023953		1	UN	L					1100 0030	Reserva para orden		

Dat.gral. Compras Utiliz.material Rec. Catál

PRD (1) 400 prderpci-N1 INS 11:55 a.m. 17/06/2017

Orden Tratar Pasara Detalles Entorno Sistema Ayuda

**Modif.Orden de Mantenimiento Planificado SPRB 1300008230: Resumen ope**

Orden: SP03 | 1300008230 | C-12 (23029) Mto Preventivo 1000 hr

Statist: CTEC INPR EDET MACO NOVW NL1Q PREC

Datos cab Oper Componentes Costes Interloc. Objetos Datos adic. Emplaz. Planific. Control Ampliación

Op.	Soq	Plat/Typ	Ca	Clas	Civ/mod	E	Tr.bvo.operación	TE	Trabajo real	Trabajo	Un	C	Dur	Un	CivCá	CivCt	Destinatario	Puesto de
0010	0042	MECANICO		1100	PM01		Revlubricar bisagras rodillos puertas		0	0H	1		0H			Calcular trabajo	PHTEC	
0010	0043	MECANICO		1100	PM01		RLub unión deslizante dirección		0	0H	1		0H			Calcular trabajo	PHTEC	
0010	0044	MECANICO		1100	PM01		RLub Cruceatas		0	0H	1		0H			Calcular trabajo	PHTEC	
0010	0045	MECANICO		1100	PM01		RLub quinta rueda		0	0H	1		0H			Calcular trabajo	PHTEC	
0010	0046	MECANICO		1100	PM01		RLub pivotes quinta rueda		0	0H	1		0H			Calcular trabajo	PHTEC	
0010	0047	MECANICO		1100	PM01		Pruebas de Funcionamiento		0	0H	1		0H			Calcular trabajo	PHTEC	
0020		COORMECAN		1100	PM01		MANTENIMIENTO 500 HR		0	3H	1		3H			Calcular trabajo	PHTEC	
0020	0001	MECANICO		1100	PM01		Cambio de Aceite Motor		0	0H	1		0H			Calcular trabajo	PHTEC	
0020	0002	MECANICO		1100	PM01		Cambio Filtro de Aceite Motor		0	0H	1		0H			Calcular trabajo	PHTEC	
0020	0003	MECANICO		1100	PM01		Cambio Filtro de Aire Motor		0	0H	1		0H			Calcular trabajo	PHTEC	
0020	0004	MECANICO		1100	PM01		Cambio Filtros de Combustible		0	0H	1		0H			Calcular trabajo	PHTEC	
0020	0005	MECANICO		1100	PM01		Cambio de Aceite Servotransmision		0	0H	1		0H			Calcular trabajo	PHTEC	
0020	0006	MECANICO		1100	PM01		Cambio Filtros Servotransmision		0	0H	1		0H			Calcular trabajo	PHTEC	
0030		MECANICO		1100	PM03		MANTENIMIENTO 1.000 HR		0	0H	1		1H				PHTEC	
0030	0001	MECANICO		1100	PM01		Revision Filtro Hidraulico		0	0H	1		0H			Calcular trabajo	PHTEC	

General Pr. Ext. Fechas Dat.real. Ampliación

PRD (1) 400 prderpc-A11 INS 11:56 a.m. 17/06/2017

Orden Tratar Pasara Detalles Entorno Sistema Ayuda

**Modificar Orden de Mantenimiento Planificado SPRB 13000007618: Cabecer**

Orden: SP03 | 13000007618 | C-12 (23023) Mto Preventivo 2000 hr

Statist: CTEC NOTI INPR EDET MACO NOVW NL1Q PREC

Datos cab Oper Componentes Costes Interloc. Objetos Datos adic. Emplaz. Planific. Control Ampliación

Responsable

Gpo. plan: PAS / 1100 Plataf & 5a RUeda

Rs. pto. tr: COORMECAN / 1100 Coordinador Mecan

Empleado re: [ ]

Aviso: [ ]

Costes: 0 COP

Cl. act. PM: 002 Mantenimiento

Estad. instal: [ ]

Dirección: [ ]

Fechas

Inic. extr: 06.01.2017

Fin. extr: 06.01.2017

Prioridad: [ ]

Revisión: [ ]

Objeto de referencia

Ubic. técn.: 111611

Equipo: 1093578

TRACTOCAMION RD-5034

Tractocamión RD-5034 C-12

Primera operación

Operación: MANTENIMIENTO 250 HR

Plat/Trab/Clas: MECANICO / 1100

Civ/Clas: PM01

Cl. act. v: PHTEC

Trab/Inv. 2 H

Cantidad: 1

Dur. oper.: 2 H

Nº pers.: 0

PRD (1) 400 prderpc-A11 INS 11:57 a.m. 17/06/2017

Orden Tratar Pasara Detalles Entorno Sistema Ayuda

**Modificar Orden de Mantenimiento Planificado SPRB 13000007618: Resumen**

Orden: SP03 000007618 C-12 (23023) Mto Preventivo 2000 hr

Stat.sist: CTEC NOTI INPR EDET MACO NOVMI NLIQ PRE

Datos cab Oper Componentes Costes Interloc. Objetos Datos adic. Emplaz. Planific. Control Ampliación

Pos	Componente	Denomin.	TE	Ctd.neces.	UM	TP	Alm.	Ce.	Op	Lote	Tpo.aprovision.	Destinatario	Puesto descarga
0011	5020574	ACEITE MOTOR 15W40 CI-4		36	PT	L				1100 0020	Reserva para orden		
0020	5020492	FILTRO COMBUSTIBLE KALMAR #00031366		1	UN	L				1100 0020	Reserva para orden		
0020	5020492	FILTRO SEPARADOR KALMAR J023152		1	UN	L				1100 0020	Reserva para orden		
0040	5020254	FILTRO AIRE KALMAR 90023953		1	UN	L				1100 0020	Reserva para orden		
0050	5020255	FILTRO ACEITE KALMAR 90031365		1	UN	L				1100 0020	Reserva para orden		
0060	5020259	FILTRO TRANSMISION KALMAR 90031386		1	UN	L				1100 0020	Reserva para orden		
0070	5030497	ACEITE TRANSM AUTOMA ATF DEXRON III		40	PT	L				1100 0020	Reserva para orden		
0080	5020618	ACEITE TRANSMISION MECANICA 85W140		36	PT	L				1100 0040	Reserva para orden		
0090	5030497	ACEITE TRANSM AUTOMA ATF DEXRON III		12	PT	L				1100 0040	Reserva para orden		

Dat.gral Compras Utiliz.material Rec. Catál.

PRD (1) 400 prderpci-N1 INS 11:59 a.m. 17/06/2017

Orden Tratar Pasara Detalles Entorno Sistema Ayuda

**Modif.Orden de Mantenimiento Planificado SPRB 13000007618: Resumen ope**

Orden: SP03 000007618 C-12 (23023) Mto Preventivo 2000 hr

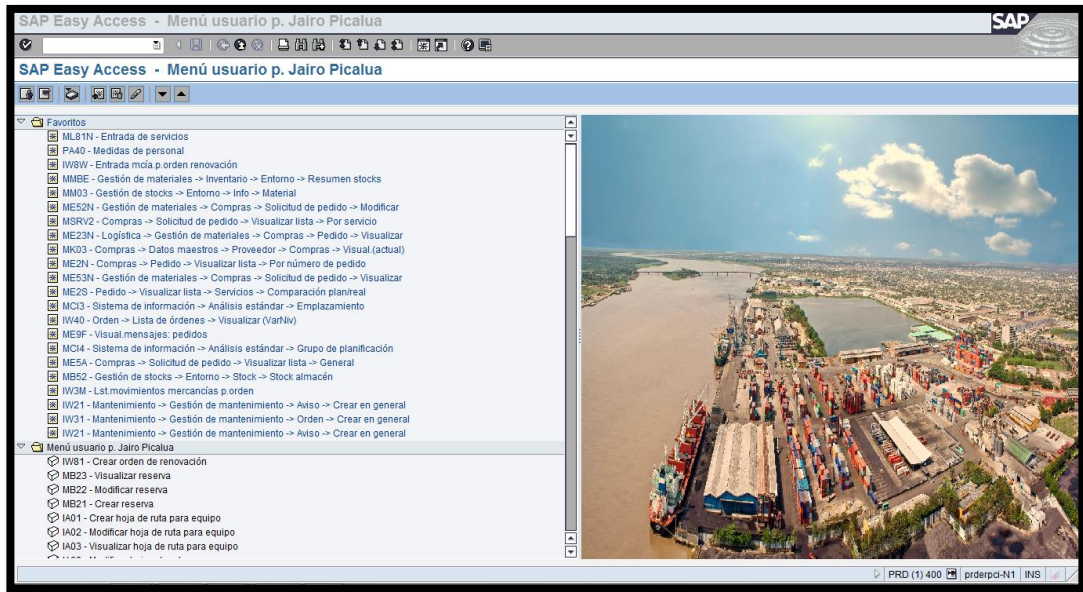
Stat.sist: CTEC NOTI INPR EDET MACO NOVMI NLIQ PRE

Datos cab Oper Componentes Costes Interloc. Objetos Datos adic. Emplaz. Planific. Control Ampliación

Op	SOp	PlatoTobjo	Ce	Clv.mod	E	Txt.br.v.operación	TE	Trabajo real	Trabajo	Un	C	Dur	Un	ChvCá	CIact	Destinatario	Puesto de
0020		COONECAN	1100	PH01		MANTENIMIENTO 500 HR		0,500		3H	1	3H		Calcular trabo	PHTEC		
0020	0001	MECANICO	1100	PH01		Cambio de Aceite Motor		0,500		0H	1	0H		Calcular trabo	PHTEC		
0020	0002	MECANICO	1100	PH01		Cambio Filtro de Aceite Motor		0,500		0H	1	0H		Calcular trabo	PHTEC		
0020	0003	MECANICO	1100	PH01		Cambio Filtro de Aire Motor		0,500		0H	1	0H		Calcular trabo	PHTEC		
0020	0004	MECANICO	1100	PH01		Cambio Filtros de Combustible		0,500		0H	1	0H		Calcular trabo	PHTEC		
0020	0005	MECANICO	1100	PH01		Cambio de Aceite Servotransmision		0,500		0H	1	0H		Calcular trabo	PHTEC		
0020	0006	MECANICO	1100	PH01		Cambio Filtros Servotransmision		0,500		0H	1	0H		Calcular trabo	PHTEC		
0030		MECANICO	1100	PH03		MANTENIMIENTO 1.000 HR		0		0H	1	1H			PHTEC		
0030	0001	MECANICO	1100	PH01		Revision Filtro Hidraulico		0,500		0H	1	0H		Calcular trabo	PHTEC		
0040		MECANICO	1100	PH01		MANTENIMIENTO 2.000 HR		0,500		2H	1	2H		Calcular trabo	PHTEC		
0040	0001	MECANICO	1100	PH01		Cambio de Aceite Diferencial		0,500		0H	1	0H		Calcular trabo	PHTEC		
0040	0004	MECANICO	1100	PH01		Calibración de Inyectores y motor		0,500		0H	1	0H		Calcular trabo	PHTEC		
0040	0005	MECANICO	1100	PH01		Ajuste pernos y buercas en general		0,500		0H	1	0H		Calcular trabo	PHTEC		
0040	0006	COONECAN	1100	PH01		Cambio de aceite hidraulico		0,500		0H	0	0H		Calcular trabo	PHTEC		

General Pr. Ext. Fechas Dat.real. Ampliación Catál.

PRD (1) 400 prderpci-N1 INS 11:58 a.m. 17/06/2017



## C. AVISOS MODULO SAP PM

**Visualizar aviso-MT: Aviso de Avería SPRB**

Nuevamente en trat.

Aviso: 110012075 SP Batería se descarga

Status mensaje: MECE ORAS

Orden: 11000012019

Avería SP Datos Emplazamiento

**Responsabilidades**

Grupo planif. P&5 / 1100 Plataf & 5a RUeda

Pto.tipo.resp. COONECAN / 1100 Coordinador Mecanico

Responsable:

Autor del aviso: JPICALUA Fecha de aviso: 10.06.2016 13:58:31

**Objeto de referencia**

Ubic.téc.: 111611 TRACTOCAMION RD-5034

Equipo: 1003578 Tractocamión RD-5034 C-12

**Fechas extremas**

Inicio deseado: 10.06.2016 13:58:31 Prioridad: 1-Alto

Fin deseado: 00:00:00 Parada

**Datos avería**

Inicio avería: 10.06.2016 13:58:31 Parada

Fin de avería: 10.06.2016 17:30:00 Duración parada: 3,52 H

**Posición**

Sint.avería: PIPYSTR0010 Daño Sistema Elctrico

Texto: Batería se descarga

Causa: PIPYSTR0006 Alternador en Mal Estado

Texto causa: Alternador averiado

Entrada 1 De 1

**Modificar Orden de Mantenimiento Correctivo SPRB 11000012019: Cabecera**

Cierre comercial

Orden: SP01 11000012019 C-12 Cblo. de alternador

Stat.sist: CTEC EDET INPP MOVN NLIQ PREC

Datos cab. Oper. Componentes Costes Interloc. Objetos Datos adic. Emplaz. Planific. Control Ampliación

**Responsable**

Gpo.plan. P&5 / 1100 Plataf & 5a RUeda Aviso: 110012075

Rs.pto.tr. COONECAN / 1100 Coordinador Mecan Costes: 0 COP

Empleado re: Cl.asch.PM: 003 Reparación

Estadinstal: 1 En funcionamiento

Dirección:

**Fechas**

Inic.extr.: 14.06.2016 Prioridad: 1-Alto

Fin.extr.: 14.06.2016 Revisión:

**Objeto de referencia**

Ubic.téc.: 111611 TRACTOCAMION RD-5034

Equipo: 1003578 Tractocamión RD-5034 C-12

**Datos avería SíntomaAvería Fechas aviso**

IniAvería: 10.06.2016 13:58:31 Parada

FinAvería: 10.06.2016 17:30:00 Duración parada: 3,52 H

**Visualizar aviso-MT: Aviso de Avería SPRB**

Nuevamente en trat.

Aviso: 110012064 SP Luces no funcionan

Status mensaje: MECE ORAS

Orden: 11000012008

Avería SP Datos Emplazamiento

---

**Responsabilidades**

Grupo planif. P&5 / 1100 Plataf & 5a RUeda

Pto.tbjo.resp. COOMECAN / 1100 Coordinador Mecanico

Responsable

Autor del aviso JPICALUA Fecha de aviso 09.06.2016 13:49:08

---

**Objeto de referencia**

Ubic.técn. 111611 TRACTOCAMION RD-5034

Equipo 1003578 Tractocamió n RD-5034 C-12

---

**Fechas extremas**

Inicio deseado 09.06.2016 13:49:08 Prioridad 1-Alto

Fin deseado 00:00:00  Parada

---

**Datos avería**

Inicio avería 09.06.2016 13:49:08  Parada

Fin de avería 09.06.2017 15:30:00 Duración parada 8.761,68 H

---

**Posición**

Sínt.avería PMPY5TRA 0018 Daño Sistema Electrico

Texto Luces no funcionan

Causa PMPY5TRA 0181 Otros

Texto causa Bombillos quemados

Entrada 1 De 1

**Modificar Orden de Mantenimiento Correctivo SPRB 11000012008: Cabecera**

Cierre comercial

Orden SP01 11000012008 C-12 Cbio. flasher, interruptor pito y b

C-12 Cbio. flasher, interruptor pito y bombillos stop

Stat.sist. CTEC IMPR EDET MOVN NLIQ PREC

Datos cab. Oper. Componentes Costes Interloc. Objetos Datos adic. Emplaz. Planific. Control

**Responsable**

Gpo.plan. P&S / 1100 Plataf & 5a RUeda  
 Rs.pto.tr. COOMECHAN / 1100 Coordinador Mekan  
 Empleado re:

Aviso 110012064  
 Costes 0 COP  
 Cl.activ.PM 003 Reparación  
 EstdlInstal 1 En funcionamien  
 Dirección

**Fechas**

Inic.extr. 09.06.2016 Prioridad 1- Alto  
 Fin extr. 09.06.2016 Revisión

**Objeto de referencia**

Ubic.téc. 111611 TRACTOCAMION RD-5034  
 Equipo 1003578 Tractocami3n RD-5034 C-12

**Datos avería** SíntomaAvería Fechas aviso

IniAvería 09.06.2016 13:49:08  Parada  
 FinAvería 09.06.2017 15:30:00 Duración parada 8.761,68 H

**Primera operación**

Operación Cbio. flasher,interrupto pito, bombillos ClvCá Calcular trabajo  
 PtoTrab/Ce ELECTRIC / 1100 ClvCtrl PM01 Cl.activ. PMTEC  MAF  
 TrabInvert 1 H Cantidad 1 Dur.oper. 1 H  Comp.  
 N° pers. 0