



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Mecánica Industrial

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO-PREDICTIVO ENFOCADO EN LA OPTIMIZACIÓN DE COSTOS PARA LA
CONSERVACIÓN DE LA FLOTILLA DE CAMIONES DE ENTREGA DE BEBIDAS

Luis Carlos Del Cid Chamalé

Asesorado por el Msc. Walter Emilio Ramírez Córdova

Guatemala, mayo de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO-PREDICTIVO ENFOCADO EN LA OPTIMIZACIÓN DE COSTOS PARA LA
CONSERVACIÓN DE LA FLOTILLA DE CAMIONES DE ENTREGA DE BEBIDAS

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

LUIS CARLOS DEL CID CHAMALÉ

ASESORADO POR EL MSC. WALTER EMILIO RAMÍREZ CÓRDOVA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, MAYO DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Ángel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Jurgen Andoni Ramírez Ramírez
VOCAL V	Br. Oscar Humberto Galicia Núñez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Nora Leonor Elizabeth García Tobar
EXAMINADOR	Ing. Hernán Cortez Urioste
EXAMINADOR	Ing. César Augusto Acú Castillo
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO-PREDICTIVO ENFOCADO EN LA OPTIMIZACIÓN DE COSTOS PARA LA
CONSERVACIÓN DE LA FLOTILLA DE CAMIONES DE ENTREGA DE BEBIDAS

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 1 de agosto de 2016.

Luis Carlos Del Cid Chamalé

Universidad de San Carlos
de Guatemala



PGEP-04a

Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería

Guatemala, 04 de Marzo de 2017.

INGENIERO:

Murphy País Recinos

Director (a) de la Escuela de Postgrado
Facultad de Ingeniería, USAC.

Estimado Ingeniero:

Reciba un cordial y atento saludo, a la vez aprovecho la oportunidad para hacerle de su conocimiento que he revisado el Diseño de investigación modalidad pregrado-postgrado, titulado "ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO-PREDICTIVO ENFOCADO EN LA OPTIMIZACIÓN DE COSTOS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA FLOTILLA DE CAMIONES DE ENTREGA DE BEBIDAS" del estudiante "Luis Carlos Del Cid Chamalé" quien se identifica con número de carne **2002-12670** y como asesor de dicho trabajo, doy el aval de lectura y supervisión correspondiente para la aprobación del mismo.

Sin otro particular, atentamente

"Id y enseñad a todos"

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Walter Ramírez', written over a horizontal line.

Msc. Walter Emilio Ramírez Córdova

10,049

ASESOR

Ing. Walter E. Ramírez C.
INGENIERO INDUSTRIAL
COLEGIADO 10,049

Cc: archivo
/la



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Estudios de Postgrado
Coordinador de Área



Ref. Coordinador Área Gestión y Servicios

Guatemala, 03 de diciembre de 2016

MSc. Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Director
Escuela de Estudios de Postgrados
Presente

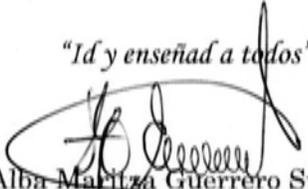
Estimado MSc. Ing. Paiz Recinos:

Por este medio informo a usted, que he revisado y aprobado el Diseño de investigación titulado: **“Análisis de la gestión de mantenimiento preventivo-predictivo enfocado en la optimización de costos para la conservación de la flota de camiones de entrega de bebidas”**, del (la) estudiante Luis Carlos Del Cid Chamalé del Programa de Maestría en **Mantenimiento** identificado con número de carne: **200212670**. Quien optó la modalidad del “PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO”. Previo a culminar sus estudios en el programa de Maestría.

Agradeciendo su atención y deseándole éxitos en sus actividades profesionales me suscribo.

Atentamente,

“Id y enseñad a todos”


Ing. Alba Maritza Guerrero Spínola Ph.D.
Coordinadora Área Gestión y Servicios
Escuela de Estudios de Postgrado

ALBA MARITZA GUERRERO DE LOPEZ
INGENIERA INDUSTRIAL
COLEGIADA No. 4611

Cc: Archivo/LA

Doctorado: Sostenibilidad y Cambio Climático. **Programas de Maestrías:** Ingeniería Vial, Gestión Industrial, Estructuras, Energía y Ambiente Ingeniería Geotécnica, Ingeniería para el Desarrollo Municipal, Tecnologías de la Información y la Comunicación, Ingeniería de Mantenimiento. **Especializaciones:** Gestión del Talento Humano, Mercados Eléctricos, Investigación Científica, Educación virtual para el nivel superior, Administración y Mantenimiento Hospitalario, Neuropsicología y Neurociencia aplicada a la Industria, Enseñanza de la Matemática en el nivel superior, Estadística, Seguros y ciencias actuariales, Sistemas de Información Geográfica, Sistemas de gestión de calidad, Explotación Minera, Catastro.



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería
Teléfono 2418-9142 / Ext. 86226



AGS-MIMPP-002-2017

Guatemala, 24 de marzo de 2017.

Director
Francisco Gómez Rivera
Escuela de **Ingeniería Mecánica Industrial**
Presente.

Estimado Director:

Reciba un atento y cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado. El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado los cursos aprobados del primer año y el Diseño de Investigación del estudiante **Luis Carlos Del Cid Chamalé** con carné número **200212670**, quien opto la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría de Ingeniería en Mantenimiento.

Y si habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Decimo, Inciso 10.2, del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Sin otro particular, atentamente,

"Id y Enseñad a todos"

MSc. Ing. *Walter Emilio Ramírez Córdova*
Asesor (a)

Ing. Walter E. Ramírez C.
INGENIERO INDUSTRIAL
COLEGIADO 10,049

Dra. Inga. *Alba Maritza Guerrero Spínola*
Coordinadora de Área
Gestión y Servicios

ALBA MARITZA GUERRERO DE LOPEZ
INGENIERA INDUSTRIAL
COLEGIADA No. 4611

MSc. Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Director
Escuela de Estudios de Postgrado



Cc: archivo/la

RESOLUCIÓN DE JUNTA DIRECTIVA: Proceso de Graduación Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Decimo, Inciso 10.2, del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011.



REF.DIR.EMI.058.017

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación en la modalidad Estudios de Postgrado titulado **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO-PREDICTIVO ENFOCADO EN LA OPTIMIZACIÓN DE COSTOS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA FLOTILLA DE CAMIONES DE ENTREGA DE BEBIDAS**, presentado por el estudiante universitario **Luis Carlos Del Cid Chamalé**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. José Francisco Gómez Rivera
DIRECTOR a.i.

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, mayo de 2017.

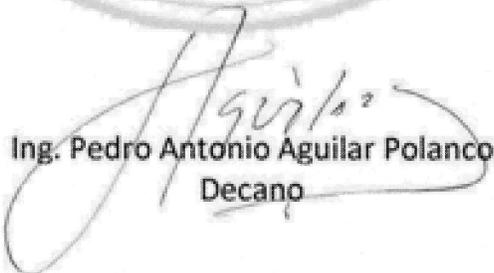
/mgp



DTG. 207.2017

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO-PREDICTIVO ENFOCADO EN LA OPTIMIZACIÓN DE COSTOS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA FLOTILLA DE CAMIONES DE ENTREGA DE BEBIDAS**, presentado por el estudiante universitario: **Luis Carlos Del Cid Chamalé**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, mayo de 2017

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por tu amor incondicional, por ser el todo y llenar mi vida de amor, por darme el existir y el porqué.
Mi padre	Manuel Del Cid. Por tu testimonio y deseo de superación hacia tus hijos. ¡Te extraño!, te lo prometí aquí está...
Mi madre	Elsa Chamalé. Tu ejemplo en transcurso de mi vida, tu trabajo y fortaleza hechos con amor y exigencia, animan mi existir.
Mi hermano	Josué Del Cid. Por ese apoyo incondicional en el transcurso de mi carrera. Me llena de orgullo.
Mi esposa	América Ordoñez. Por ser mi compañía y la luz de mi vida. ¡Te amo!
Mis hijos	Sofía y Manuel, son mi motivo para luchar en la vida. Y luchan para conseguir sus sueños.
Mis hermanos	Celeste, Andrea, Mónica, Angela y Jorge, sus ánimos y compañía llenan mi vida.

Familia en general

Por estar ahí, en los momentos que compartimos juntos.

Compañeros de la universidad

Por ser parte de mi vida universitaria y hacer ameno el proceso de aprendizaje.

AGRADECIMIENTOS A:

La Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser mi casa. Y acogerme como parte de una gran familia.
Facultad de Ingeniería	Por enseñarme y prepararme como profesional. Compartir sus espacios y riqueza, abrirme las puertas y ser parte de tan apreciada facultad.
Ing. Walter Ramírez	Gracias por tu apoyo y ayuda en mi proceso de graduación.
Profesorado en general	Por compartir sus conocimientos para mi desarrollo personal y profesional.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	III
GLOSARIO.....	V
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. ANTECEDENTES.....	5
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	7
3.1. Descripción del problema.....	7
3.2. Preguntas planteadas.....	8
3.2.1. Pregunta general.....	9
3.2.2. Preguntas específicas.....	9
4. JUSTIFICACIÓN.....	11
5. OBJETIVOS.....	13
5.1. General.....	13
5.2. Específico.....	13
6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN.....	15
6.1. Específica.....	15
6.2. Generales.....	15
7. MARCO TEÓRICO.....	17
7.1. Condiciones para operación de camiones.....	17

7.1.1.	Características de ruta.....	18
7.1.2.	Características de flota actual.....	18
7.2.	Tipos de mantenimiento.....	19
7.2.1.	Mantenimiento predictivo.....	20
7.2.2.	Mantenimiento correctivo no programado.....	20
7.2.3.	Mantenimiento correctivo programado.....	21
7.3.	Planeación del mantenimiento.....	21
7.4.	Conservación de la flota.....	21
7.5.	Mantenimiento predictivo por análisis de aceite.....	22
7.6.	Gestión de mantenimiento.....	23
7.6.1.	Optimización de costos.....	23
7.7.	Mantenimiento predictivo-preventivo.....	24
7.8.	Reglamentación de tránsito nacional.....	25
7.9.	Análisis de puntos críticos.....	25
8.	ÍNDICE PROPUESTO.....	27
9.	METODOLOGÍA.....	29
9.1.	Diseño de la investigación.....	29
9.2.	Tipo de estudio.....	29
9.3.	Alcance.....	29
9.4.	Variables e indicadores.....	29
9.5.	Fases de la investigación.....	30
9.5.1.	Levantamiento de información.....	30
9.5.2.	Evaluación de los equipos.....	30
9.5.3.	Estandarización de procesos.....	31
9.5.4.	Optimización de costos.....	31
9.6.	Resultados.....	31
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN.....	33

11. CRONOGRAMA.....	35
12. RECURSOS NECESARIOS Y FACTIBILIDAD DE ESTUDIO.....	37
13. BIBLIOGRAFÍA.....	39
14. ANEXOS.....	43

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figuras

1.	Esquema de necesidades a cubrir.....	16
2.	Distribución de carga.....	18
3.	Cronograma de actividades.....	36
4.	Árbol del problema.....	43

Tablas

I.	Recurso financiero para estudio.....	38
II.	Matriz de coherencia.....	44

GLOSARIO

Mantenimiento preventivo	Mantenimiento realizado para resguarda la vida del equipo y disminuir mantenimientos correctivos.
Mantenimiento Correctivo	Mantenimiento realizados por causa de un fallo que implica una reparación que afecte el tiempo de disponibilidad para la operación.
Mantenimiento predictivo	Serie de actividades realizadas para predecir una falla y prevenir un paro inesperado.
Voso	Mantenimiento predictivo que consiste en ver, oír, sentir y oler para detectar anomalías y posibles fallas en el funcionamiento de un equipo.
Optimización	Aumentar la rentabilidad de algo, siendo más eficiente en un proceso debido.

1. INTRODUCCIÓN

La tarea del mantenimiento es importante para el funcionamiento adecuado de los equipos, sobre todo tener la disponibilidad de la flota para su operación, la gestión eficiente de los recursos, el costo de garantizar la disponibilidad le afecta al departamento de finanzas; siempre es un motivo de discordia ya que el minimizar costos es primordial, pero el funcionamiento de la flota o equipos también.

La demanda de disponibilidad de flota genera un problema, la falta de recursos, sobregiro en cuentas y acumulación de deudas. El crecimiento en la venta y mercado causa condiciones extremas de operación de los camiones, llevando a una sobrecarga de unidades, que genera deficiencias en funcionamiento de la flota, por servicios preventivos recurrentes, falta de repuestos para cubrir los mantenimientos preventivos y correctivos necesarios.

La gestión eficiente de los recursos para mantenimiento, representa una alta ventaja durante la operación el costo de entrega de producto y el precio final al consumidor, por tanto en una empresa de bebidas que no tiene intermediarios y que quiere optimizar sus recursos al máximo necesita tener una buena gestión de sus recursos, aunque los camiones de entrega de productos ya tiene más de 15 años de antigüedad y las rutas de acceso son las más exigentes a nivel nacional, por ser terracería, lodosas y montañosas.

Por tanto, el proceso de mantenimiento preventivo y su análisis de gestión de recursos dará un ámbito general de como se está trabajando e

indicará las debilidades que tiene el sistema para poder optimizar los costos, manejar la falta de presupuesto, mantenimiento y mejorar la gestión de mantenimiento correctivo.

Al realizar un estudio completo descriptivo, se podrá determinar las causas de la problemática y tomar en cuenta también los diferentes métodos de mantenimiento, como lo son predictivo-preventivo, técnicas y experiencia de otros profesionales y de un valor agregado a la sostenibilidad de la empresa, como la optimización del mantenimiento enfocado en los costos para hacerla más rentable.

Dentro del aspecto del estudio se tomará en cuenta condiciones de operación de pilotos, rutas de trabajo (no condiciones sino la extensión de la misma), condiciones laborales e incentivos al personal para la conservación de la flota, inspecciones conjuntas con altas jefaturas y estudios de campo evidenciado las condiciones de operación de los camiones y personal.

El método de mantenimiento predictivo es comúnmente puesto en práctica por las áreas de mantenimiento contemporáneas, es necesario tener documentado y definido un proceso para que hacerlo de la manera correcta; por lo cual es necesario que la persona que haga tipo de análisis predictivos, tenga la experiencia necesaria en operación y mantenimiento de la flota.

Los métodos de mantenimiento, control de costos condiciones de operación entre otros lleva a sintetizar que una correcta dimensión de los recursos con que se cuenta e implementar un mantenimiento predictivo-preventivo adecuado, para hacer una gestión eficiente de los recursos que se tiene y dimensionar los recursos que se necesitan para tener un

mantenimiento sostenible de la flota y poder garantizar la disponibilidad que demanda la operación.

En el informe final se podrá ver en el capítulo 1, el desarrollo del mantenimiento, tipos de mantenimiento y la importancia de la planificación, pero sobre todo que la gestión garantice la disponibilidad de los vehículos para lo que fueron elaborados, y la optimización de costos. El capítulo 2 se profundiza en el diagnóstico de los procesos actuales, costos y situación actual de la flota; luego en el capítulo 3, se profundizará en el análisis de los indicadores, costos y presupuesto.

Finalmente, en el capítulo 4 se verá la interpretación de los resultados obtenidos, mediante la propuesta de una gestión enfocada en mantenimiento preventivo-predictivo, realización de presupuesto enfocada siempre en la preservación y disponibilidad de los vehículos.

2. ANTECEDENTES

El mantenimiento se basa en garantizar la disponibilidad de transporte para su operación, además llega como factor primordial el resguardo de la tripulación y producto tal y como lo menciona Martin “El objetivo principal del mantenimiento es que los vehículos se encuentren en estado óptimo de funcionamiento y se asegure además la seguridad del conductor y los pasajeros/carga, el mantenimiento buscará la máxima disponibilidad a mínimo coste” (Martin, 2010, p.16).

Garantizar la disponibilidad lleva un costo a la empresa y es necesario tenerlos en cuenta y optimizarlos sin dejar de cubrir las necesidades del proceso. Los costos son mencionados por el autor, “Son aquellos costos directos que varían en proporción al volumen de la actividad (kilómetros recorridos, horas facturas, servicios realizados). Los principales costos variables serían: combustible, neumáticos, lubricantes, costos de mantenimientos y reparaciones” (Martin, 2010, p.14).

Uno de los factores más importantes para un uso adecuado en los recursos de mantenimiento, programar tareas indicadas por el fabricante del equipo entre otras, según indica Gómez (2010), en referencia al programa:

...requiere conocer las tareas preventivas del vehículo, son las que por lo general trae el Manual de mantenimiento propia del vehículo cuando se compra o las define el usuario en un sistema de mantenimiento y estas tienen una frecuencia de ejecución. (p.64).

La planeación de los trabajos de mantenimiento tiene que ser documentada aunque dependa de la experiencia y condiciones naturales como describe Salguero (2007), en texto:

...la planeación sigue siendo en esencia un ejercicio de sentido común, a través del cual pretende entender en primer término, los aspectos cruciales de una realidad existente, para después proyectarla, diseñando escenarios de los cuales se busca finalmente obtener el mayor provecho". (p.6).

Al tener en cuenta conceptos, marcan la ruta por donde dirigir el mantenimiento de la flota, saber cómo está la gestión actual, con qué recursos se cuenta, económicos, humanos y otros. Sobre todo, tener en cuenta las condiciones de operación, Aldana (2012), sostiene:

...la duración promedio de cada uno de los componentes de un vehículo puede variar dependiendo de varios factores que están directamente relacionados con el desgaste de los mismos:

- Velocidad de manejo
- Condiciones del terreno
- Paros frecuentes
- Congestionamiento de las vías por las que se transite. (p.34)

Además de considerar una clasificación debido las condiciones de operación para determinar puntos de oportunidad para optimización de recursos, como lo dice el texto "La clasificación por grado crítico de los componentes de los equipos al igual que la clasificación de los equipos (primario, secundario y otros), considera la magnitud del impacto en tiempos muertos para actividades" (Román, 2012, p.104)

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la reducción de costos en planes de mantenimiento de camiones es fundamental tomar en cuenta los desgastes y daños ocasionados por el proceso de entrega en condiciones de operación como, rutas de terracería, exceso de peso, mala operación.

3.1. Descripción del problema

En la reducción de costos en planes de mantenimiento de camiones es fundamental tomar en cuenta los desgastes y daños ocasionados por el proceso de entrega en condiciones de operación como, rutas de terracería, exceso de peso, mala operación. El estudio a realizar (con el apoyo del equipo de supervisores de flota) en este trabajo de graduación permitirá realizar un análisis del presupuesto de mantenimiento para determinar si en la operación de los camiones con antigüedad de más de 15 años, existen altas cargas, operación excesiva, área de trabajo en condiciones que afectan la integridad del vehículo adecuada, a operar cuando el proceso así lo requiera generan descontrol en los procedimientos establecidos. Si el cumplimiento de los lineamientos administrativos en el mantenimiento por parte de personal entrenado y calificado es ideal para dar mejorar la gestión de mantenimiento.

El presupuesto es limitado, este afecta directamente a la gestión del mantenimiento siendo, necesario revisiones mecánicas completas para evitar emergencias y mantenimientos correctivos que absorben el presupuesto actual. Por tanto el seguimiento al mantenimiento y el programa de control no refleja una

cooperación del operante para detectar las necesidades de un mantenimiento integral a la flota de camiones.

El limitado recurso, la operación fuerte, el tiempo, y la carencia de control de exceso de carga, velocidad de operación y exceso de trabajo a los operarios, y que genera la carencia de ejecución de una gestión adecuada de mantenimiento tanto correctivo como preventivo, pueden provocar el incremento de fallas constantes en camión, cambio recurrente de hojas de resorte, sobre esfuerzo de embrague y motor, originando consecuencias que afectan la operación de los equipos y maquinaria a cargo del departamento de mantenimiento, incidiendo de forma directa e inmediata en el cumplimiento de la misión asignada.

El límite de tiempo en reparaciones (por los horarios extensos de operación), presenta problema para poder programar los mantenimientos sobre todo para reparaciones correctivas. Adicionalmente la falta de unidades emergentes afecta en el continuo desarrollo y control de crecimiento de operación con el mismo recurso, mala operación debido a excesos de carga y jornadas extensas de trabajo, siendo estas partes fundamentales un manejo adecuado en la gestión.

3.2. Preguntas planteadas

A consecuencia de los problemas suscitados salen las siguientes preguntas:

3.2.1. Pregunta general

¿Cómo debe ser la gestión de mantenimiento preventivo y predictivo, para optimizar los costos; para una flota de camiones de entrega de bebidas?

3.2.2. Preguntas específicas

Las preguntas específicas son:

- ¿Cómo es el sistema de mantenimiento actual; es adecuado para la vida del equipo?
- ¿Qué recursos económicos, de infraestructura, personal y tiempo se tiene para realizar los mantenimientos correspondientes a las unidades?
- ¿Cuáles son las condiciones de operación estimadas, para el desarrollo de presupuesto para el mantenimiento de los camiones?

4. JUSTIFICACIÓN

Cubrir la demanda de venta por medio de la entrega del producto posterior a la venta, demanda un complemento de servicio a los clientes y para realizar el cierre de la negociación, lleva a un compromiso de disponibilidad de flota para el servicio. Es válido razonar que en los tiempos muertos en el proceso de entrega ocasionados por fallos repentinos parciales y totales en los camiones durante su operación demuestra carencia de planes de mantenimiento predictivo que minimicen o supriman fallos.

Tener el compromiso de un plan de mantenimiento adecuado y la certeza de contar con los recursos necesarios garantizará disponibilidad. Lleva a validar si el presupuesto es el adecuado para garantizar un mantenimiento predictivo-preventivo, ya que existen retrasos en reemplazos y reacomodamiento de piezas y no son autorizadas al momento que existe una falla (por mantenimiento correctivo) y no poder cubrir la necesidad de entrega. El autor refuerza, “costos por reparación y repuestos no presupuestados, por lo que se dará el caso que por falta de recursos económicos no se podrán comprar los repuestos en el momento deseado”. (Von Quednow, 2009, p.31)

El explote de ventas es a finales de mes y temporadas altas como Semana Santa y fin de año, lleva un desgaste acelerado de las unidades, debido la extensa operación (horas de trabajo y recorridos mayores), sobre carga de unidades y falta de mismas para cubrir la demanda de venta, esto evidencia la falta de recurso tanto físico (unidades) como económico para cubrir la necesidad de operación y de mantenimiento adecuado para la flota.

Tener indicadores y controles que permita medir: Sobregiros de presupuesto, jornada laboral de pilotos, condiciones de entrada y salida de camiones, costo por kilómetro, rendimiento, paros en ruta por desperfectos, porcentaje de utilización de flota y otros. Todos estos aspectos forman parte del sistema de producción, y dan información a tomar en cuenta para la debida gestión del sistema de mantenimiento.

Contar con un proceso de readecuación de piezas posterior a estudios predictivos, técnicas automatizadas como control de indicadores descritos por el autor a continuación, “Un indicador es un parámetro numérico que facilita la información sobre un factor crítico identificado en la organización, en los procesos o en las personas respecto a las expectativas”. (Garcés, 2011, p. 29) el control de órdenes de trabajo y revisiones 360 periódicas, ayudará a tener mejor gestión en el mantenimiento y los gastos reportados y los costos se podrán evidenciar a las altas gerencias para poder tomar decisiones sólidas.

Una adecuada gestión de mantenimiento (y por ende la ingeniería de mantenimiento) goza de total involucramiento en todo es estudio correspondiente, y dará como resultado, una optimizada estabilidad en la operación y garantizando un aporte enorme a la entidad (económica, social y laboral), para que también los usuarios de la flota gocen de equipos confiables para poder realizar sus labores diarias. El autor nos habla sobre la optimización del mantenimiento y su análisis, “La estrategia optima de mantenimiento, es aquella que minimiza el costo total, o sea, identifica el punto, donde el costo total es óptimo para mejorar la rentabilidad de la empresa”. (Garcés, 2011, p.59)

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo general

Analizar la gestión de mantenimiento preventivo y predictivo, para optimizar los costos flota de camiones de entrega de bebidas.

5.2. Objetivo específicos

1. Determinar si el sistema de mantenimiento actual es el adecuado para garantizar la disponibilidad y vida del equipo.
2. Determinar los recursos que se tienen en el desarrollo de los mantenimiento, costos, infraestructura, personal y tiempo disponible para la realización del proceso de mantenimiento.
3. Determinar las condiciones de operación, para el desarrollar una propuesta de presupuesto, en el mantenimiento de los camiones.

6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN

Dentro de los aspectos más importantes en profundizar en el estudio de la gestión actual es la “Disponibilidad de la flota para la operación”, por lo cual es necesario enfocarse en las siguientes necesidades para llegar a garantizar la disponibilidad que requiere la operación.

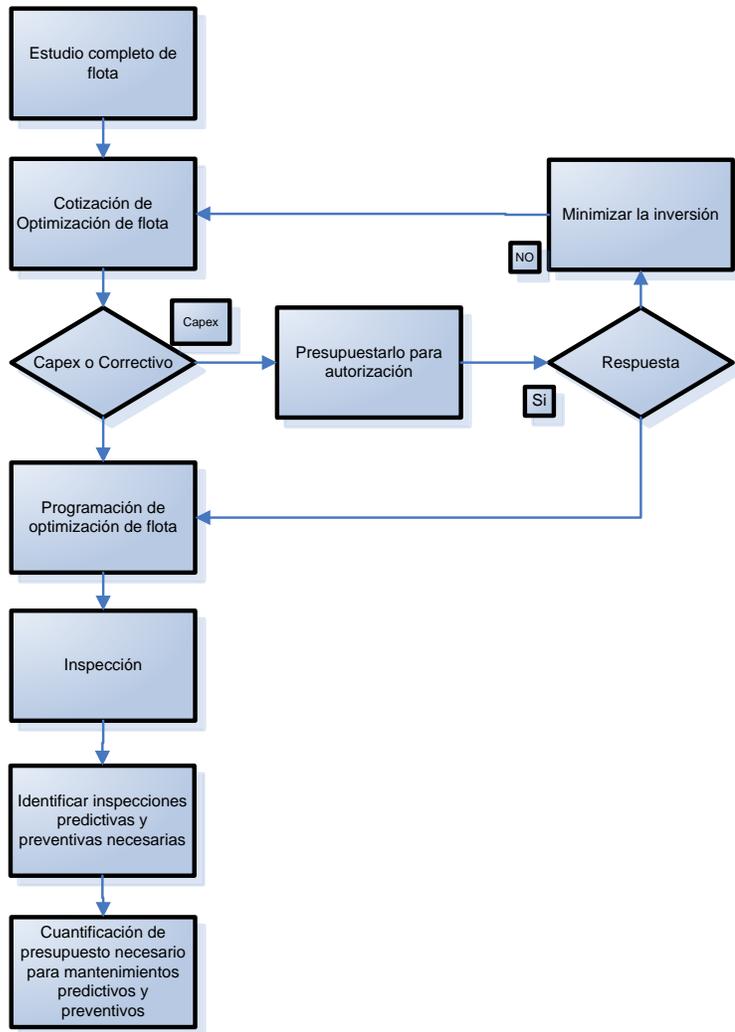
6.1. Específica

Disponibilidad de presupuesto, proveedores y asistencias, y personal para cubrir el mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo necesarios para la flota.

6.2. Generales

1. Ejecutar un análisis del presupuesto y optimizar por medio de mantenimientos correctivos fuertes para contar con una flota óptima que ayude a tener un presupuesto enfocado en su mayoría a mantenimiento predictivos y preventivos.
2. Tener una gestión adecuada que pueda dar soporte al seguimiento del mantenimiento solicitado por parte del piloto o los procedimientos predictivos que se realicen.
3. Evidenciar el presupuesto necesario para realizar las inspecciones predictivas y preventivas requeridas por las necesidades de la flota.
4. Disponer de flota (camiones) de *back up*, que ayuden a cubrir las rutas de trabajo y poder realizar los mantenimientos preventivos mayores y correctivos programados a la unidad correspondiente.

Figura 1 Esquema de necesidades a cubrir



Fuente: elaboración propia.

En la figura 1, se puede observar el proceso para cubrir las necesidades planteadas y poder trabajar en el proceso del análisis de la gestión, pero es necesario tener antes un estudio y una optimización de flota para poner en marcha el esquema de los últimos 3 cuadros del diagrama, llevará a que el proceso de resultados desde su ejecución.

7. MARCO TEÓRICO

La importación de tener una buena gestión en el mantenimiento de una flota es garantizar la conservación en las unidades como lo es la preservación según lo sustenta Salguero (2007) indica:

...se refiere al cuidado del recurso o equipo. Esta, a su vez se divide en preservación correctiva o preventiva, dependiendo del momento en que se haga el trabajo: será preventiva si se hizo solamente para proteger el recurso y correctiva si fue ejecutado para repararlo (p.4).

Por su parte, *Volvo Trucks North America, Inc.* (2003), enfatiza en el mantenimiento:

...La diferencia entre un vehículo con un mantenimiento deficiente y otro con buen mantenimiento no aparecerá sino hasta un tiempo después. El buen mantenimiento es necesario para garantizar la expectativa de vida diseñada para el vehículo y sus componentes individuales (p.3).

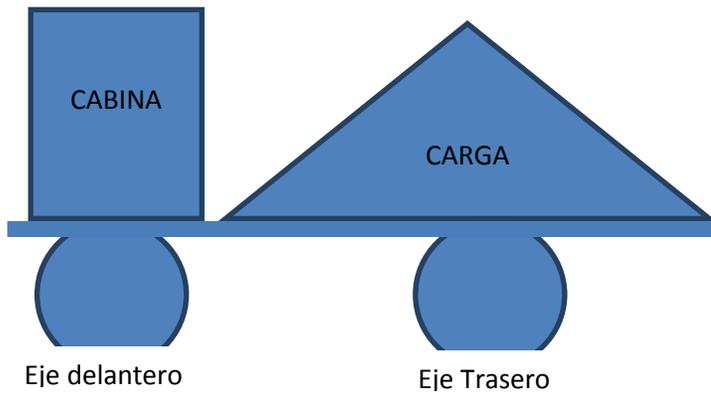
Por lo cual es necesario tomar en cuenta las condiciones de trabajo y aspectos técnicos de operación de los camiones, para encontrar el enfoque que correspondiente de mantenimiento.

7.1. Condiciones para operación de camiones

El manual de mecánica de vehículos (2005) remarca sobre la carga: “la carga deberá estar bien colocada, en forma sensible igual en toda su superficie destinada a ella, caso contrario, alguna rueda estaría peligrosamente recargada” (p.10), lo cual lleva a analizar las siguientes situaciones:

- Carga más pesada sobre eje trasero.
- Se distribuye equitativamente a ambos lados de del camión.
- La carga disminuye piramidalmente hacia la cola y la cabina del camión.

Figura 2. **Distribución de carga**



Fuente: elaboración propia, 2016.

7.1.1. Características de ruta

La figura 2 muestra cómo debe de ser la distribución de carga a lo largo de la carrocería, debido a que la ruta es bastante variada según territorio y tipo de mercado que tenga, pero lleva ciertas características comunes que pueden ser remarcadas. Román (2014) menciona la clasificación de las carreteras como: carreteras de primer orden: las pavimentadas de alta convergencia vial, carreteras de segundo orden: departamentales o municipales, y tercer orden: las no pavimentadas.

7.1.2. Características de flota actual

La flota actual consta de un lote de camiones, que has estado en operación constante desde su salida de la agencia distribuidora con las siguientes características:

- Marca Hino
- Año de fabricación entre 1990 a 2002.
- Series, FF175, FF3H.
- Capacidad de carga neta de 10 y 12 respectivamente

Tiene de 17 a 27 años de antigüedad, con una carrocería que le absorbe de 1 a 1.5 toneladas de capacidad de carga.

7.2. Tipo de mantenimiento

Aldana (2012) menciona algunos conceptos tipos de mantenimiento como el correctivo que son reparaciones hechas al quedar parada completa o parcial un equipo, proactivos que pueden ser debido al desgaste que se va generando con el uso y predictivas, que pueden ser planeadas para evitar la falla del equipo en condiciones controladas.

Además, y como aporte a un correcto funcionamiento del equipo indica Aldana (2012) a referirse a un correcto mantenimiento:

... “El efecto que tiene un correcto mantenimiento en los automóviles de reducción en la contaminación debido a un proceso de combustión eficiente, por lo que aumentar la eficiencia del sistema citas, no solo asegura una operación segura y rentable, sino que contribuye a mantener afinados los vehículos que circulan a diario por la ciudad” (p.93). Aunque el estudio es a nivel nacional y sobre todo en el área

rural, existen muchas zonas urbanas donde el efecto de la contaminación es considerable.

7.2.1. Mantenimiento predictivo

Predictove (2009) define:

...El mantenimiento predictivo es una técnica para pronosticar en punto futuro de rotura o avería de un componente o máquina, de tal forma que dicho componente pueda reemplazarse, con base en un plan, justo antes de que falle. Así, el tiempo muerto del equipo se minimiza y el tiempo de vida del componente se maximiza. (p.3)

Así se pueden disminuir considerablemente pérdidas en producción por tiempos muertos y daño de piezas por fallo de otras.

El mantenimiento predictivo considera varias disciplinas como lo enfoca Predictove (2009) enfocándolo en tres disciplinas como lo son la vigilancia de las máquinas, protección de máquinas y diagnóstico de averías.

7.2.2. Mantenimiento correctivo no programado

Hernández (2012), menciona “Corrección de las averías o fallas, cuando estas se presentan, y no planificadamente, al contrario del mantenimiento predictivo” (p.27).

7.2.3. Mantenimiento correctivo programado

Hernández (2012), se refiere al respecto “El mantenimiento correctivo programado consiste en la reparación de un equipo o máquina cuando se dispone

del personal, repuestos, y documentos técnicos necesarios para realizarlo” (p.27).

7.3. Conservación de flota

El mantenimiento de la flota va ligada directamente a la conservación de la flota, tal y como lo describe el autor, “el mantenimiento se concibe para conservar los equipos y maquinarias que nos sirven para el desarrollo de actividades cotidianas.” (Basabe, 2009, p.34). Por tanto, la conservación de la flota es necesaria para que desarrolle su trabajo de manera adecuada con el mantenimiento correspondiente.

7.4. Planeación del mantenimiento

La importancia de establecer parámetros y tener procesos definidos es ideal, lo cual lleva a que todo el mantenimiento sea llevado a través de la planificación necesaria, según dice el autor “Planear es, sin duda una de las actividades características en el mundo contemporáneo, la cual se vuelva más necesaria ante la creciente interdependencia y rapidez que se observa en el acontecer de los fenómenos económicos, políticos, sociales y tecnológicos” (Salguero, 2007, p.6). Lo que guía a soportar la importancia de la necesidad planteada de realizar un estudio de la flota que está en funcionamiento con su necesidad para planificar que es lo que se debe de realizar.

Para tener claro que la planificación ideal es necesario contar con un plan de mantenimiento, el autor se refiere “este estudio se denomina Análisis de Criticidad, sus resultados condicionales el Plan de Mantenimiento, el modelo de gestión y reposición de cada repuesto o material, el sistema de asignación de prioridades en caso de avería”. (Gómez, 2010, p.93).

7.5. Mantenimiento predictivo por análisis de aceites

El análisis de aceite consiste en validar las condiciones del mismo a determinado tiempo de operación y da resultados para ver si se puede prologar su utilización, tal como lo dice Padilla “incluye cambios programados del aceite y su análisis. El análisis es importante porque el rendimiento del aceite del motor se degrada lentamente con el tiempo. Esta degradación ocurre a medida que aumentan las cantidades de contaminantes y metales de desgaste” (Padilla, 2013, p.21).

Las condiciones de operación, el ambiente al que está expuesto y la calidad del mismo pueden variar estos resultados, pero por lo regular hay ciertos criterios que se toman en este análisis. Tal y como lo menciona el autor “En condiciones severas de operación, el proceso de degradación puede acelerarse. Tanto en condiciones normales como severas, el aceite del cárter terminar perdiendo la capacidad de lubricar y proteger las piezas del motor contra daños y desgaste acelerado” (Padilla, 2013, p. 22). Por lo cual el territorio y sus contaminantes, carga, tipo de ruta entre otros generan un desgaste particular para el motor.

Además, se puede observar, que esta técnica ha evolucionado y se puede contar con métodos más eficientes para su elaboración, según el autor “El Análisis SOSSM de aceite divide el análisis del aceite del motor en tres categorías básicas: régimen de desgaste, estado del aceite y pruebas adicionales” (Padilla, 2013, p.22).

Además, la utilización del proceso puede dar índices de contaminantes ajenos a la operación de combustión y poder detectar otras posibles fallas en los otros componentes del vehículo tal y como lo dice el autor “El análisis del estado del aceite detecta hollín, productos derivados de la oxidación y la nitración y

compuestos/ácidos de azufre. La prueba puede detectar también contaminación causada por agua, combustible y glicol del refrigerante” (Padilla, 2012, p.29). Con esto se puede tomar la decisión de que acciones tomar incluso de poder profundizar en alguna prueba de un contaminante en específico.

7.6. Gestión de mantenimiento

La importancia de tener recurso para el mantenimiento es primordial, no obstante, el saberlos administrar es lo que garantizará la disponibilidad de la flota para el proceso de entrega por tanto y como menciona Martin “El objetivo principal de mantenimiento es que los vehículos e encuentre en estado óptimo de funcionamiento y que se asegura además la seguridad del conductores y los pasajeros/carga. El mantenimiento buscará por tanto la máxima disponibilidad a mínimo coste” (Martin, 2010, p.12).

7.6.1. Optimización de costos

La optimización de los costos de mantenimiento ayuda a ser más rentable el negocio como menciona el autor, Garcés (2011):

... Al disminuir los costos de mantenimiento por pedidas se podría aumentar el margen potencial de ganancias, sosteniendo la influencia del costo de mantenimiento, en el costo final del producto ... es por ello que las empresas pueden abrir la mente de ver en el mantenimiento una oportunidad de mejorar y no un costo más que perjudica la rentabilidad. (p.58).

Además, relacionada con los indicadores a trabajar en esta investigación el investigador nos indica la importancia de la optimización, Garcés (2011):

...El mejoramiento de los ratios de disponibilidad y eficiencia y la reducción de costos de mantenimiento generan una mayor rentabilidad para la empresa. Es por ello que es necesario implementar un indicador en el que indica si la rentabilidad

mejora o no optimizando el mantenimiento preventivo. (p.68). Los indicadores (KPI's), que indicarán la rentabilidad son los costos por mantenimiento que se proponen para analizar en el presente proyecto.

7.7. Mantenimiento predictivo y preventivo

Cabe mencionar que el mantenimiento preventivo no depende únicamente de una programación con el mecánico proveedor sino que también depende de los demás recursos de la empresa, sobre todo de la disponibilidad del tiempo, tal y como lo dice el autor en el texto “Para un mantenimiento preventivo es necesarios contar con el apoyo de todo el personal dentro de la empresa para poder planificarlo adecuadamente, es de suma importancia mencionar, que la base del mantenimiento preventivo está en función del tiempo” (Cantoral, 2009, p.16) aunque el concepto de mantenimiento predictivo está muy enfocado en ensayos no destructivos.

En las pautas de tipos de mantenimiento el autor refiere: “Los instrumentos utilizados para realizar este tipo de mantenimiento son de un alto costo, sin embargo, hay que destacar que la mayoría de las inspecciones se realizan con el equipo en funcionamiento y sin causar paros en la misma” (Cantoral, 2009, p.18). Se puede empezar con promover estas y validar su efectividad y posteriormente migrar a los otros métodos.

7.8. Reglamentación de tránsito nacional

Las reglamentaciones que exigen y en las que se debe enfocar el mantenimiento, según la ley de Tránsito de Guatemala (2013), al respecto:

...Adicionalmente a lo preceptuado en el artículo anterior, los vehículos pesados deberán contar con el siguiente equipo y aditamentos:

- Cintas reflectivas, lateral y posterior.

- Luces dimensionales parte frontal, lateral y posterior del vehículo.
- Intermitentes ámbar frontal superior y rojas posterior superior del transporte escolar y colectivo.
- Extinguidor de incendios
- No tirar Hollín ni humo negro. (p.11).

7.9. Análisis de puntos críticos

La importancia de tener claro los puntos de enfoque del mantenimiento con prioridades previstas e identificadas ayudará a una mejor planificación del proceso, al respecto del análisis de criticidad Tovar (2007) indica:

...permite establecer la jerarquía o prioridades de procesos, sistemas y equipos creando una estructura que facilita la toma de decisiones acertadas y efectivas, direccionando el esfuerzo y los recursos en áreas donde sea más importante y/o necesarios mejorar la confiabilidad de operaciones. (p.8) Esto lleva a enfocarse en ciertos puntos como se mencionaba en los capítulos anteriores, para concentrarse en lo que impacta más a la operación.

Por ende, para aplicar este análisis es necesario enfocarse en los aspectos que menciona el texto, según dice Tovar: “Tiene su máxima aplicabilidad cuando se ha identificado al menos alguna de las siguientes necesidades:

- Fijar prioridades de sistemas complejos
- Administrar recursos escasos
- Crear valor
- Determinar impacto en el negocio
- Aplicar metodologías de confiabilidad operacional” (Tovar , 2007, p.19).

8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ÍNDICE DE TABLAS

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y FORMULACIÓN DE PREGUNTAS

ORIENTADORAS

OBJETIVOS

RESUMEN DE MARCO METODOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Condiciones para operación de camiones

1.1.1. Características de ruta

1.1.2. Características de flota actual

1.2. Tipos de mantenimiento

1.2.1. Mantenimiento predictivo

1.2.2. Mantenimiento correctivo no programado

1.2.3. Mantenimiento correctivo programado

1.3. Conservación de flota

1.4. Planeación del mantenimiento

1.5. Mantenimiento predictivo por análisis de aceite

1.6. Gestión de mantenimiento

1.6.1. Optimización de costos

1.7. Mantenimiento predictivo-preventivo

1.8. Reglamentación de tránsito nacional

1.9. Análisis de puntos críticos

2. DIAGNÓSTICO

3. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS

4. PROPUESTA

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

ANEXOS

9. METODOLOGÍA

9.1. Diseño de la investigación

El desarrollo del trabajo será no experimental, ya que se basará en resultados y condiciones ya obtenidos por el proceso de mantenimiento.

9.2. Tipo de estudio

Se realizará por medio descriptivo, debido a que ya tiene una metodología de trabajo y se tienen datos de mantenimientos, presupuestos y flota correspondiente, se puede profundizar sobre el estudio y análisis que se realiza.

9.3. Alcance

El alcance es cuantitativo y cualitativo, debido a que los resultados de costos, rendimiento y en enumeración de fallas mensuales. Como condiciones no medibles de las unidades.

9.4. Variables e indicadores

Los indicadores serán las KPI's, significativas y también se empleará un Pareto para ver dónde se impacta más el gasto de mantenimiento. La altitud a utilizar es:

- Costo por Kilómetro recorrido: $(\text{mantenimiento} + \text{combustible}) / \text{kilómetros recorridos}$

- Costo por kilómetro sin combustible: mantenimientos/kilómetros
- Costo por llanta: costo llantas/kilómetros
- Rendimientos: kilometraje/galones

Pareto:

- Mantenimiento correctivo, preventivo, llantas.
- Motor, diferencial, transmisión, tren delantero.

Pareto realizados por agencia y el desglose será por unidad para evidenciar dónde está el mayor gasto.

9.5. Fases de la investigación

Las fases de la investigación se distribuyen de la siguiente manera.

9.5.1. Levantamiento de información

Se documentará tanto métodos de investigación como tesis y otros documentos, como todos los soportes correspondientes de los trabajos realizados a lo largo de uno o más años de operación de los camiones.

9.5.2. Evaluación de los equipos

Se realizará una evaluación completa de las unidades y se levantará un conjunto de necesidades de las mismas, para establecer la situación real de los equipos y realizar la clasificación correspondiente según la jerarquía de necesidad.

9.5.3. Estandarización de procesos

Se establecerá qué procesos se seguirán para los respectivos mantenimientos (predictivos-preventivos), para realizar el resultado en marcha de los mismos. Inicialmente con una muestra. Corregir los problemas mayores para que el proceso este aplicado en similares condiciones a cada unidad.

9.5.4. Optimización de costos

Al tener procesos estandarizados se podrá enfocar el estudio en la posible optimización de costos y otros recursos si fuese factible. Esto dará una carta de presentación al proyecto, dando el resultado para tener una oportunidad de mejora sustentable.

9.6. Resultados

Se espera disminuir los correctivos no programados y por ende, tener un control del presupuesto para que lo que se asigne sea evidenciado en que se utiliza y soportar si existiese algún faltante del mismo.

10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Las técnicas que se utilizarán son las de tipo descriptivas, porque se analizan las variables actuales con el historial de los costos, tipos de mantenimiento, entre otros.

Se realizará un análisis desglosado de la siguiente manera: servicios tipo 1, servicios tipo 2, suspensión, diferencial, transmisión, llantas, eléctrico, embrague, frenos, motor, hidráulico y sistema de enfriamiento. Esto se desarrollará con un total por país, los que salgan más altos en el 80-20 realizado, y se desglosará por región, agencia y unidad. El punto es enfatizar dónde existió un mayor gasto y en qué clase de mantenimiento se está realizado la mayor inversión.

11. CRONOGRAMA

Dentro del cronograma se pueden ver 9 etapas, que abarcan de 1 a 8 semanas cada una

Etapa 1: Recaudación de información por medio de tesis y documentos relacionados, par a obtener métodos técnicos y opiniones de otros profesionales del área.

Etapa 2: Se define la mejor metodología aplicable al área de investigación, según condiciones actuales de operación.

Etapa 3: Análisis de unidades, estado mecánico y necesidades.

Etapa 4: recaudación de información histórica de las unidades, costos, tipos y periodos de mantenimiento.

Etapa 5: Análisis de criticidad, según el estado mecánico e histórico de las unidades.

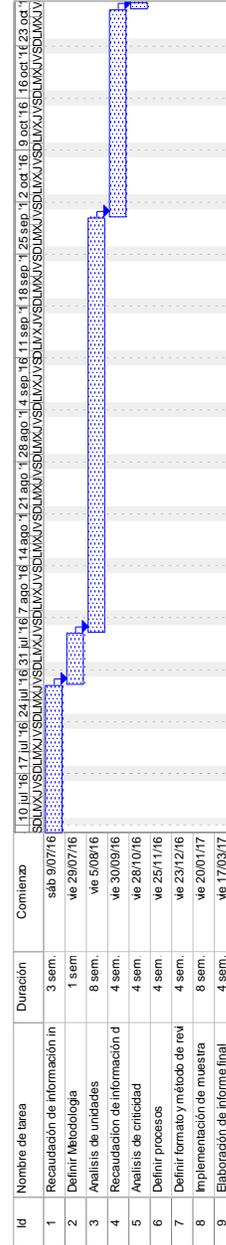
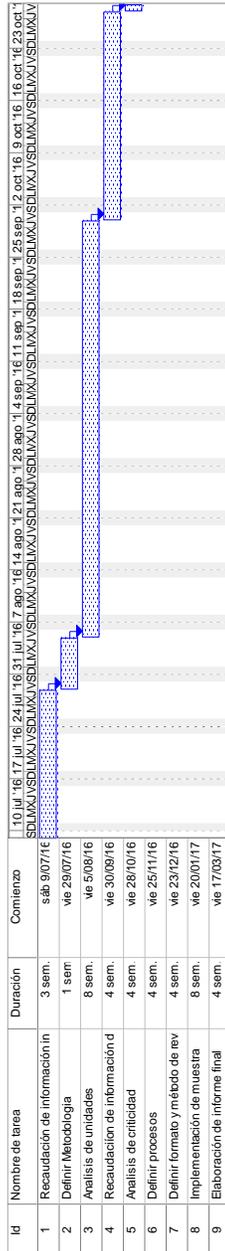
Etapa 6: Se definirán los procesos de mantenimiento preventivo, predictivo, pero sobre todo el proceso de gestión de los gastos para enfocarse en los recursos necesarios.

Etapa 7: Definición de formatos. Basado en los procesos suscitados.

Etapa 8: Implementación de muestra, esta para hace valido el análisis y ver resultados que se obtienen y proyectar los que obtendrán a nivel nacional.

Etapa 9: Elaboración de etapa final, según procesos definidos, análisis de costos y proyección de impacto nacional. Véase figura 3.

Figura 3. Cronograma de actividades



Fuente: elaboración propia.

12. RECURSOS NECESARIOS Y FACTIBILIDAD DE ESTUDIO

Dentro de los recursos necesarios para el estudio, se realizará con el acceso a la información, trabajo de supervisores de campo, acompañamiento de jefes de áreas sobre todo de pilotos para apoyar durante el proceso del estudio. Revisión de campo y validación de estado de unidades, estudio de la ruta y condiciones de operación de las unidades como si es apto o no la unidad para el territorio.

- Recursos Físicos: unidades, talleres dentro de agencias y otros.
- Recursos humanos: supervisores, pilotos.

Factibilidad teórica: datos que se van a obtener del sistema e histórico de las unidades, tesis y documentos relacionados con mantenimiento, gestión de mantenimiento y gerencia de mantenimiento. Costos de operación, rendimientos históricos, sobregiros, y planes de mantenimiento realizados actualmente dentro de la administración actual. Datos de las unidades, esto se refiere a condiciones de fábrica o manual de fabricante.

Factibilidad técnica: los estudios realizados a los equipos, antigüedad de equipo histórico de camiones por falla. Condiciones en agencias para dar mantenimiento. Rendimiento actual y costo por kilómetro, fallas puntuales repetitivas, condición de operación (tipo de pilotos, territorio, carga, cantidad de paradas, etc.), para determinar qué impacto pueden tener en el mantenimiento cada uno de estos aspectos.

Recurso financiero para el estudio: este recurso es necesario para el estudio, para profundizar en los estudios de campo y documentar la información.

Tabla I. Recurso financiero para estudio

Descripción	Costos Q
Viáticos y hospedaje	Q 5,000.00
Papelería	Q 300.00
Herramientas de estudio	Q 500.00
Horas hombre (104 horas)	Q 4,160.00
Asesor	Q 2,500.00
Total	Q 12,460.00

Fuente: elaboración propia.

En la tabla I, se detalla el recuso que se invertirá dentro del estudio, se tomaron en cuenta gastos de viáticos y papelería, dentro de las herramientas se tiene estimado, medidores de profundidad de labor de llanta y calibradores de presión de aire de las llantas; otros estudios que se realizarán, se llevarán a cabo por mecánicos de la empresa y proveedores, ya que ellos cuentan con el recurso y no existe impedimento en la utilización de estos recursos, por el contrario el estudio estará respaldado por el acompañamiento directo de la empresa.

13. BIBLIOGRAFÍA

1. Aguirre, C. (2015). *Análisis de costos del servicio de mantenimiento para camiones de carga pesada y diseño de estrategia de postventa caso AUTEK S.A.* Tesis Carrera de Contabilidad y Auditoría. Universidad Politécnica Salesiana de Guayaquil. Ecuador.
2. Aldana, V. (2012). *Mejoramiento de las rutinas de mantenimiento predictivo automotriz basado en un desarrollo sostenible.* Tesis Ingeniería Mecánica Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
3. Basabe, F. (2009). *Estudio del impacto generado sobre la cadena de valor a partir del diseño de una propuesta para la gestión del mantenimiento preventivo en la cantera salitre blanco de Aguilar Construcciones S.A.* Tesis de Ingeniería Industrial. Facultad de Ingeniería. Universidad Pontificia Javeriana. Bogotá Colombia.
4. Cantoral, H. (2009). *Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para la Industria de Café Quetzal.* Tesis Ingeniería Mecánica. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
5. Garcés, M. (2011) *Optimización del mantenimiento preventivo en función del costo “en la empresa Bioalimentar Cía. Ltda.”.* Tesis de Ingeniería Mantenimiento. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Ecuador-

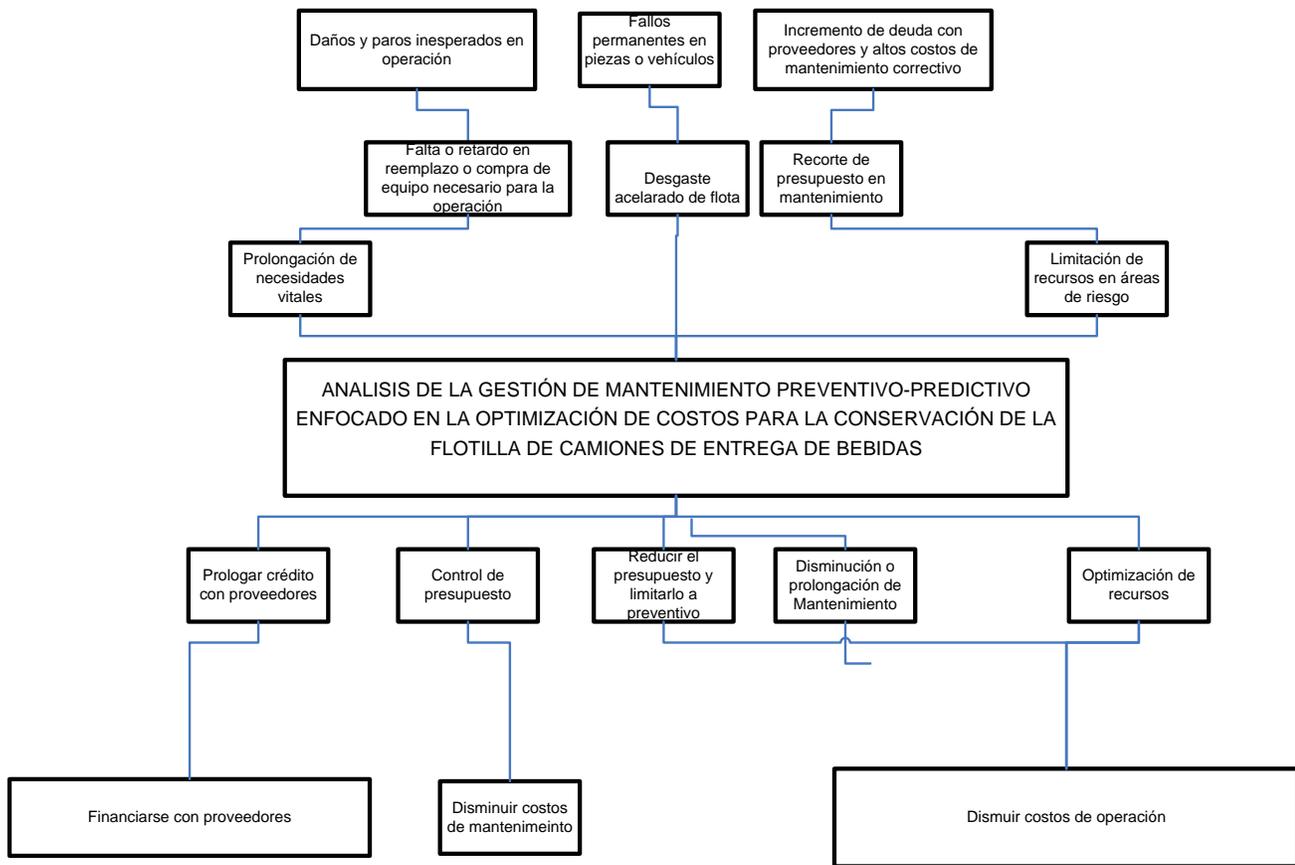
6. Girón. J. (2007). *Propuesta de un plan de mantenimiento para los vehículos repartidores de Gas Único, S.A. (DAGAS, S.A.)*. Tesis Ingeniería Mecánica. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
7. Gómez. E. (2010). *Modelo gerencia para la administración del mantenimiento y operación de la flota de vehículos de la unidad de equipo pesado de Mansarovar Energy Colombia Ltd.* Tesis Especialización en Gerencia de Mantenimiento, Universidad industrial de Santander. Colombia.
8. Hernández, M. (2012). *Implementación del mantenimiento preventivo y correctivo para el mejoramiento del rendimiento de los equipos computacionales de escritorio y laptop, de la Fundación Salvador del Mundo.* Tesis Técnico en Ingeniería de Hardware. Universidad Tecnológica del Salvador. El Salvador.
9. Ley de Tránsito de Guatemala, (2013). Consultado 2 de octubre 2016: <http://www.scp.gob.gt/dam/municipalidad-scp/documentos/Decretos/LEY-DE-TRANSITO/LEY%20DE%20TRANSITO.pdf>. Guatemala.
10. Manual de Servicio de Camiones. (2003). Consultado 26 de noviembre 2016. Página web de camiones: http://www.volvotrucks.com/SiteCollectionDocuments/VTNA_Tree/Mexico/pdf_files_/PV776-TSP188821.pdf . USA. Volvo Trucks North America Inc.
11. Martín. M. (2010). *Método para la gestión eficiente del combustible en flotas de vehículos con rutas fijas.* Aplicación a una empresa de construcción. Tesis Ingeniería. Universidad de Sevilla. España.

12. Mecánica de Vehículos Pesados, (2005). Consultado 26 de noviembre 2016, Página web de maquinaria pesada: <http://www.maquinariaspesadas.org/blog/1721-manual-mecanica-vehiculos-pesados>. España, Pons Editorial.
13. Padilla, N. (2013). *Análisis de aceite para detección temprana de fallas en motores caterpillar*. Tesis Ingeniería Mecánica. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
14. Predictove, (2009). *Mantenimiento Predictivo*. Curso de mantenimiento predictivo y sus distintas técnicas de aplicación. Parque Tecnológico San Sebastián Guipúzcoa. España.
15. Román, D. (2014). *Determinación in situ de componentes críticos para el mantenimiento preventivo de los principales equipos de pavimentación de concreto hidráulico, para carreteras de primer orden en Guatemala*. Tesis Maestría en Ingeniería de Mantenimiento, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
16. Salguero, H. (2007). *Proceso de gestión de calidad en mantenimiento*. Tesis Ingeniería industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
17. Tovar, F. (2007). *Análisis de criticidad y formulación de un plan de mantenimiento rutinario para los molinos de bolas*. Tesis Especialidad en Diseño y Mantenimiento Industrial. Universidad Simón Bolívar.

18. Von Quednow, O. (2009). *Implementación de un sistema de mantenimiento predictivo aplicado al mejoramiento de la rentabilidad de la flota de camiones de asfalto en Shell Guatemala*. Tesis de Ingeniería Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala.

14. ANEXOS

Figura 3. Árbol del problema



Fuente: elaboración propia.

