



UNIVERSIDAD
DE ATACAMA

FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE CONTINUIDAD DE ESTUDIOS.

MEJORAMIENTO DE INDICADORES DE DISPONIBILIDAD DE FLOTA DE CAMIONES FREIGHTLINER, MODELO CASCADIA 113, A TRAVÉS DE IMPLEMENTACIÓN DE PAUTA INTERMEDIA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Ricardo Selim Riff Silva

Copiapó, Chile 2021



UNIVERSIDAD
DE ATACAMA

FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE CONTINUIDAD DE ESTUDIOS.

MEJORAMIENTO DE INDICADORES DE DISPONIBILIDAD DE FLOTA DE CAMIONES FREIGHTLINER, MODELO CASCADIA 113, A TRAVÉS DE IMPLEMENTACIÓN DE PAUTA INTERMEDIA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Trabajo de titulación presentado en conformidad a los requisitos para obtener el título de Ingeniero en Ejecución en Mantenimiento Industrial.

Profesor Guía: Sr. Osvaldo Durán A.

Ricardo Selim Riff Silva

Copiapó, Chile 2021

Dedicatoria.

Mi primera dedicatoria es para Amelia Silva, mi madre, Moufarrej Riff, mi hermano, y la señorita Solange Courdurier por el incondicional apoyo entregado en todas las etapas de mi vida.

Mis agradecimientos de la Universidad de Atacama y a la facultad de ingeniería por haberme acogido en sus aulas durante el tiempo de mi formación profesional.

Al profesor Osvaldo Duran por el apoyo y conocimientos entregado en las clases y talleres en especial por el presente trabajo de titulación.

Agradeciendo a Kaufmann S.A. por darme la oportunidad de realizar mi trabajo de titulación en sus instalaciones en la ciudad de Copiapó.

Un agradecimiento especial quien fue mi jefatura en Kaufmann S.A, Don Gonzalo Barrientos, por todos los conocimientos y confianza entregada durante mis años en la compañía.

Índice

Resumen ejecutivo.....	8
Resumen.....	8
CAPÍTULO I.....	9
1.1.- Introducción	9
1.2.- Objetivos.....	10
1.2.1.- Objetivo General	10
1.2.2.- Objetivos Específicos	10
1.3.- Metodología.....	10
CAPÍTULO II.....	12
2.1.- Historia de la Compañía Kaufmann.....	12
2.2.- Área de Contratos de mantenimiento en Kaufmann Chile.....	14
2.3.- Diagrama de operación de trabajos en talleres Kaufmann.....	15
CAPÍTULO III.....	16
3.1.- Ingeniería del Mantenimiento: Mantenimiento.....	16
3.1.1.- Mantenimiento Correctivo.....	16
3.1.2.- Mantenimiento Preventivo.....	17
3.1.3.- Mantenimiento Predictivo.....	17
3.1.4.- Mejoramiento Proactivo.....	17
3.1.5.- Mejoramiento Continuo.....	17
3.2.- Indicadores para la gestión de mantenimiento.....	18
3.2.1.- Disponibilidad (D).....	18
3.2.2.- Confiabilidad (R).....	19
3.2.3.- Tasa de Falla (λ).....	19
3.2.4.- Probabilidad de Falla (F).....	19

3.2.5.- Costo de la Falla	19
CAPÍTULO IV	21
4.1 Descripción unidad Freightliner modelo <i>Cascadia 113</i>	21
4.2.- Disponibilidad de la flota en operación tipo carretera.	22
4.3.- Traslado de operación de la flota.	23
4.4.- Cambio de condición operacional de en flota <i>Cascadia 113</i>	25
4.5.- Efectos del cambio en las condiciones operacionales en la flota.....	25
4.5.1.- Principales fallas presentes.....	26
4.5.1.1.- Filtro aire motor.....	27
4.5.1.2.- Saturación filtros de combustible.	28
4.6.- Disponibilidad de flota en cambio de operación tipo faena.....	30
4.7.- Implementación de pauta intermedia de mantenimiento preventivo.	31
4.8.- Disponibilidad de flota <i>Cascadia 113</i> con la implementación de pauta de servicio intermedio entre mantenimientos preventivos programados.....	33
4.9.- Impacto en el indicador de Confiabilidad.	35
4.10.- Beneficio en el costo global tras la implementación de pauta intermedia entre servicios preventivos programados	35
CAPÍTULO V	37
5.1.- Análisis de resultados obtenidos.	37
CAPÍTULO VI.....	39
6.1.- Conclusión	39
6.2.- Bibliografía.	40
Anexos de datos flota Unidad Freightliner modelo <i>Cascadia 113</i> de cliente Transportes Verasay.....	41
Anexo A Datos sin pauta de mantenimiento.	41
Anexo B Datos post pauta de servicio intermedio de mantenimiento.	50

Tabla de Figuras

Figura 2.1 Red de servicio Kaufmann en territorio nacional.	13
Figura 2.2 Diagrama de operación de trabajos en Talleres Kaufmann	15
Figura 4.1 Unidad Freigthliner modelo Cascadia 113 de cliente Transportes Verasay...21	
Figura 4.2 Ruta Salvador-Potrerrillos traslado de PLS.	23
Figura 4.3 Camino sector cuesta Los Patos.	24
Figura 4.4 Zona de mayor pendiente en cuesta Los Patos.	24
Figura 4.5 Daños en cables del ramal principal de motor.....	26
Figura 4.6 Filtro de aire motor saturado en unidad Cascadia 113 de Transportes Verasay.	28
Figura 4.7 Saturación filtro Racor de combustible.	29
Figura 4.8 Material particulado en base del filtro Racor.	30
Figura 4.9 Pauta de inspección servicio intermedio de mantenimiento.....	32

Tabla de Gráficos y Datos.

Tabla 4.1 Tabla de datos Disponibilidad en operación carretera	22
Gráfico 4.1 Disponibilidad de la flota en operación carretera.	22
Gráfico 4.3 Gráfico consumos de filtros de aire y combustible 500 hrs de operación. ...	27
Tabla 4.2 Tabla de datos para Disponibilidad en faena	30
Gráfico 4.3 Disponibilidad de la flota en operación tipo faena.	31
Tabla 4.3 Tabla de datos Disponibilidad post pauta (disponible en lista de anexo A) ...	33
Gráfico 4.4 Disponibilidad antes y después de aplicar pauta de servicio intermedio.....	34
Gráfico 4.5 de confiabilidad en 600 hrs de operación sin pauta de servicio intermedio. 35	
Gráfico 4.6 Comparativo CI pre y post aplicación pauta de servicio intermedio.	36

Tabla de Ecuaciones

Ec. 0.1 Disponibilidad.....	18
Ec. 0.2 MTBF	18
Ec. 0.3 MTTR	18
Ec. 0.4 Confiabilidad	19
Ec. 0.5 Tasa de falla	19
Ec. 0.6 Probabilidad de Falla	19
Ec. 0.7 Costo de ineficiencia Global	19
Ec. 0.8 Costo ineficiencia unitario	20

Resumen ejecutivo.

Resumen

En la región de Atacama, Chile, la empresa Transportes Verasay SPA ha mantenido un contrato de mantenimiento con Kaufmann S.A por la flota de camiones Freightliner modelo Cascadia 113 que realizan el traslado de PLS desde la fundición de Potrerillos hasta las plantas de procesamiento en El Salvador. Siendo Kaufmann S.A el interesado y responsable del mejoramiento de indicadores de mantenimiento, ya que se ha evidenciado un aumento en las detenciones no programadas. Con el objetivo de evaluar la implementación de una Pauta de Mantenimiento entre Servicios Preventivos para aumentar la disponibilidad de flota de camiones Freightliner modelo *Cascadia 113* que operan en ruta El Salvador - Potrerillos, se realizó la extracción de datos en terreno para constatar condiciones operacionales de las unidades, análisis de fallas, recopilación de tiempos de detenciones v/s tiempos de operatividad como también las disminuciones de los tiempos de reparación. Una vez realizada la recopilación de datos se utilizaron las herramientas ingenieriles calculando disponibilidad, confiabilidad y estableciendo costos de ineficiencia logrando en el periodo de estudio (5.300 hrs de operación) una disminución del 61,73% en el costo de ineficiencia total de la flota tras la implementación de la pauta intermedia. Respecto a los índices de disponibilidad para cada unidad, se debe realizar un estudio adicional para la comprobación de datos, debido a los múltiples factores que quedan fuera de este estudio.

Es importante señalar las existencias de restricciones que se presentaron durante el desarrollo de este proyecto. En la que destaca la dificultad de ejecutar las detenciones programadas de las unidades para la aplicación de la pauta intermedia de mantenimiento, debido a la alta demanda de traslados de PLS desde la fundición de Potrerillos.

CAPÍTULO I.

1.1.- Introducción

En la región de Atacama se encuentra el campamento minero El Salvador, y a 70 kilómetros distante de él, se encuentra la fundición de Potrerillos, ubicada en la precordillera de la zona norte de la región.

Posterior a los aluviones que afectaron la zona en marzo del año 2015, se destruyó la estación de Llanta, cercana a ambas localidades, y las líneas férreas, por las cuales transitaban los trenes que suministraban insumos desde Potrerillos, como el ácido sulfúrico para el proceso de obtención de cobre o el traslado de la Solución de Lixiviación Cargada (PLS) a las plantas de tratamiento ubicadas en el Salvador.

Debido a la necesidad de continuar con sus operaciones y la inviabilidad de recuperar el tránsito del tren, es que la administración de Codelco inicia el traslado de los elementos necesarios para la operación a través de la contratación de transportistas de carga, cada uno de ellos especializados en el traslado ácido sulfúrico, barras de cobre o PLS.

Trasportes Verasay Spa se adjudica la licitación de transporte de PLS desde Potrerillos hasta la planta ubicada en El Salvador, quienes emplazan, para la nueva operación, nueve camiones marca Freighliner, modelo *Cascadia 113*, los cuales cumplen con los requerimientos técnicos y de seguridad solicitados por Codelco para esta tarea.

El transportista, al momento de adquirir las nueve unidades de camiones *Cascadia 113*, proveídas por Kaufmann S.A., celebró un contrato de mantenimiento en el cual Kaufmann S.A Copiapó, se encarga de realizar los mantenimientos preventivos y reparaciones correctivas de las fallas que puedan presentar estas unidades. Para ello, se realizan cobros mensuales al cliente, los cuales se establecen en pesos por kilómetro recorrido [\$/km]. El costo lo determina el tipo de operación que efectúa la flota (carretera, faena o mixto), lo que determina intervalos de mantenimiento y repuestos asociados durante la duración del contrato adquirido.

Al momento del cierre del contrato de mantenimiento entre Transportes Verasay y Kaufmann S.A., se indica que la ruta que realizará la flota será de 80% carretera y 20 % ruta semi-asfaltada, ante lo cual se determina un intervalo de mantenimiento preventivo de 40.000[km].

El cliente, dado su nuevo contrato con Codelco, cambia la condición operacional de flota descrita anteriormente, siendo una ruta completa de carácter semi asfaltada, lo cual presenta un impacto en la disponibilidad de esta, la que baja drásticamente debido a las exigencias operacionales y condiciones geográficas a las cuales están sometidos los camiones mencionados. Ello, ha implicado detenciones no programadas entre servicios de mantenimientos preventivos, aumentado los tiempos de mantenimientos correctivos y los costos de ineficiencia por pérdidas de producción.

De acuerdo con lo anterior, surge las siguientes interrogantes: ¿Es posible mejorar los indicadores de disponibilidad de la flota y disminuir sus costos de pérdidas? y ¿Cuál será la alternativa por parte de Kaufmann S.A. para mejorar estos indicadores?

Es por lo que el presente proyecto de titulación busca dar respuesta a las preguntas planteadas en el párrafo anterior.

1.2.- Objetivos.

1.2.1.- Objetivo General.

- Evaluar la implementación de una Pauta de Mantenimiento entre Servicios Preventivos para aumentar la disponibilidad de flota de camiones Freithliner modelo *Cascadia 113* que operan en ruta El Salvador - Potrerillos.

1.2.2.- Objetivos Específicos.

- Describir la compañía Kaufmann S.A. y su área de contratos de mantenimiento.
- Analizar la disponibilidad actual de la flota de camiones Freithliner modelo *Cascadia 113* que operan en ruta El Salvador – Potrerillos, debido al cambio de operación de condiciones en carretera hacia faena.
- Generar una nueva Pauta de Servicio de Mantenimiento intermedio para prevenir fallas no programadas en camiones Freithliner modelo *Cascadia 113* que operan en ruta El Salvador – Potrerillos.
- Analizar los indicadores de disponibilidad con la implementación de una nueva Pauta de Mantenimiento Preventivo.

1.3.- Metodología.

Para el desarrollo del presente proyecto se realizarán las siguientes etapas:

- Asistencias y recopilación de datos en terreno.

- Recopilación de información en sistema interno de la compañía Kaufmann S.A.
- Análisis de datos a través de plataforma *Systems, Applications, Products in Data Processing* (SAP).
- Recopilación de información teórica para analizar datos obtenidos en SAP.
- Análisis de los datos empíricos y obtención de resultados.

Las herramientas utilizadas para llevar a cabo el presente proyecto serán:

- Plataforma *Systems, Applications, Products in Data Processing* (SAP).
- Office Word.
- Office Excel.
- Herramientas de Taller Kaufmann S.A. Copiapó.
- Furgón Mercedes Benz modelo *Vito* de asistencia en terreno de Kaufmann S.A. Copiapó.

CAPÍTULO II.

2.1.- Historia de la Compañía Kaufmann.

En 1950, Walter Kaufmann arriba a Chile desde Alemania para iniciar estudios de mercado para la representación de Daimler-Benz AG, empresa automotriz alemana. En el año 1952 se realiza la venta del primer bus del tipo *O321H*, de dicha compañía, a las religiosas Ursulinas. Ello constituye uno de sus hitos comerciales más importantes de Walter Kaufmann en nuestro país.

El vehículo, modelo *O321 H*, generó una alta demanda en Chile, lo cual permitió demostrar en la práctica, la superioridad técnica y económica de estos vehículos. Ya en 1958, Kaufmann vende 250 buses pequeños para la ciudad de Santiago, contribuyendo con ello a descongestionar el tráfico de pasajeros de la capital chilena. Posteriormente, Walter Kaufmann realizó grandes esfuerzos para tejer una red de representantes cohesionados a lo largo del país, facilitando así, la penetración de la marca Mercedes-Benz en Chile.

Durante las décadas de los 60's y 70's, continuó el desarrollo ascendente de Kaufmann en la venta de vehículos de todo tipo y en el perfeccionamiento de su servicio al cliente. La empresa Kaufmann S.A. inicia su crecimiento a nivel nacional con la apertura de sucursales en las principales ciudades del país entre el periodo de 1980 -1990.

Para 1991, Kaufmann S.A. adquiere la representación de la marca norteamericana de camiones Freightliner. Con esta alianza, la empresa da un giro importante a nivel del mercado, al incorporar la línea de camiones pesados. Con el cierre de este negocio se amplía el servicio de post venta, profesionalizando y elevando sus estándares de calidad, diferenciándolos, a su vez, dentro del mercado nacional.

En el año 2000, Kauffman S.A. adquiere la importación y comercialización en Chile de *Western Star*, línea de camiones Freightliner, especialmente orientados a la gran minería. Con este negocio, Kaufmann S.A. amplía su servicio de post venta, instalándose en las faenas mineras de los clientes chilenos, e introduciendo además las marcas *Chrysler*, *Jeep* y *Dodge* en Perú a través de Divemotor.

Kaufmann S.A. actualmente se encuentra presente en Chile con 30 sucursales desde Arica hasta Punta Arenas, donde en Copiapó destaca por presentar dos sucursales. La primera de ellas es su casa central ubicada en avenida Copayapu N° 846, el cual se

encarga de ofrecer servicio técnico para vehículos utilitarios y furgones; venta de repuestos y gestión de personal administrativo. En tanto, la segunda sucursal se encuentra en el sector de Cuesta Cardones con la finalidad de atender a los vehículos comerciales, como camiones y buses en el cual se realizan trabajos de diagnóstico de fallas, reparaciones mecánicas/eléctricas, ajustes de motor, cajas de velocidades, diferenciales, entre otros elementos mecánicos. Cabe destacar que en esta sucursal se atiende a la mayor parte de los clientes corporativos, los cuales en su mayoría presentan contratos de mantenimientos con la empresa. {1}

Figura 2.1 Red de servicio Kaufmann en territorio nacional.



Página web Kaufmann (2020)

2.2.- Área de Contratos de mantenimiento en Kaufmann Chile.

En Kaufmann S.A. se encuentra el departamento de contratos de mantenimiento. Este opera a modo de convenios que se ofrecen a cada cliente cuando adquiere una flota de unidades nuevas, con el fin de que estos externalicen sus mantenimientos y/o reparaciones, quedando con el respaldo del representante de la marca que para este caso es Kaufmann S.A.

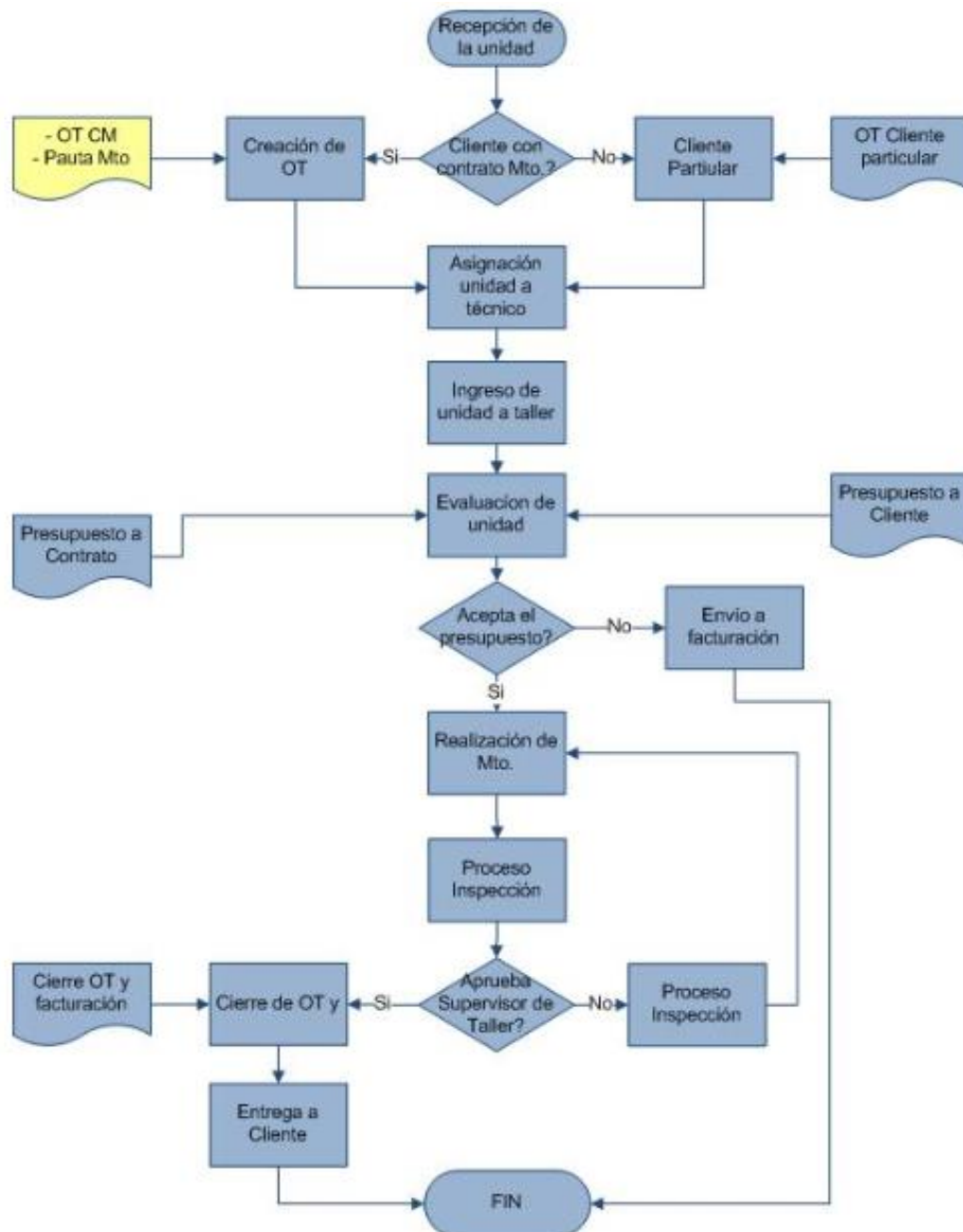
Antes de realizarse una oferta formal al cliente el departamento de contratos de mantenimiento realiza un estudio de las variables a tener en consideración para determinar intervalos de mantenimiento, tipos de lubricantes a utilizar, estimación de vida útil de componentes para ser reemplazados durante el tiempo del contrato, de acuerdo a las condiciones operacionales, para así determinar la tarifa mensual a cancelar, la cual se calcula con la fórmula de pesos por kilómetro recorrido [\$/km], con el fin de estimar el correcto servicio de mantenimiento a efectuar a la flota.

Para la implementación del contrato de mantenimiento entre Kaufmann S.A. y el cliente, Transportes Verasay Spa, se determina un tipo de contrato *full service*, el cual implica la cobertura por servicios de mantenimiento preventivos programados, estipulados por el fabricante, y además la cobertura de los servicios correctivos con el respectivo cambio de componentes. La tarifa estipulada en este contrato corresponde al valor de 6 pesos por kilómetro recorrido, con intervalos de mantenimientos, según fábrica, de 40.000 km.

2.3.- Diagrama de operación de trabajos en talleres Kaufmann.

A continuación, se presenta el diagrama de flujo del ingreso de un equipo a las instalaciones de Kaufmann:

Figura 2.1 Diagrama de operación de trabajos en Talleres Kaufmann



Elaborado por R. Riff (2020)

CAPÍTULO III

3.1.- Ingeniería del Mantenimiento: Mantenimiento.

“Se entiende por Mantenimiento a la función empresarial a la que se encomienda el control del estado de las instalaciones de todo tipo, tanto las productivas como las auxiliares y de servicios. En ese sentido se puede decir que el mantenimiento es el conjunto de acciones necesarias para conservar o restablecer un sistema en un estado que permita garantizar su funcionamiento a un coste mínimo”. {2}

En la década de los años 70's, en Gran Bretaña, nace la Terotecnología, la cual tiene como visión el conjunto de acciones de gestión financiera y aplicaciones de técnicas para disminuir el costo del ciclo de vida de un activo fijo, con un impacto directo sobre la disponibilidad de las diferentes unidades y/o equipos en un periodo de tiempo también definido. {3}

La misión que tiene el mantenimiento considera:

- Reparaciones correctivas, con el fin de devolver la operatividad al activo.
- Acciones preventivas, con el fin de mantener la operatividad continua del activo.
- La vigilancia permanente, con el objetivo de generar el monitoreo de condición, para detectar posibles desviaciones en su funcionamiento.
- Determinar el momento de reemplazo del activo, de acuerdo con el costo de su vida útil.

En relación con las políticas de mantenimiento presentes en una organización, estas pueden tener como prioridad un aumento de la disponibilidad, que se entiende como “la probabilidad que esté en estado de funcionar (ni averiado, ni en revisión) en un tiempo dado” {3} en el circuito productivo, que conlleva a un aumento de la productividad y un mejor proceso de mantenimiento.

Para lograr esta misión se dispone de las siguientes políticas de mantenimiento:

3.1.1.- Mantenimiento Correctivo.

La finalidad de este tipo de mantenimiento se dirige solo a devolver la operatividad al equipo, sin importar lo que causó su detención. Este tipo de estrategia presenta un costo económico alto a lo largo del ciclo de vida del equipo, entregando una baja disponibilidad y confiabilidad operacional.

3.1.2.- Mantenimiento Preventivo.

El mantenimiento preventivo tiene como finalidad principal mantener el equipo mediante revisiones y reparaciones, para que éste se encuentre en óptimas condiciones para su funcionamiento y se pueda tener una alta fidelidad en su operación, ya que combina partes del mantenimiento correctivo. El costo económico de este puede ser proyectado con un menor valor que el correctivo a mediano plazo, ya que entrega una mejor tasa de confiabilidad y disponibilidad en la operación.

Este tipo de mantenimiento puede estar regido, tanto por la pauta de mantención entregada por el fabricante del equipo, como también por las políticas de gestión de mantenimiento. Este, a través de los monitores y mediciones realizados a los activos, puede determinar la detención de este,

sin necesariamente estar estipulado por lo entregado por el fabricante. Esto, se hace posible determinar la proyección de costos, siendo rentables a mediados del ciclo de vida del equipo.

3.1.3.- Mantenimiento Predictivo.

El mantenimiento predictivo tiene como finalidad pronosticar la ocurrencia de la falla antes que esta se presente en el equipo, generando una detención no programa de la unidad o sistema, con el fin de minimizar las pérdidas por detención y maximizar la vida útil de los componentes. Para llevar a cabo el mantenimiento predictivo se requieren de varias técnicas de medición como es el caso de la termografía, análisis de vibración, análisis de lubricantes, entre otros.

3.1.4.- Mejoramiento Proactivo.

Este tipo de mantenimiento tiene como objetivo la identificación y corrección de la causa raíz de la falla que presenta el equipo, con el fin de poder evitar las detenciones no programadas. Ello disminuye los costos por pérdidas, disminuir las detenciones y aumentando la productividad operacional.

3.1.5.- Mejoramiento Continuo.

El mejoramiento continuo es una herramienta utilizada a nivel empresarial que buscar tener las tasas más bajas de detenciones, eje que influye en disminuir los costos de indisponibilidad, con el fin de optimizar los recursos de mejor manera. Para esta herramienta se genera el uso de una combinación de trabajos aplicados en mantenimientos

de los tipos predictivos y proactivos, ya que la combinación de ambas políticas permite realizar la gestión temprana de fallas y así prolongar la vida útil del equipo o sistema.

En muchas oportunidades las pautas entregadas por fábrica para los servicios de mantenimiento preventivos vienen estipuladas en condiciones de operación ideal, apartando variables operacionales. Los elementos o sistemas al verse sometidos a condiciones de operación adversas o de mayor exigencia, requieren de políticas de mantenimiento predictivas – proactivas, las cuales mediante el análisis y estudios de datos y mediciones, pueden acortar o extender los servicios de mantenimiento preventivos estipulados por fábrica, como también en ocasiones aplicar pautas especiales entre mantenimiento con el fin de prolongar la vida útil del equipo o sistema.

3.2.- Indicadores para la gestión de mantenimiento.

Dentro de las políticas de mantenimiento, se encuentra con el control de la gestión de mantenimiento, que, a través del monitoreo y recopilación de información, tales como tiempos de detenciones no programadas, número de detenciones no programadas, cantidad de detenciones preventivas con sus respectivos tiempos; logra entregar, por ejemplo, la disponibilidad del equipo o sistema, que es uno de los indicadores de gestión más utilizado en el medio.

3.2.1.- Disponibilidad (D).

La disponibilidad se entiende como la probabilidad que un equipo se encuentre en funcionamiento durante un periodo de tiempo determinado.

La disponibilidad está dada por (%):

$$D = \frac{MTBF}{MTBF+MTTR} * 100 \quad (\text{Ec. 0.1})$$

Donde:

- MTBF (Mean Time Between Failure) : $\frac{\sum \text{Tiempos bueno de operación}}{\text{numero de detenciones}}$ (Ec. 0.2)

- MTTR (Mean Time To Failure)
) : $\frac{\sum \text{Tiempos de reparación}}{\text{numero de detenciones}}$ (Ec. 0.3)

3.2.2.- Confiabilidad (R).

“La confiabilidad es definida como la probabilidad que un elemento funcione sin fallar durante un tiempo determinado, bajo condiciones ambientales y de entornos preestablecidos” {3}.

Está representado en vida útil por (%):

$$R(t) = e^{-\lambda t} * 100 \quad (\text{Ec.0.4})$$

Donde;

λ : Corresponde a la tasa de falla.

t : Tiempo o periodo de evaluación.

3.2.3.- Tasa de Falla (λ).

“La tasa de falla o λ se define como la probabilidad de tener una falla del sistema o del elemento entre los instantes t y (t+dt) en condición de que el sistema haya sobrevivido hasta el tiempo t” {4}.

Dada la ecuación:

$$\lambda = \frac{\text{Número de fallas}}{\text{Periodo}} \quad (\text{Ec. 0.5})$$

3.2.4.- Probabilidad de Falla (F).

La probabilidad de falla cuantifica la posibilidad que el equipo o sistema falle en un intervalo de tiempo.

Está representado por (%):

$$F = (1 - R) * 100 \quad (\text{Ec. 0.6})$$

3.2.5.- Costo de la Falla.

Dentro de la gestión de mantenimiento se puede calcular los costos de ineficiencia o de pérdidas que se genera por una baja en la disponibilidad de un equipo o sistema, con el fin de poder determinar el correcto plan de mantenimiento, el cual nos entregue un buen porcentaje de disponibilidad operacional con el menor costo de mantenimiento y pérdidas asociadas.

El costo de ineficiencia o costo de la falla esta dado por la fórmula (\$):

$$CI = (1 - D/100) * \text{Periodo} * ci \quad (\text{Ec. 0.7})$$

Donde;

Periodo: Esta dado por las horas estimadas de operación de la unidad.

ci: Corresponde al costo de ineficiencia unitario el cual se determina por:

$$ci = facturacion \left(\frac{\$}{hrs} \right) - Costo\ varibale \left(\frac{\$}{hrs} \right) \quad (\text{Ec. 0.8})$$

Siendo;

Facturación: Precio establecido por el producto * cantidad de producto procesado.

Costo variable: Está asociado a los costos no presupuestados al momento de presentar una detención no programa, los cuales pueden ser costos de traslados, viáticos, entre otros.

Este corresponde a un porcentaje de los gastos generales y gastos incurridos en que el equipo opere determinado por horas. (\$/hr).

CAPÍTULO IV

4.1 Descripción unidad Freightliner modelo *Cascadia 113*.

Los camiones Freightliner son unidades de origen estadounidenses que comenzaron su producción a mediados de los años 30's. Para la década de 1980, *Daimler*, en conjunto a *Chrysler*, adquieren los derechos sobre Freightliner, naciendo así, un nuevo lazo comercial entre ambas empresas.

Las unidades de última generación de camiones Freightliner, comparten el desarrollo tecnológico entre Mercedes Benz y Detroit, el cual tiene como fruto el lanzamiento de los motores *DD*, los cuales comparten avanzada tecnología de eficiencia de consumo de combustible y baja emisión de gases contaminantes.

Las unidades *Cascadia 113* montan un motor *DD13* de 13 litros cúbicos, 6 cilindros en línea, con una potencia de 450[HP] con 2230[Nm] de torque a las 950[rpm], el cual se encuentra acoplado de una transmisión *Eaton Fuller* de 18 velocidades comandada por mandos y embrague *UltraShift*, el cual no requiere pedal de embrague, ya que es accionado electrónicamente.

Figura 4.1 Unidad Freightliner modelo Cascadia 113 de cliente Transportes Verasay.



Asistencia en terreno sector cuesta Los Patos, Potrerillo (2020)

4.2.- Disponibilidad de la flota en operación tipo carretera.

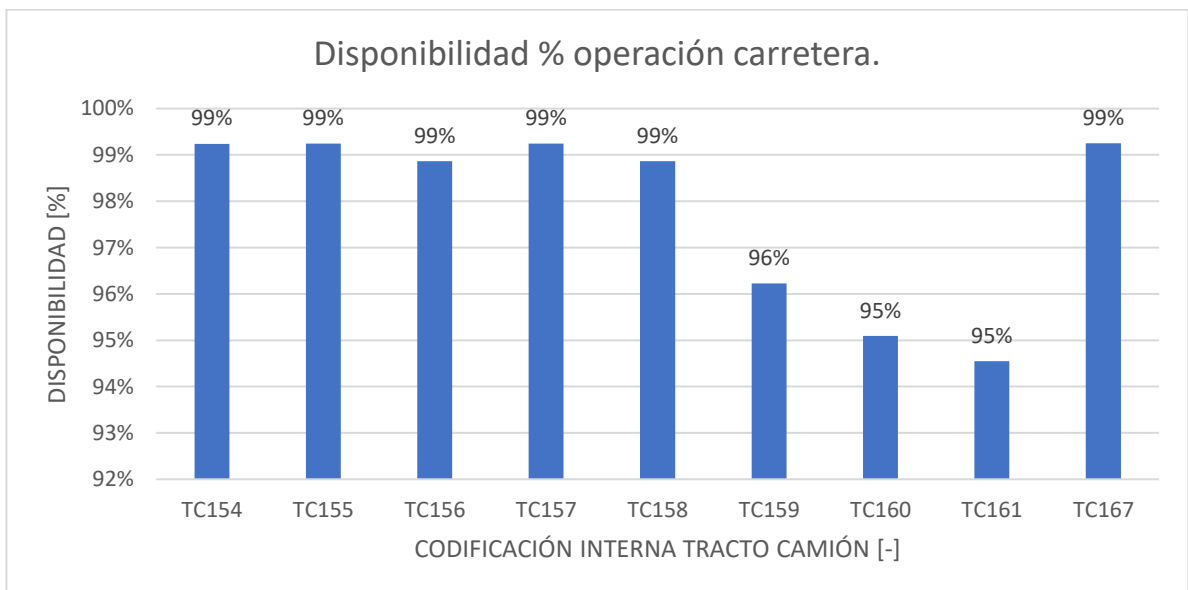
Mediante los datos obtenidos en el registro del sistema SAP de Kaufmann S.A., como son los valores de detenciones programadas, no programadas y tiempos de reparación, (través de los indicadores de MTBF y MTTR en tabla 4.1) se logra obtener la disponibilidad que presentaba la flota antes de comenzar sus operaciones en faena, todos sobre el 95% en un periodo considerado de 5400 hrs. (Gráfico 4.1, pag. 22).

Tabla 4.1 Tabla de datos Disponibilidad en operación carretera

Camión	MTBF (hrs)	MTTR (hrs)	D %
154	1044	8	99,24%
155	2630	20	99,25%
156	1310	15	98,87%
157	1315	10	99,25%
158	873	10	98,87%
159	850	33	96,23%
160	1008	52	95,09%
161	1733	33	94,55%
167	2640	10	99,25%

Como se aprecia en tabla de datos, la disponibilidad de la flota en operación tipo carretera está en torno a los 97,84% en promedio.

Gráfico 4.1 Disponibilidad de la flota en operación carretera.



Las unidades TC160 y TC161 son las únicas que presenta Disponibilidad bajo 96%

4.3.- Traslado de operación de la flota.

En cuanto a la operación de transportes de PLS desde Potrerillo a Salvador, Trasportes Verasay Spa realiza el traslado del PLS correspondiente a una mezcla de ácido sulfúrico con sustancia orgánica, el cual contiene óxido de cobre, proveniente desde la fundición de Potrerillos que debe ser descargado en la planta de procesamiento en El Salvador.

La ruta consiste en un camino de Bischofita (Figura 4.2) con pendiente máxima de 20.7% (Figura 4.4). Las unidades Freightliner *Cascadia 113* que operan en la zona, se enfrentan al sector más complejo conocido como la cuesta “Los Patos” (Figura 4.3). Este presenta una subida de 8[km]. de longitud, con una pendiente media de 7.9% y un promedio de 37.000[kg] de carga en la unidad, con una altitud geográfica de 2.800[msnm] aproximadamente. {5}

Figura 4.2 Ruta Salvador-Potrerillos traslado de PLS.



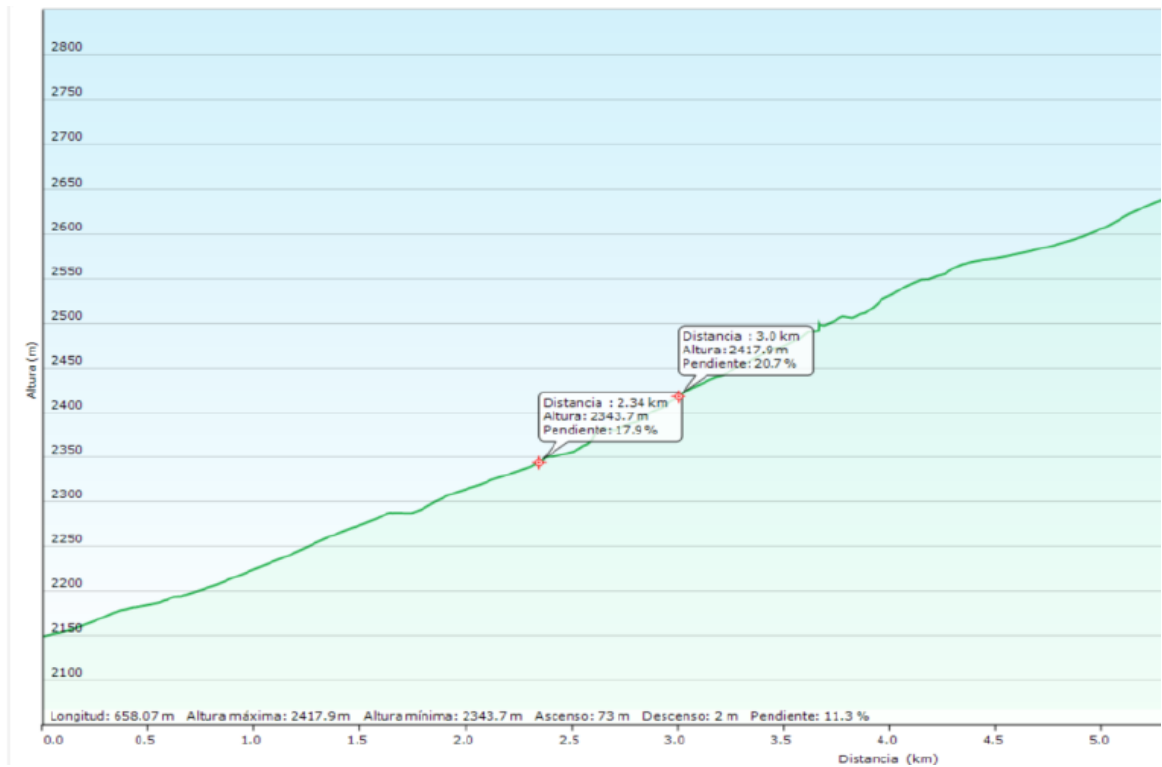
Google Map 2020.

Figura 4.2 Camino sector cuesta Los Patos.



Visita en terreno personal Kaufmann S.A (2020)

Figura 4.3 Zona de mayor pendiente en cuesta Los Patos.



Georreferenciación sector cuesta Los Patos (2020)

4.4.- Cambio de condición operacional de en flota *Cascadia 113*.

Al momento de generar las evaluaciones por contrato de mantenimiento, las cuales buscan determinar el tipo de servicio a realizar, sus intervalos y coberturas; y por ende el precio por kilómetro recorrido, se consideró que la flota realizaría un tipo de trabajo denominado “mixto”, esto quiere decir que tendrá un recorrido de 80% vía carretera, con un 20% a través de camino del tipo bischofita.

Este recorrido implica el traslado de ácido sulfúrico desde el puerto de San Antonio hasta el puerto de Barquitos en Chañaral. La ruta indicada presenta baja cantidad de pendientes pronunciadas, generando velocidades constantes de desplazamiento de las unidades. Ello desencadena en que el funcionamiento de la unidad presente una velocidad de giro del motor en promedio de 1250[rpm] en altas marchas de velocidad, lo que contribuye a una alta eficiencia operacional de la unidad dentro de lo indicado por el fabricante.

Comenzado sus operaciones a fines del año 2017, la flota compuesta por camiones modelo *Cascadia 113*, se mantiene en la ruta desde San Antonio hasta Chañaral. En agosto del año 2018, el cliente, Transportes Verasay, realiza el traslado de la flota a una nueva operación, correspondiente al traslado de PLS desde la fundición de Potrerillos hasta El Salvador. Ello implicó un importante cambio en las condiciones operacionales de las unidades, donde los equipos se vieron enfrentados a pendientes pronunciadas de hasta 15° de inclinación (cuestas Jardín y Los Patos), un estado de la ruta bastante dañada por el constante tránsito de camiones, el cual se compone de bischofita y en algunos puntos solo tierra.

Esta nueva operación, presentó turnos de trabajo para los equipos de 24 horas, los 7 días de la semana, con rotación de conductores día y noche; realizando diariamente un total de 4 vueltas, lo cual corresponde aproximadamente a 160[km] diarios.

4.5.- Efectos del cambio en las condiciones operacionales en la flota.

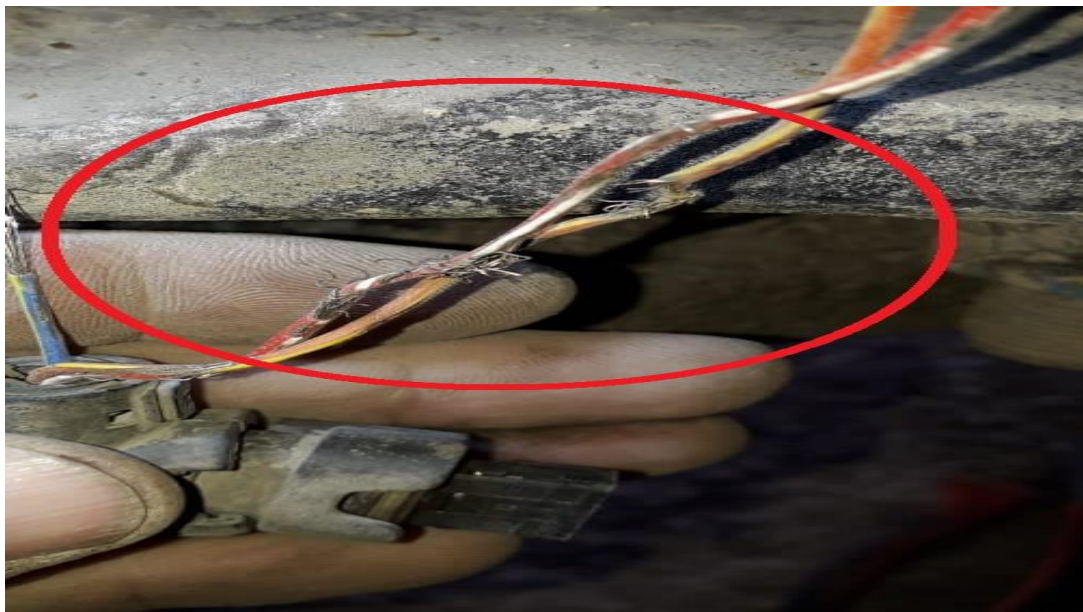
Debido al cambio en las condiciones de operación de la flota, esta comienza a presentar detenciones no programadas, por las exigencias a las que se ven sometidas las unidades, donde existe una alta polución ambiental. Lo anterior ha generado una saturación prematura de los filtros de aire de motor y cabina, como también problemas en los filtros principales de combustible.

Al ser una zona de altas pendientes, donde la unidad presenta una exigencia mayor de potencia y torque, tanto en el motor como en la transmisión a bajas velocidades, esta se ve sometida a problemas de ventilación del chasis, lo que trae por consecuencia el deterioro del arnés principal de motor (Figura 4.5), presentando resequeidad en su aislamiento. Esto, expone los cables de cobre, generando contacto entre ellos, con posterior consecuencia de presencias de códigos de fallas en las unidades, generando la detención del equipo.

De acuerdo con lo señalado, las unidades evidenciaron los siguientes problemas:

- Disminución en la disponibilidad de flota.
- Aumento de detenciones no programadas.
- Diminución en producto requerido por el mandante (traslado de ácido).

Figura 4.4 Daños en cables del ramal principal de motor.



Asistencia en terreno por Kaufmann S.A a Flota Cascadia 113 (2020)

4.5.1.- Principales fallas presentes.

Como se aprecia en el gráfico 4.3 se puede visualizar el alto consumo de filtros de aire de motor y cabina, incluyendo los filtros de combustibles, ocasionando las detenciones constantes en la flota, a causa principalmente por fallas del motor. Esta se evidencia en la entrega de potencia y torque en un motor de combustión interna, lo cual se asocia principalmente a la saturación de filtros de aspiración de aire, como también a los filtros de combustible.

4.5.1.1.- Filtro aire motor.

La función principal del filtro de aire de motor es permitir el paso de aire limpio al sistema de admisión, para así completar la combustión dentro de la cámara. El motor *Diesel* requiere mayor volumen de aire para este proceso.

La restricción en el flujo de aire debido a saturación (Figura 4.6) presenta un impacto directo en la eficiencia de trabajo del equipo.

Un filtro de aire saturado presenta varias consecuencias por su mal estado:

- Disminución en la potencia útil del motor.
- Aumento en el consumo de combustible.
- Contaminación del aceite lubricante de motor.

En casos extremos, el daño en la cámara de combustión, producto del ingreso de partículas entre el pistón y la camisa, genera el aumentado de tolerancia entre estos, por consecuencia se genera un excesivo consumo de aceite y pérdida de compresión dentro de la cámara de combustión.

Gráfico 4.3 Gráfico consumo de filtros de aire y combustible 500 hrs de operación.

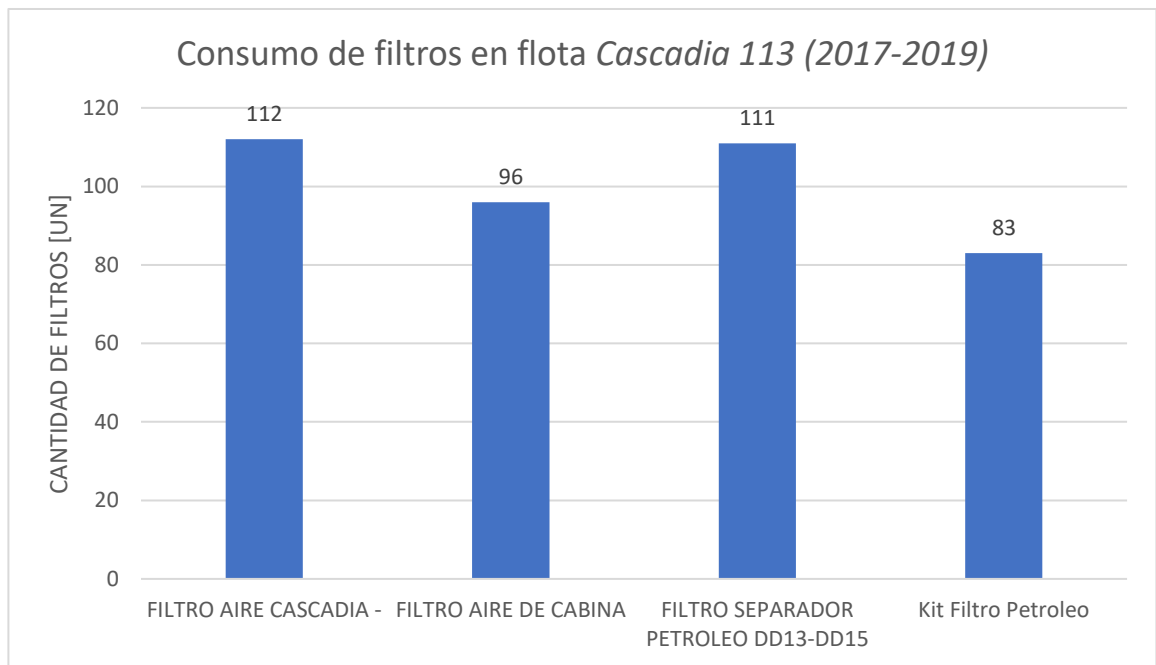


Figura 4.5 Filtro de aire motor saturado en unidad Cascadia 113 de Transportes Verasay.



Mantenimiento realizado en taller Kaufmann S.A unidad Cascadia 113 (2020)

4.5.1.2.- Saturación filtros de combustible.

Los actuales sistemas de inyección de combustible que presenta la serie de motores *DD13*, que montan estas unidades pertenecientes a la compañía *Detroit*, son del tipo “riel de alta presión”. A través de regulación electrónica, controla el ingreso de combustible proveniente desde el “riel de alta presión” a cada línea de suministro del inyector de combustible.

Este último genera la inyección pulverizada dentro de la cámara, completando así el ciclo de combustión del motor, toda vez que este corresponda a un motor *Diesel*, donde, en primera etapa, se establece la aspiración de aire cuando el pistón presenta su carrera descendente. En una segunda etapa, la compresión del aire dentro de la cámara al subir el pistón genera un aumento de su temperatura. En la tercera etapa, el aire al encontrarse completamente comprimido dentro del cilindro, se genera la inyección de combustible, finalizando así la combustión dentro de la cámara. Ante ello, el cilindro baja, para, en la cuarta etapa, el cilindro comienza su carrera ascendente, expulsando los gases de la combustión.

La saturación en los elementos filtrantes del combustible (Figura 4.7 y 4.8) en los sistemas que funcionan con rieles de alta presión genera una baja considerable en las prestación y rendimientos del motor, debido a que el sistema presenta una baja en el caudal

del suministro, lo que dificulta la presión en el riel común y, en consecuencia, la calidad de inyección del *Diesel* en la cámara de combustión.

El ingreso de las partículas sólidas, por lo general compuestos de sílice, dañan los componentes internos de la bomba de alta presión y los inyectores, debido a su mayor tamaño granulométrico, no soportado por las tolerancias de los componentes del sistema de inyección.

Figura 4.6 Saturación filtro Racor de combustible.



Servicio mantención realizada en Kaufmann S.A. (2020)

Figura 4.7 Material particulado en base del filtro Racor.



Servicio mantención realizada en Kaufmann S.A. (2020)

4.6.- Disponibilidad de flota en cambio de operación tipo faena.

Con la información anteriormente detallada, la flota comienza a presentar una baja en su disponibilidad de operación.

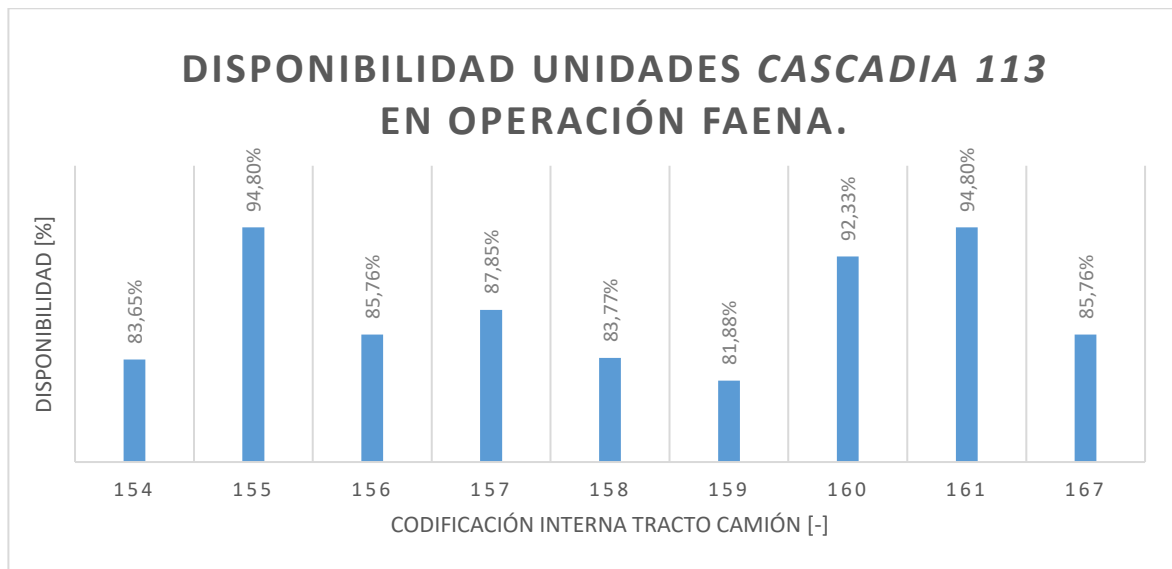
Mediante la obtención y análisis de datos, se obtiene los índices mostrados en la Tabla 4.2 y disponibilidad en el Grafico 4.3 (pag.31), donde se aprecia que el tracto camión 159 (TC159), presenta la menor disponibilidad con un 81,8 % en el periodo de 5300[hrs] de operación.

Tabla 4.2 Tabla de datos para Disponibilidad en faena

Camión	MTBF (hrs)	MTTR (hrs)	D (%)
154	516	101	83,65%
155	1751	96	94,80%
156	651	108	85,76%
157	743	103	87,85%
158	578	112	83,77%
159	520	115	81,88%
160	1041	86	92,33%
161	1041	86	94,80%
167	651	108	85,76%

Unidades TC154, TC158 y TC159 presentan disponibilidad menos al 85%

Gráfico 4.3 Disponibilidad de la flota en operación tipo faena.



Unidad TC 159 presenta la menor disponibilidad de la flota con solo 81.88%

4.7.- Implementación de pauta intermedia de mantenimiento preventivo.

Debido a la ocurrencia de detenciones no programadas y la baja de disponibilidad presente en la flota, Kaufmann S.A. se ve en la obligación de tomar medidas al respecto, ya que la flota no cumplía su intervalo de mantenimiento establecido por causa en el aumento de las detenciones no programadas.

En virtud de dicho escenario, se establece la implementación de la pauta de mantenimiento intermedia entre mantenimientos preventivos, con el fin, en primera instancia, de aumentar la disponibilidad de la flota y mantener los equipos en buenas condiciones operacionales, para disminuir la detención no programada entre servicios de mantenimiento.

La pauta recién mencionada, establece la inspección general del equipo con detención programada cada 20.000[km] en los puntos que en ella se detallan (Ver Figura 4.7 pag.32). En ese sentido, opera de forma obligatoria el cambio de los filtros de aire de motor y cabina; cambios de filtros de combustible, filtro Racor (separador de agua) y el engrase general de la unidad.

La pauta de servicio intermedio incluye la evaluación de elementos que por pauta de fabrica requieren su inspección en un intervalo de tiempo mayor, como es el ejemplo

4.8.- Disponibilidad de flota Cascadia 113 con la implementación de pauta de servicio intermedio entre mantenimientos preventivos programados.

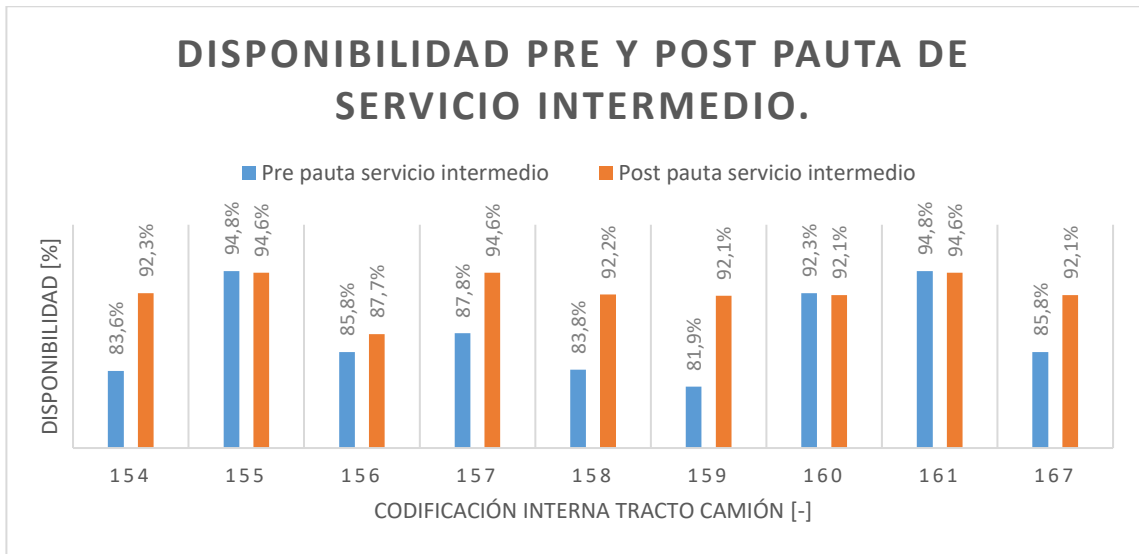
Luego de realizar la implementación de la pauta de servicios intermedios entre mantenimiento preventivos programados, se analiza nuevamente los datos, obtenidos del sistema SAP de Kaufmann S.A. Se calcula nuevamente los indicadores MTBF y MTTR considerando un tiempo de operación de 5300[hrs] (Ver Tabla 4.3). La disponibilidad de la flota se gráfica y muestra en el Gráfico 4.4 pag.34.

Tabla 4.3 Tabla de datos Disponibilidad post pauta (disponible en lista de anexo A)

Camión	MTBF	MTTR	D
154	1041	86	92,33%
155	723	41	94,61%
156	645	90	87,75%
157	723	41	94,61%
158	730	62	92,20%
159	557	48	92,06%
160	633	54	92,13%
161	723	41	94,61%
167	633	54	92,13%

Con la aplicación de la nueva pauta de servicio intermedio, existe una mejora importante en la disponibilidad de la flota, como en el caso de la unidad TC159 que pasó de un 81,88% de disponibilidad a un 92,06%.

Gráfico 4.4 Disponibilidad antes y después de aplicar pauta de servicio intermedio.



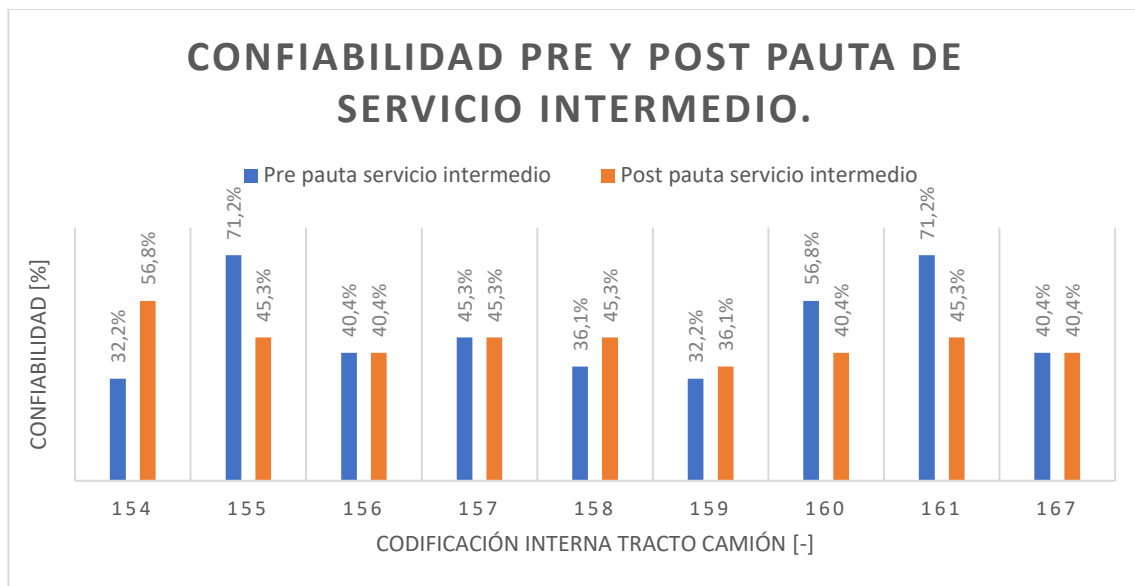
Luego de la implementación de la pauta de servicio intermedio, se visualiza una mejora en las disponibilidades de las unidades, siendo la unidad TC159 el cual aumentó aproximadamente un 12% su disponibilidad.

La información presentada en el Gráfico 4.4 tienen como origen la comparativa entre las Tablas de datos 4.2, pag.30 (Tabla de datos Disponibilidad en Faena) y Tabla de Datos 4.3, pag.33 (Tabla de datos Disponibilidad post pauta) siendo ambas calculadas mediante

la fórmula $D = \frac{MTBF}{MTBF+MTTR} * 100$, detalladas en Anexos A y Anexo B.

4.9.- Impacto en el indicador de Confiabilidad.

Gráfico 4.5 de confiabilidad en 600 hrs de operación sin pauta de servicio intermedio.



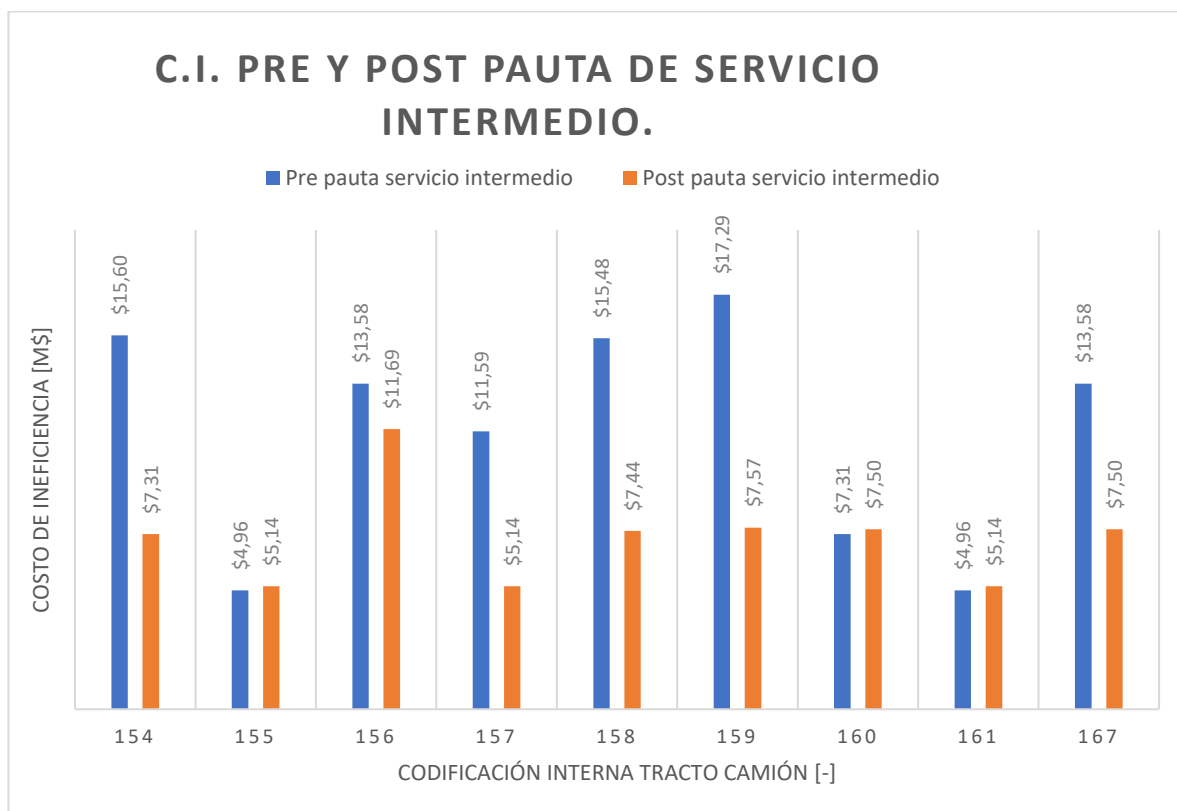
Al momento de realizar mejoras en la disponibilidad de la flota de las unidades *Cascadia 113*, a través de la pauta de mantenimiento intermedia entre servicios preventivos programados, se logra tener una mejora en el indicador de confiabilidad en 3 de las unidades respecto a igual periodo de tiempo evaluado como se aprecia en el gráfico 4.5.

4.10.- Beneficio en el costo global tras la implementación de pauta intermedia entre servicios preventivos programados.

Después de presentar el impacto positivo que tuvo la aplicación de pauta intermedia entre servicio preventivos programados en la disponibilidad de la flota, junto a ello el indicador del costo de la falla (C.I.) correspondiente al periodo evaluado entre ambas condiciones de 5300[hrs] de operación presento una importante baja como se grafica en 4.6 pag.36.

La información presentada en el Gráfico 4.5 confronta los resultados obtenidos mediante las formula de confiabilidad $R(t) = e^{-\lambda t} * 100$, a 600 hrs de operación detalladas en Anexos A y Anexo B.

Gráfico 4.6 Comparativo CI pre y post aplicación pauta de servicio intermedio.



Con la implementación de la pauta intermedia el C.I de la unidad TC159 para un periodo de 5.400 hrs presento una disminución de \$ 9.720.000 pesos, siendo el más significativo dentro de la flota.

El Gráfico 4.6 visualiza el impacto positivo en la disminución del costo de ineficiencia tras la implementación de la pauta intermedia de mantenimiento.

CAPÍTULO V

5.1.- Análisis de resultados obtenidos.

De acuerdo con los resultados obtenidos podemos aseverar que:

La unidad TC157 es el que presenta mayor cantidad de kilómetros recorridos, el cual está sobre los 340.000 km. Por otro lado, la unidad TC167 es el que presenta menor kilómetros recorridos, encontrándose en torno a los 230.000 km (anexo B. Datos con pauta servicio intermedio pag.50).

El tiempo determinado para la obtención de los datos y posterior cálculo de ellos es de 5.300 hrs. correspondiente aproximado 180.000 km.

En el caso de las detenciones preventivas programadas, estas corresponden a 2 días y las detenciones no programadas son de 6 días, ambas detenciones considerando 24 hrs. (ver Anexo A Datos sin pauta de mantenimiento, pag. 41).

La totalidad de las unidades afectas a la implementación de la pauta de servicio intermedio de mantenimiento muestran una disponibilidad con una mínima disminución o aumento tras la implementación de esta. Al respecto, el caso menos favorable ha sido la unidad TC155, TC160 y TC161, donde su disponibilidad disminuyó 0.2%. En el resto de la flota (6 unidades), se denota un aumento significativo, donde el caso de la unidad TC159 es la que percibe el mayor aumento, con 10,2 puntos tras la implementación de la pauta, subiendo desde un 81,9% a un 92,1% (ver Gráfico 4.4 pag 34).

Como concepto existe un aumento en la cantidad y, lógicamente, tiempo de los mantenimientos preventivos post pauta implementada, lo que conlleva a una disminución del tiempo de mantenimientos correctivos. Por ejemplo, en el caso de las unidades TC155 y TC161, la cantidad y tiempo de detenciones programadas aumentó en 5 veces post pauta, y las detenciones no programadas disminuyeron un 62% para la unidad TC159 (ver anexo B pag.50).

Para la determinación del costo de ineficiencia o costo de la falla (CI), se establece que el costo de facturación es de \$30.000 pesos/hrs. y el costo variable corresponde al 40% de la facturación \$/hrs.

De acuerdo con lo expuesto en el gráfico de CI (ver Gráfico 4.5 de confiabilidad en 600 hrs de operación sin pauta de servicio intermedio. pag 35), se detecta que las unidades

TC155, TC160 y TC161 presentaron un leve aumento en su costo de ineficiencia debido a la variación del 0,2% en la disponibilidad en el periodo considerado de 5.300 hrs.

Para el caso de las 6 unidades restantes, estas presentaron una baja en sus costos de ineficiencia siendo la unidad TC159 la que presentó un descenso de aproximadamente \$10.000.000 en este punto de evaluación.

En relación con el C.I. correspondiente a la sumatoria de cada unidad sin la implementación de la pauta de servicio intermedio, corresponde a \$104.365.322. Posterior a la implementación de la pauta mencionada, el valor es de \$64.432.173 (anexo B. Datos con pauta servicio intermedio pag.50).

Con respecto a la confiabilidad operacional del total de las nueve unidades *Cascadia 113* evaluadas en un periodo de 600 hrs, se evidencia que:

Las unidades TC154, TC158 y TC159 presentaron un aumento respecto la evaluación realizada antes de la aplicación de la pauta.

Para el caso de las unidades TC156, TC157 y TC167, estas mantuvieron su confiabilidad luego de la aplicación de la pauta.

En tanto las unidades TC155, TC160 y TC161, se aprecia una baja de su confiabilidad luego de su evaluación post aplicación de la pauta de servicio intermedio.

CAPÍTULO VI

6.1.- Conclusión

Del análisis de los datos obtenidos luego de la aplicación de la pauta de servicio intermedio entre servicios preventivos con un intervalo de 20.000 km., se puede concluir que: el análisis de las unidades se realizó en base a datos empíricos lo que muestra un resultado real al aplicar las herramientas de gestión de mantenimiento.

Tres de las nueve unidades (TC155, TC160 y TC161), correspondiente al 33% de la flota, disminuyeron su disponibilidad en 0,2% (como se expone en punto anterior). La causa, es la ausencia de los repuestos en Chile, lo que conlleva a tiempos de importación elevados que afectan directamente al tiempo de detenciones programadas aumentando el MTTR de cada unidad.

Con el aumento de la disponibilidad se constata un incremento en los tiempos de operaciones y número de servicios preventivos programados, y en consecuencia, una disminución del número y detenciones de los servicios correctivos. Esto es atribuible al objetivo principal de la implementación de una pauta de servicio intermedio, que busca la detección de fallas prematuras y conservación de las unidades en buenas condiciones operacionales.

El aumento de 4 puntos en la disponibilidad unitaria se traduce para el mandante en una ganancia de \$3.561.000 pesos/camión.

El valor de pérdidas por la disminución de disponibilidad de las 3 unidades conocidas asciende a \$178.050 pesos/camión.

De las 6 unidades que bajaron su CI el TC159, fue el que presentó mayor disminución (\$10.000.000 pesos), atribuible directamente al aumento de servicios programados según pauta.

En la evaluación final de los CI de la flota, se constata la disminución de \$39.933.149 en el periodo analizado. Ello, como éxito, en primera instancia, de la aplicación de servicio intermedio entre mantenimiento preventivos programados.

Se cumple el objetivo al implementar la pauta intermedia de mantenimiento demostrado con resultados concretos de que son la ganancia económica para el cliente. La obtención de los resultados positivos está asociada directamente a la gestión de mantenimiento realizada, siendo pilar fundamental el trabajo conjunto del planificador

con el área de operaciones, ya que si se presenta una organización deficiente entre las partes (falta de control de flota, escaso control de los registros de detenciones, tiempos de detención, insumos utilizados, entre otros) no sería posible obtener los resultados constatados. Entiéndase que la nueva pauta no debe estar asociada a los tiempos de indisponibilidad, ya que es una tarea preventiva programada.

6.2.- Bibliografía.

{1} <https://www.kaufmann.cl/corporativo/historia/>

{2,3} Teoría y Práctica del Mantenimiento industrial. F. Monchy. MASSON, S. A. Barcelona (1990)

{4} <http://www.anguera.com/galeria2/freightliner/freightliner.htm>

{5} Evaluación ruta Salvador – Potrerillos / Post Venta Kaufmann S.A. Copiapó/ Fransisco Pastran /2019.

Anexos de datos flota Unidad Freightliner modelo Cascadia 113 de cliente Transportes Verasay.

Anexo A Datos sin pauta de mantenimiento.

							t un. MP (hrs)	t un. MC (hrs)	Periodo (hrs)		tiempo R		Facturación (\$/hrs)	% costo variable	Costo variable (\$/hrs)	ci unitario (\$)
			Tipo Mtto.	Det. MP	Det. MC	Tot Det	t det Prev (hrs)	t met Correct. (hrs)	Periodo (hrs)	MTBF (hrs)	MTTR (hrs)	D (%)	Tasa de falla	R (%)	F (%)	CI (\$)
							48	144	5300		600		30000	40%	12000	18000
1	154	162231	MP	3	7	10	144	1008	5300	516	101	83,65%	0,001886792	32%	68%	\$ 15.600.779
2	154	182678	MC	3	7	10	144	1008	5300	516	101	83,65%	0,001886792	32%	68%	\$ 15.600.779
3	154	191532	MC	3	7	10	144	1008	5300	516	101	83,65%	0,001886792	32%	68%	\$ 15.600.779
4	154	204220	MP	3	7	10	144	1008	5300	516	101	83,65%	0,001886792	32%	68%	\$ 15.600.779
5	154	212593	MC	3	7	10	144	1008	5300	516	101	83,65%	0,001886792	32%	68%	\$ 15.600.779
6	154	226123	MC	3	7	10	144	1008	5300	516	101	83,65%	0,001886792	32%	68%	\$ 15.600.779

Detenciones	Camión	kilometraje	Tipo Mtto.	Det. MP	Det. MC	Tot Det	t det Prev (hrs)	t met Correct. (hrs)	Periodo (hrs)	MTBF (hrs)	MTTR (hrs)	D (%)	Tasa de falla	R (%)	F (%)	CI (\$)
7	154	232600	MC	3	7	10	144	1008	5300	516	101	83,65%	0,001886792	32%	68%	\$ 15.600.779
8	154	242232	MP	3	7	10	144	1008	5300	516	101	83,65%	0,001886792	32%	68%	\$ 15.600.779
9	154	250123	MC	3	7	10	144	1008	5300	516	101	83,65%	0,001886792	32%	68%	\$ 15.600.779
10	154	255167	MC	3	7	10	144	1008	5300	516	101	83,65%	0,001886792	32%	68%	\$ 15.600.779
1	155	118601	MP	1	2	3	48	288	5300	1751	96	94,80%	0,000566038	71%	29%	\$ 4.959.422
2	155	137432	MC	1	2	3	48	288	5300	1751	96	94,80%	0,000566038	71%	29%	\$ 4.959.422
3	155	160300	MC	1	2	3	48	288	5300	1751	96	94,80%	0,000566038	71%	29%	\$ 4.959.422
4	155	0	0	1	2	3	48	288	5300	1751	96	94,80%	0,000566038	71%	29%	\$ 4.959.422
5	155	0	0	1	2	3	48	288	5300	1751	96	94,80%	0,000566038	71%	29%	\$ 4.959.422
6	155	0	0	1	2	3	48	288	5300	1751	96	94,80%	0,000566038	71%	29%	\$ 4.959.422
7	155	0	0	1	2	3	48	288	5300	1751	96	94,80%	0,000566038	71%	29%	\$ 4.959.422
8	155	0	0	1	2	3	48	288	5300	1751	96	94,80%	0,000566038	71%	29%	\$ 4.959.422

Detenciones	Camión	kilometraje	Tipo Mtto.	Det. MP	Det. MC	Tot Det	t det (hrs)	t met Correct. (hrs)	Periodo (hrs)	MTBF (hrs)	MTRR (hrs)	D (%)	Tasa de falla	R (%)	F (%)	CI (\$)
9	155	0	0	1	2	3	48	288	5300	1751	96	94,80%	0,000566038	71%	29%	\$ 4.959.422
10	155	0	0	1	2	3	48	288	5300	1751	96	94,80%	0,000566038	71%	29%	\$ 4.959.422
1	156	112056	MC	2	6	8	96	864	5300	651	108	85,76%	0,001509434	40%	60%	\$ 13.583.652
2	156	117497	MC	2	6	8	96	864	5300	651	108	85,76%	0,001509434	40%	60%	\$ 13.583.652
3	156	123266	MP	2	6	8	96	864	5300	651	108	85,76%	0,001509434	40%	60%	\$ 13.583.652
4	156	151845	MC	2	6	8	96	864	5300	651	108	85,76%	0,001509434	40%	60%	\$ 13.583.652
5	156	158373	MC	2	6	8	96	864	5300	651	108	85,76%	0,001509434	40%	60%	\$ 13.583.652
6	156	161923	MP	2	6	8	96	864	5300	651	108	85,76%	0,001509434	40%	60%	\$ 13.583.652
7	156	167618	MC	2	6	8	96	864	5300	651	108	85,76%	0,001509434	40%	60%	\$ 13.583.652
8	156	187974	MC	2	6	8	96	864	5300	651	108	85,76%	0,001509434	40%	60%	\$ 13.583.652
9	156	0	0	2	6	8	96	864	5300	651	108	85,76%	0,001509434	40%	60%	\$ 13.583.652
10	156	0	0	2	6	8	96	864	5300	651	108	85,76%	0,001509434	40%	60%	\$ 13.583.652

Detenciones	Camión	kilometraje	Tipo Mtto.	Det. MP	Det. MC	Tot Det	t det Prev (hrs)	t met Correct. (hrs)	Periodo (hrs)	MTBF (hrs)	MTRR (hrs)	D (%)	Tasa de falla	R (%)	F (%)	CI (\$)
1	157	162258	MP	2	5	7	96	720	5300	743	103	87,85%	0,001320755	45%	55%	\$ 11.594.868
2	157	186868	MC	2	5	7	96	720	5300	743	103	87,85%	0,001320755	45%	55%	\$ 11.594.868
3	157	193371	MC	2	5	7	96	720	5300	743	103	87,85%	0,001320755	45%	55%	\$ 11.594.868
4	157	202981	MP	2	5	7	96	720	5300	743	103	87,85%	0,001320755	45%	55%	\$ 11.594.868
5	157	206342	MC	2	5	7	96	720	5300	743	103	87,85%	0,001320755	45%	55%	\$ 11.594.868
6	157	208106	MC	2	5	7	96	720	5300	743	103	87,85%	0,001320755	45%	55%	\$ 11.594.868
7	157	223738	MC	2	5	7	96	720	5300	743	103	87,85%	0,001320755	45%	55%	\$ 11.594.868
8	157	0	0	2	5	7	96	720	5300	743	103	87,85%	0,001320755	45%	55%	\$ 11.594.868
9	157	0	0	2	5	7	96	720	5300	743	103	87,85%	0,001320755	45%	55%	\$ 11.594.868
10	157	0	0	2	5	7	96	720	5300	743	103	87,85%	0,001320755	45%	55%	\$ 11.594.868
1	158	157175	MC	2	7	9	96	1008	5300	578	112	83,77%	0,001698113	36%	64%	\$ 15.480.232
2	158	159097	MP	2	7	9	96	1008	5300	578	112	83,77%	0,001698113	36%	64%	\$ 15.480.232

Detenciones	Camión	kilometraje	Tipo Mtto.	Det. MP	Det. MC	Tot Det	t det Prev (hrs)	t met Correct. (hrs)	Periodo (hrs)	MTBF (hrs)	MTRR (hrs)	D (%)	Tasa de falla	R (%)	F (%)	CI (\$)
3	158	167184	MC	2	7	9	96	1008	5300	578	112	83,77%	0,001698113	36%	64%	\$ 15.480.232
4	158	168767	MC	2	7	9	96	1008	5300	578	112	83,77%	0,001698113	36%	64%	\$ 15.480.232
5	158	181227	MC	2	7	9	96	1008	5300	578	112	83,77%	0,001698113	36%	64%	\$ 15.480.232
6	158	191087	MC	2	7	9	96	1008	5300	578	112	83,77%	0,001698113	36%	64%	\$ 15.480.232
7	158	200910	MP	2	7	9	96	1008	5300	578	112	83,77%	0,001698113	36%	64%	\$ 15.480.232
8	158	206307	MC	2	7	9	96	1008	5300	578	112	83,77%	0,001698113	36%	64%	\$ 15.480.232
9	158	208375	MC	2	7	9	96	1008	5300	578	112	83,77%	0,001698113	36%	64%	\$ 15.480.232
10	158	0	0	2	7	9	96	1008	5300	578	112	83,77%	0,001698113	36%	64%	\$ 15.480.232
1	159	148952	MC	2	8	10	96	1152	5300	520	115	81,88%	0,001886792	32%	68%	\$ 17.290.875
2	159	166644	MP	2	8	10	96	1152	5300	520	115	81,88%	0,001886792	32%	68%	\$ 17.290.875
3	159	194000	MC	2	8	10	96	1152	5300	520	115	81,88%	0,001886792	32%	68%	\$ 17.290.875
4	159	202981	MP	2	8	10	96	1152	5300	520	115	81,88%	0,001886792	32%	68%	\$ 17.290.875

Detenciones	Camión	kilometraje	Tipo Mtto.	Det. MP	Det. MC	Tot Det	t det Prev (hrs)	t met Correct. (hrs)	Periodo (hrs)	MTBF (hrs)	MTRR (hrs)	D (%)	Tasa de falla	R (%)	F (%)	CI (\$)
5	159	202992	MC	2	8	10	96	1152	5300	520	115	81,88%	0,001886792	32%	68%	\$ 17.290.875
6	159	204806	MC	2	8	10	96	1152	5300	520	115	81,88%	0,001886792	32%	68%	\$ 17.290.875
7	159	210793	MC	2	8	10	96	1152	5300	520	115	81,88%	0,001886792	32%	68%	\$ 17.290.875
8	159	216139	MC	2	8	10	96	1152	5300	520	115	81,88%	0,001886792	32%	68%	\$ 17.290.875
9	159	216400	MC	2	8	10	96	1152	5300	520	115	81,88%	0,001886792	32%	68%	\$ 17.290.875
10	159	221421	MC	2	8	10	96	1152	5300	520	115	81,88%	0,001886792	32%	68%	\$ 17.290.875
1	160	150215	MC	2	3	5	96	432	5300	1041	86	92,33%	0,000943396	57%	43%	\$ 7.312.420
2	160	174283	MP	2	3	5	96	432	5300	1041	86	92,33%	0,000943396	57%	43%	\$ 7.312.420
3	160	203430	MC	2	3	5	96	432	5300	1041	86	92,33%	0,000943396	57%	43%	\$ 7.312.420
4	160	219574	MP	2	3	5	96	432	5300	1041	86	92,33%	0,000943396	57%	43%	\$ 7.312.420
5	160	222106	MC	2	3	5	96	432	5300	1041	86	92,33%	0,000943396	57%	43%	\$ 7.312.420
6	160	0	0	2	3	5	96	432	5300	1041	86	92,33%	0,000943396	57%	43%	\$ 7.312.420

Detenciones	Camión	kilometraje	Tipo Mtto.	Det. MP	Det. MC	Tot Det	t det Prev (hrs)	t met Correct. (hrs)	Periodo (hrs)	MTBF (hrs)	MTRR (hrs)	D (%)	Tasa de falla	R (%)	F (%)	CI (\$)
7	160	0	0	2	3	5	96	432	5300	1041	86	92,33%	0,000943396	57%	43%	\$ 7.312.420
8	160	0	0	2	3	5	96	432	5300	1041	86	92,33%	0,000943396	57%	43%	\$ 7.312.420
9	160	0	0	2	3	5	96	432	5300	1041	86	92,33%	0,000943396	57%	43%	\$ 7.312.420
10	160	0	0	2	3	5	96	432	5300	1041	86	92,33%	0,000943396	57%	43%	\$ 7.312.420
1	161	111613	MC	1	2	3	48	288	5300	1751	96	94,80%	0,000566038	71%	29%	\$ 4.959.422
2	161	119908	MP	1	2	3	48	288	5300	1751	96	94,80%	0,000566038	71%	29%	\$ 4.959.422
3	161	140182	MC	1	2	3	48	288	5300	1751	96	94,80%	0,000566038	71%	29%	\$ 4.959.422
4	161	0	0	1	2	3	48	288	5300	1751	96	94,80%	0,000566038	71%	29%	\$ 4.959.422
5	161	0	0	1	2	3	48	288	5300	1751	96	94,80%	0,000566038	71%	29%	\$ 4.959.422
6	161	0	0	1	2	3	48	288	5300	1751	96	94,80%	0,000566038	71%	29%	\$ 4.959.422
7	161	0	0	1	2	3	48	288	5300	1751	96	94,80%	0,000566038	71%	29%	\$ 4.959.422
8	161	0	0	1	2	3	48	288	5300	1751	96	94,80%	0,000566038	71%	29%	\$ 4.959.422

Detenciones	Camión	kilometraje	Tipo Mtto.	Det. MP	Det. MC	Tot Det	t det (hrs)	t met Correct. (hrs)	Periodo (hrs)	MTBF (hrs)	MTRR (hrs)	D (%)	Tasa de falla	R (%)	F (%)	CI (\$)
9	161	0	0	1	2	3	48	288	5300	1751	96	94,80%	0,000566038	71%	29%	\$ 4.959.422
10	161	0	0	1	2	3	48	288	5300	1751	96	94,80%	0,000566038	71%	29%	\$ 4.959.422
1	167	63717	MC	2	6	8	96	864	5300	651	108	85,76%	0,001509434	40%	60%	\$ 13.583.652
2	167	63823	MC	2	6	8	96	864	5300	651	108	85,76%	0,001509434	40%	60%	\$ 13.583.652
3	167	87167	MP	2	6	8	96	864	5300	651	108	85,76%	0,001509434	40%	60%	\$ 13.583.652
4	167	119444	MP	2	6	8	96	864	5300	651	108	85,76%	0,001509434	40%	60%	\$ 13.583.652
5	167	119810	MC	2	6	8	96	864	5300	651	108	85,76%	0,001509434	40%	60%	\$ 13.583.652
6	167	143600	MC	2	6	8	96	864	5300	651	108	85,76%	0,001509434	40%	60%	\$ 13.583.652
7	167	144120	MC	2	6	8	96	864	5300	651	108	85,76%	0,001509434	40%	60%	\$ 13.583.652
8	167	145513	MC	2	6	8	96	864	5300	651	108	85,76%	0,001509434	40%	60%	\$ 13.583.652
9	167	0	0	2	6	8	96	864	5300	651	108	85,76%	0,001509434	40%	60%	\$ 13.583.652
10	167	0	0	2	6	8	96	864	5300	651	108	85,76%	0,001509434	40%	60%	\$ 13.583.652

Detenciones	Camión	kilometraje	Tipo Mtto.	Det. MP	Det. MC	Tot Det	t det Prev (hrs)	t met Correct. (hrs)	Periodo (hrs)	MTBF (hrs)	MTRR (hrs)	D (%)	Tasa de falla	R (%)	F (%)	CI (\$)
															Total	\$ 104.365.322

Anexo B Datos post pauta de servicio intermedio de mantenimiento.

							t un. MP (hrs)	t un. MC (hrs)	Periodo (hrs)		tiempo R		Facturacion \$/hrs	% CV	Costo variable (\$/hrs)	ci unitario.
Detenciones	Camión	kilometraje	Tipo Mtto.	Det. MP	Det. MC	Tot Det	t det Prev (hrs)	t met Correct. (hrs)	Periodo (hrs)	MTBF (hrs)	MTTR (hrs)	D (%)	Tasa de falla	R (%)	F (%)	CI (\$)
							48	144	5300		600		\$ 30.000	40%	\$ 12.000	\$ 18.000
1	154	268.154	MP	2	3	5	96	432	5300	1041	86	92,33%	0,000943396	57%	43%	\$ 7.312.420
2	154	281.716	MC	2	3	5	96	432	5300	1041	86	92,33%	0,000943396	57%	43%	\$ 7.312.420
3	154	289.490	MC	2	3	5	96	432	5300	1041	86	92,33%	0,000943396	57%	43%	\$ 7.312.420
4	154	300.547	MP	2	3	5	96	432	5300	1041	86	92,33%	0,000943396	57%	43%	\$ 7.312.420
5	154	310.289	MC	2	3	5	96	432	5300	1041	86	92,33%	0,000943396	57%	43%	\$ 7.312.420
6	154	0	0	2	3	5	96	432	5300	1041	86	92,33%	0,000943396	57%	43%	\$ 7.312.420

Detenciones	Camión	kilometraje	Tipo Mtto.	Det. MP	Det. MC	Tot Det	t det Prev (hrs)	t met Correct. (hrs)	Periodo (hrs)	MTBF (hrs)	MTRR (hrs)	D (%)	Tasa de falla	R (%)	F (%)	CI (\$)
7	154	0	0	2	3	5	96	432	5300	1041	86	92,33%	0,000943396	57%	43%	\$ 7.312.420
8	154	0	0	2	3	5	96	432	5300	1041	86	92,33%	0,000943396	57%	43%	\$ 7.312.420
9	154	0	0	2	3	5	96	432	5300	1041	86	92,33%	0,000943396	57%	43%	\$ 7.312.420
10	154	0	0	2	3	5	96	432	5300	1041	86	92,33%	0,000943396	57%	43%	\$ 7.312.420
1	155	199.514	MP	5	2	7	240	288	5300	723	41	94,61%	0,001320755	45%	55%	\$ 5.137.472
2	155	226.156	MP	5	2	7	240	288	5300	723	41	94,61%	0,001320755	45%	55%	\$ 5.137.472
3	155	243.452	MP	5	2	7	240	288	5300	723	41	94,61%	0,001320755	45%	55%	\$ 5.137.472
4	155	250.549	MC	5	2	7	240	288	5300	723	41	94,61%	0,001320755	45%	55%	\$ 5.137.472
5	155	262.061	MP	5	2	7	240	288	5300	723	41	94,61%	0,001320755	45%	55%	\$ 5.137.472

Detenciones	Camión	kilometraje	Tipo Mtto.	Det. MP	Det. MC	Tot Det	t det Prev (hrs)	t met Correct. (hrs)	Periodo (hrs)	MTBF (hrs)	MTRR (hrs)	D (%)	Tasa de falla	R (%)	F (%)	CI (\$)
6	155	288.011	MP	5	2	7	240	288	5300	723	41	94,61%	0,001320755	45%	55%	\$ 5.137.472
7	155	291.363	MC	5	2	7	240	288	5300	723	41	94,61%	0,001320755	45%	55%	\$ 5.137.472
8	155	0	0	5	2	7	240	288	5300	723	41	94,61%	0,001320755	45%	55%	\$ 5.137.472
9	155	0	0	5	2	7	240	288	5300	723	41	94,61%	0,001320755	45%	55%	\$ 5.137.472
10	155	0	0	5	2	7	240	288	5300	723	41	94,61%	0,001320755	45%	55%	\$ 5.137.472
1	156	207.089	MP	3	5	8	144	720	5300	645	90	87,75%	0,001509434	40%	60%	\$ 11.689.585
2	156	231.101	MP	3	5	8	144	720	5300	645	90	87,75%	0,001509434	40%	60%	\$ 11.689.585
3	156	234.210	MC	3	5	8	144	720	5300	645	90	87,75%	0,001509434	40%	60%	\$ 11.689.585
4	156	265.552	MP	3	5	8	144	720	5300	645	90	87,75%	0,001509434	40%	60%	\$ 11.689.585

Detenciones	Camión	kilometraje	Tipo Mtto.	Det. MP	Det. MC	Tot Det	t det Prev (hrs)	t met Correct. (hrs)	Periodo (hrs)	MTBF (hrs)	MTRR (hrs)	D (%)	Tasa de falla	R (%)	F (%)	CI (\$)
5	156	267.026	MC	3	5	8	144	720	5300	645	90	87,75%	0,001509434	40%	60%	\$ 11.689.585
6	156	270.027	MC	3	5	8	144	720	5300	645	90	87,75%	0,001509434	40%	60%	\$ 11.689.585
7	156	275.134	MC	3	5	8	144	720	5300	645	90	87,75%	0,001509434	40%	60%	\$ 11.689.585
8	156	295.360	MC	3	5	8	144	720	5300	645	90	87,75%	0,001509434	40%	60%	\$ 11.689.585
9	156	0	0	3	5	8	144	720	5300	645	90	87,75%	0,001509434	40%	60%	\$ 11.689.585
10	156	0	0	3	5	8	144	720	5300	645	90	87,75%	0,001509434	40%	60%	\$ 11.689.585
1	157	223.784	MP	5	2	7	240	288	5300	723	41	94,61%	0,001320755	45%	55%	\$ 5.137.472
2	157	242.961	MP	5	2	7	240	288	5300	723	41	94,61%	0,001320755	45%	55%	\$ 5.137.472
3	157	281.746	MP	5	2	7	240	288	5300	723	41	94,61%	0,001320755	45%	55%	\$ 5.137.472

Detenciones	Camión	kilometraje	Tipo Mtto.	Det. MP	Det. MC	Tot Det	t det Prev (hrs)	t met Correct. (hrs)	Periodo (hrs)	MTBF (hrs)	MTRR (hrs)	D (%)	Tasa de falla	R (%)	F (%)	CI (\$)
4	157	299.197	MP	5	2	7	240	288	5300	723	41	94,61%	0,001320755	45%	55%	\$ 5.137.472
5	157	321.878	MP	5	2	7	240	288	5300	723	41	94,61%	0,001320755	45%	55%	\$ 5.137.472
6	157	335.734	MC	5	2	7	240	288	5300	723	41	94,61%	0,001320755	45%	55%	\$ 5.137.472
7	157	340.321	MC	5	2	7	240	288	5300	723	41	94,61%	0,001320755	45%	55%	\$ 5.137.472
8	157	0	0	5	2	7	240	288	5300	723	41	94,61%	0,001320755	45%	55%	\$ 5.137.472
9	157	0	0	5	2	7	240	288	5300	723	41	94,61%	0,001320755	45%	55%	\$ 5.137.472
10	157	0	0	5	2	7	240	288	5300	723	41	94,61%	0,001320755	45%	55%	\$ 5.137.472
1	158	240.328	MP	4	3	7	192	432	5300	730	62	92,20%	0,001320755	45%	55%	\$ 7.439.134
2	158	246.068	MC	4	3	7	192	432	5300	730	62	92,20%	0,001320755	45%	55%	\$ 7.439.134

Detenciones	Camión	kilometraje	Tipo Mtto.	Det. MP	Det. MC	Tot Det	t det Prev (hrs)	t met Correct. (hrs)	Periodo (hrs)	MTBF (hrs)	MTRR (hrs)	D (%)	Tasa de falla	R (%)	F (%)	CI (\$)
3	158	253.858	MC	4	3	7	192	432	5300	730	62	92,20%	0,001320755	45%	55%	\$ 7.439.134
4	158	263.143	MP	4	3	7	192	432	5300	730	62	92,20%	0,001320755	45%	55%	\$ 7.439.134
5	158	286.704	MP	4	3	7	192	432	5300	730	62	92,20%	0,001320755	45%	55%	\$ 7.439.134
6	158	288.104	MC	4	3	7	192	432	5300	730	62	92,20%	0,001320755	45%	55%	\$ 7.439.134
7	158	304.601	MP	4	3	7	192	432	5300	730	62	92,20%	0,001320755	45%	55%	\$ 7.439.134
8	158	0	0	4	3	7	192	432	5300	730	62	92,20%	0,001320755	45%	55%	\$ 7.439.134
9	158	0	0	4	3	7	192	432	5300	730	62	92,20%	0,001320755	45%	55%	\$ 7.439.134
10	158	0	0	4	3	7	192	432	5300	730	62	92,20%	0,001320755	45%	55%	\$ 7.439.134
1	159	239.453	MP	6	3	9	288	432	5300	557	48	92,06%	0,001698113	36%	64%	\$ 7.570.316

Detenciones	Camión	kilometraje	Tipo Mtto.	Det. MP	Det. MC	Tot Det	t det Prev (hrs)	t met Correct. (hrs)	Periodo (hrs)	MTBF (hrs)	MTRR (hrs)	D (%)	Tasa de falla	R (%)	F (%)	CI (\$)
2	159	255.294	MC	6	3	9	288	432	5300	557	48	92,06%	0,001698113	36%	64%	\$ 7.570.316
3	159	258.138	MP	6	3	9	288	432	5300	557	48	92,06%	0,001698113	36%	64%	\$ 7.570.316
4	159	263.941	MP	6	3	9	288	432	5300	557	48	92,06%	0,001698113	36%	64%	\$ 7.570.316
5	159	273.426	MC	6	3	9	288	432	5300	557	48	92,06%	0,001698113	36%	64%	\$ 7.570.316
6	159	282.504	MP	6	3	9	288	432	5300	557	48	92,06%	0,001698113	36%	64%	\$ 7.570.316
7	159	302.393	MP	6	3	9	288	432	5300	557	48	92,06%	0,001698113	36%	64%	\$ 7.570.316
8	159	313.806	MC	6	3	9	288	432	5300	557	48	92,06%	0,001698113	36%	64%	\$ 7.570.316
9	159	337.414	MP	6	3	9	288	432	5300	557	48	92,06%	0,001698113	36%	64%	\$ 7.570.316
10	159	0	0	6	3	9	288	432	5300	557	48	92,06%	0,001698113	36%	64%	\$ 7.570.316

Detenciones	Camión	kilometraje	Tipo Mtto.	Det. MP	Det. MC	Tot Det	t det Prev (hrs)	t met Correct. (hrs)	Periodo (hrs)	MTBF (hrs)	MTRR (hrs)	D (%)	Tasa de falla	R (%)	F (%)	CI (\$)
1	160	222.100	MC	5	3	8	240	432	5300	633	54	92,13%	0,001509434	40%	60%	\$ 7.504.151
2	160	229.216	MP	5	3	8	240	432	5300	633	54	92,13%	0,001509434	40%	60%	\$ 7.504.151
3	160	239.140	MC	5	3	8	240	432	5300	633	54	92,13%	0,001509434	40%	60%	\$ 7.504.151
4	160	258.082	MP	5	3	8	240	432	5300	633	54	92,13%	0,001509434	40%	60%	\$ 7.504.151
5	160	281.901	MC	5	3	8	240	432	5300	633	54	92,13%	0,001509434	40%	60%	\$ 7.504.151
6	160	283.401	MP	5	3	8	240	432	5300	633	54	92,13%	0,001509434	40%	60%	\$ 7.504.151
7	160	302.336	MP	5	3	8	240	432	5300	633	54	92,13%	0,001509434	40%	60%	\$ 7.504.151
8	160	324.689	MP	5	3	8	240	432	5300	633	54	92,13%	0,001509434	40%	60%	\$ 7.504.151
9	160	0	0	5	3	8	240	432	5300	633	54	92,13%	0,001509434	40%	60%	\$ 7.504.151

Detenciones	Camión	kilometraje	Tipo Mtto.	Det. MP	Det. MC	Tot Det	t det Prev (hrs)	t met Correct. (hrs)	Periodo (hrs)	MTBF (hrs)	MTRR (hrs)	D (%)	Tasa de falla	R (%)	F (%)	CI (\$)
10	160	0	0	5	3	8	240	432	5300	633	54	92,13%	0,001509434	40%	60%	\$ 7.504.151
1	161	187.009	MP	5	2	7	240	288	5300	723	41	94,61%	0,001320755	45%	55%	\$ 5.137.472
2	161	209.430	MP	5	2	7	240	288	5300	723	41	94,61%	0,001320755	45%	55%	\$ 5.137.472
3	161	222.217	MC	5	2	7	240	288	5300	723	41	94,61%	0,001320755	45%	55%	\$ 5.137.472
4	161	236.472	MP	5	2	7	240	288	5300	723	41	94,61%	0,001320755	45%	55%	\$ 5.137.472
5	161	250.079	MC	5	2	7	240	288	5300	723	41	94,61%	0,001320755	45%	55%	\$ 5.137.472
6	161	270.670	MP	5	2	7	240	288	5300	723	41	94,61%	0,001320755	45%	55%	\$ 5.137.472
7	161	291.753	MP	5	2	7	240	288	5300	723	41	94,61%	0,001320755	45%	55%	\$ 5.137.472
8	161	0	0	5	2	7	240	288	5300	723	41	94,61%	0,001320755	45%	55%	\$ 5.137.472

Detenciones	Camión	kilometraje	Tipo Mtto.	Det. MP	Det. MC	Tot Det	t det Prev (hrs)	t met Correct. (hrs)	Periodo (hrs)	MTBF (hrs)	MTRR (hrs)	D (%)	Tasa de falla	R (%)	F (%)	CI (\$)
9	161	0	0	5	2	7	240	288	5300	723	41	94,61%	0,001320755	45%	55%	\$ 5.137.472
10	161	0	0	5	2	7	240	288	5300	723	41	94,61%	0,001320755	45%	55%	\$ 5.137.472
1	167	152.358	MC	5	3	8	240	432	5300	633	54	92,13%	0,001509434	40%	60%	\$ 7.504.151
2	167	157.127	MP	5	3	8	240	432	5300	633	54	92,13%	0,001509434	40%	60%	\$ 7.504.151
3	167	183.677	MP	5	3	8	240	432	5300	633	54	92,13%	0,001509434	40%	60%	\$ 7.504.151
4	167	197.613	MP	5	3	8	240	432	5300	633	54	92,13%	0,001509434	40%	60%	\$ 7.504.151
5	167	205.412	MC	5	3	8	240	432	5300	633	54	92,13%	0,001509434	40%	60%	\$ 7.504.151
6	167	207.533	MC	5	3	8	240	432	5300	633	54	92,13%	0,001509434	40%	60%	\$ 7.504.151
7	167	224.716	MP	5	3	8	240	432	5300	633	54	92,13%	0,001509434	40%	60%	\$ 7.504.151

Detenciones	Camión	kilometraje	Tipo Mtto.	Det. MP	Det. MC	Tot Det	t det Prev (hrs)	t met Correct. (hrs)	Periodo (hrs)	MTBF (hrs)	MTRR (hrs)	D (%)	Tasa de falla	R (%)	F (%)	CI (\$)
8	167	233.953	MP	5	3	8	240	432	5300	633	54	92,13%	0,001509434	40%	60%	\$ 7.504.151
9	167	0	0	5	3	8	240	432	5300	633	54	92,13%	0,001509434	40%	60%	\$ 7.504.151
10	167	0	0	5	3	8	240	432	5300	633	54	92,13%	0,001509434	40%	60%	\$ 7.504.151
															total	\$ 64.432.173

Tabla comparativa N° detenciones correctivas pre y post pauta

Camión	N° detenciones pre pauta	N° detenciones post pauta	Pre pauta/Post pauta
154	7	3	43%
155	2	2	100%
156	6	5	83%
157	5	2	40%
158	7	3	43%
159	8	3	38%
160	3	3	100%
161	2	2	100%
167	6	3	50%

Tabla comparativa N° detenciones preventivas pre y post pauta.

Camión	N° detenciones pre pauta	N° detenciones post pauta	Pre pauta/Post pauta
154	3	2	67%
155	1	5	500%
156	2	3	150%
157	2	5	250%
158	2	4	200%
159	2	6	300%
160	2	5	250%
161	1	5	500%
167	2	5	250%

