



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

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UN PLAN PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD
EN EMPRESA DE LOGÍSTICA Y TRANSPORTE PESADO REFRIGERADO UBICADA EN LA
REPÚBLICA DE GUATEMALA A TRAVÉS DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL
(TPM)**

Yorick Anthony Quiroa Castillo

Asesorado por la Msc. Inga. Sindy Massiel Godinez Bautista

Guatemala, abril de 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UN PLAN PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD
EN EMPRESA DE LOGÍSTICA Y TRANSPORTE PESADO REFRIGERADO UBICADA EN LA
REPÚBLICA DE GUATEMALA A TRAVÉS DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL
(TPM)**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

YORICK ANTHONY QUIROA CASTILLO

ASESORADO POR LA MSC. INGA. SINDY MASSIEL GODINEZ BAUTISTA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO

GUATEMALA, ABRIL DE 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Christian Moisés de la Cruz Leal
VOCAL V	Br. Kevin Armando Cruz Lorente
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

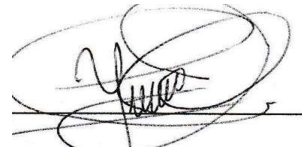
DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Christian Antonio Orellana López
EXAMINADOR	Ing. Fernando Alfredo Moscoso Lira
EXAMINADOR	Ing. Carlos Snell Chicol Morales
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

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 DE UN PLAN PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD
EN EMPRESA DE LOGÍSTICA Y TRANSPORTE PESADO REFRIGERADO UBICADA EN LA
REPÚBLICA DE GUATEMALA A TRAVÉS DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL
(TPM)**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Estudios de Postgrado con fecha 23 de marzo de 2021.



Yorick Anthony Quiroa Castillo

Ref. EEPFI-0089-2021
Guatemala, 02 de febrero de 2021

Director
Armando Alonso Rivera Carrillo
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
Presente.


Estimado Ing. Rivera:

Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado. El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: **PLAN PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN EMPRESA DE LOGÍSTICA Y TRANSPORTE PESADO REFRIGERADO UBICADA EN LA REPÚBLICA DE GUATEMALA A TRAVÉS DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)**, presentado por el estudiante **Yorick Anthony Quiroa Castillo** carné número **201603194**, 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 Gestión Industrial.

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”


Sindy Massiel Godínez Bautista
Ingeniera Industrial
Colegiado No. 9221

Mtra. Sindy Massiel Godínez Bautista
Asesora



Mtro. Carlos Humberto Aroche
Coordinador de Maestría
Gestión Industrial – Fin de Semana


Mtro. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director

Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería



EEP-EIME-002-2021

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Facultad de Ingeniería 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: **PLAN PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN EMPRESA DE LOGÍSTICA Y TRANSPORTE PESADO REFRIGERADO UBICADA EN LA REPÚBLICA DE GUATEMALA A TRAVÉS DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)**, presentado por el estudiante universitario **Yorick Anthony Quiroa Castillo**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería en esta modalidad.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Armando Alonso Rivera Carrillo
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica



Guatemala, febrero de 2021

DTG. 165.2021.

La Decana 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 Eléctrica, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UN PLAN PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN EMPRESA DE LOGÍSTICA Y TRANSPORTE PESADO REFRIGERADO UBICADA EN LA REPÚBLICA DE GUATEMALA A TRAVÉS DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)**, presentado por el estudiante universitario: **Yorick Anthony Quiroa Castillo**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Anabela Cordova Estrada
Decana

Guatemala, abril de 2021.

AACE/asga

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por proveerme bendiciones y oportunidades para lograr alcanzar mis metas junto a mi familia y amigos.
- Mis padres** Por cuidarme, protegerme, guiarme y ser incondicionales en cada momento de mi vida desde mi nacimiento.
- Mis hermanos** Andrés, Izaskun y Andrick Quiroa por su apoyo y compañía en mi vida.
- Mis abuelos** Por compartir sus experiencias y sabias enseñanzas en todo momento.
- Familia y amigos** Miguel Durán, Pablo Zetina, Paulo Corona y Mario Gálvez por estar presentes tanto fuera como dentro de la vida universitaria.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser la <i>alma mater</i> que me permitió desarrollarme tanto profesional como personalmente, considerados los mejores años de mi vida.
Facultad de Ingeniería	Por haberme permitido enriquecer mi conocimiento por medio de los docentes y conocer a mis compañeros de vida.
Mis amigos	Por estar presentes a lo largo de mi carrera universitaria, compartiendo sus experiencias y conocimientos.
Mi asesora	Msc. Inga. Sindy Massiel Godinez Bautista por apoyarme durante el desarrollo del proceso de este trabajo.
Familia y compañeros en general	Por aportar su participación en los momentos de mi vida que han hecho la persona que soy hoy.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS.....	VII
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN.....	XI
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	3
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
3.1. Contexto	7
3.2. Descripción del problema	7
3.3. Formulación del problema	8
3.3.1. Pregunta central	8
3.3.2. Preguntas de investigación	8
3.4. Delimitación de estudio.....	9
3.4.1. Límite temporal	9
3.4.2. Límite geográfico	9
3.4.3. Límite espacial	9
3.5. Viabilidad de la investigación	9
3.6. Consecuencias de realizar la investigación	10
3.6.1. De realizarse.....	10
3.6.2. De no realizarse.....	10
4. JUSTIFICACIÓN	11

5.	OBJETIVOS.....	13
5.1.	General	13
5.2.	Específicos.....	13
6.	NECESIDADES POR CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN	15
6.1.	Etapas de la investigación.....	16
6.1.1.	Fase 1: revisión documental	16
6.1.2.	Fase 2: diagnóstico	16
6.1.3.	Fase 3: definición de la estrategia.....	16
6.1.4.	Fase 4: definición de evaluación de desempeño.....	17
6.2.	Esquema de solución	17
7.	MARCO TEÓRICO	19
7.1.	Mantenimiento.....	19
7.1.1.	Definición del mantenimiento	19
7.1.2.	Tipos de mantenimiento	20
7.1.3.	Objetivos del mantenimiento	21
7.2.	Mantenimiento productivo total	21
7.2.1.	Definición del mantenimiento productivo total	22
7.2.2.	Fases del mantenimiento productivo total	23
7.2.3.	Ventajas del mantenimiento productivo total	24
7.2.4.	Pilares del mantenimiento productivo total	24
7.2.5.	5´S+1 del mantenimiento productivo total	26
7.2.6.	Implicados	27
7.3.	Productividad	27
7.3.1.	Definición de Productividad	28
7.3.2.	Tipos de Productividad	28
7.3.3.	Importancia de la Productividad	29
7.3.4.	Beneficios de la Productividad	30

7.4.	Logística de transporte	30
7.4.1.	Definición	30
7.4.2.	Proceso de logística de transporte	31
8.	PROPUESTA DEL ÍNDICE DE CONTENIDO	33
9.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	35
9.1.	Enfoque	35
9.2.	Diseño	35
9.3.	Tipo	36
9.4.	Alcance.....	36
9.5.	Variables e indicadores	36
9.6.	Matriz de variables	37
9.7.	Fases de la investigación	38
9.7.1.	Fase 1: revisión documental.....	38
9.7.2.	Fase 2: diagnóstico	40
9.7.3.	Fase 3: definición de la estrategia.....	40
9.7.4.	Fase 4: definición de evaluación de desempeño.....	41
9.8.	Población y muestra	41
9.9.	Técnicas y metodología.....	43
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN.....	45
11.	CRONOGRAMA.....	47
12.	FACTIBILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	49
12.1.	Recursos humanos.....	49
12.2.	Recursos físicos	49
12.3.	Recursos financieros	50

13.	REFERENCIAS	51
14.	APÉNDICES	55

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Esquema de solución.....	17
2.	Proceso de logística de transporte.....	32

TABLAS

I.	Matriz de variables.....	37
II.	Datos para cálculo de muestra.....	42
III.	Cronograma	47
IV.	Recursos financieros.....	50

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
°C	Grados Celsius
h	Horas
=	Igual que
Km	Kilómetro
m	Metro
%	Porcentaje
P	Potencia
Q	Quetzales
RPM	Revoluciones por minuto

GLOSARIO

CBM	Condition-Based Maintenance (Mantenimiento Basado en las Condiciones).
Fajas	Bandas utilizadas para la transmisión de energía, generalmente de una polea a otra.
Filtros	Dispositivos que impiden la contaminación por sedimentos o sólidos.
IVA	Impuesto al valor agregado.
Perecedero	Límite de durabilidad corta.
PIB	Producto Interno Bruto.
PTF	Productividad total de los factores.
PYME	Pequeña y Mediana Empresa.
RCM	Reliability Centred Maintenance (Mantenimiento centrado en la confiabilidad).
Thermo King	Fabricante de sistemas de refrigeración para furgones.

Tonelada	Unidad de masa del Sistema Internacional.
TPM	Total Productive Maintenance, metodología de aplicación para alcanzar objetivos en las industrias.
TQM	Total Quality Management (Manufactura de Calidad Total).
Recursos	Conjunto de bienes necesarios para satisfacer una necesidad.
Vatio	Unidad de medida de potencia.
Zapatas	Dispositivos de frenado por rozamiento, fabricados de aleación de aluminio.

RESUMEN

Los mantenimientos predictivos y correctivos a unidades de transporte pesado, son comúnmente vistos en Guatemala, se realizan con el fin de aumentar la disponibilidad y vida útil de los mismos. Consisten en el reemplazo de piezas que tiendan o produzcan una falla a la máquina; lo anterior realizado por un técnico especialista. Además, los vehículos pesados de este tipo poseen un sistema de refrigeración en la parte superior de la cabina, por lo que ambos sistemas deben carecer de fallas de cualquier tipo que afecten su óptimo funcionamiento.

Al adoptar la metodología del mantenimiento productivo total dentro de la compañía y sus colaboradores aumentará la productividad en sus procesos, reduciendo los costos y mejorando la calidad en el servicio. Múltiples antecedentes de empresas, dedicadas a un rol diferente, reconocidas y exitosas son pruebas fehacientes del cambio de eficiencia.

El presente diseño de investigación pretende establecer el cambio en la productividad y eficiencia de Transportes Castillo mediante la obtención de datos cuantitativos como antecedentes históricos. El análisis de la información recopilada tanto técnica como financiera. Finalmente, concluir la viabilidad del trabajo de investigación con el fin de reducir las pérdidas, tiempos muertos, los costos y gastos innecesarios, aumentar la disponibilidad de los camiones, mejorar su rendimiento y vida útil de los mismos.

1. INTRODUCCIÓN

Siendo el transporte pesado uno de los medios terrestres fundamentales para Guatemala, el cual ha evolucionado con el transcurrir del tiempo, reemplazando a otros transportes en la distribución y movilización de productos hacia distintas regiones del país, como lo fue en su época el ferrocarril, circulando las principales carreteras del mismo. Es por eso que se requiere del óptimo funcionamiento de las unidades como asegurar su disponibilidad y confiabilidad.

El objetivo del presente trabajo de investigación, es el detallar el proceso de sistematización para mejorar la productividad en una empresa de logística y transporte pesado aplicando mantenimiento productivo total, específicamente para el control, planificación y realización de mantenimientos de las unidades refrigeradas que transitan a nivel república del país de Guatemala.

La necesidad de realizar el presente estudio surge a partir de la ineficiencia en los procesos que conllevan prolongar la vida útil de las unidades y sus sistemas de refrigeración. En segundo lugar, los elementos y todo aquello perteneciente a los mantenimientos de tipo preventivo con el fin de aumentar el máximo tiempo en operación sin incidentes por fallas. Considerando cada miembro y su productividad para desenvolverse de la mejor manera en sus actividades laborales diarias y así, volver una organización más productiva.

Se posee la debida autorización de la empresa involucrada en el estudio para el desarrollo de la misma y factibilidad de la investigación. Por consiguiente, es posible acceder a antecedentes e información, aceptando recomendaciones para la elaboración del plan de mejora de la productividad de la misma.

Dentro de los beneficiarios del trabajo de investigación se encuentran todas aquellas empresas que se desenvuelven en un rol similar de negocios y que deseen acoplar a sus procesos para una metodología progresiva dentro de sus industrias. Como resultado esta investigación busca como aportar al campo del transporte pesado tanto de productos perecederos como los no tan fundamentales. Todo el proceso que conlleva el desarrollo del trabajo de investigación para la mejora de la productividad en empresa de transporte comprendido en un periodo entre febrero 2017 hasta mayo 2021, basado en una estructura sólida para comprender el problema, su impacto y el resultado con la solución propuesta.

El informe final del estudio estará estructurado en 5 capítulos, en el primer capítulo se desarrollará el marco teórico, que le brinda al estudio el fundamento necesario para su interpretación. En el segundo capítulo, se describirá la forma en la cual se obtendrá y recolectará la información necesaria para diagnosticar, analizar y plantear una metodología para volver más eficiente los procesos.

En el tercer capítulo, se analizará la información y datos recopilados con propósito de establecer una propuesta de estrategia para la investigación. Dentro del cuatro capítulos se detallará la propuesta de estrategia, diseñada para aumentar la productividad de la empresa de transporte pesado, tanto el área administrativa como en el área de operaciones de todo el país.

2. ANTECEDENTES

Diversos estudios a lo largo del desarrollo de los mantenimientos, han permitido a las industrias del transporte mejorar su sistema productivo, no de manera inmediata, pero brindando al final del proceso resultados efectivos. Dentro de la industria del transporte pesado, se aplican múltiples herramientas con el fin de solventar sus averías, obteniendo equipos más eficientes debido a que el mantenimiento productivo total (TPM) involucra tanto áreas de mantenimiento como administrativas.

Para Martínez (2015), los mantenimientos centrados en la confiabilidad (RCM) y el mantenimiento basado en las condiciones (CBM), son sistemas que fueron suplantados por el mantenimiento productivo total (TPM), por el simple hecho que este último no abarca una sola área, sino todas unidas como tal en conjunto. En donde la participación de todos los colaboradores es esencial. En el año 2016, en su trabajo de investigación doctoral, bajo un modelo integrador que consta de las bases de aplicación de la herramienta para la validación y ejecución del mantenimiento productivo total (TPM) que requiere de un diagnóstico al sistema que posea la compañía y de un estudio profundo de los procesos y participantes que estructuren la misma, debido a que la implementación de esta y la ejecución de los objetivos resulta ser complicada. Consiguiendo un sistema eficiente sin fallas, consecuencias ni defectos.

Esta herramienta es elegible para soluciones en donde la maquinaria y los equipos sean una generadora o fuente de ingresos como el transporte pesado. Además, la metodología implica un control y seguimiento con el fin de que la disponibilidad de las unidades sea asegurada, disminuyendo la variabilidad.

Proporcionando beneficios que incluyen todo el proceso de la cadena de suministros, enfatizando que son de los objetivos primordiales de la industria del transporte que tiene por meta, volver eficiente su gestión de mantenimientos.

Según Tuarez (2013), los objetivos del *Total Productive Maintenance* (TPM), se fundamentan en principios de uso general que establece un sistema preventivo para evitar pérdidas, contando con los equipos y su disponibilidad. Dentro de los cuales se encuentran: impedir el deterioro de las unidades realizando mantenimientos denominados básicos, reducción de gastos incurridos debido a las anomalías no previstas que afectan el desarrollo de actividades normales y las acciones inmediatas para la resolución de fallas presentadas ya que el tiempo es un factor medular principalmente en procesos logísticos como son las entregas a los centros de distribución de Supermercados como: Walmart, Despensas, Paiz, entre otros.

Enfatizando que el producto transportado es perecedero y que requiere de cierto grado de refrigeración con altos estándares de calidad. Por lo tanto, el camión como su sistema de refrigeración constan de partes que requiere de revisión y mantenimiento. Al no realizar mantenimientos, se generan averías y, por consiguiente, pérdidas.

Llontop (2018) considera que, al identificar y eliminar las pérdidas, se crean condiciones para maximizar la vida útil y horas operativas de las máquinas. En búsqueda de una productividad ideal-eficiente en el área de mantenimientos de las unidades de transporte pesado como objetivo de la aplicación del TPM.

Dentro de la filosofía del TPM, no se describe una serie de pasos a realizar para lograr los objetivos. Se debe contar con el mayor recurso de cualquier institución, el talento humano. Más allá del proceso de mantenimiento, se debe

disponer de factores de fuerza de trabajo y manejo de materiales. Según la doctrina importante del TPM, para aumentar el ciclo de vida, es necesario invertir en capacitar a los colaboradores con el fin de que realicen las actividades de la mejor manera sin carecer del conocimiento. (Hortiales, 1997). No es simplemente una metodología a seguir por los conductores de la compañía, sino un conjunto prácticas implementadas con un conocimiento previo de las actividades a realizar por todos los involucrados de la empresa para que las directrices del plan diseñado aplicando el mantenimiento productivo total (TPM) sea realizado de manera autónoma.

Trujillo (2016), revela que esta filosofía nacida en Japón, ha sido utilizada por grandes empresas, mayor a 200, o que cuentan con un alto número de personal activo laborando dejando gran campo de exploración a micro, pequeña y mediana empresa para el crecimiento de la competitividad del país se basa en tener empresas con sistemas productivos eficientes, pues son un pilar fundamental para el desarrollo socioeconómico a beneficio común, volviendo al mercado más competitivo. Sin embargo, en países como Guatemala el PIB es generado mayormente por pequeñas y medianas empresas (PYMES). La empresa de transporte refrigerado se encuentra en ese grupo por lo que la adaptación de tal herramienta puede ser ejemplar para otras empresas que deseen agregar valor a sus procesos independientemente de su rol de negocios.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1. Contexto

Las empresas de transporte pesado buscan alternativas para prologar la vida útil de sus unidades. Especialmente las unidades que poseen un sistema de refrigeración añadido, utilizado para mantener el producto a bajas temperaturas y que estas no se vean afectados durante el trayecto y así, llegar a los centros de distribución en óptimas condiciones donde serán evaluados bajo estándares rigurosos de calidad para finalmente, ser adquiridos por los consumidores.

Estos vehículos de distinto tonelaje con sistemas de refrigeración integrados, deben permanecer en excelente estado, ya que su funcionamiento debe ser eficaz para transportar su carga con diversos productos perecederos tales como: como: frutas, verduras, lácteos y sus derivados, variedades de carnes y de pan; no tan fundamentales como: pasteles, flora, entre otros.

3.2. Descripción del problema

Los vehículos requieren de mantenimientos y servicios preventivos a cada cierto plazo de tiempo o comúnmente basados en una referencia del recorrido de cada uno. Los elementos sujetos a revisión y cambios constantes son: neumáticos, fajas, filtros (aire, aceite y combustible) y zapatas de frenos. Algunos de estos son considerados para el sistema de refrigeración, aunque con diferentes propiedades y características físicas como mecánicas.

No se consta de un control y monitoreo de estos elementos de forma organizada ni planeada. Factores como el mal estado de las carreteras, maniobras y descuidos por parte de los usuarios, sobrecarga de la capacidad del vehículo pueden influir en el deterioro y vida útil del mismo, recortándola.

3.3. Formulación del problema

En este apartado se planteó la pregunta central de investigación y las preguntas auxiliares que servirán de guía en el diseño del experimento.

3.3.1. Pregunta central

¿Qué plan permitiría a la empresa de transporte pesado realizar mantenimientos preventivos a sus unidades de forma constante y planificada?

3.3.2. Preguntas de investigación

- ¿Cómo se realizan los mantenimientos de las unidades y del sistema de refrigeración?
- ¿Cuáles pueden ser las causas principales de la ineficiencia de gestión de mantenimientos preventivos en la empresa de transporte?
- ¿Cómo se medirán los indicadores de desempeño en la vida útil de la flotilla de transporte pesado?

3.4. Delimitación de estudio

En este apartado se determinaron los límites, los alcances y el área de interés para el desarrollo de la investigación.

3.4.1. Límite temporal

El estudio se desarrolla durante los doce meses comprendidos entre los cursos de Seminario I y Seminario III, de mayo 2020 a mayo 2021.

3.4.2. Límite geográfico

El estudio se desarrollará en la República de Guatemala.

3.4.3. Límite espacial

La investigación se llevará a cabo de la mano con la totalidad de la empresa, propietarios y encargados de la logística, administración, supervisión y principalmente los operadores de los camiones como técnicos mecánicos a cargo de los mantenimientos preventivos y correctivos de cada vehículo de distinta marca que integra la flotilla.

3.5. Viabilidad de la investigación

Contando con la debida autorización y recursos necesarios de la empresa para efectuar la investigación, así como con la disponibilidad de tiempo, efectuando la viabilidad de la misma.

3.6. Consecuencias de realizar la investigación

En la búsqueda de la solución al problema planteado en esta investigación se identifican ventajas y desventajas de realizar o no el estudio.

3.6.1. De realizarse

Se espera el incremento en la vida útil de cada camión, reducción de incidentes y acciones correctivas que afecten las actividades de los camiones durante las rutas. Una mejor logística de mantenimientos, mayor organización, cumplimiento de estándares de seguridad de empresas que contratan los servicios y la confiabilidad de prestar un mejor servicio de calidad.

3.6.2. De no realizarse

Continuar en el mismo proceso, posiblemente fallas de los elementos en el transcurso del tiempo, gastos no contemplados y efectos no favorables en la vida útil de los vehículos.

4. JUSTIFICACIÓN

El estudio se sitúa dentro de la línea de investigación de gestión de la cadena de suministros en el área de sistemas integrados de gestión de la maestría en Gestión Industrial de la Universidad de San Carlos de Guatemala, pues se enfoca en establecer una propuesta para diseñar un plan de mantenimiento preventivo a flotilla de una empresa de transporte pesado, misma que traslada productos perecederos a centros de distribución y supermercados del país.

La necesidad de efectuar esta investigación, se basa en mejorar considerablemente las ineficientes acciones, por parte de la empresa con respecto al cuidado de su principal fuente de ingresos, los camiones. El mal control y falta de atención a los vehículos de carga pesada influyen a que tiendan a fallar, su desempeño se ve afectado por simples medidas de control y que a su vez la vida útil de las mismas unidades disminuya. Estos vehículos operan en un estimado de 12 horas diarias promedio, dependiendo de la ubicación principalmente de los destinos a nivel república, pueden variar los tiempos. Sin embargo, no se evidencia alguna metodología para llevar a cabo la revisión y mantenimientos de los mismos.

Es de vital importancia el monitoreo de todas las unidades, debido a que las empresas que contratan el servicio de transporte, exigen un cumplimiento de los requisitos propuestos por su respectivo departamento de seguridad y calidad, tanto del camión como del sistema de refrigeración. Por eso, su buen funcionamiento debe ser medular y prioritario, no solo para el cumplimiento de los requisitos, sino para el tiempo que se encuentre en operación.

La motivación para realizar esta investigación, es contribuir al desarrollo y rol de la industria del transporte, planificando formatos de control y una lista de verificación la cual será empleada cada cierto tiempo, para validar el buen estado de las partes y sistemas de los vehículos.

Dentro de los beneficios de la investigación se encuentra una mayor durabilidad de tiempo de vida útil de las partes como de los camiones, eliminar o recortar incidentes por fallas que requieran acciones correctivas para solucionarlos y como beneficiarios se encuentran: los pilotos, la empresa en general y todas aquellas compañías que desempeñen un rol similar en la industria del transporte y deseen utilizar como guía de referencia para solventar sus necesidades.

5. OBJETIVOS

5.1. General

Diseñar el plan que permita a la empresa de transporte pesado realizar mantenimientos preventivos a sus unidades de forma constante y planificada.

5.2. Específicos

- Realizar un diagnóstico de los mantenimientos y servicios de las unidades de transporte pesado como de su sistema de refrigeración.
- Analizar las causas principales de la ineficiencia de los procesos de gestión de mantenimientos preventivos en la empresa de transporte.
- Evaluar el desempeño del plan propuesto en la vida útil de las unidades y sus elementos para la empresa de transporte pesado.

6. NECESIDADES POR CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN

La principal necesidad a cubrir es diseñar un plan de mantenimiento preventivo para una flotilla de transporte pesado, mediante la estructuración, planificación periódicas y ejecución de actividades que incluye el mantenimiento productivo total (TPM).

El esquema de solución consiste en realizar un diagnóstico del proceso que conllevan los mantenimientos por cada unidad. Existen diferentes marcas de las unidades y por consiguiente las partes varían, por lo que se recopilarán datos característicos de cada uno y serán presentados en una tabla. Para el efecto se debe incluir: datos técnicos provenientes de los proveedores de neumáticos, fajas, zapatas y demás partes contenidas en un mantenimiento y revisión preventiva. Cada uno de estos elementos incluye información acerca de la vida útil de los mismos, definidos en tiempo como horas trabajo y otros en kilometraje recorrido (neumáticos). Realizando cálculos respectivos de horas trabajo según la potencia suministrada en este caso por las fajas, estableciendo distancias promedias para calcular el gasto promedio de labor de los neumáticos tanto delanteros como traseros, frenos y demás incluyentes en el mantenimiento a planificar. Luego, se elabora la respectiva estrategia, esta incluye los formatos del plan de mantenimientos diseñado para control y validación, así como los rangos de holgura permitidos. Finalmente, evaluando los indicadores de desempeño previamente propuestos y resultados obtenidos para dar concluida la investigación.

6.1. Etapas de la investigación

El desarrollo de la investigación consta de 4 fases:

6.1.1. Fase 1: revisión documental

En la primera semana se realiza el diagnóstico y la logística de cada camión como: su ubicación, horas de asignación, las rutas convencionales y el tiempo de distribución. Seguido de la semana de obtención y recopilación de datos técnicos de cada unidad como de su respectivo sistema de refrigeración, esto para explorar las referencias técnicas de cada proveedor de cada elemento.

Al completar toda la información requerida, se disponen de dos meses para la realización de la investigación.

6.1.2. Fase 2: diagnóstico

Los datos e información obtenida permiten un análisis luego de 6 semanas para desarrollar la estrategia y establecer los indicadores a presentar para evaluar y concluir el proceso de investigación.

6.1.3. Fase 3: definición de la estrategia

Se disponen de 6 semanas para diseñar y definir los formatos de monitoreo, control y la metodología a ejecutar para que los indicadores establecidos puedan ser medibles.

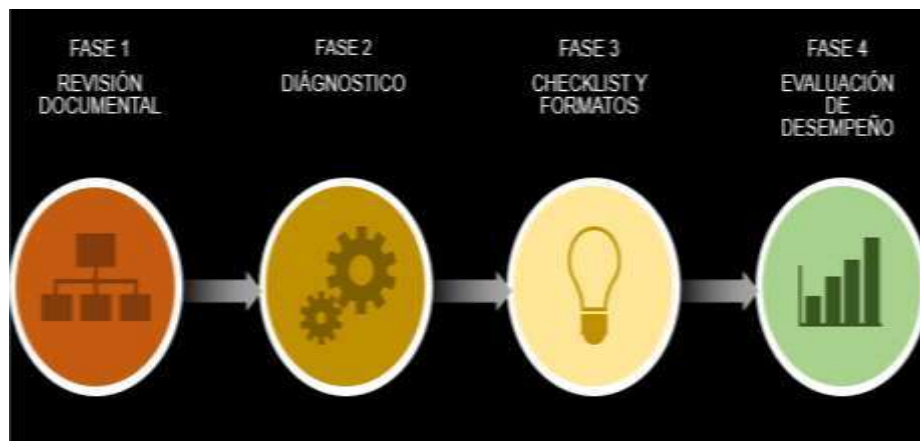
6.1.4. Fase 4: definición de evaluación de desempeño

La evaluación del desempeño de la propuesta diseñada durante las dieciocho semanas posteriores a su definición, controlando y monitoreando los indicadores medibles para ir comprobando el desarrollo y avance del mismo.

6.2. Esquema de solución

La estructura de las fases se estableció de forma secuencial, mostrando relación entre sí, para el desarrollo de la investigación.

Figura 1. Esquema de solución



Fuente: elaboración propia.

7. MARCO TEÓRICO

7.1. Mantenimiento

En los siguientes incisos se aborda la definición de mantenimiento, los tipos y los objetivos que se deben cumplir en el sistema de mantenimiento para lograr la eficiencia de los equipos.

7.1.1. Definición del mantenimiento

Según Olarte, Botero y Cañon (2010), el mantenimiento es el conjunto de actividades realizables para prolongar la vida útil de las máquinas provocada por el uso de las mismas y tiempo. Todo tipo de mantenimiento eficaz y confiable deber ser de forma planificada y controlada.

Para empezar, permite mantener maquinaria y equipos en óptimas condiciones para evitar cualquier situación de tiempos muertos, falta de operación y que éstas nos impidan continuar con un proceso causando como consecuencia pérdidas. El personal designado a esta actividad deber ser capacitado previamente para que pueda desarrollar su función sin ninguna complejidad, debe contar con el conocimiento de la manipulación correcta de las herramientas y a su vez del equipo para que este pueda diagnosticar sin mayor dificultad.

Es recomendable llevar un registro o bitácora de los mantenimientos que se llevan a cabo sobre un equipo. Además, es de suma importancia que todos los colaboradores se encuentren informados y tomen en cuenta que necesidades

posteriores pueda tener el mismo. Cabe recalcar el uso indispensable de equipo de protección industrial del personal con el fin de evitar incidentes o accidentes en el momento de realizar cualquier actividad. Además de un ambiente seguro y libre de riesgos que puedan afectar la salud de los colaboradores.

7.1.2. Tipos de mantenimiento

Existen diversos tipos de mantenimiento clasificados según su programación, presencia o no de falla y evaluación de condición del equipo. Es decir, según estos parámetros se determina qué tipo de mantenimiento es el designado. Entre estos se encuentran:

- **Mantenimiento predictivo:** clase de mantenimiento que se realiza en función de pronosticar una falla futura de un componente de un equipo o máquina. Permite que se pueda anticipar la falla y tomar acciones en cuanto a la sustitución del componente con el fin de evitar un paro no programado de la maquinaria. Concluyendo así, la disminución de pérdidas y aumento en la vida útil de los equipos. Es realizado de forma planificada y programada.
- **Mantenimiento preventivo:** es el mantenimiento programado que atiende las vulnerabilidades antes de que se presente una falla. Realizado de forma planificada y sistemática. Es decir, realizado sin presencia de una falla con previa planificación. Es el tipo de mantenimiento más común en todas las industrias como: automóviles, maquinas herramientas, maquinas industriales, aeronaves, transformadores, entre otros.
- **Mantenimiento correctivo:** es la clase de mantenimiento que se lleva a cabo al momento de presentarse una falla, ya sea en un equipo o

maquinaria que está previamente en operación. Requiere de tiempo destinado para su reparación y revisión posterior para una puesta en marcha segura. Conlleva de sustitución de algún elemento que estructure la máquina, en algunas situaciones es necesario el reemplazo total del equipo debido a la gravedad de las fallas.

7.1.3. Objetivos del mantenimiento

Garrido (2010), menciona que dentro de los objetivos que se deben gestionar en el sistema de mantenimientos para alcanzar la máxima eficiencia de los equipos en la industria y reducir los costos, se encuentran:

- Asegurar la confiabilidad y disposición de los equipos y/o maquinaria.
- Cumplir y satisfacer los estándares del sistema de gestión de calidad de la organización.
- Satisfacer todas las normas.
- Conseguir la máxima eficiencia y productividad.

Dentro de la filosofía del mantenimiento productivo total su principal objetivo es la minimización o eliminación total de pérdidas debido a la circunstancia de la maquinaria con el fin de garantizar la disponibilidad para maximizar la producción sin contar con paradas.

7.2. Mantenimiento productivo total

A continuación, se desglosa la definición, las fases, las ventajas y pilares del mantenimiento productivo total.

7.2.1. Definición del mantenimiento productivo total

Es una doctrina que surgió en Japón en los años posteriores a la Segunda Guerra Mundial, donde se establece una metodología del *Lean Manufacturing* para garantizar la disposición de la maquinaria y confiabilidad de la misma mediante un control y monitoreo de ellas con respecto a sus mantenimientos. Además, la capacitación de otros departamentos para efectuar dichos mantenimientos por lo que esta herramienta hace partícipes a todos los integrantes de la organización.

Por su parte Roberts (2013), señala que es un concepto nuevo en cuanto al involucramiento del personal productivo en el mantenimiento de plantas y equipos. La meta del mantenimiento productivo total, es incrementar notablemente la productividad y al mismo tiempo mejorar el entusiasmo de los colaboradores y su satisfacción por el trabajo realizado. El sistema del mantenimiento productivo total está basado en (TQM) *Manufactura de Calidad Total* la cual surgió en los 70's y se ha mantenido tan popular en el mundo industrial. Se emplean muchas herramientas en común, como la delegación de funciones y responsabilidades cada vez más altas a sus colaboradores, la comparación competitiva, así como la documentación de los procesos para su mejoramiento y optimización mediante la aplicación de los conceptos de:

- Prevención
- Cero defectos
- Cero accidentes
- Participación total de las personas.

7.2.2. Fases del mantenimiento productivo total

Según expone Gómez (2001), la doctrina del mantenimiento productivo total (TPM) requiere de múltiples fases a medida que los colaboradores como líderes adopten la metodología y asegurar la implementación exitosa. Según el Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM) los siete pasos para lograr el cambio de actitud en la organización e implementar el mantenimiento productivo total (TPM) con éxito son:

- Fase 1: aseo inicial de la máquina y puesta a punto.
- Fase 2: medidas para descubrir los factores que provoquen las partículas de suciedad como polvo y su influencia en las fallas.
- Fase 3: preparación de procedimientos de limpieza y lubricación a realizar por el personal.
- Fase 4: formar al personal de producción para realizar inspecciones generales.
- Fase 5: formar al personal de producción para realizar inspecciones autónomas.
- Fase 6: orden y armonía en la distribución.
- Fase 7: optimización y autonomía en la actividad, apoyándose en una filosofía de mejora continua.

Lo mencionado anteriormente, hace énfasis en que toda empresa al realizar mantenimientos debe poseer un sistema de gestión de salud y seguridad ocupacional del colaborador. Además de un ambiente seguro y con un estudio de riesgos para que las actividades puedan ser desarrolladas de la mejor manera. Todo personal a cargo de mantenimientos debe poseer equipo de protección personal, tales como:

- Lentes

- chaleco reflectivo
- Casco
- Botas con punta de acero
- Protectores de oídos
- Ropa adecuada
- Cincho
- Arnés de cintura (si fuera necesario)

7.2.3. Ventajas del mantenimiento productivo total

Las actividades del TPM se enfocan en eliminar los factores de desgaste forzoso, aumentando el tiempo de vida útil de la maquinaria. Además, un incremento en la productividad y reducción o en los costos de mantenimiento, presentando las siguientes ventajas:

- Mejoramiento de la calidad.
- Aumento en la productividad
- Flujos continuos en la producción.
- Máximo aprovechamiento de los recursos disponibles.
- Reducción de costos operativos y gastos no contemplados.
- Mejora de la cultura y cumplimiento de normas.
- Control de los procesos y operaciones.
- Mejora la comunicación entre colaboradores y departamentos

7.2.4. Pilares del mantenimiento productivo total

El mantenimiento productivo total se fundamenta sobre seis pilares:

- Mejoras enfocadas.

Uno de los objetivos de toda gran industria para sus colaboradores es el mejoramiento continuo en sus actividades tanto laborales como personales, dentro y fuera de la organización.

- Mantenimiento autónomo.

La educación y capacitación constante permitirá que la realización de las actividades y tareas con el paso del tiempo sean completadas de forma autónoma por parte del personal.

- Mantenimiento planificado.

La previa planificación de los mantenimientos permitirá un control y monitoreo de las actividades de forma organizada.

Se comprende de establecer una programación de mantenimientos por parte del departamento designado. Estructura un conjunto de actividades sistemáticas con el objeto de obtener una productividad de cero defectos, cero averías, cero contaminaciones del ambiente y cero accidentes (Lefcovich, 2009).

- Mantenimiento de calidad.

El objetivo primordial de la herramienta es un mantenimiento de forma eficiente y efectiva para brindar un servicio de calidad al cliente final.

Es una clasificación del mantenimiento que refiere a la gestión de calidad y a factores con el objetivo de alcanzar las condiciones para cero defectos.

Requiere de medidas constantes en periodos regulares para evitar situaciones de defectos en equipos ocasionados por falta de calidad en sus mantenimientos.

- Educación y entrenamiento.

La capacitación continua de personal permite a sus empleados conocer, planear, mejorar y realizar de manera más eficiente sus actividades en colaboración con los demás miembros del equipo.

El trabajo en equipo permite un flujo continuo de los procesos y sobre todo la mejora continua grupal y en conjunto con otros colaborados, no solo del mismo departamento, mejoran la comunicación bilateral. Aplica la filosofía del ganar-ganar y de un bien común.

- Seguridad y medio ambiente.

La empresa debe poseer instalaciones adecuadas, limpias, libre de riesgos y peligros para que los colaboradores puedan desempeñarse de la mejor manera sin permitir situaciones de incidentes o accidentes, se le conoce como una gestión de un sistema de seguridad y salud ocupacional del trabajador.

7.2.5. 5´S+1 del Mantenimiento productivo total

Es una técnica disciplinaria basada en 5 etapas o principios disciplinarios con el objetivo de obtener trabajos más ordenados, mejor organizados y limpios consiguiendo así, una mayor productividad y un entorno laboral mejorado (Tonato, 2013). + 1 significa el aporte personal de cada colaborador hacia la técnica de las 5 S. La metodología empresarial no es suficiente si los

colaboradores asumen la participación y adoptan la metodología para su implementación.

Los cinco principios que estructuran la metodología son:

- Organización
- Orden
- Limpieza
- Estandarización
- Disciplina

7.2.6. Implicados

Uno de los fundamentos de la herramienta del Mantenimiento productivo total es la participación de todos los colaboradores en la organización en la que se pretende aplicar dicha herramienta. Esto permite descartar la falta de dependencia de personal capacitado para completar las funciones del departamento de mantenimiento.

La participación del conjunto de colaboradores también aporta a la comunicación bilateral, la mejora continua, las relaciones interpersonales y sobre todo fomenta un liderazgo ejemplar.

7.3. Productividad

En los siguientes sus temas se brinda una definición sobre la productividad, los tipos que existen y los beneficios que puede ofrecer a una empresa.

7.3.1. Definición de Productividad

De acuerdo con Prokopenko (1989), la cantidad o magnitud de producción de la unidad de producto o servicio por insumo de cada factor utilizado por unidad de tiempo. Mide la eficiencia de producción por factor utilizado. Es decir, por unidad de trabajo o capital utilizado. Define el uso eficiente de los recursos, la relación entre los resultados y el tiempo que lleva conseguirlos.

En todo proceso de producción se hace presente dicho índice que permite determinar el rendimiento de lo invertido en materia prima que se transforma en un producto con un valor. Esto puede variar si los factores que influyen dentro del proceso de producción muestran versatilidad, lo cual es normal.

7.3.2. Tipos de Productividad

- Productividad laboral: es conocida como el rendimiento por hora trabajada. Refiere a como aumenta o disminuye el rendimiento de la transformación de la materia prima en un producto final en función del tiempo trabajado. De manera similar en una empresa que provee servicios con respecto al rendimiento de la realización del servicio en un tiempo determinado.
- Productividad total de los factores (PTF): es el tipo de productividad que varía según los factores pertenecientes a la cantidad de producción y sus recursos (Echavarría, Arbeláez y Rosales, 2016). Este tipo de productividad versátil continuamente ya es muy común en la industria, considerado como la integración de los valores medios de los factores presentes en la producción.

- Productividad marginal: muestra de la variación experimentada en la producción de un específico bien, concierne a la unidad adicional que puede ser fabricada, mientras el resto permanece constante. Mostrando la vital importancia del bien dentro de la producción y como este puede influir en la tasa de variabilidad y de intensidad de la misma.
- Productividad total: tipo de productividad que permite conocer cuál es la magnitud de la escala total de la productividad, del rendimiento la materia prima como de las unidades transformadas en productos mediante el conteo para determinar una tasa crecimiento o disminución.

7.3.3. Importancia de la productividad

Mejorar la productividad empresarial de una compañía día a día es una labor de gran importancia. Se le debe prestar la suficiente atención para que los resultados sean óptimos.

Conlleva la responsabilidad del rendimiento de las operaciones y procesos de la organización incluyendo conceptos de capital y los beneficios de las actividades relacionadas de los colaboradores.

En una empresa de transporte pesado la productividad se hace presente en los costos y ahorros que se puedan representar mayormente en generación con los mismos recursos o la generación estándar de una facturación de los fletes realizados por cada camión con menos recursos. Es decir, la utilidad generada en base a los costos otorgados. Por lo que los casos de la productividad mencionados pueden verse reflejados en contratos del servicio por costo-beneficio de combustible y en otros casos el tonelaje del camión a utilizar según el tamaño o peso de la carga a transportar. De forma que es importante

considerar que los márgenes de utilidad son proporcionales a la cantidad de fletes.

7.3.4. Beneficios de la productividad

El aumento de la productividad tiene muchos beneficios para las empresas, sea cual sea su tamaño o sector de actividad que desarrollen:

- Ayuda a conseguir los objetivos empresariales marcados en mayor grado y con mayor eficacia.
- Supone un gran ahorro de costes, ya que permite deshacernos de aquellos elementos innecesarios para alcanzar los objetivos.
- Proporciona un gran ahorro de tiempo, lo que da la posibilidad de realizar un mayor número de tareas en un menor tiempo y, generalmente, con menor esfuerzo.
- Permite ser más competitivos en el mercado.
- Adiciona mayores utilidades y vuelve los procesos más fluidos.

7.4. Logística de transporte

Uno de los aspectos importantes en el transporte es su logística, por esta razón a continuación se brinda una definición de logística y los procesos que conlleva.

7.4.1. Definición

Se define de logística como la serie, secuencia y conjunto de actividades y/o operaciones que posee un proceso, relacionadas estratégicamente con el envío de materiales y productos a cualquier punto de la cadena de

abastecimiento (Thompson, 2007). En este caso, la logística de transporte es la que conlleva toda aquella actividad de traslado, transporte y distribución de productos a los diferentes centros ya sea de almacenaje o de consumo final para los clientes.

7.4.2. Proceso de logística de transporte

Para efectos del trabajo de investigación se considera al transporte como aquella actividad encaminada a transportar un producto desde su almacenamiento hacia su destino, involucrando costos, calidad de servicio y capital de trabajo (Mora, 2014).

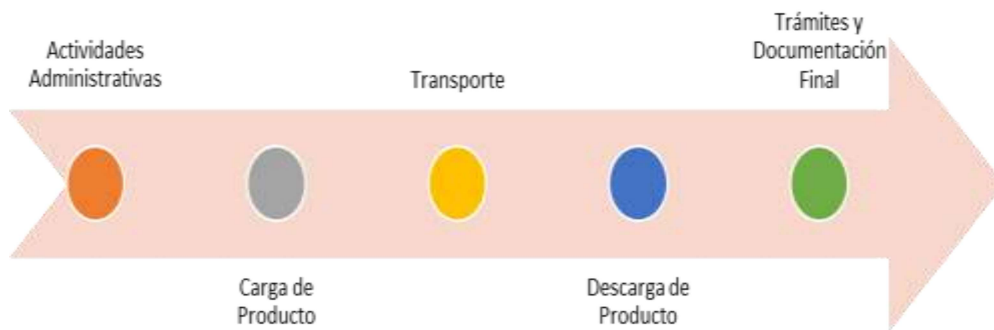
En primer lugar, se detallan todas aquellas actividades administrativas. Es decir, toda la logística estratégica de planificación de rutas, papelería de la carga respectiva y todo aquello relacionado al servicio de transporte como proveedores. Los pilotos son los encargados de realizar toda manipulación de documentación como de las unidades de transporte.

Se realizan por consiguiente las actividades de verificación de condiciones del furgón del camión, revisión de las unidades refrigeradas y todo lo relacionado a la carga para que se efectúe un servicio de calidad. Luego, cada piloto se dirige a su respectivo destino para descarga y finalización del servicio. Tomando en cuenta que en la misma no existan variaciones de condiciones como temperatura, el buen estado del producto, entre otras consecuencias que pueden incidir un mal servicio de transporte.

Posteriormente de completada la ruta asignada, la unidad vuelve al predio de espera para su revisión (en caso de ser solicitada por los pilotos) y se procede a terminar la jornada diaria.

Finalmente, se detalla toda documentación de la ruta y servicio prestado para su facturación y cancelación al concluir el tiempo de crédito según lo determine la empresa que contrata los servicios.

Figura 2. **Proceso de logística de transporte**



Fuente: elaboración propia.

8. PROPUESTA DEL ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

OBJETIVOS

RESUMEN DE MARCO TEÓRICO

INTRODUCCIÓN

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Mantenimiento

1.1.1. Definición de mantenimiento

1.1.2. Tipos de mantenimiento

1.1.3. Objetivos del mantenimiento

1.2. Mantenimiento productivo total (tpm)

1.2.1. Definición del mantenimiento productivo total

1.2.2. Fases del mantenimiento productivo total

1.2.3. Ventajas del mantenimiento productivo total

1.2.4. Pilares del mantenimiento productivo total

1.2.5. 5's+1 del mantenimiento productivo total

1.2.6. Implicados

1.3. Productividad

1.3.1. Definición de productividad

1.3.2. Tipos de productividad

1.3.3. Importancia de la productividad

- 1.3.4. Beneficios de la productividad
 - 1.4. Logística de transporte
 - 1.4.1. Definiciones
 - 1.4.2. Proceso de logística de transporte
- 2. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS
 - 2.1. Informe de análisis estadístico del estudio
- 3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS
 - 3.1. Planteamiento para discusión

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

APÉNDICES

9. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

El trabajo de investigación descrito está basado en un enfoque mixto, posee un alcance descriptivo y diseño no experimental con ocurrencia prospectiva y retrospectiva. Por el tipo de recolección de datos se clasifica como longitudinal.

9.1. Enfoque

El enfoque es de tipo mixto, por lo que se compone de un análisis cualitativo como cuantitativo. En la porción cuantitativa se analizan datos históricos de costos por mantenimientos y frecuencia de los mismos, gastos no contemplados y en la sección cualitativa se identifican cuáles son los elementos que tienden a fallar más seguido por selección de los pilotos. En tal caso, para las unidades de transporte refrigeradas.

9.2. Diseño

Se contempla un diseño no experimental para el trabajo de investigación, mientras se desarrolla y ejecuta un análisis retrospectivo bajo recopilación de los datos y antecedentes históricos que se han presentado con anterioridad (causas) y que producen efectos. Todo lo planteado con el fin de identificar y determinar patrones, tendencias y manejo de variables para el estudio de fallas consecutivas, vida útil y tiempo de horas trabajo de los elementos.

9.3. Tipo

Según la transición del trabajo de investigación y secuencia cronológica de los hechos, se determina de tipo longitudinal debido a que se analizan los comportamientos de los elementos y mantenimientos desde el año 2017 hasta octubre 2020.

9.4. Alcance

El alcance del trabajo de investigación es de tipo descriptivo, ya que se pretende especificar la calidad de los elementos, tiempo de vida útil de los mismos, comportamientos de los pilotos como de las unidades y tendencia a la que frecuentan los mantenimientos. Detalle de los procedimientos de operación y realización de actividades para finalmente, analizar la ejecución de la herramienta Mantenimiento productivo total para un incremento en la productividad.

9.5. Variables e indicadores

Las variables por estudiar son conceptuales y operacionales las cuales se detallan en la siguiente tabla.

9.6. Matriz de variables

A continuación, se describen las variables que se identificaron para la ejecución del estudio:

Tabla I. **Matriz de variables**

Objetivo	Variable	Tipo de variable	Indicador	Técnica de recolección
Realizar un diagnóstico de los mantenimientos y servicios de las unidades de transporte pesado como de su sistema de refrigeración.	1. Productividad de área de mantenimientos 2. Eficiencia de los elementos incluidos en un mantenimiento	Cuantitativa, discreta y dependiente	1.(Tiempo de realización de mantenimiento preventivo real)/(Tiempo de realización de mantenimiento preventivo promedio) 2. (Tiempo de vida útil real de los elementos)/(Tiempo de vida útil del fabricante)	Observación/ Tabulación de datos de hojas técnicas/Tomas de tiempo en taller
Analizar las causas principales de ineficiencia de los procesos de gestión de mantenimientos preventivos	1. Eficiencia de plan de mantenimientos propuesto	Cuantitativa, discreta y dependiente	1.(Ahorros generados por el plan)/(Costo del plan)	Observación/Estimación de costos

Continuación de tabla I.

<p>Evaluar el desempeño del plan propuesto en la vida útil de las unidades y sus elementos para la empresa de transporte pesado.</p>	<p>1. Productividad de los mantenimientos 2. Eficiencia de los servicios</p>	<p>Cuantitativa, discreta y dependiente</p>	<p>1.(Tiempo de disponibilidad de las unidades sin falla presentada real)/(Tiempo de disponibilidad de las unidades sin falla presentada standard) 2. (Ahorros generados por la falta de mantenimientos correctivos)/ (Costo de fallas y mantenimientos correctivos)</p>	<p>Observación/Estimación de costos/Toma de tiempos de días disponibles/Encuestas</p>
--	--	---	--	---

Fuente: elaboración propia.

9.7. Fases de la investigación

El trabajo de investigación se estructura en 4 fases:

9.7.1. Fase 1: revisión documental

En las primeras ocho semanas de haber iniciado se tiene planificado realizar reconocimiento del proceso de mantenimientos en taller, donde se encuentran ubicados los camiones que componen la flotilla de diferentes tonelajes, mediante la realización de visitas ocasionales, entrevistas tanto al personal especializado como a los usuarios de las unidades. Para finalizar esta fase, establecer un

período de consultas de parte del investigador para solventar cualquier duda relevante y de importancia para la ejecución de la investigación.

Para determinar el diagnóstico del sistema de mantenimientos es necesario recolectar la información, antecedentes históricos y datos. Durante las primeras tres semanas de haber iniciado el proceso de la investigación se visitará el taller de la flotilla de transporte pesado, se visualizarán cada una de las unidades además de sus sistemas de refrigeración, recaudando información técnica de cada elemento incluido en un mantenimiento preventivo para al concluir las visitas, indagar acerca de los elementos con proveedores o fabricantes según sea el caso.

Durante la semana 4 y 5 se llevarán a cabo las entrevistas a colaboradores en base al puesto que desempeñen (pilotos y técnicos mecánicos), obteniendo información referente a los camiones, sus semejanzas entre sí ya sea por marcas, tonelajes o alguna otra característica que permita conocer a los principales actores del trabajo de investigación, así como datos de sus elementos como: fajas, filtros, tipo de aceite, consumo, sistema de frenado, entre otros.

Para diagnosticar finalmente, es necesario realizar consultas de temas de interés, así como indagar virtualmente toda aquella información técnica o de aplicación en alguna de las fases de la investigación. Todo esto contemplado en tres semanas posteriores dedicadas a sustentar la información en consultas bibliográficas.

9.7.2. Fase 2: diagnóstico

En las siguientes seis semanas se diagnosticará el proceso del modelo presente, mediante el acompañamiento en cada una de las tareas desde que las unidades con sus respectivos pilotos hacen su llegada a revisión periódica o al efectuar cualquier acción que requiera la atención del técnico mecánico y requiera de un mantenimiento para dar su salida posteriormente.

En las primeras dos semanas de haber iniciado la ejecución de esta fase, mediante la observación directa se obtendrá información respecto al proceso de los mantenimientos directamente con el técnico mecánico, el piloto y el camión a disposición.

Debido a la numerosa cantidad de camiones que componen la flotilla, se dedicarán las últimas cuatro semanas de esta fase para interacciones con los colaboradores que pilotan los camiones con el fin de obtener datos, vivencias de fallas, experiencias y toda aquella información perteneciente a la gestión de taller.

9.7.3. Fase 3: definición de la estrategia

Luego de haber recopilado toda la información necesaria en las dos fases previas, en las seis semanas posteriores se definirá la estrategia a ejecutar, mediante el análisis de dicha información. Se establecerá la metodología para diseñar la propuesta del plan para finalmente determinar conclusiones.

Se analizará los datos e información para considerar opciones durante las semanas 1, 2 y 3 pertenecientes a esta fase.

Durante las siguientes dos semanas de esta fase se diseñará el plan a ejecutar como propuesta para mejora de la productividad.

En la sexta y última semana de la fase se determinarán las conclusiones.

9.7.4. Fase 4: definición de evaluación de desempeño

Durante las 18 semanas correspondientes a esta fase se evaluarán los indicadores de control, monitoreo y de validación del plan propuesto que se ejecutarán tanto en taller como en ruteo de las unidades con el objetivo de evaluar el desempeño del modelo.

En las primeras dos semanas de la fase se validará el modelo y la efectividad del mismo en la viabilidad de su entorno.

Durante la tercera semana se presentarán los indicadores de gestión que incluyen control, monitoreo y eficacia del plan ejecutado.

Como cuarta semana se discutirán los resultados obtenidos en cuanto a la mejora de la productividad aplicados en la gestión de los mantenimientos.

En la última semana de la investigación planificada dentro del cronograma de actividades, se redactarán las conclusiones, recomendaciones de la investigación y se presentará el informe final del trabajo de investigación.

9.8. Población y muestra

La población total del estudio contempla los 20 camiones refrigerados de la empresa de transporte pesado de marcas reconocidas como: Hino, International,

Freightliner, entre otras. Para efectos de estudio y desarrollo del trabajo de investigación se ha decidido contar con todos los camiones ya que la diferencia con la muestra no es representativa.

Mediante análisis estadístico se determina la muestra con un nivel de confianza del 95 % y error del 5 %:

$$n = \frac{N\sigma^2Z^2}{e^2(N - 1) + \sigma^2Z^2}$$

Donde:

n = tamaño de la muestra

N = tamaño de la población

σ = desviación estándar de la población estándar (0.5 por convención)

Z = tipificación del nivel de confianza de la distribución normal correspondiente a 1.96

e = error de la muestra (0.05 por convención)

De los datos brindados, se obtiene una muestra de 10 camiones:

Tabla II. **Datos para cálculo de muestra**

Variable	Valor
N	20
σ	0.50
Z	1.96
e	0.05
n	10 camiones

Fuente: elaboración propia.

9.9. Técnicas y metodología

En las técnicas utilizadas durante el trabajo de investigación se encuentran:

- Observación

Diariamente en el área de mantenimientos, observando tanto al personal técnico como a los operarios de los camiones y personal administrativo. Se obtendrá la información y datos históricos relevantes para un diagnóstico completo del proceso que conllevan los mantenimientos, tiempos de realización para toma de decisiones y desarrollo de un plan de mejora.

- Entrevistas

Principalmente a los actores fundamentales del proceso de mantenimientos. En este caso, los pilotos que son los que hacen de su uso de la unidad y conocen a la misma mejor que ningún otro. Además, de los mecánicos que pueden brindar información necesaria para la definición de variables.

- Logbook

Dentro de las unidades, los pilotos deben contener una bitácora de registros de fallas o alguna observación que requiera una revisión o un mantenimiento posterior. Además de control de la unidad para fines de monitoreo y si se presenta algún nuevo ocupante.

- Análisis estadístico

En la recolección y tabulación de datos se requiere de un análisis mediante estadística descriptiva. Además, un análisis estadístico de datos históricos de los elementos que tienden a fallar de los camiones como su tiempo de vida útil.

- Diagrama de árbol

Para diagnóstico del proceso de mantenimientos en la empresa se realiza un diagrama de árbol. Este permitirá la identificación del problema, sus posibles y más influyentes causas. Además de sus efectos detallados y contemplados para visualizar los impactos en el desarrollo de la investigación.

- Matriz de Coherencia

Durante el diseño de la investigación se desarrolla la matriz de coherencia que incluye: el tema detallado y el título, la pregunta central que refiere al problema, las preguntas de investigación que definen la investigación y los objetivos de la misma.

10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Con el objetivo de analizar los datos e información recopilada se utilizará estadística descriptiva. A través de la tabulación, reordenamiento, análisis y representación de los datos para determinar sus características.

Se analizarán alrededor de 20 camiones, cada uno consta de elementos contenidos en los mantenimientos preventivos tales como: fajas, zapatas de frenos y filtros. Se procede al estudio de datos históricos con el tiempo de vida de los elementos y datos obtenidos de fichas técnicas proporcionadas por los proveedores.

Aplicando análisis mediante estadística descriptiva se procede a calcular la media y desviación de las horas vida de los elementos, así como kilometrajes recorridos de otros con el fin de determinar la tendencia y variabilidad de los datos y así establecer un rango eficiente para predecir el momento oportuno de revisión y mantenimiento preventivo respectivo de los camiones.

Para efectos de cálculo de las estimaciones se utilizarán las siguientes fórmulas:

- Media

$$\bar{X} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + \dots + xn}{N}$$

Donde:

\bar{X} = media de las horas vida o kilometrajes recorridos de los elementos

x_n = datos históricos u obtenidos de fichas técnicas proporcionadas por fabricantes

N = total de datos utilizados

- Desviación Estándar

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_i^N (X_i - \bar{X})^2}{N}}$$

Donde:

x_i = horas vida de cada elemento o kilómetros recorridos

\bar{X} = media de horas vida o kilometrajes recorridos de elementos

N = total de datos utilizados

Para la tabulación, ordenamiento y análisis de los datos recopilados se almacenarán digitalmente a través del programa Excel. Los programas de Excel y Word permitirán representar por escrito y detallar los hallazgos, resultados y conclusiones correspondientes.

11. CRONOGRAMA

Tabla III. Cronograma

ACTIVIDADES	duración en semanas	inicio	fin	SEMANA																			
				may-20	jun-20	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20	ene-21	feb-21	mar-21	abr-21	may-21	jun-21	jul-21	ago-21	sep-21	oct-21		
ACTIVIDADES																							
1.1. Diseño de investigación	22	30/06/2020	31/10/2021																				
1.2. Aprobación del protocolo	2	21/11/2020	21/11/2020																				
DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN																							
Fase 1: Revisión Documental																							
2.1. Búsquedas	3	28/11/2020	10/12/2020																				
2.2. Entrevistas	2	19/12/2020	20/01/2021																				
2.3. Consultas	3	30/01/2021	30/01/2021																				
Fase 2: Diagnóstico																							
3.1. Observación	2	30/01/2021	16/02/2021																				
3.2. Entrevistas	4	20/02/2021	24/03/2021																				
Fase 3: Definición de la estrategia																							
4.1. Análisis de datos	3	27/03/2021	17/04/2021																				
4.2. Diseño de propuesta	2	24/04/2021	16/05/2021																				
4.3. Conclusiones	1	15/05/2021	22/05/2021																				
Fase 4: Definición de evaluación de desempeño																							
5.1. Validación del método	2	23/05/2021	12/06/2021																				
5.2. Indicadores de gestión	1	19/06/2021	26/06/2021																				
5.3. Preparación de escalados	0,5	3/07/2021	3/07/2021																				
5.4. Discusión de resultados	0,5	10/07/2021	10/07/2021																				
5.5. Conclusiones	3	10/07/2021	31/07/2021																				
5.6. Recomendaciones	6	17/08/2021	16/09/2021																				
5.7. Informe final	5	25/09/2021	24/10/2021																				

Fuente: elaboración propia.

12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

Los recursos a utilizar para llevar a cabo esta investigación se detallan a continuación:

12.1. Recursos humanos

- Personal técnico de los talleres del sector formal
- Personal técnico de los talleres del sector informal
- Personal de los centros educativos
- Asesor de investigación
- Estudiante de maestría que realiza la investigación

12.2. Recursos físicos

- Hojas de papel bond
- Laptop
- Impresora
- Bolígrafos
- Vehículo
- Calculadora
- Teléfono de línea
- Agenda
- Repuestos como fajas, zapatas, filtros, etc.
- Servicio de internet
- Gasolina

12.3. Recursos financieros

En este apartado se describe el presupuesto para el desarrollo de la investigación.

Tabla IV. **Recursos financieros**

Descripción	Unidades	Costo Unitario (Q)	Costo Total (Q)
Recursos humanos			
Honorarios Asesora	1	Q 2,500.00	Q 2,500.00
Honorarios de investigación (del estudiante)	6	Q 250.00	Q 1,500.00
Recursos físicos			
Laptop	1	-	-
Útiles	25	Q 4.00	Q 100.00
Impresiones varias	100	Q 0.25	Q 25.00
Copias de formatos para pilotos	200	Q 0.25	Q 50.00
Impresiones del trabajo de tesis	10	Q 80.00	Q 800.00
Digitalización de trabajo de tesis (CD)	5	Q 15.00	Q 75.00
Servicios			
Internet	6	Q 249.00	Q 1,494.00
Línea Telefónica	6	Q 599.00	Q 3,594.00
Varios			
Combustible	30	Q 30.00	Q 900.00
Imprevistos	1	Q 500.00	Q 500.00
Total			Q 11,528.00

Fuente: elaboración propia.

13. REFERENCIAS

1. Departamento de Tecnología e Ingeniería Industrial Texas A&M University-Commerce (2013). *TPM Mantenimiento productivo total, su definición e historia*. Texas, Estados Unidos: Autor.
2. Echavarría, J., Arbeláez, M., y Rosales, M. (2006). La productividad y sus determinantes: el caso de la industria colombiana. *Revista desarrollo y sociedad*, (57), 77-122. Recuperado de <https://revistas.uniandes.edu.co/doi/abs/10.13043/dys.57.3>
3. Garrido, S. (2010). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos. Recuperado de <https://dct.digitalcontent.com.co/sview/default.aspx>
4. Gómez, C. (2001). *Mantenimiento productivo total. Una visión global*. Las Palmas, España: Lulu.com. Recuperado de https://issuu.com/cgomez/docs/cmgs_tpm_una_visi_n_globalE
5. Hortiales, M. A. (1997). *Implementación del mantenimiento productivo total* (Tesis de maestría) Universidad Autónoma de Nuevo León, México. Recuperado de <http://eprints.uanl.mx/496/1/1020128430.pdf>
6. Lefcovich, M. (2009). *TPM mantenimiento productivo total: un paso más hacia la excelencia empresarial*. Santa Fe, Argentina: El Cid Editor. Recuperado de <https://www.worldcat.org/title/tpm-mantenimiento->

productivo-total-un-paso-mas-hacia-la-excelencia-
empresarial/oclc/950766856

7. Llontop, L. (2018). *Propuesta de implementación de mantenimiento productivo total (TPM) en el área de extracción de jugo trapiche para medir el impacto de la productividad de la agroindustria Pomalca SAA* (Tesis de maestría). Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, Perú. Recuperada de <http://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/1426>
8. Martínez, R. (2015). *Propuesta y validación de un modelo integrador de implantación del Mantenimiento productivo total (TPM). Aplicación en una empresa industrial* (Tesis de doctorado). Universidad Politécnica de Valencia, España.
9. Mora, L. (2014). *Logística del transporte y distribución de carga*. Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones. Recuperado de <https://www.ecoediciones.com/libros/libros-de-logistica/logistica-del-transporte-y-distribucion-de-carga-1ra-edicion-ebook/>
10. Olarte, W., Botero, M., y Cañon, B. (abril, 2010). Importancia del mantenimiento industrial dentro de los procesos de producción. *Scientia et Technica*, 1(44), 354-356. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/849/84917316066.pdf>
11. Prokopenko, J. (1989). *La gestión de la productividad*. Ginebra, Suiza: Oficina Internacional del Trabajo. Recuperado de <https://www.ingenieriademetodos.com/app/download/9185588769/>

La+gesti%C3%B3n+de+la+productividad+OIT.pdf?t=1509937247
&mobile=1

12. Thompson, I. (9 de enero, 2007). Definición de logística. [Mensaje en blog] Recuperado de <https://www.promonegocios.net/distribucion/definicionlogistica.html>
13. Tonato, M. (2013). *Implementación de la metodología “5s” para mejorar los tiempos de instalación y mantenimiento de equipos de transporte refrigerado de la empresa Cora Refrigeración Cía. Ltda.* (Tesis de maestría). Universidad de las Fuerzas Armadas, Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/8143/TESPE-047678.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
14. Trujillo, E. (2016). *Adaptación de la metodología TPM en empresas pequeñas y medianas (Pymes) del subsector panificador* (Tesis de maestría). Universidad EAFIT, Colombia. Recuperado de https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/11874/TrujilloHernandez_LuisEduardo_2016.pdf?sequence=2
15. Tuarez, C. (2013). *Diseño de un sistema de mejora continua en una embotelladora y comercializadora de bebidas gaseosas de la ciudad de Guayaquil por medio de la aplicación del tpm (mantenimiento productivo total)* (Tesis de maestría). Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador. Recuperado de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/24859/1/TESIS%20DE%20GRADO%20IMPLEMENTACION%20DE%20TP>

M%20EN%20EMBOTELLADORA%20DE%20BEBIDAS%20GASE
OSAS.pdf

14. APÉNDICES

Apéndice 1. **Árbol del problema**



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Matriz de coherencia

Título	Problema	Pregunta central	Preguntas de investigación	Objetivo central	Objetivos específicos
Plan para la mejora de la productividad en empresa de logística y transporte pesado refrigerado ubicada en la república de Guatemala a través del mantenimiento productivo total (tpm)	Falta de plan sistematico de mantenimientos a unidades	¿Qué plan permitiría a la empresa de transporte pesado realizar mantenimientos preventivos a sus unidades de forma constante y planificada?	<ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Cómo se realizan los mantenimientos de las unidades y del sistema de refrigeración? 2. ¿Cuáles pueden ser las causas principales de la ineficiencia de gestión de mantenimientos preventivos en la empresa de transporte? 3. ¿Cómo se medirán los indicadores de desempeño en la vida útil de la flotilla de transporte pesado? 	Diseñar el plan que permita a la empresa de transporte pesado realizar mantenimientos preventivos a sus unidades de forma constante y planificada.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar un diagnóstico de los mantenimientos y servicios de las unidades de transporte pesado como de su sistema de refrigeración. 2. Analizar las causas principales de la ineficiencia de los procesos de gestión de mantenimientos preventivos en la empresa de transporte 3. Evaluar el desempeño del plan propuesto en la vida útil de las unidades y sus elementos para la empresa de transporte pesado.

Fuente: elaboración propia.