



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

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA EL CONTROL QUE INVOLUCRE UN MONITOREO
FRECUENTE DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS VEHÍCULOS EN EL
DEPARTAMENTO DE LOGÍSTICA DE LA EMPRESA FLECARG S.A.**

Carlos Raúl Cifuentes Rodas

Asesorado por el Mtro. Ing. Luis Cristián García Estrada

Guatemala, septiembre de 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA EL CONTROL QUE INVOLUCRE UN MONITOREO
FRECUENTE DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS VEHÍCULOS EN EL
DEPARTAMENTO DE LOGÍSTICA DE LA EMPRESA FLECARG S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA DIRECCIÓN DE LA
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
POR

CARLOS RAÚL CIFUENTES RODAS
ASESORADO POR EL MTRO. ING. LUIS CRISTIÁN GARCÍA ESTRADA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECANICO

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO A.I.	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Ing. Kevin Armando Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO A.I.	Ing. José Francisco Gómez Rivera
EXAMINADOR	Ing. Roberto Guzmán Ortíz
EXAMINADOR	Ing. Herbert Samuel Figueroa Avendaño
EXAMINADOR	Ing. Rigoberto Rafael Sandoval López
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

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 PARA EL CONTROL QUE INVOLUCRE UN MONITOREO
FRECUENTE DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS VEHÍCULOS EN EL
DEPARTAMENTO DE LOGÍSTICA DE LA EMPRESA FLECARG S.A.**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Estudios de Postgrado con fecha 6 de noviembre de 2022.

Carlos Raul Cifuentes Rodas



EPPFI-PP-1532-2022

Guatemala, 6 de noviembre de 2022

Director
Gilberto Morales Baiza
Escuela De Ingenieria Mecanica
Presente.

Estimado Ing. Morales

Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería.

El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el Diseño de Investigación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA EL CONTROL QUE INVOLUCRE UN MONITOREO FRECUENTE DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS VEHÍCULOS EN EL DEPARTAMENTO DE LOGÍSTICA DE LA EMPRESA FLECARG S.A.**, el cual se enmarca en la línea de investigación: **Gestión del Mantenimiento - Aseguramiento del cumplimiento del programa de mantenimiento**, presentado por el estudiante **Carlos Raúl Cifuentes Rodas** carné número **201212958**, quien optó por 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 en ARTES en Ingeniería De Mantenimiento.

Y 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 Décimo, 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.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Luis Cristián García Estrada
Ingeniero Electrónico
Col.: 10772

Mtro. Luis Cristián García Estrada
Asesor(a)

Mtra. Rocío Carolina Medina Galindo
Coordinador(a) de Maestría



Mtro. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería





EEP-EIM-1305-2022

El Director de la Escuela De Ingenieria Mecanica de la Facultad de Ingenieria de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA EL CONTROL QUE INVOLUCRE UN MONITOREO FRECUENTE DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS VEHÍCULOS EN EL DEPARTAMENTO DE LOGÍSTICA DE LA EMPRESA FLECARG S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Carlos Raúl Cifuentes Rodas**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingenieria en esta modalidad.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Gilberto Enrique Morales Baiza
Director
Escuela De Ingenieria Mecanica

Guatemala, noviembre de 2022



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Decanato
Facultad e Ingeniería

24189101- 24189102

LNG.DECANATO.OIE.80.2023

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, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA EL CONTROL QUE INVOLUCRE UN MONITOREO FRECUENTE DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS VEHÍCULOS EN EL DEPARTAMENTO DE LOGÍSTICA DE LA EMPRESA FLECARG S.A.**, presentado por: **Carlos Raul Cifuentes Rodas** después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Firmado electrónicamente por: José Francisco Gómez Rivera
Motivo: Orden de impresión
Fecha: 25/09/2023 19:40:29
Lugar: Facultad de Ingeniería, USAC.

Ing. José Francisco Gómez Rivera
Decano a.i.



Guatemala, septiembre de 2023

Para verificar validez de documento ingrese a <https://www.ingenieria.usac.edu.gt/firma-electronica/consultar-documento>

Tipo de documento: Correlativo para orden de impresión Año: 2023 Correlativo: 80 CUI: 1693748310101

Escuelas: Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, - Escuela de Ciencias, Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos (ERIS). Postgrado Maestría en Sistemas Mención Ingeniería Vial. Carreras: Ingeniería Mecánica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería en Ciencias y Sistemas. Licenciatura en Matemática. Licenciatura en Física. Centro de Estudios Superiores de Energía y Minas (CESEM). Guatemala, Ciudad

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Mi Padre celestial, quien fue mi guía y quien me dio sabiduría en todo momento.

Mis padres

Mi apoyo incondicional, que con mucho esfuerzo y dedicación me dieron la oportunidad de estudio y con amor me brindaron el mejor ejemplo para ser una persona de bien.

Mi hermana

Mi ejemplo de perseverancia, quien estuvo conmigo en todo momento, dándome consejos sabios y motivándome a no rendirme.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Alma mater que me abrió sus puertas para prepararme profesionalmente.
Facultad de Ingeniería	Por proporcionar los medios para forjarme como profesional del mantenimiento.
Mi asesor	Quien me guio en el desarrollo de esta investigación.
Mi novia	Quien siempre creyó en mí, brindándome su amor en los momentos buenos y malos.

INDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	5
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
3.1. Descripción del problema	9
3.2. Delimitación del problema	10
3.3. Formulación de preguntas orientadoras	10
3.3.1. Pregunta central	10
3.3.2. Preguntas Auxiliares.....	10
4. JUSTIFICACIÓN	13
5. OBJETIVOS	15
6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN.....	17
7. MARCO TEÓRICO.....	21
7.2. Logística de transporte	21
7.2.1. Importancia de la logística de transporte	21
7.2.2. Proceso productivo	22

7.2.3.	Acerca de la empresa	23
7.3.	Camiones	23
7.3.1.	Clasificación de camiones	23
7.3.1.1.	Camión tipo cisterna.....	24
7.3.1.2.	Camión tipo furgón	25
7.3.1.3.	Camión tipo carrocería	25
7.4.	Tipos de mantenimiento	26
7.4.1.	Mantenimiento preventivo	27
7.4.2.	Mantenimiento correctivo	27
7.5.	Control de mantenimiento	27
7.5.1.	Tipos de registros.....	28
7.5.1.1.	Registros de trabajos	28
7.5.1.2.	Registros de inventarios	28
7.5.1.3.	Registros de costos	29
7.5.1.4.	Registros de calidad.....	29
7.5.2.	Norma ISO 55000:2014	30
7.6.	Procedimiento de mantenimiento.....	30
7.6.1.	Plan de mantenimiento.....	30
7.6.1.1.	Codificación de equipos	30
7.6.1.2.	Orden de trabajo	31
7.6.1.3.	Base de datos de equipo.....	32
7.6.2.	Monitoreo de condición	32
7.6.3.	Norma ISO 17359:2018	33
7.7.	Fallas.....	35
7.7.1.	Clasificación de fallas.....	35
7.7.2.	Origen de las fallas.....	36
7.7.3.	Análisis de criticidad.....	37
8.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS DEL INFORME FINAL....	39

9.	METODOLOGÍA.....	41
9.2.	Variables e indicadores	41
9.3.	Fases.....	42
9.3.1.	Revisión Documental.....	42
9.3.2.	Trabajo de campo	42
9.3.3.	Trabajo de gabinete.....	42
9.3.4.	Redacción de documento	43
9.4.	Población de análisis.....	43
9.5.	Resultados esperados.....	43
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	45
11.	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	47
12.	FACTIBILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	49
	REFERENCIAS	53
	APÉNDICES	57

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

Figura 1.	Esquema de solución	20
Figura 2.	Proceso Productivo	22
Figura 3.	Camión tipo cisterna.....	24
Figura 4.	Camión tipo furgón	25
Figura 5.	Camión tipo carrocería	26
Figura 6.	Codificación de equipos	31
Figura 7.	Diagrama de monitoreo de condición	34
Figura 8.	Cronograma de las actividades	47

TABLAS

Tabla 1.	Variables e indicadores	41
Tabla 2.	Recurso humano	50
Tabla 3.	Recurso tecnológico	50
Tabla 4.	Recurso físico.....	51
Tabla 5.	Recursos materiales.....	51

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Km	Kilómetros.
Km/gal	Kilómetros por galón.
Ton	Toneladas.
V.O.S.O	Ver, Oír, Sentir, Olfatear.

GLOSARIO

Activo	Máquina destinada al trabajo de producción de una empresa.
Criticidad	Condición o estado del mal estado de una máquina.
Codificación	Identificación de una máquina con base en sus siglas y área de producción, con el fin de simplificar y unificar al momento de inventarios u otra actividad.
Gestión	Conjunto de operaciones y pasos para administrar el mantenimiento de una máquina.
GPS	<i>Global Positioning System</i> (Sistema de posicionamiento Global).
ISO	<i>International Organization for Standardization</i> (Organización Internacional de Estandarización).
Logística	Actividad administrativa que abarca la planificación de y ejecución de operaciones destinadas con un fin.
Máquina	Elemento utilizado para aprovechar y dirigir la acción de una fuerza.

Monitoreo	Seguimiento de un proceso, verificando y validando los pasos realizados.
Protocolo	Conjunto de reglas y procedimientos establecidos de manera anticipada a un evento.
Software	Programas utilizados en computadora para desempeñar una tarea, con el fin de simplificar los métodos manuales.
Suministros	Abastecimientos usados en la industria para producir su producto final.
V.O.S.O.	Inspección realizada previa a un mantenimiento, donde es esencial no tener contacto por medio de tecnologías de inspección de mantenimiento.

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo constituye una sistematización, debido a que se propone un plan de control con monitoreo frecuente en el mantenimiento preventivo, el cual conlleva una serie de pasos para la mejora en la eficiencia de los vehículos de la empresa Flecarg S.A.

El problema que se presenta es la falta de control en los mantenimientos preventivos del transporte pesado de la empresa Flecarg S.A. El mismo afecta a los clientes y colaboradores que reciben y dan el servicio de viajes con transporte pesado, podemos mencionar que las posibles causas del problema son: debido a que los movimientos han ido en incremento la falta de personal en el área de mantenimiento se ha hecho notable. Además, carecen falta de registros o un historial de fallas de cada vehículo.

La importancia de la solución se debe a que se transporta producto perecedero por lo que es necesario un monitoreo frecuente del mantenimiento preventivo de los vehículos, para evitar paradas no programadas que provoquen retrasos en la ruta con un impacto directo con el cliente.

El aporte que se obtendrá con esta investigación es la reducción en los consumos de combustible, como también la reducción en gastos extras de repuestos y paradas no previstas en las rutas.

En los resultados esperados se podrá observar una disminución de las fallas en las unidades que provoquen paradas no programadas en ruta, las cuales

provocan atrasos en las entregas y un alza en los costos previstos de repuestos y mano de obra en trabajos llevados a cabo a las unidades.

El esquema de solución propone ver de manera gráfica el porcentaje que nos indicara las causas por las cuales no se tiene un control de mantenimientos preventivos, también se realizará un listado con descripción de nuevos parámetros y procedimientos estandarizados como protocolo al momento de ocurrir una falla. Se realizará un diagrama de frecuencias, identificando las fallas más recurrentes para establecer controles de prevención.

La elaboración de la investigación es factible en función de la disponibilidad de la información teórica y se cuenta con los respectivos permisos para llevar a cabo la investigación por parte de la gerencia de la empresa, así mismo su financiamiento para que se lleve a cabo la investigación.

En el capítulo I marco teórico, se fundamenta en el estudio y funcionamiento de la empresa Flecarb S.A., que cuenta con vehículos de transporte pesado a disposición de empresas con necesidad de transportar de un punto a otro suministros y materia prima, además de teoría referente la gestión del mantenimiento necesarios para llevar los controles necesarios con un monitoreo frecuente en los mantenimientos preventivos de los vehículos, con tipos de fallas recurrentes y su origen, teniendo en cuenta un análisis de criticidad para la clasificación de los vehículos y su prioridad de cuidado en la programación de los mantenimientos preventivos.

En el capítulo II del índice propuesto, se hará el desarrollo de la investigación.

En el capítulo III del índice propuesto, se hará la presentación de resultados.

En el capítulo IV del índice propuesto, se hará la discusión de resultados.

2. ANTECEDENTES

Marrero-Hernández y otros (2019) indican que se realizó un análisis en las características del control llevado por ciertas organizaciones y lo que perjudica en la secuencia de procesos realizados, se propone una guía para la administración del mantenimiento, que involucra técnicas donde favorezca la gestión del mantenimiento y que sea más fácil la solución de las fallas. Se implementaron métodos que unifican todas las herramientas y hacen más fluida la gestión del mantenimiento, realizando investigación de otros métodos usados para comparar debilidades y mejoras posibles de implementar.

En el modelo se muestra que la aplicación de la programación lineal entera por metas para un sistema de activos ha servido para comprobar que el modelo diseñado e implementado funciona. Los resultados obtenidos contribuyen a una mejor planificación del mantenimiento sobre los recursos destinados para ello. La utilización de la modelación matemática brindará una solución óptima a la problemática que se tiene en la entidad relacionada con el gasto de materiales y las utilidades. Para realizar la parte práctica de la investigación se usaron métodos y materiales que realizaban toma de datos, los cuales pasaban por un proceso de análisis, entre ellos entrevistas.

Alavedra Flores y otros (2016) indican que se existen métodos para realizar una gestión de mantenimiento de la maquinaria usada en la empresa, no interfiriendo en las actividades y con prioridad en las reparaciones para tener un buen rendimiento de la maquinaria, se cuenta con historial de registros de los vehículos 730e Komatsu, donde se encuentran indicadores comunes que miden los rendimientos de la maquinaria, tomando en cuenta paradas y reparaciones,

haciéndose notar la mejora del funcionamiento de la maquinaria sin paradas, también la condición en la que se encuentran. Los resultados obtenidos se utilizaron para determinar un modelo matemático y así poder relacionar la disponibilidad con la gestión de mantenimiento. Con lo que se determina el grado de relación entre la gestión del mantenimiento preventivo y la disponibilidad, y cómo este influirá en el buen desarrollo del mantenimiento para aumentar el nivel de disponibilidad en los equipos.

Herrera-Galán y Duany-Alfonso (2016) indican la integración me una serie de pasos para llevar a cabo los mantenimientos usando como herramienta la tecnología. La investigación se basa en el método de Kant y la metodología plantea la posibilidad de estudiar y entender cualquier fenómeno, dado que define que cualquier sistema está compuesto básicamente por tres elementos: personas, artefactos y entorno, dividida en cuatro fases (inicial, de formación, desarrollo y optimización), como resultados, el trabajo demuestra la importancia de implementar un sistema de gestión de mantenimiento para el control de las actividades del departamento, independientemente de la disponibilidad de recursos; así como la necesidad de codificación interna del equipamiento paralela a los controles del departamento de gestión de la calidad. Esto aportaría metodológicamente dando solución a la deficiencia en la planificación, control y evaluación de la Gestión de Mantenimiento, y demuestra que la utilización de un sistema automatizado logra mejorar la calidad de los servicios de mantenimiento.

Pérez y otros (2013) realizaron una propuesta de nuevos métodos de trabajo, formatos para crear nuevas cartas de mantenimiento diario, a la salida y llegada de cada viaje realizado y formas para implementar modernas filosofías de gestión del mantenimiento. Se da seguimiento a unos pasos para establecer un sistema de mantenimiento: clasificación de la industria, se define qué sistema, tipo o política de mantenimiento debe regir en el parque automotor de la entidad;

clasificación de las máquinas, este método plantea el análisis de dieciséis parámetros técnicos económicos que en función de su importancia se categoriza en A (mantenimiento predictivo), B (mantenimiento preventivo) o C (mantenimiento correctivo); Cálculo de las periodicidades, se toman en cuenta siete métodos para el cálculo de la periodicidad de las acciones de mantenimiento; confección del gráfico, se realiza para juntar acciones de periodicidades que coincidan, con el objetivo de realizar un menor número de intervenciones, asimismo documentar lo realizado para guías futuras; Determinar presupuesto. Se obtuvo la elección de los mantenimientos combinados entre el predictivo y preventivo, se propone que el sistema de mantenimiento sea el preventivo planificado con diagnóstico incorporado; se determinaron nuevas periodicidades, se adicionaron nuevas operaciones que no estaban incluidas anteriormente en las actividades de mantenimiento, asimismo incluye cartas de mantenimiento llenadas y verificadas por el piloto. El aporte metodológico es la organización completa del sistema de mantenimiento a una flota de vehículos además de que quedó completamente con documentos regentes el sistema de mantenimiento. Combinándose también con filosofías de mantenimiento utilizadas en el mundo las cuales convierten al nuevo sistema de mantenimiento en un sistema de mantenimiento de clase mundial.

Viveros y otros (2013) presentan una guía para realizar los trabajos de mantenimientos, compuesta por 7 etapas las cuales se enfocan principalmente en la administración del mantenimiento y la mejora de tiempo de planeación y realización de reparaciones, involucrando nuevas tendencias tecnológicas con la idea de mejorar cada vez más, ejecutando lo que estaba planificado de una manera hipotética, seleccionando piezas críticas y lo que implica de manera real trabajar con tecnologías en el mantenimiento. Se obtuvo un resultado de las mejores elecciones para las reparaciones efectivas aportando la implementación de tecnologías usadas en la gestión del mantenimiento.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El problema es la falta de control en los mantenimientos preventivos del transporte pesado de la empresa Flecarg S.A. El mismo afecta a los clientes y colaboradores que reciben y dan el servicio de viajes con transporte pesado. El problema ocurre al momento de las fallas en viajes programados y ocurre desde enero 2021. Las fallas en los vehículos provocan paradas que conllevan retrasos a las entregas de los clientes.

3.1. Descripción del problema

Podría ser menos complicado y de menor precio tener directamente una reparación cuando alguna pieza de una máquina se deteriore y no tener gestión de mantenimiento y organización en los planes de mantenimiento, sin embargo es necesario tener una correcta gestión y control en el mantenimiento debido a que se reducen costos en la optimización de repuestos y materiales ocupados, también por la variedad de técnicas que se han ido implementando con la evolución del mantenimiento, técnicas que logran llegar al origen de la falla y por la razón que una correcta gestión se alinea a los objetivos y metas de la empresa (García, Organización y gestión integral de mantenimiento, 2003).

Las posibles causas del problema son: debido a que los movimientos, referentes al transporte que se le brinda a la empresa transportando suministros o materia prima, han ido en incremento la falta de personal en el área de mantenimiento se ha hecho notable. Además, la falta de registros o un historial de fallas. Durante el último periodo han aumentado las fallas en los vehículos. La consecuencia es gastos extras en repuestos. Así mismo paradas no previstas en

rutas que provocan retrasos en entregas. También una elevación en el consumo de combustible.

Por lo que se propone un diseño de investigación para el control que involucre un monitoreo frecuente del mantenimiento preventivo de los vehículos en el departamento de logística de la empresa Flecar S.A.

3.2. Delimitación del problema

La propuesta está enfocada en realizar un diseño del control con monitoreo frecuente en los mantenimientos preventivos de los vehículos de la empresa de logística de transporte pesado Flecarg S.A. de Guatemala.

3.3. Formulación de preguntas orientadoras

Diseño de investigación para el control que involucre un monitoreo frecuente del mantenimiento preventivo de los vehículos en el departamento de logística de la empresa Flecarg S.A.

3.3.1. Pregunta central

La pregunta central de investigación es ¿qué formato se puede implementar que involucre monitoreo frecuente de los vehículos para sus mantenimientos preventivos?

3.3.2. Preguntas Auxiliares

- ¿Cuáles son los causales por los cuales no se tiene un control en los registros de mantenimientos preventivos?

- ¿Cuáles son los registros que se tienen actualmente de los mantenimientos preventivos?
- ¿Cuáles son los registros de los vehículos que han tenido más frecuentes las fallas, de los mantenimientos preventivos?

4. JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo pertenece a la línea de investigación área administrativa de la maestría. La propuesta es importante para la empresa Flecarg S.A, que es una empresa que presta servicio de transporte en varias áreas del mercado que incluyen línea blanca, alimentos, plantas, entre otros. Actualmente, cuenta con un departamento de logística que vela por el adecuado control de las operaciones que abarca desde los operarios de maquinaria, programación y logística de movimientos, programación de mantenimiento (mano de obra, abastecimiento de repuestos), solución de fallas no programadas, control y medición de combustible.

Debido a que se transporta producto perecedero es necesario un monitoreo frecuente del mantenimiento preventivo de los vehículos, para evitar paradas no programadas que provoquen retrasos en la ruta con un impacto directo con el cliente. Para llevar a cabo esto el departamento de logística, requiere de mejoras directamente en el control de los mantenimientos preventivos que requieren los vehículos de transporte pesado, mejoras que conllevan la consolidación de registros de los mantenimientos preventivos y correctivos realizados a los vehículos que parte de esto a la implementación de un mejor control que involucre principalmente la programación de mantenimientos preventivos y correctivos.

Con una programación y control adecuado se espera identificar, distinguir, comparar, las fallas que involucren los retrasos o paradas en las rutas, consumos elevados de combustible y elevación de costos en repuestos. Así mismo,

implementar un diseño de monitoreo frecuente de los vehículos, para llevar un mejor control del mantenimiento de estos.

5. OBJETIVOS

Objetivo General

Diseñar un control que involucre un monitoreo frecuente del mantenimiento preventivo de los vehículos en el departamento de logística de la empresa Fleccarg S.A para normalizar costos de operación y a mediano plazo reducir costos.

Objetivos Específicos

- Identificar los causales por los cuales no se tiene un control en los registros de mantenimiento preventivos.
- Establecer los registros que se tienen a la fecha de la investigación y crear parámetros y procedimientos para estandarizar la base de datos y así tener un protocolo al momento de ocurrir una falla.
- Comparar los registros de los vehículos que han tenido más frecuentes las fallas y establecer controles de prevención.

6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN

En consideración la investigación propuesta denominada “diseño de investigación para el control que involucre un monitoreo frecuente del mantenimiento preventivo de los vehículos en el departamento de logística de la empresa Flecarg S.A.” pretende cubrir las necesidades de un mantenimiento preventivo programado y con un control específico para cada unidad de la empresa.

Para identificar los causales por los cuales no se tiene un control en los registros de mantenimientos preventivos se inspeccionara el historial de registros que se tienen disponibles, empleando un formato de registros como instrumento para registrar información del historial, los resultados serán presentados con un porcentaje de los vehículos que no tienen historial de mantenimientos realizados, tabulándolos con un diagrama de pastel, donde se estará viendo gráficamente el porcentaje que nos indicará causales por los cuales no se tiene un control de mantenimientos preventivos. Asimismo se realizarán mediciones de combustible de rutas establecidas a los vehículos, por medio de GPS y odómetro, se hará comparación de kilometrajes en cada recorrido, tomando en cuenta el volumen de combustible ocupado, obteniendo el consumo de cada vehículo por medio de la razón del recorrido y combustible ocupado, se realizará un listado con descripción identificando el consumo de combustible por cada vehículo y poder interpretar causas de falta de registro de los mantenimientos preventivos.

Establecer los registros que se tienen, crear parámetros y procedimientos para estandarizar la base de datos y así tener un protocolo al momento de ocurrir una falla implica analizar documentos, también se revisara registros anteriores

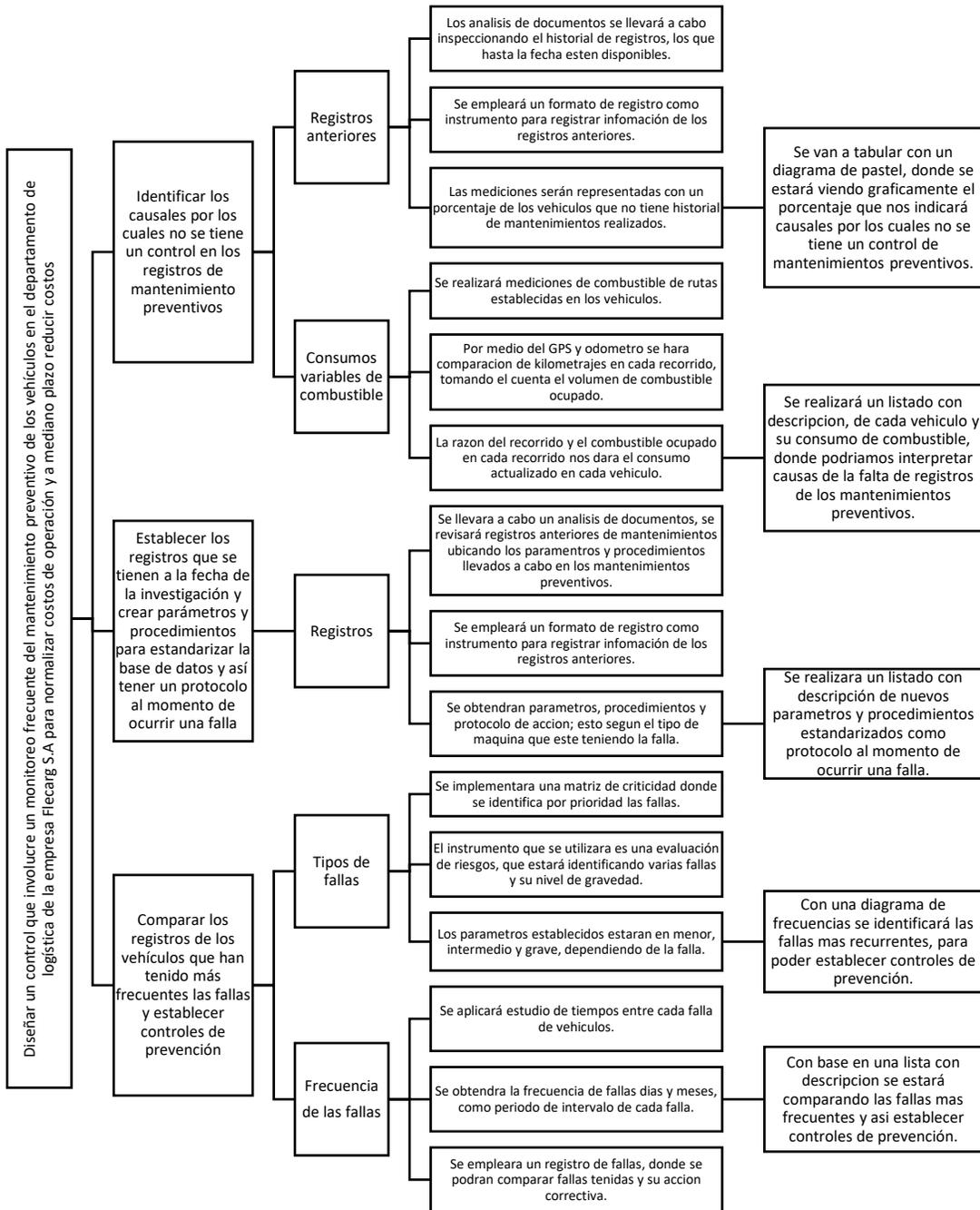
de mantenimientos ubicando los parámetros y procedimientos llevados a cabo en los mantenimientos preventivos, empleando un formato de registro como instrumento para reconocer información de los registros anteriores, obteniendo parámetros, procedimientos y protocolo de acción, según el tipo de máquina que este teniendo la falla, se tabulara un listado con descripción de nuevos parámetros y procedimientos estandarizados como protocolo al momento de ocurrir una falla.

Para comparar los registros de los vehículos que han tenido más frecuente las fallas y establecer controles de prevención se aplicara una matriz de criticidad, ocupando una evaluación de riesgo que identificara varias fallas y su nivel de gravedad, obteniendo como parámetros: menor, intermedio y grave, dependiendo de la falla. Con un diagrama de frecuencias se identificará las fallas más recurrentes, para establecer controles de prevención. Asimismo, se aplicará el estudio de tiempos entre cada falla de los vehículos, empleando un registro de fallas donde se podrán comparar las fallas tenidas y su acción correctiva, se obtendrá la frecuencia de fallas días y meses, como período de intervalo de cada falla, se tabulará con base en una lista con descripción comparando las fallas más frecuentes y así establecer controles de prevención.

Con base en el problema que se ha tenido con la falta de control en los mantenimientos preventivos, el involucrar un monitoreo frecuente seria de mucha ayuda, tomando en cuenta que el personal lo ejecute con la principal intención de resguardar las máquinas de fallas catastróficas que involucren gastos excesivos en reparaciones, atrasos en rutas establecidas; teniendo un protocolo de prevención y acción al momento de ocurrir algún desperfecto se tendrían repuestos disponibles y un presupuesto mensual para fallas recurrentes, presupuesto que abarcaría repuestos y mano de obra.

Se tendrán cuatro fases, empezando por una revisión de documentos sobre la temática, incluyendo historial de datos y registros del control de los mantenimientos realizados anteriormente, verificando la secuencia de cada unidad; se realizará análisis V.O.S.O. para verificar el estado de condición de las unidades. Se tabulará información y se graficará encontrando la relación de importancia con el impacto en las fallas de cada unidad.

Figura 1.
Esquema de solución



Nota: El grafico muestra el esquema completo de solución. Elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

7. MARCO TEÓRICO

El marco teórico que se presenta pretende dar el fundamento teórico para realizar un mantenimiento preventivo enfocado en el cuidado de los vehículos ocupados para realizar recorridos con productos perecederos, teniendo un protocolo de prevención y acción correctiva al momento de tener una parada en ruta provocada por falla. Es información que se obtuvo a partir de documentación, artículos e investigaciones realizadas con anterioridad no solo a nivel nacional sino internacional.

7.2. Logística de transporte

La logística de transporte son las operaciones del movimiento, y las interrupciones del mismo, el control de suministros y/o materia prima asociados a una empresa. También se puede mencionar que la logística es el área que se encarga de planificar, implementar y controlar el flujo del movimiento, el almacenamiento de los productos y toda información que esté relacionada desde su punto inicial hasta el destino de entrega (Castellanos, 2009).

7.2.1. Importancia de la logística de transporte

La importancia de la logística radica en la necesidad que tiene una empresa de llevar a cabo sus operaciones de forma eficiente y rápida, a un menor costo, evitando a largo plazo gastos adicionales en recurso físico y humano (Ballou, 2004).

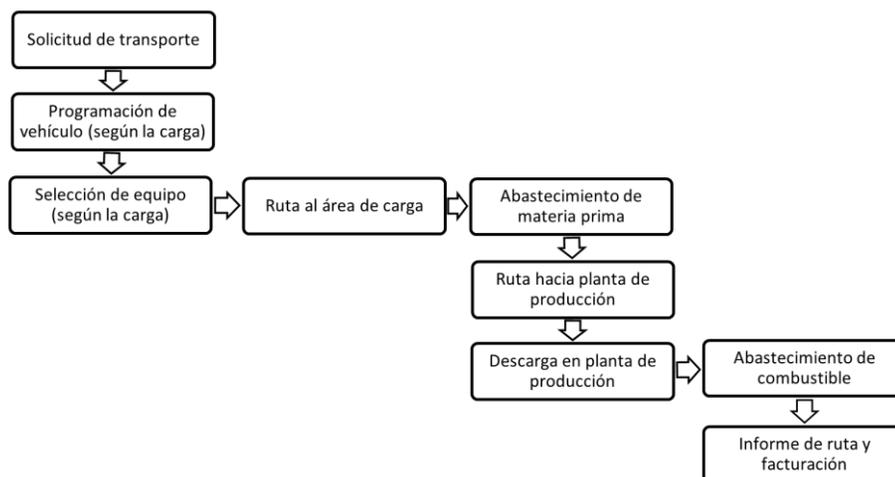
La logística de transporte es la encargada de asegurarse de mejorar los manejos de suministros, ya que tiene clientes que exigen estándares altos en la el manejo y transporte de sus productos, como también los servicios que ofrecen; el crecimiento y estabilidad económica llegan a depender de un buen servicio de entrega de suministros, donde el resultado es empresas de logística con un mejor desempeño y controles de eficiencia (Gozáles, 2016).

7.2.2. Proceso productivo

Las operaciones más recurrentes que se realizan en un proceso de logística, procesos que deben estar bajo las solicitudes del cliente para su mejor transportación y manejo de suministros; proceso que conlleva una serie de pasos necesarios para cumplir con la entrega en el destino solicitado (Ballou, 2004).

Figura 2.

Proceso Productivo



Nota: El grafico muestra el proceso productivo de las operaciones. Elaboración propia, realizado con *Microsoft Word*.

7.2.3. Acerca de la empresa

La empresa Flecarg S.A. se dedica a la logística de transporte en el territorio nacional de Guatemala, cubriendo las necesidades de empresas en el área de alimentos y productos perecederos. La finalidad de la empresa consiste en solucionar y simplificar la distribución y/o recolección de suministros, manteniendo el flujo del proceso productivo, optimizando recursos y mejorando tiempos de entrega.

Se cuenta actualmente con un equipo velando por la logística de las operaciones, el manejo de la carga y el manejo de los vehículos.

Los vehículos que se ocupan son tipo cisterna, tipo furgón y tipo palangana con carrocería.

7.3. Camiones

En la actualidad existen diversos tipos y clasificaciones de camiones de carga pesada, los cuales son utilizados para el transporte de diversos suministros y materia prima; ocupados según los requerimientos de los clientes y empresas, con base en sus necesidades para transportar mercadería.

7.3.1. Clasificación de camiones

Los camiones se pueden clasificar dependiendo el uso que se le estará dando en el medio donde se utilizara, las cargas serán transportadas contemplando las medidas de seguridad necesarias, según su clasificación se puede mencionar: tipo cisterna, tipo furgón y tipo carrocería.

7.3.1.1. Camión tipo cisterna

Son contenedores reservados para el transporte de líquidos alimenticios, químicos, combustibles, entre otros. (Castellanos, 2009). Los que están dedicados al transporte de alimentos tienen un material de acero inoxidable grado alimenticio, insulado para conservar la temperatura, ya que no poseen refrigeración autónoma.

Figura 3.

Camión tipo cisterna



Nota: Camión tipo cisterna, utilizado para el transporte de leche cruda a temperaturas por debajo de los 5°C. Elaboración propia.

7.3.1.2. Camión tipo furgón

Son contenedores en forma rectangular, poseen sistema de refrigeración, especialmente para cargas que requieran mantener una temperatura por debajo de la temperatura ambiente, hasta un punto de congelación. Cubierto con un material aislante donde se conserva la temperatura sin alguna fuga (Castellanos, 2009). Asimismo existen los que no tienen refrigeración incluida, ocupados para el transporte de cargas secas, hermético para cualquier condición climática.

Figura 4.

Camión tipo furgón



Nota: Camión tipo furgón, utilizado para transportar carga con refrigeración. Elaboración propia.

7.3.1.3. Camión tipo carrocería

Usados para el transporte de todo tipo de carga, con una capacidad no mayor a las 5 toneladas. Compuestos de una carrocería de acero con barandas

abatibles en su alrededor y diseñados especialmente para rutas cortas, no son cerrados y cuentan con un techo desmontable.

Figura 5.

Camión tipo carrocería



Nota: Camión tipo carrocería, utilizado para transportar carga no mayor a 3.5 toneladas sin necesidad de refrigeración. Elaboración propia.

7.4. Tipos de mantenimiento

El mantenimiento es el cuidado debido que se le da a la maquinaria, con una serie de métodos para prolongar la vida de uso y un alto rendimiento. En la anterioridad era tarea del operario realizar los procesos de reparación en los equipos. Sin embargo la industria fue avanzando y las reparaciones y mantenimientos eran más profundas y detalladas, lo que llevo a crear departamentos de mantenimiento en las empresas (García, Organización y gestión integral de mantenimiento, 2003).

Actualmente el mantenimiento en una empresa implica tener de manera proporcional un departamento de mantenimiento con personal capacitado, para la disponibilidad de los equipos (Duffua y otros, 2000).

7.4.1. Mantenimiento preventivo

En el mantenimiento preventivo se tiene por ventaja programar las reparaciones de las partes que tienen alguna debilidad en el momento donde no se esté ocupando la máquina (García, Organización y gestión integral de mantenimiento, 2003). Con este mantenimiento se reduce tiempos muertos en los equipos, asimismo se minimizan las fallas emergentes y se aumenta la vida de la maquinaria.

7.4.2. Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo se define como la primera etapa en las reparaciones de una máquina, corrigiendo las fallas que provocan paradas (García, Organización y gestión integral de mantenimiento, 2003). Estas reparaciones tienen que llevarse a cabo en el menor tiempo posible, evitando atrasos en el área donde se estaba ocupando la máquina.

7.5. Control de mantenimiento

Las actividades de control en el mantenimiento son parte de una buena administración en la gestión del mantenimiento, donde se incluyen varios aspectos en formatos para dejar un historial por cada máquina (Duffua y otros, 2000).

Se pueden clasificar las actividades de un mantenimiento según su etapa en el proceso de reparación, a continuación, se mencionan y posteriormente se describe cada una de ellas:

- Registro de trabajos
- Registro de inventarios
- Registro de costos
- Registro de calidad

7.5.1. Tipos de registros

Los registros son documentos utilizados para llevar un control y seguimiento de actividades realizadas en el mantenimiento de equipos.

7.5.1.1. Registros de trabajos

El área de mantenimiento está más activa mientras los trabajos de mantenimiento de una empresa aumentan, a lo que el control sobre los trabajos y la gestión de cómo se lleva a cabo el mantenimiento van de la mano para realizar una ejecución de acuerdo con el protocolo establecido para la reparación (Duffua y otros, 2000). Podemos decir que llevando a cabo una orden de trabajo y la supervisión debida a la reparación se estaría cumpliendo un buen porcentaje de la gestión del mantenimiento ideal.

7.5.1.2. Registros de inventarios

Cuando se llevan a cabo mantenimientos preventivos se tiene la oportunidad de anticipar los repuestos y materiales necesarios a utilizar, sin embargo, en los mantenimientos correctivos se tiene que contar con el repuesto

de manera inmediata. El control de inventarios nos permite mantener repuestos y materiales disponibles para cualquier mantenimientos que se presente, asimismo reduce el costo de compra y el costo de no tener disponible el repuesto al momento de necesitarlo (Duffua y otros, 2000).

Los registros de inventarios nos ayudan a reducir tiempos en la búsqueda de repuestos al momento de no tener el repuesto disponible; es importante actualizar el listado de repuestos en reserva para que el departamento encargado de abastecer repuestos tenga presente al momento de ejecutar un presupuesto de compras.

7.5.1.3. Registros de costos

El costo que implica el mantenimiento de una maquinaria tiene varios aspectos importantes de mencionar, ya que se incluye su mantenimiento directo, depreciación y degradación de máquina, tiempo perdido en parada por falla, mantenimiento repetitivo. El control de costos unifica los costos que involucra un mantenimiento, no dejando de cumplir los objetivos de una empresa (Duffua y otros, 2000).

7.5.1.4. Registros de calidad

Los registros de calidad en el mantenimiento se pueden evaluar mediante los trabajos finalizados aceptados acorde a la normativa implementada en la empresa. La calidad en un mantenimiento es verificada en los trabajos terminados por medio de una inspección en la máquina trabajada (Duffua y otros, 2000).

7.5.2. Norma ISO 55000:2014

Describe el correcto manejo de activos, estableciendo, implementando y manteniendo de una mejor manera la administración de las máquinas. Aplicada a cualquier tipo de organización, no importando su tamaño. Contiene características generales de la gestión de las máquinas y beneficios obtenidos al acoger la gestión de activos (Organización Internacional de Normalización, 2014).

7.6. Procedimiento de mantenimiento

El procedimiento de un mantenimiento cuenta con una serie de pasos organizados donde se describe la manera de realizar las tareas de mantenimiento.

7.6.1. Plan de mantenimiento

La planeación del mantenimiento son reparaciones previstas y programadas, incluyendo la sustitución de piezas, mantenimientos preventivos y correctivos (Duffua y otros, 2000). Esto quiere decir que las planificaciones en una empresa son políticas, donde se planea por adelantado y se tiene un estricto control, cumpliendo con las directrices que llevan a la mejora de la empresa.

7.6.1.1. Codificación de equipos

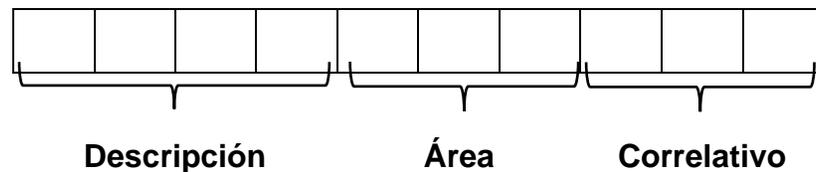
La codificación de equipos facilita todo referente a la máquina, desde su ubicación hasta su historial de mantenimientos y referencia de órdenes registradas; con base en la codificación se consigue crear registros de paradas por fallas, cambio de piezas y mantenimientos realizados, incluyendo un control

en los costos realizados directamente en la máquina. Es necesario elaborar un listado de activos para poder realizar la codificación, no dejando por afuera ninguna máquina de la empresa. (García, Organización y gestión integral de mantenimiento, 2003)

Para realizar una codificación se toma en cuenta la descripción de la máquina, área a la que pertenece y un número de correlativo, como se puede observar en la siguiente figura 6.

Figura 6.

Codificación de equipos



Nota: Modelo para codificación de equipos en la industria. Elaboración propia, realizado con *Microsoft Word*.

7.6.1.2. Orden de trabajo

Formato diseñado para especificar los trabajos necesarios a realizar en una máquina que está lista para un mantenimiento. La función de la orden de trabajo es requerir por escrito el trabajo necesario que se necesita, delegar el trabajo al personal, reducción en el costo en materiales administrándolos de una manera eficaz. Implementar la orden de trabajo es función del personal a cargo del plan de mantenimiento (Duffua y otros, 2000). La orden de trabajo resalta detalles por escrito que de manera verbal no estaría dejando constancia, su almacenamiento es vital para mantener el historial de la máquina. Ver ejemplo de orden de trabajo en anexo I.

7.6.1.3. Base de datos de equipo

Es un archivo del equipo que contiene información específica y detallada, involucrando especificaciones y ubicación donde se encuentra en funcionamiento, asimismo el registro de inspecciones y reparaciones realizadas junto con mantenimientos programados, reemplazo de piezas, mediciones realizadas por inspección de rendimiento y actividad de su funcionamiento. Actualmente hay software para llevar los registros de una manera más eficiente y simplificada, también existen formatos impresos que son archivados físicamente (Duffua y otros, 2000). La importancia de una base de datos hace efecto al momento de fallas en el equipo, ya que con un historial presente y detallado se puede anticipar a fallas o identificar tendencia de fallas.

7.6.2. Monitoreo de condición

El monitoreo de condición es una técnica utilizada en la industria supervisando la condición física de las máquinas, anticipando las fallas de alto impacto que empiezan de manera mínima, pero a largo plazo pueden ser de alto impacto y pueden llegar a perjudicar la actividad provocando paradas no previstas.

Las inspecciones en un monitoreo de condición pueden realizarse de sin necesidad de instrumentos externos, únicamente con los sentidos: inspección visual, olor, ruidos extraños, vibraciones, temperaturas anormales a su condición; también se pueden ocupar instrumentos externos para realizar un monitoreo de condición, sin embargo, suelen tener alto costo en la industria tanto el equipo como las empresas que brindan los servicios de monitoreo.

En las últimas décadas las tecnologías de diagnóstico han abarcado más áreas en la industria, entre las técnicas de monitoreo que se aplican de manera más común podemos mencionar: análisis de vibración, análisis de aceites lubricantes, termografía, ultrasonido y líquidos penetrantes (Duffua y otros, 2000).

7.6.3. Norma ISO 17359:2018

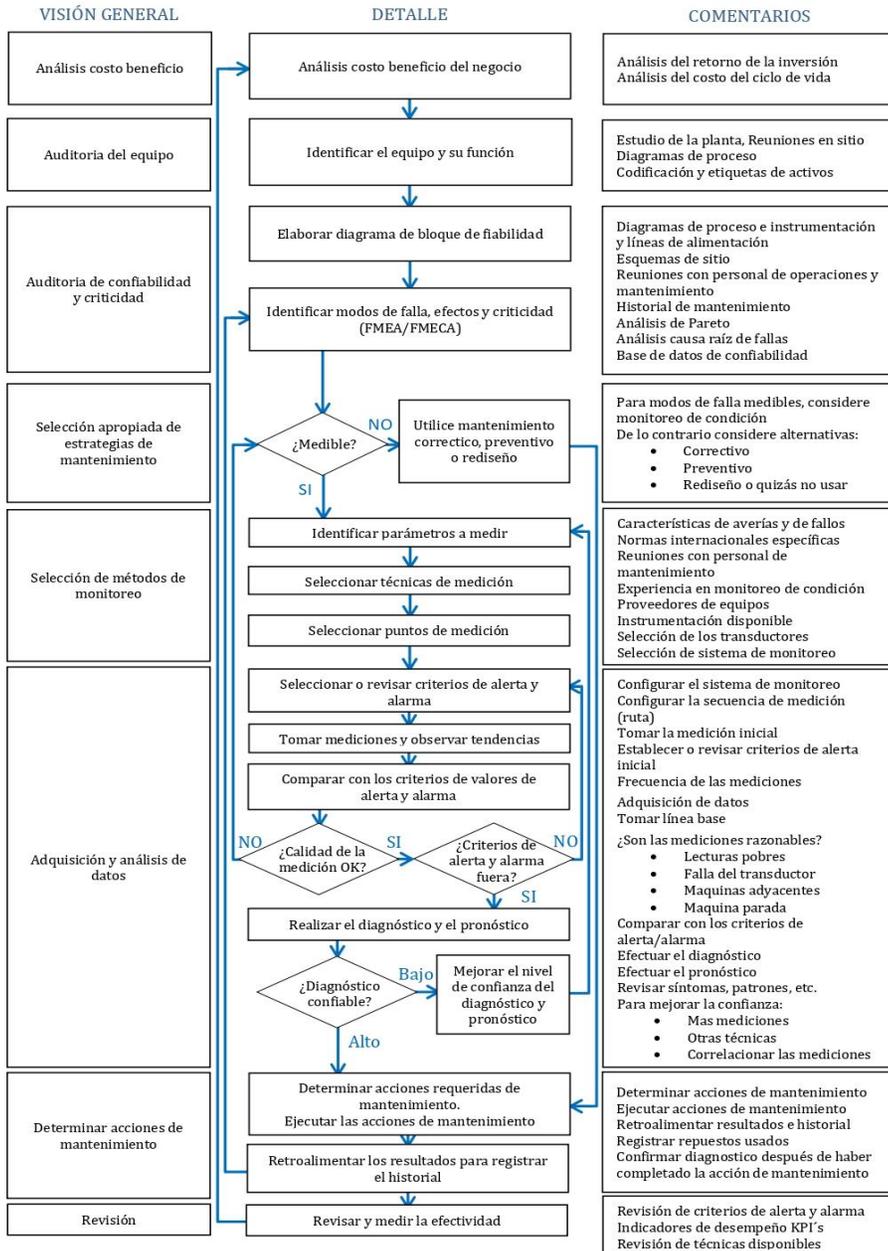
ISO 17359:2018 brinda guías para el monitoreo de condición y los diagnósticos en maquinaria, brindando parámetros inclinados a vibraciones, temperatura, tribología, tasas de flujo, contaminación, potencia, velocidad, la mayoría relacionados al rendimiento, condición y calidad de una máquina.

Recomienda un análisis de criticidad de toda la maquinaria para tener un listado con prioridades, no importando si estarán incluidas en el programa de monitoreo de condición (International Organization for Standardization, 2018).

A continuación, se presenta el diagrama de monitoreo de condición.

Figura 7.

Diagrama de monitoreo de condición



Nota: Diagrama para hacer monitoreo de condición en máquinas. Obtenido de *International Organization for Standardization (2018). Condition monitoring and diagnostics of machines (p. 2).*

7.7. Fallas

Se define como un desperfecto en cualquier tipo de máquina, provocando que su funcionamiento sea irregular y en el peor de los casos que se quede sin funcionamiento. Toda maquinaria está expuesta a fallas, sin embargo, existe personal destinado al mantenimiento que es el encargado de darle solución a la falla y más allá de eso a encontrar el origen del desperfecto, al momento de darle solución a la falla es necesario realizar modificaciones para que la falla no aparezca nuevamente. A lo largo de la experiencia en el mantenimiento se va comprendiendo que toda máquina está expuesta a las fallas durante su vida útil, pero con una correcta gestión del mantenimiento se podrán disminuir de manera que la maquinaria provoque el mínimo problema (Torres, 2015).

Las fallas pueden presentarse en cualquier momento, no importando si la máquina es nueva, existen desperfectos de fábrica que se presentan durante el funcionamiento de la máquina, también se presentan fallas provocadas por una mala operación en el funcionamiento y fallas provocadas por una mala gestión en el mantenimiento de la maquinaria, donde las fallas que a simple vista no representan mayor problema causan a largo plazo averías que provocan paradas en medio del funcionamiento de la máquina.

7.7.1. Clasificación de fallas

La clasificación de las fallas que considera Torres L. (2015) son las siguientes:

Fallas que afectan la producción: se puede mencionar que son todas aquellas que representen paradas de la maquinaria, fallas urgentes de reparar.

Fallas que afectan las propiedades del producto: son provocadas en algunas ocasiones por algún desperfecto en la maquina directo de fábrica, también provocadas por algún mal manejo en alguna reparación anterior o piezas que han cumplido su vida útil, lo que provocan un deterioro directo en la producción que se está realizando.

Fallas que complican la seguridad de del operario: suelen ser accidentes al momento de operar la maquinaria, ya sea por el descuido y mal manejo del operario directamente con la máquina ejecutando su funcionamiento.

Fallas que degradan el ambiente: Estas afectan directamente al entorno donde tiene su funcionamiento, es algún tipo de contaminación provocada por la máquina.

7.7.2. Origen de las fallas

Es necesario tener un diagnostico antes de llegar a deducir el origen de una falla en una máquina, sin embargo, hay fallas visibles, no tan profundas, que es simple llegar al origen de la misma.

Falla por mal diseño de fábrica: son fallas donde las condiciones de funcionamiento no son previstas por el fabricante de la máquina, y el diseño no está acondicionado de la mejor manera, lo que provoca una falla que poco probable se reestablezca, lo que lleva a más defectos en la máquina (Torres, 2015).

Falla por defecto de fabricación de la máquina: en la fabricación de una maquinaria existe control de calidad, sin embargo en algún momento se descuidan lo que provoca que alguna pieza o componente presente algún

desperfecto y a consecuencia una falla en el funcionamiento de la máquina (Torres, 2015).

Uso incorrecto de la maquina: Provocadas directamente por el operario, con causas que por falta de conocimiento en el uso o por sometimiento a trabajos para los cuales no fue diseñada su operación (Torres, 2015).

7.7.3. Análisis de criticidad

Es un método que divide por prioridad los equipos de una industria, con el objetivo principal de establecer el grado de importancia al momento de tomar decisiones. Es necesario definir parámetros para la evaluación y un método de evaluación (Huerta, 2000).

Da oportunidad a generar un procedimiento donde se obtendrá como resultado una tabla, ubicando los equipos de la empresa ordenados de manera ascendente o descendente, dependiendo del grado de importancia y el impacto que podrían llegar a tener los procesos a los que está sometida la máquina.

De los criterios que se pueden utilizar en un análisis de criticidad podemos mencionar: seguridad, ambiente, producción, costos (operaciones y mantenimiento), frecuencia de fallas, tiempo promedio de reparación (Castillo y otros, 2009).

8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS DEL INFORME FINAL

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 Y CONCEPTUAL

1.1. Logística de transporte

1.1.1. Importancia de la logística de transporte

1.1.2. proceso productivo

1.1.3. Acerca de la empresa

1.2. Camiones

1.2.1. Clasificación de camiones

1.2.1.1. Camión tipo cisterna

1.2.1.2. Camión tipo furgón

1.2.1.3. Camión tipo carrocería

1.3. Tipos de mantenimiento

1.3.1. Mantenimiento preventivo

1.3.2. Mantenimiento correctivo

- 1.4. Control de mantenimiento
 - 1.4.1. Tipos de registro
 - 1.4.1.1. Registro de trabajos
 - 1.4.1.2. Registro de inventarios
 - 1.4.1.3. Registro de costos
 - 1.4.1.4. Registro de calidad
 - 1.4.2. Norma ISO 55000:2014
- 1.5. Procedimiento de mantenimiento
 - 1.5.1. Plan de mantenimiento
 - 1.5.1.1 Codificación de equipos
 - 1.5.1.2. Orden de trabajo
 - 1.5.1.3. Base de datos de equipo
 - 1.5.2. Monitoreo de condición
 - 1.5.3. Norma ISO 17359:2018
- 1.6. Fallas
 - 1.6.1. Clasificación de fallas
 - 1.6.2. Origen de las fallas
 - 1.6.3 Análisis de criticidad

2. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

AP[ENDICES

9. METODOLOGÍA

La investigación se propone bajo un tipo de estudio cuantitativo, en un diseño no experimental, de alcance descriptivo. El diseño es no experimental con base de datos transversales y recopilación de datos longitudinal. El alcance es descriptivo porque ofrece la posibilidad de predecir la mejora para el mantenimiento y control de las fallas de los vehículos. Tiene un enfoque cuantitativo ya que es un proceso sistemático con una serie de elementos comunes lógicamente estructurados que proporcionan dirección y guía para llevar a cabo la investigación.

9.2. Variables e indicadores

Las variables e indicadores se muestran en la tabla I:

Tabla 1.

Variables e indicadores

No.	Variables	Indicadores
1	Consumos de combustible	Kilómetros/galón
2	Registros de mantenimientos	Parámetros
3	Tipo de falla	Índice de criticidad
4	Frecuencia de falla	Días, meses

Nota: Variables e indicadores utilizados para el desarrollo de la investigación. Elaboración propia, realizado con *Microsoft Word*.

9.3. Fases

La investigación se realizará en 3 fases, las cuales se describen a continuación:

9.3.1. Revisión Documental

Inicialmente se realizará la revisión de documentos escritos sobre la temática. Entre ellos se encuentran tesis, trabajos de graduación, documentos académicos, artículos científicos, fichas técnicas, manuales de mantenimientos, historial de datos.

9.3.2. Trabajo de campo

Se recopilará información de registros de los mantenimientos preventivos realizados anteriormente, se verificará la secuencia que ha tenido cada unidad y los consumos variables de combustible provocados por la falta de mantenimiento. Por medio de la inspección visual se verificará el estado de condición de la unidad, especialmente niveles de aceite y sonidos anormales en el funcionamiento de la máquina, se recolectará la información conforme al apéndice III.

9.3.3. Trabajo de gabinete

Mediante información recopilada, se tabulará y graficará las tendencias identificadas. Se utilizará *software* para la actividad y continuamente se tendrá revisión documental de soporte. Se establecerá el formato actual de registros, se verificará el contenido tabulado y su relación de importancia con el impacto en las fallas de la unidad.

9.3.4. Redacción de documento

Al utilizar la información recopilada y las tendencias encontradas se procederá a la redacción final del documento de trabajo de graduación.

9.4. Población de análisis

La selección de la muestra será no probabilística, para el estudio se utilizará el 100% de la población, siendo 10 vehículos ocupados en la empresa Flecarg S.A. entre ellos tipo cisterna y tipo carrocería.

9.5. Resultados esperados

Se pretende disminuir las fallas en las unidades que provoquen paradas no programadas en ruta, las cuales provocan atrasos en las entregas y un alza en los costos previstos de repuestos y mano de obra en trabajos llevados a cabo a las unidades. Al desarrollar un monitoreo se podrá identificar la recurrencia en cada unidad para un paro programado con base en kilometrajes establecidos u horas de trabajo realizadas.

10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

A continuación, se dará a conocer como se pretende tabular e interpretar estadísticamente las variables de estudio de la investigación.

Para analizar los registros anteriores se procederá a llevar a cabo un análisis de documentos, para esto es necesario utilizar un formato de registro, estos datos se utilizaran para encontrar el indicador de recurrencia, los cuales serán analizados por medio de un gráfico de pastel identificando los causales por los cuales no se tiene un control de registros de mantenimientos preventivos; al mismo tiempo para analizar los consumos variables de combustible se procederá a llevar a cabo una medición kilometrada, para esto es necesario el GPS y odómetro de cada vehículo, estos datos se utilizaran para encontrar el indicador de kilómetros por galón de cada vehículo, los cuales serán analizados con una lista con descripción encontrando una relación de causales por los que no se tiene un control en los registros de mantenimientos preventivos.

Al estudiar los registros se estará realizando un análisis de documentos, donde deberá utilizarse un formato de registros, datos que nos ayudarán a encontrar parámetros, los cuales serán analizados con una lista de descripción que nos ayudara a crear procedimientos para estandarizar la base de datos y así tener un protocolo al momento de ocurrir una falla.

Para realizar el análisis de los tipos de falla se estará llevando a cabo una matriz, utilizando un formato de evaluación de riesgos, donde se encontrará el indicador índice de criticidad que podrá analizarse con diagrama de frecuencias para comparar los vehículos que han tenido más frecuentes las fallas y establecer

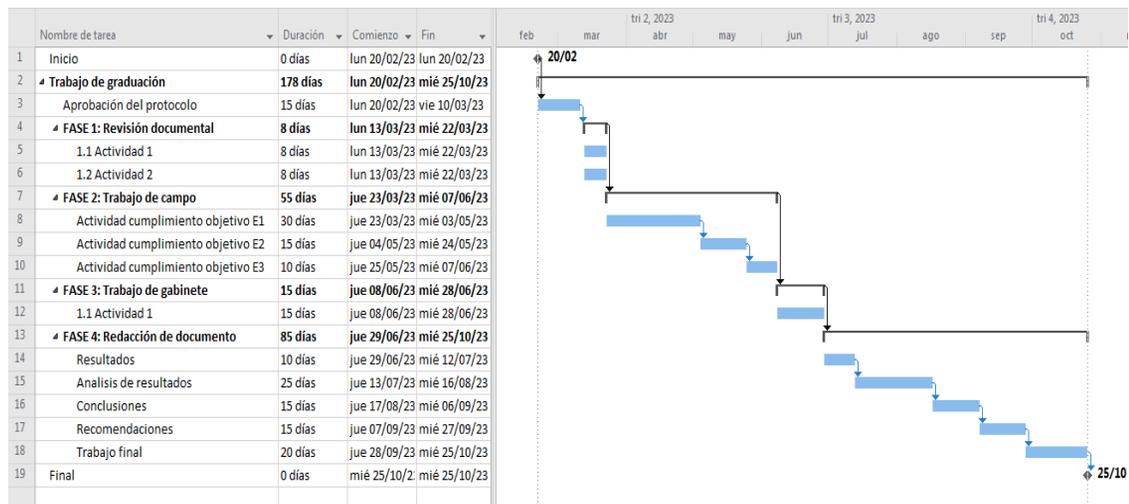
controles de prevención. Al mismo tiempo para analizar la frecuencia de las fallas se procederá a llevar a cabo un estudio de tiempos, donde se estará utilizando un registro de fallas, ocupando estos datos para encontrar el tiempo ya sea en días o meses intermedios entre cada falla, los cuales serán analizados con una lista de descripción ubicando las fallas más frecuentes en cada vehículo poder establecer medidas de prevención dependiendo de su recurrencia.

11. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

A continuación, se presenta el cronograma de actividades que de manera grafica indica las fases a desarrollar durante el periodo de investigación.

Figura 8.

Cronograma de las actividades



Nota: Cronograma de actividades para el desarrollo de la investigación. Elaboración propia, realizado con *Microsoft Excel*.

12. FACTIBILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

Actualmente la empresa Flecarg S.A. cuenta con vehículos a su disposición para las operaciones que se llevan a cabo diariamente, movimientos realizados en el territorio nacional de Guatemala; cubiertos por transporte pesado de 18 toneladas, 10 toneladas y 5 toneladas.

El recurso humano a utilizar es únicamente la persona interesada en llevar a cabo la investigación, la cual llevara a cabo las mediciones, realizara las visitas necesarias al área de trabajo durante 6 meses que tiene como duración la investigación. La unidad de análisis comprende alrededor de 5 unidades recolectoras con capacidad de 5 toneladas cada una, 6 unidades tipo cisterna de 18 toneladas cada una, 3 unidades refrigeradas de 10 toneladas cada una, 1 unidad plataforma de 10 toneladas. Se cuenta con los respectivos permisos para llevar a cabo la investigación por parte de la gerencia de la empresa; se realizó un análisis de los recursos financieros los cuales se muestran a continuación, ver tablas 2, 3, 4 y 5.

Tabla 2.*Recurso humano*

Recurso Humano				
Cantidad en unidades	Tiempo en meses	Concepto	Precio/unidad o mensual	Subtotal
1	6	Investigador	Q800.00	Q4,800.00
TOTAL				Q4,800.00

Nota: Detalle del presupuesto de recurso humano para la realización del proyecto de investigación. Elaboración propia, realizado con *Microsoft Word*.

Tabla 3.*Recurso tecnológico*

Recurso tecnológico				
Cantidad en unidades	Tiempo en meses	Concepto	Precio/unidad o mensual	Subtotal
1	6	Depreciación de computadora	Q30.00	Q180.00
Total				Q180.00

Nota: Detalle del presupuesto de recurso tecnológico para la realización del proyecto de investigación. Elaboración propia, realizado con *Microsoft Word*.

Tabla 4.*Recurso físico*

Recurso Físico				
Cantidad en unidades	Tiempo en meses	Concepto	Precio/unidad o mensual	Subtotal
1	6	Combustible	Q800.00	Q4,800.00
1	6	Depreciación de vehículo	Q200.00	Q1,200.00
1	6	Viáticos	Q900.00	Q5,400.00
		%5 de imprevistos		Q570.00
TOTAL				Q11,970.00

Nota: Detalle del presupuesto de recurso físico para la realización del proyecto de investigación. Elaboración propia, realizado con *Microsoft Word*.

Tabla 5.*Recursos materiales*

Recursos materiales				
Cantidad en unidades	Tiempo en meses	Concepto	Precio/unidad o mensual	Subtotal
2	N/A	Resmas de papel bond	Q25.00	Q50.00
		Total		Q50.00

Nota: Detalle del presupuesto de recurso material para la realización del proyecto de investigación. Elaboración propia, realizado con *Microsoft Word*.

El financiamiento correspondiente a la investigación y lo que esta conlleva se estará recibiendo de la empresa Flecarg S.A., la cual estará velando de las revisiones documentales, trabajo de campo realizado y resultados obtenidos.

REFERENCIAS

- Alavedra, C., Gastelu, Y., Méndez, G., Minaya, C., Pineda, B., Prieto, K., y Ríos, K. (2016). Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu-2013. 1-18. https://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Ingenieria_industrial/article/view/529/1354
- Ballester, S., Olmeda, P., Macián, V., y Tormos, B. (2002). El mantenimiento de las flotas de transporte. *Técnica Industrial*, 247, 7. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/53238260/GESTION_DEL_MANTENIMIENTO-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1660703827&Signature=edh8VndDwL3Axcrrl4qaP-PrmZ~MYbvnLn8bml5lp~s6f2qQXd-bAPXWRNQc2sh0cyFfB04OChyVMH5THG7ZbHccDw7OszR87bdMpVP UbkwQ5FAaCx6x8WxztXG1Xg5Rqq
- Ballou, R. (2004). *Logística. Administración de la cadena de suministro*. Pearson Educación.
- Benítez, D., Ibarra, C., Hakim, A., Maldague, X., Loaiza, H., & Caicedo, E. (2007). Procedimiento de imágenes infrarrojas para la detección de defectos en materiales. *Tecnura*, 10(20), 40-51. <https://www.redalyc.org/pdf/2570/257021012004.pdf>
- Castellanos, A. (2009). *Manual de la gestión logística del transporte y la distribución de mercancías*. Uninorte.

Castillo, A., Brito, M., y Fraga, E. (2009). Análisis de criticidad personalizados. *Ingeniería Mecánica*, 12(3), 12.

Duffua, S., Raouf, A., y Dixon, J. (2000). *Sistemas de mantenimiento, Planeación y control*. Limusa S.A.

García, S. (2003). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Ediciones Díaz Santos S.A.

García, S. (2003). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Ediciones Díaz de Santos S.A.

Gozáles, N. (2016). Presentación: transporte y logística. *Revista Transporte y Territorio*, 14, 4.

Hernández, R., y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Interamericana Editores.

Herrera, M., y Duany, Y. (2016). Metodología e implementación de un programa de gestión de mantenimiento. 37(1), 2-13.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1815-59362016000100002&script=sci_arttext&tlng=pt

Huerta, R. (2000). El análisis de criticidad, una metodología para mejorar la confiabilidad operacional. *Ingeniería Mecánica*, 4, 7.

International Organization for Standardization. (2018). ISO 17359 Condition monitoring and diagnostics of machines, General guidelines.

- Marrero, R., Vilalta, J., y Martíne, E. (2019). Modelo de diagnóstico-planificación y control de mantenimiento. *Ingeniería Industrial*, 40(2), 148-160. <http://scielo.sld.cu/pdf/rii/v40n2/1815-5936-rii-40-02-148.pdf>
- Ministerio de Trabajo y Previsión Social. (2016). Reformas al reglamento de salud y seguridad ocupacional. *Acuerdo Gubernativo 33(98)*. <https://gremialsiyso.com.gt/wp-content/uploads/2016/02/Acuerdo-Gubernativo-Nu%CC%81mero-33-2016-MINITRAB.pdf>
- Monje, C. (2011). Metodología de la investigación cualitativa y cuantitativa. 19-20.
- Mora, L. (2009). *Mantenimiento, Planeación, ejecución y control* (Primera ed.). Alfaomega Grupo Editor.
- Morales, J. (2012). *Implantación de un programa de mantenimiento productivo total (TPM) al taller automotriz del I. municipio de Riobamba (IMR)*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Organización Internacional de Normalización. (2014). ISO 55000. *Gestión de activos, Aspectos generales, principios y terminología*.
- Pérez, L., Bonet, C., y Rodríguez, E. (2013). Propuesta de sistema de mantenimiento a los vehículos de transporte urbano y agrícola de una base de transporte de carga. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 22(2), 61-67. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2071-00542013000200011&script=sci_arttext&lng=en

Rey, F. (2001). *Manual del mantenimiento integral en la empresa*. Fundación Confemetal.

Rey, F. (2012). Determinación de la necesidad de un mantenimiento preventivo en una industria. *Técnica Industrial*. <https://www.tecnicaindustrial.es/wp-content/uploads/Numeros/85/1037/a1037.pdf>

Smith, F., & Hashemi, J. (2010). *Fundamentos de la ciencia e ingeniería de materiales* (Quinta ed.). The McGraw-Hill Companies, Inc.

Torres, L. (2015). *Gestión integral de activos físicos y mantenimiento* (Primera ed.). Alfaomega Grupo Editor Argentino.

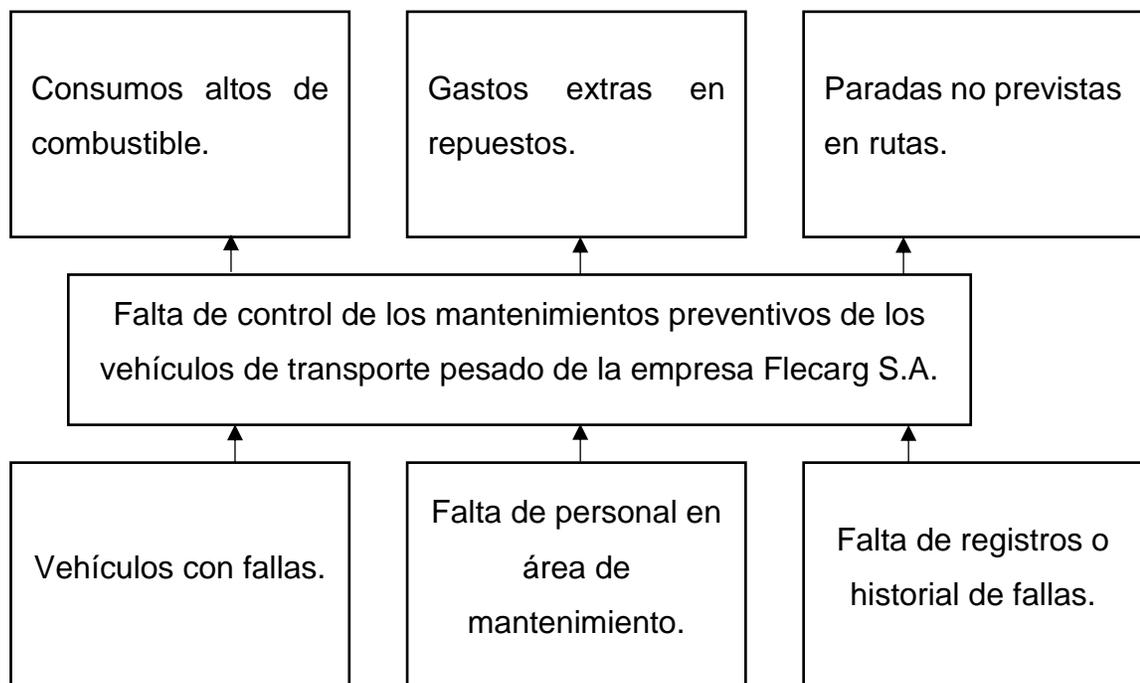
Trujillo, G. (2003). Monitoreo de condición - Una estrategia de Integración de Tecnologías. *1er. Congreso Mexicano de Confiabilidad y Mantenimiento*, 1-9.

Viveros, P., Stegmaier, R., Kristjanpoller, F., Barbera, L., y Crespo, A. (2013). Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo. *Chilena de ingeniería*, 21(1), 125-138. https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-33052013000100011&script=sci_arttext

APÉNDICES

Apéndice 1.

Árbol de problemas



Nota: Árbol de problemas utilizado para el desarrollo de la investigación. Elaboración propia, realizado con *Microsoft Word*.

Apéndice 2.

Matriz de coherencia

No.	Objetivo	Pregunta	Variable
1	Identificar los causales por los cuales no se tiene un control en los registros de mantenimiento preventivos.	¿Cuáles son los causales por los cuales no se tiene un control en los registros de mantenimientos preventivos?	<ul style="list-style-type: none">• Registros anteriores.• Consumos variables de combustible
2	Establecer los registros que se tienen a la fecha de la investigación y crear parámetros y procedimientos para estandarizar la base de datos y así tener un protocolo al momento de ocurrir una falla.	¿Cuáles son los registros que se tienen actualmente de los mantenimientos preventivos?	<ul style="list-style-type: none">• Registros.
3	Comparar los registros de los vehículos que han tenido más frecuentes las fallas y establecer controles de prevención.	¿Cuáles son los registros de los vehículos que han tenido más frecuentes las fallas?	<ul style="list-style-type: none">• Tipos de fallas.• Frecuencia de las fallas.
4	Diseñar un control que involucre un monitoreo frecuente del mantenimiento preventivo de los vehículos en el departamento de logística de la empresa Flecarg S.A para normalizar costos de operación y a mediano plazo reducir costos.	¿Qué formato se puede implementar que involucre monitoreo frecuente de los vehículos para sus mantenimientos preventivos?	

Nota: Matriz de coherencia que involucra preguntas y variables usadas para el desarrollo de la investigación. Elaboración propia, realizado con *Microsoft Word*.

Apéndice 4.

Orden de trabajo

Solicitante					
Celular					
Departamento					
Prioridad					
	Urgente	Normal	Programada		
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO SOLICITADO					
DATOS DE RECEPCIÓN					
Operador					
Código de equipo					
Placa					
Marca					
Hora de la falla					
kilometraje/horas					
Nivel de combustible	1	3/4	1/2	1/4	0
Nivel de aceite	Alto		Medio		Bajo
Nivel de agua	Max		Med		Min
Presión de aire (psi)	100	80	60	40	20
Fugas de aceite	Si	No	Especifique:		
Fugas de agua	Si	No	Especifique:		
Fugas de aire	Si	No	Especifique:		
TIPO DE FALLA					
Mecánica					
Eléctrica					
Electrónica					
DESCRIPCIÓN DE LA FALLA					
REPUESTOS					
Descripción					Costo
					Q
					Q
					Q
TOTAL					Q
FIRMAS					
_____			_____		
Supervisor Mantenimiento			Mecánico responsable		

Nota: Orden de trabajo para la reparación de vehículos. Elaboración propia, realizado con *Microsoft Excel*.