



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Estudios de Postgrado
Maestría en Ingeniería de Mantenimiento

**PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO QUE GARANTICE LA
DISPONIBILIDAD DE LA FLOTA DE CAMIONES FRÍOS DE 5 TONELADAS PARA
DISTRIBUIDORAS AVÍCOLAS**

Ing. Marvin Antonio Mateo Valladares

Asesorado por el M.Sc. Javier Fidelino García Tetzaguic

Guatemala, octubre de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO QUE GARANTICE LA
DISPONIBILIDAD DE LA FLOTA DE CAMIONES FRÍOS DE 5 TONELADAS PARA
DISTRIBUIDORAS AVÍCOLAS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ING. MARVIN ANTONIO MATEO VALLADARES
ASESORADO POR EL MSC. JAVIER FIDELINO GARCÍA TETZAGUIC

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
MAESTRO EN INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2022

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. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

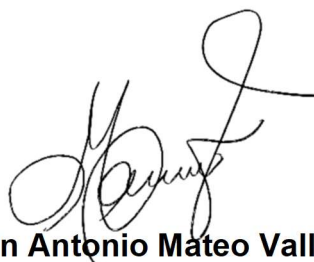
DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
DIRECTOR	Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
EXAMINADORA	Inga. Rocío Carolina Medina Galindo
EXAMINADORA	Dra. Aura Marina Rodríguez Pérez
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

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:

**PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO QUE GARANTICE LA
DISPONIBILIDAD DE LA FLOTA DE CAMIONES FRÍOS DE 5 TONELADAS PARA
DISTRIBUIDORAS AVÍCOLAS**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Estudios de Postgrado con fecha 14 de octubre de 2021.

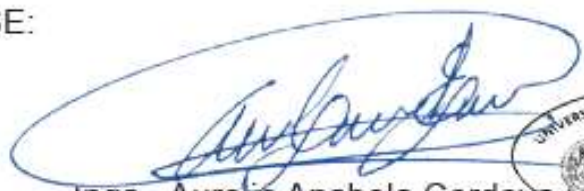
A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Marvin', is positioned above the printed name.

Ing. Marvin Antonio Mateo Valladares

LNG.DECANATO.OI.669.2022

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 Estudios de Posgrado, al Trabajo de Graduación titulado: **PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO QUE GARANTICE LA DISPONIBILIDAD DE LA FLOTA DE CAMIONES FRÍOS DE 5 TONELADAS PARA DISTRIBUIDORAS AVÍCOLAS**, presentado por: **Marvin Antonio Mateo Valladares**, que pertenece al programa de Maestría en artes en Ingeniería de mantenimiento después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada

Decana

Guatemala, octubre de 2022

AACE/gaoc



Guatemala, octubre de 2022

LNG.EEP.OI.669.2022

En mi calidad de Director de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del asesor, verificar la aprobación del Coordinador de Maestría y la aprobación del Área de Lingüística al trabajo de graduación titulado:

"PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO QUE GARANTICE LA DISPONIBILIDAD DE LA FLOTA DE CAMIONES FRÍOS DE 5 TONELADAS PARA DISTRIBUIDORAS AVÍCOLAS"

presentado por **Marvin Antonio Mateo Valladares** correspondiente al programa de **Maestría en artes en Ingeniería de mantenimiento**; apruebo y autorizo el mismo.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director

**Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería**





Guatemala 27 de mayo 2022.

M.A. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Presente

M.A. Ingeniero Álvarez Cotí:

Por este medio informo que he revisado y aprobado el Trabajo de Graduación titulado: "PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO QUE GARANTICE LA DISPONIBILIDAD DE LA FLOTA DE CAMIONES FRÍOS DE 5 TONELADAS PARA DISTRIBUIDORAS AVÍCOLAS" del estudiante **Marvin Antonio Mateo Valladares** quien se identifica con número de carné **100020784** del programa de **Maestría en Ingeniería de Mantenimiento**.

Con base en la evaluación realizada hago constar que he evaluado la calidad, validez, pertinencia y coherencia de los resultados obtenidos en el trabajo presentado y según lo establecido en el *Normativo de Tesis y Trabajos de Graduación aprobado por Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería Punto Sexto inciso 6.10 del Acta 04-2014 de sesión celebrada el 04 de febrero de 2014*. Por lo cual el trabajo evaluado cuenta con mi aprobación.

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

Atentamente,

Mtra. Inga. Rocío Carolina Medina Galindo
Coordinadora
Maestría en Ingeniería de Mantenimiento
Escuela de Estudios de Postgrado

Guatemala, 15 de mayo de 2022.

M.A. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí

Director

Escuela de Estudios de Postgrado

Presente

Estimado M.A. Ing. Álvarez Cotí

Por este medio informo a usted, que he revisado y aprobado el Trabajo de Graduación y el Artículo Científico: **"PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO QUE GARANTICE LA DISPONIBILIDAD DE LA FLOTA DE CAMIONES FRÍOS DE 5 TONELADAS PARA DISTRIBUIDORAS AVÍCOLAS"** del estudiante **Marvin Antonio Mateo Valladares** del programa de Maestría en **Maestría en Ingeniería de Mantenimiento**, identificado con número de carné: **100027784**.

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



Javier Fidelino García Tetzaguic
Ingeniero Mecánico Industrial
Colegiado No. 14190

Msc. Javier Fidelino García Tetzaguic

Colegiado No. 14190

Asesor de Tesis

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por permitirme realizar una más de mis metas.
Mi madre	Irma Judith Valladares, mi eterno agradecimiento por su apoyo para hacer realidad este sueño.
Mis hermanos	Pedro y Andrea Mateo (q. d. e. p.), por su apoyo y compañía durante mi vida.
Mi esposa	Brenda Uluán por su compañía, amor y apoyo durante toda mi carrera
Mis hijas	Ana Daniela y María Alejandra Mateo Uluán por ser el motor de mi vida.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala Por ser la *alma mater* que me permitió nutrirme de conocimientos.

Facultad de Ingeniería Por proporcionarme los conocimientos que me han permitido realizar este trabajo de graduación.

Mis amigos Por acompañarme durante la carrera.

Mi asesor Msc. Ing. Javier Fidelino Garcia Tetzaguic, por guiarme durante el trabajo de graduación.

Familia y amigos en general

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	VII
RESUMEN.....	IX
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	XI
OBJETIVOS.....	XV
RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO	XVII
INTRODUCCIÓN	XXIII
1. MARCO REFERENCIAL	1
2. MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. Plan de mantenimiento	7
2.2. Tipos de mantenimiento	7
2.2.1. Mantenimiento predictivo	10
2.2.1.1. Mantenimiento de detección de fallas..	12
2.2.1.2. Mantenimiento basado en condición ...	12
2.2.1.3. Mantenimiento basado en el tiempo	12
2.2.1.4. Mantenimiento basado en riesgos	13
2.2.2. Mantenimiento preventivo.....	13
2.2.2.1. Mantenimiento programado	15
2.2.2.2. Mantenimiento predictivo	16
2.2.2.3. Mantenimiento de oportunidad	16
2.2.3. Mantenimiento correctivo.....	17
2.2.3.1. Mantenimiento programado	19
2.2.3.2. Mantenimiento no programado	19

2.2.4.	Mantenimiento automotriz	20
2.3.	Análisis de fallas mecánicas	21
2.3.1.	Métodos para identificar análisis de fallas mecánicas	22
2.3.1.1.	La espina del pez	22
2.3.1.2.	Los 5 por qué	22
2.3.1.3.	Diagrama de Pareto	23
2.4.	Fallas recurrentes mecánicas en camiones	23
2.4.1.	Sobrecalentamiento del motor.....	24
2.4.2.	Fallas de arranque	24
2.4.3.	Falla de la junta universal.....	24
2.4.4.	Frenos	24
2.5.	Administración del mantenimiento	25
2.6.	Camiones	26
2.6.1.	Camiones rígidos	27
2.6.2.	Camiones articulados	28
2.7.	Equipos de refrigeración para vehículos	29
2.8.	Distribuidoras avícolas	29
3.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	31
3.1.	Objetivo 1. Identificar las fallas mecánicas recurrentes que afecten a la flota	31
3.1.1.	Análisis descriptivo de la información.....	31
3.1.2.	Estadística descriptiva de la frecuencia de fallas	34
3.1.3.	Estadística descriptiva de la frecuencia del gasto ...	35
3.1.4.	Análisis 80/20 de las fallas de sistema de frenos	36
3.1.5.	Análisis 80/20 de las fallas en el motor	37
3.1.6.	Análisis 80/20 de las fallas en el eje delantero.....	38

3.2.	Objetivo 2. Definir los recursos necesarios para operar el plan de mantenimiento enfocadas en las fallas mecánicas recurrentes	39
3.2.1.	Recursos humanos.....	39
3.2.1.1.	Puestos requeridos para el equipo	39
3.2.1.2.	Perfiles requeridos.....	40
3.2.2.	Catálogo de servicios básicos	43
3.3.	Objetivo 3. Analizar un plan de mantenimiento correctivo de camiones fríos en el taller propio de la distribuidora central de una avícola	43
3.3.1.	Planificación.....	44
3.3.1.1.	Recomendaciones del fabricante.....	44
3.3.1.2.	Ficha técnica.....	45
3.3.2.	Programación	46
3.3.2.1.	<i>Check list</i> de inspección inicial	46
3.3.2.2.	Orden de trabajo.....	48
3.3.3.	Ejecución	49
3.3.4.	Control	50
3.4.	Objetivo 4. Establecer una adecuada administración del mantenimiento para aumentar la disponibilidad de camiones que realizan la distribución de pollo y productos derivados.....	51
3.4.1.	Indicadores de mantenimiento.....	51
3.4.1.1.	MTBF: <i>mean time between failures</i>	51
3.4.1.2.	MTTR: <i>mean time to repair</i>	52
3.4.1.3.	Disponibilidad de los camiones.....	52
4.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	55
4.1.	Análisis interno	55
4.2.	Análisis externo	56

CONCLUSIONES.....	59
RECOMENDACIONES	61
REFERENCIAS	63
APÉNDICES.....	71

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Tipos de mantenimiento	9
2.	Elementos de un mantenimiento predictivo.....	11
3.	Tipos de mantenimiento preventivo	15
4.	Tipos de mantenimiento correctivo	19
5.	Sistema típico de administración de mantenimiento	26
6.	Tipos de camiones rígidos	27
7.	Tipos de camiones articulados.....	28
8.	Esquema de equipo de refrigeración en camiones	29
9.	Organigrama	40
10.	Modelo de gestión de indicador MTBF.....	51
11.	Modelo de gestión de indicador MTTR.....	52
12.	Indicador de disponibilidad de camiones.....	53

TABLAS

I.	Variables	XVIII
II.	Análisis descriptivo de las fallas	32
III.	Estadística descriptiva de la frecuencia trimestral de fallas.....	35
IV.	Estadística descriptiva del gasto trimestral de fallas	35
V.	Análisis 80/20 de las fallas en el sistema de frenos	36
VI.	Análisis 80/20 de las fallas en el motor	37
VII.	Análisis 80/20 de las fallas en el eje delantero.....	38
VIII.	Periodos recomendados de mantenimiento por fabricante	44

IX.	Ficha propuesta para control de información técnica.....	45
X.	<i>Check list</i> para eje delantero.....	46
XI.	<i>Check list</i> para frenos	47
XII.	<i>Check list</i> para dirección.....	47
XIII.	Orden de trabajo	49
XIV.	Hoja de salida de taller.....	50

GLOSARIO

Acción correctiva	Acción para eliminar las causas de una no conformidad, defecto o cualquier situación indeseable existente, para evitar su repetición.
Acción preventiva	Acción para eliminar las causas de una no conformidad, defecto o cualquier situación indeseable potencial, con el fin de evitar que se produzca.
Confiability	Probabilidad de que un equipo cumpla una misión específica bajo condiciones de uso determinadas en un período determinado.
Disponibilidad	Función que permite estimar en forma global el porcentaje de tiempo total en que se puede esperar que un equipo esté disponible para cumplir la función para la cual fue destinado
Especificación	Documento que establece los requisitos que un producto o servicio debe cumplir.
Falla	Se dice que un producto/servicio o un proceso falla, cuando no lleva a cabo, de forma satisfactoria, la prestación que de él se espera (su función).

Mantenimiento	Conjunto de procedimientos y medidas que permite alargar el funcionamiento de dispositivos, objetos y sistemas.
Método	Modo estructurado y ordenado de obtener un resultado, descubrir la verdad y sistematizar los conocimientos.
MTBF	Tiempo promedio entre fallos que indica el intervalo de tiempo más probable entre un arranque y la aparición de un fallo; es decir, es el tiempo medio transcurrido hasta la llegada del evento “fallo”. Mientras mayor sea su valor, mayor es la confiabilidad del componente o equipo.
Planificación	Análisis, decisión y documentación de los métodos y procedimientos de trabajo, repuestos y materiales, herramientas, instrumentos, equipos, personal y tiempo necesarios para la ejecución de cada una de las intervenciones de mantención planificada.

RESUMEN

El propósito de la investigación es analizar la administración del mantenimiento y análisis de fallas mecánicas, estas nos ayuden a diseñar un plan de mantenimiento que nos proporcione los procedimientos correctos para operar un mantenimiento de una forma ágil y oportuna, garantizando la alta disponibilidad de la flota de camiones fríos de 5 toneladas.

El objetivo general es diseñar un plan de mantenimiento correctivo que garantice la disponibilidad de la flota de camiones fríos de 5 toneladas, se basa en crear nuevas estrategias para operar los mantenimientos en las distribuidoras avícolas. Estas podrán tener procesos más eficientes para tener alta confiabilidad en la disponibilidad de su flota. Esta solución, garantizara una cadena de frío de los productos bajo los parámetros establecidos, mediante el mantenimiento correctivo ágil y preciso con ejecución de calidad.

El diseño de esta investigación fue no experimental basado en los métodos, técnicas y procedimientos que se plantearon para cumplir los objetivos del plan de mantenimiento correctivo para camiones fríos de 5 toneladas que, con una buena ejecución de plan, obtiene una propuesta de valor para la empresa con el plan. El tipo de estudio fue descriptivo debido que se realizó un plan de mantenimiento, el cual se convierte en un instrumento de toma de decisión para enviar un camión a mantenimiento y priorizar fallas mecánicas, en donde se plantearon procedimientos de rutina y contingencia que garanticen el correcto funcionamiento de las unidades.

El principal resultado fue determinar las fallas recurrentes que afectan a la operación y esto mejorara las rutinas de mantenimiento. Con esta información se diseñó un plan de mantenimiento el cual, describió las nuevas rutinas, planes de contingencia, indicadores de rendimiento y optimización de tiempos y costos para la flota.

Por lo tanto, al contar con un plan de mantenimiento correctivo de camiones fríos, el taller cuenta con una propuesta de formatos de control por medio de ordenes de trabajo, tareas preventivas y control de servicios, que por medio de indicadores de mantenimiento, como lo son el MTBF: *Mean Time Between Failures* y MTTR: *Mean Time To Repair*, podrán medir la disponibilidad de los camiones y así satisfacer la necesidad del taller de entregar a la distribuidora una flota activa para distribución de los productos. Esto ayudará a tener una adecuada administración del mantenimiento para aumentar la disponibilidad de camiones que realizan la distribución de pollo y productos derivados.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las distribuidoras avícolas poseen flotas propias para la distribución de productos en todo el país, teniendo personal propio ejecutando los mantenimientos de los camiones ante cualquier falla mecánica. Sin embargo, este equipo de trabajo puede llegar a carecer de un plan de mantenimiento que les permita realizarlo en el menor tiempo posible cuando suceden las fallas mecánicas correctivas por falta de repuestos en inventario, maquinaria de taller y mano de obra calificada perdiendo con ello la disponibilidad de las unidades y poniendo en riesgo la cadena de frío de los productos.

Contexto general

Las flotas de camiones fríos son equipos de trabajo que están diseñados por el camión, furgón y equipo de enfriamiento. Son vehículos que están circulando todos los días distribuyendo productos, siendo recurrentes las fallas mecánicas que suceden en los mismos. Es tradicional, encontrar un equipo de trabajo asignado para el mantenimiento de estas unidades sin un plan, siendo lento la corrección de las fallas mecánicas, disminuyendo la disponibilidad diaria de la flota por no repararlos rápidamente.

Diseñar un plan de mantenimiento correctivo, permitirá a las distribuidoras avícolas un óptimo funcionamiento de su flota, manteniendo una cadena de frío con base en los parámetros de temperatura de los productos, y con ello garantizar la calidad de estos. Una adecuada administración del mantenimiento creará controles y estadísticas de fallas recurrentes, estableciendo un catálogo de

repuestos y maquinaria con sus planes de contingencia en fallas críticas, aumentando la disponibilidad de la flota.

Descripción del problema

La avícola no cuenta con un plan de mantenimiento correctivo, que garantice la alta disponibilidad de flota de camiones fríos. Debido a la recurrencia de las fallas mecánicas en los equipos, los mismos no son reparados en el menor tiempo posible, por la falta de repuestos en inventario, maquinaria de taller y mano de obra calificada.

Formulación del problema

Pregunta central

¿Cómo es el plan de mantenimiento correctivo que garantiza la alta disponibilidad de flota de camiones fríos?

Preguntas auxiliares

¿Por qué no se han identificado fallas mecánicas recurrentes para crear un plan de mantenimiento?

¿Se cuenta con los recursos necesarios para operar un plan de mantenimiento correctivo en la empresa?

¿Cuáles son las fallas mecánicas frecuentes que se deben analizar para operar un plan de mantenimiento?

¿Se cuenta con el equipo y mano de obra calificada para operar los mantenimientos?

OBJETIVOS

General

Proponer un plan de mantenimiento correctivo que garantice la disponibilidad de la flota de camiones fríos de 5 toneladas para distribuidoras avícolas.

Específicos

1. Identificar las fallas mecánicas recurrentes que afecten a la flota.
2. Definir los recursos necesarios para operar el plan de mantenimiento enfocadas en las fallas mecánicas recurrentes.
3. Analizar un plan de mantenimiento correctivo de camiones fríos en el taller propio de la distribuidora central de una avícola.
4. Establecer una adecuada administración del mantenimiento para aumentar la disponibilidad de camiones que realizan la distribución de pollo y productos derivados.

RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO

Características generales

El enfoque de la investigación bajo el que se trabajó fue mixto, por la medición de variables cuantitativas y cualitativas donde los resultados se obtuvieron por medio de un análisis estadístico en donde se buscó relacionar la importancia de la administración del mantenimiento y análisis de fallas midiendo indicadores de mantenimiento TPEF (tiempo promedio entre fallas), TPPR (tiempo promedio para reparar), para analizar las fallas por medio de un análisis de Pareto y análisis causa raíz, que nos ayudaron a identificar las mejoras en los procesos de mantenimiento, para que la flota tenga mayor disponibilidad y continuidad en la operación.

El diseño de esta investigación fue no experimental basado en los métodos, técnicas y procedimientos que se plantearon para cumplir los objetivos del plan de mantenimiento correctivo para camiones fríos de 5 toneladas que, con una buena ejecución de plan, obtiene una propuesta de valor para la empresa con el plan.

El tipo de estudio fue descriptivo debido que se realizó un plan de mantenimiento, el cual se convierte en un instrumento de toma de decisión para enviar un camión a mantenimiento y priorizar fallas mecánicas, en donde se plantearon procedimientos de rutina y contingencia que garanticen el correcto funcionamiento de las unidades.

Las variables que se tomaron para esta investigación son de tipo cuantitativo con los que se buscó determinar por medio de los indicadores las estadísticas de intervenciones a los equipos y rutinas de mantenimiento. Con esta información se diseñó un plan de mantenimiento el cual, describió las nuevas rutinas, planes de contingencia, indicadores de rendimiento y optimización de tiempos y costos para la flota.

Tabla I. **Variables**

Variables	Definición conceptual	Definición operativa	Indicador
Tiempo de mantenimientos	Periodos o recurrencia que se ejecutan los mantenimientos	Cantidad de tiempo para ejecutar los manteamientos	Tiempo medio entre fallas
Tareas correctivas recurrentes en camiones	Criticidad e identificación de los fallos más recurrentes	Frecuencia de reparaciones correctivas	Tiempo medio hasta su reparación
Tareas correctivas recurrentes en equipo frío	Criticidad e identificación de los fallos más recurrentes	Frecuencia de reparaciones correctivas	Tiempo medio hasta su reparación

Fuente: elaboración propia.

Unidades de análisis

La población en la que se estudiaron las flotas de camiones de 5 toneladas es finita de 50 camiones y unidades refrigeradas, de las cuales se definió una muestra de la siguiente manera:

N=50 camiones

Nivel de Confianza=95 %

Z=1.96

p= 0.95

Significancia=0.05

$$n = \frac{N \times Z_{\alpha}^2 \times p \times q}{d^2 \times (N-1) + Z_{\alpha}^2 \times p \times q} = \frac{50 \times 1.96^2 \times 0.05 \times 0.95}{0.05^2 \times (50-1) + 1.96^2 \times 0.05 \times 0.95} = \frac{9.1238}{0.3050} = 29.9$$

La muestra para estudio es de 30 camiones y se analizaron los repuestos, equipo de taller, mano de obra, entre otros con los que se ejecutan los mantenimientos de estos camiones.

Fases del estudio

Fase 1. Revisión de documentación: Se hizo una revisión del manual de mantenimiento del fabricante de los camiones de 5 toneladas, así como también el de los equipos fríos instalados en los camiones.

Fase 2. Gestión o recolección de la información: se realizó la revisión del historial del mantenimiento, fichas de seguimiento, fallas recurrentes y tiempos de ejecución de los mantenimientos.

Fase 3. Análisis de información: se determinó las tareas y repuestos críticos, así como también las fallas que producen un paro prolongado en la operación de los equipos.

Fase 4. Interpretación de información: con base en los resultados de las tareas y repuestos críticos, se diseñó un plan de mantenimiento que incluya indicadores de rendimiento y planes de contingencia para entregar una propuesta que haga más eficiente la operación.

Técnicas de análisis de información

Considerando que el alcance de la investigación fue descriptivo, se utilizó la estadística descriptiva para analizar de una mejor manera el proyecto y diseñar los indicadores cualitativos y cuantitativos necesarios para diseñar el plan de mantenimiento.

Se realizó de inicio, un análisis de la información histórica, es decir, se analizará los eventos de mantenimiento del pasado ocurridos en el taller automotriz para entender mejor la situación. Para el desarrollo del trabajo de investigación, se tiene contemplado utilizar técnicas de recopilación de datos, las cuales, dependiendo del tipo de variable cuantitativa o cualitativa, para elegir la más adecuada. Las técnicas para recopilar datos se describen a continuación:

- Encuesta

Se realizarán preguntas dirigidas a la muestra definida previamente en este trabajo, con el objetivo de averiguar estados de opinión o diversas cuestiones de las fallas mecánicas.

- Entrevista

Se utilizan las entrevistas para recabar información en el taller en forma verbal, se espera obtener a través de preguntas, información importante que ayude a la investigación obtener causas principales de los problemas de mantenimiento de los

- Medidas de tendencia central

Aquí analizaremos los valores medios que arrojen la variable cuantificada del conjunto de datos de la muestra. Señalaremos qué porcentaje de datos representan tendencia central en la distribución de datos.

- Medidas de tendencia no central

Estas medidas de posición nos permitirán conocer otros puntos característicos de las fallas mecánicas que no tiendan al centro de la distribución de los datos.

INTRODUCCIÓN

Un plan de mantenimiento en camiones es sistematización de tareas de mantenimiento porque ayuda a hacer más eficientes los servicios en un taller. La línea de investigación por utilizar es la administración del mantenimiento y análisis de fallas mecánicas, estas nos ayudarán a diseñar un plan de mantenimiento que nos proporcione los procedimientos correctos para operar un mantenimiento de una forma ágil y oportuna, garantizando la alta disponibilidad de la flota de camiones fríos de 5 toneladas.

La distribuidora avícola carece de un plan de mantenimiento correctivo para los camiones fríos de 5 toneladas, que garantice la alta disponibilidad de la flota, por no tener una adecuada administración de mantenimiento ni un análisis de fallas recurrentes, afectando la cadena de frío de los productos que distribuye.

Es muy importante para el funcionamiento adecuado de estos vehículos y tener la mayor disponibilidad de la flota para distribuir productos en distribuidoras avícolas. La falta de recursos y repuestos para cubrir mantenimientos, inexistencia de planes de contingencia y acumulación de eventos cada vez que un vehículo presenta fallas, es recurrente en este tipo de negocios que carecen en su mayoría de un plan de mantenimiento correctivo.

La gestión de un plan de mantenimiento representa una alta ventaja durante la operación, por tanto, las distribuidoras avícolas que quieran optimizar sus recursos al máximo necesitan tener una buena gestión de sus recursos por medio de la creación e implementación de un plan de mantenimiento correctivo.

Se inició con un estudio descriptivo, con el cual se podrán determinar las causas de la problemática y tomar en cuenta también los diferentes tipos de mantenimiento, como la optimización del mantenimiento correctivo enfocado, tener un plan concreto de cómo ejecutar cada proceso en el menor tiempo posible. Dentro del aspecto de este estudio se tomará en cuenta las condiciones de operación, análisis del taller en sitio, condiciones laborales, estado de la flota, inspecciones conjuntas con jefaturas y análisis de variables cuantitativas y cualitativas que puedan evidenciar las condiciones de operación de los camiones y personal, ya que esto será la base para el plan de mantenimiento y puntos de mejora.

Por medio de las herramientas que se utilizarán como el diagrama de Pareto, el diagrama de causa-raíz e indicadores de mantenimiento, se identifican los procesos para diseñar en un plan de mantenimiento correctivo para mejorar la eficiencia la flota de los camiones.

El capítulo 1 describe el marco referencial de la investigación en donde se describen los problemas similares acerca de cómo la falta de un plan de mantenimiento afecta toda la cadena de valor de una empresa, ya que es el medio por el cual llegan los productos al consumidor final y es necesario establecer medidas para hacer eficiente el proceso de mantenimiento de camiones.

El capítulo 2 describe el marco teórico de los tipos de mantenimiento, tipos de camiones y la importancia de la administración, pero la importancia de garantizar la disponibilidad de los vehículos.

En el capítulo 3 se profundiza en el diagnóstico de los procesos y situación de la flota que es será la base para proponer un plan de mantenimiento con las oportunidades identificadas, indicadores necesarios.

En el capítulo 4 se realiza la discusión de resultados y propuesta de mejora continua de un plan de mantenimiento en donde se definieron los recursos necesarios para operar el plan de mantenimiento enfocadas en las fallas mecánicas recurrentes, proponiendo reestructurar y fortalecer los perfiles que operan para la implementación de un taller que brinde una solución integral a la problemática que tiene este.

1. MARCO REFERENCIAL

En el 2021, un artículo de la agencia JC Magazine titulado, *La importancia del mantenimiento en los camiones* mencionó la relevancia del mantenimiento en este tipo de vehículos tal y como lo explica Cueva (2021) “la importancia de cumplir un plan de mantenimiento ayuda a eliminar las reparaciones que no son necesarias, así como también desgastes prematuros, logrando mantener la operatividad de la unidad” (párr. 4). Con esto, Cueva, describe que un plan de mantenimiento para camiones ayuda a evitar desgastes excesivos en las unidades para aumentar la disponibilidad de la flota y operar de una manera óptima y ayuda a enfocarse, en estos elementos, al diseñar el plan.

Peña, (2016) realizó una investigación en su tesis de Universidad Católica de Andrés Bello titulada: *Diseño de un plan de mantenimiento de la flota de vehículos de una empresa de alimentos*, en donde investigó acerca de los problemas que se tenían en los camiones. Este autor afirmó que “El departamento de flota presenta problemas con los tópicos relacionados con el mantenimiento de los vehículos asignados a la fuerza de ventas, dificultando la adecuada retroalimentación de sus procesos, así como los recursos empleados” (pág. 1). Con esta descripción, se pudo considerar que uno de los problemas principales fue la baja disponibilidad de las unidades por problemas relacionados con el mantenimiento que afectaba a las ventas de una empresa distribuidora de alimentos.

Teniendo claro este planteamiento, se diseñó un plan de mantenimiento para los vehículos por medio de un sistema de codificaciones que permitió controlar, de una manera ágil, las tareas de mantenimiento, generando históricos

de fallas recurrentes para tener mayor disponibilidad de repuestos y mano de obra en las más probables de tener.

El mantenimiento correctivo ágil en un taller automotriz se puede interpretar como un conjunto de acciones que tienen como propósito, prolongar el funcionamiento óptimo de los vehículos y equipos, para reducir costos y alargar la vida útil. (Allali, 2016)

Por medio de esta descripción, este autor, en su trabajo de tesis de la Universidad Politécnica de Valencia titulado: *Propuesta de un plan de mantenimiento para la flota vehicular megalog* recomienda enfocarse en prolongar el tiempo de vida útil de los equipos por medio de un plan de mantenimiento, en donde también describe que la evolución de la empresa tiene que tomar en cuenta a los talleres automotrices que ejecutan este tipo de planes, ya que los mismos tienen que estar dentro de las instalaciones para que los servicios sean más ágiles. (Allali, 2016)

También se pudo establecer que los tiempos muertos que se presentan en un taller automotriz, es por falta de algún repuesto o demora producida por un imprevisto, y son las causas básicas en donde un mantenimiento correctivo empieza a ser no óptimo tal de acuerdo con Vera (2019) “Si se suma esto al problema de que algunos procesos no se cumplen, se omiten, o están obsoletos, y que ya no tiene la misma productividad que antes, hacen que se produzcan pérdidas al taller” (párr. 2). Con base en lo anterior es importante tener en cuenta que los repuestos juegan un papel importante en los mantenimientos de los camiones.

Para resolver el problema de disponibilidad de camiones, Cáceres (2017), de la Universidad nacional de Santa Ana en su tesis titulada *Aplicación de la*

gestión de mantenimiento centrado en la confiabilidad de la flota de camiones de acarreo, mencionó que, para poder aplicar una correcta administración del mantenimiento, se necesitó determinar los indicadores de este TPEF (tiempo promedio entre fallas), TPPR (tiempo promedio para reparar), disponibilidad y utilización. Con estos indicadores, este autor generó un análisis del estado de los equipos por medio de Pareto, análisis causa raíz, el análisis del modo y falla de cada equipo, identificado las deficiencias para poder proponer mejoras en los procesos de mantenimiento, y con ello darle continuidad a la operación.

Diseñar un plan de mantenimiento correctivo, se persiguió reparar todas las fallas en el menor tiempo, por lo que Melendrez en el 2016, en su tesis titulada *Gestión de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de la flota de transporte pesad* para buscar agilidad en los mantenimientos, utilizó técnicas de recolección de información: observación, análisis de criticidad, guías de observación y hoja de datos para medir tiempos y buscar las tareas con mayor oportunidad de mejorar en los mantenimientos. (Melendez, 2016)

Existen metodologías para optimizar mantenimientos de flotas, Lagos (2017) de la Universidad de Chile, en sus tesis denominada: *Optimización del mantenimiento preventivo de flotas en base a técnicas de clustering y aprendizaje supervisado*, utilizó una metodología que consistió en la obtención de datos técnicos de toda la flota (peso, modelo, marca) creando un algoritmo para segmentar la flota. Gracias a esta subdivisión se entrenó un clasificador automático, que utilizó los resultados para segmentar la flota y asignarle un subgrupo. Con esta clasificación, logró otorgar una herramienta a la empresa de toma de decisión para enviar un camión a mantenimiento.

Tener un plan de mantenimiento, garantiza tener una estrategia de contingencia, tal como lo menciona Acuña (2016) de la Universidad Nacional

Jorge Basadre Grohmann de Perú, ya que en sus tesis *Diseño de un plan estratégico de mantenimiento para una flota de tractocamiones*, describió, que tener un plan estratégico en el área de mantenimiento para camiones, es una herramienta y tarea importante para que las unidades sean revisadas antes, durante y después de cada una de las operaciones productivas. Con esto, afirma que una correcta ejecución del plan garantiza tener procesos de mantenimiento específicos para cada necesidad.

Marín, (2014), en su tesis titulada *Procedimientos de mantenimiento para sistemas de refrigeración* de la Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia, busco resolver el problema de mantener fallas recurrentes en equipos fríos, diseñando programas de mantenimiento que ayudaron a funcionar en mejores condiciones, aumentando la disponibilidad de estos. Con esta investigación se obtuvo una disminución en el tiempo en que se les debe hacer mantenimiento a estos equipos.

Es importante tener presente que el producto, que distribuyen las avícolas, es carne de pollo. Palma (2019) de la Universidad de San Carlos de Guatemala, dice en su tesis *Procesos de producción y distribución de una avícola* que la carne tiene que considerarse como uno de los alimentos más perecederos, y las medidas de conservación tienen que aplicarse con el objetivo de retrasar o prevenir ciertos cambios que pongan en peligro degradar cualquier característica de calidad.

Con base en lo anterior, se evidencia la importancia del rol del mantenimiento de los camiones que distribuyen los productos, siendo un proceso relevante para cualquier avícola, ya que, al contar con plan de mantenimiento correctivo, se garantiza la disponibilidad y conservación de la flota en óptimas

condiciones, ayudando a mantener la cadena de frío de los productos, asegurando la distribución de los mismo con la mejor calidad.

Las anteriores fuentes, ayudaron a establecer un *benchmark* de las mejores prácticas para definir los recursos necesarios para operar un plan de mantenimiento enfocadas en las fallas mecánicas recurrentes de una reestructura del recurso humano, fortaleciendo los perfiles que operan en taller para la implementación de indicadores y controles que brinden una solución integral.

2. MARCO TEÓRICO

En el presente apartado, se investiga la teoría relacionada con el diseño de un plan de mantenimiento para camiones fríos, que sirve para la investigación y planteamiento de una solución al problema de falta disponibilidad de flota, misma que no tiene una adecuada administración, ni un análisis de fallas recurrentes, afectando la cadena de frío en las avícolas.

2.1. Plan de mantenimiento

Se define un plan de mantenimiento, como los procedimientos que enmarcan un conjunto de actividades y tareas que se realizan en los distintos tipos de mantenimiento. Un plan de mantenimiento tiene como objetivo principal, garantizar la disponibilidad, confiabilidad, y correcto funcionamiento de los equipos que están planificados dentro de él, para que puedan aumentar su vida útil y tengan un funcionamiento óptimo (Monsalve, 2016). El objetivo principal de un plan debe ser brindar las directrices básicas para darle continuidad a cualquier actividad de mantenimiento.

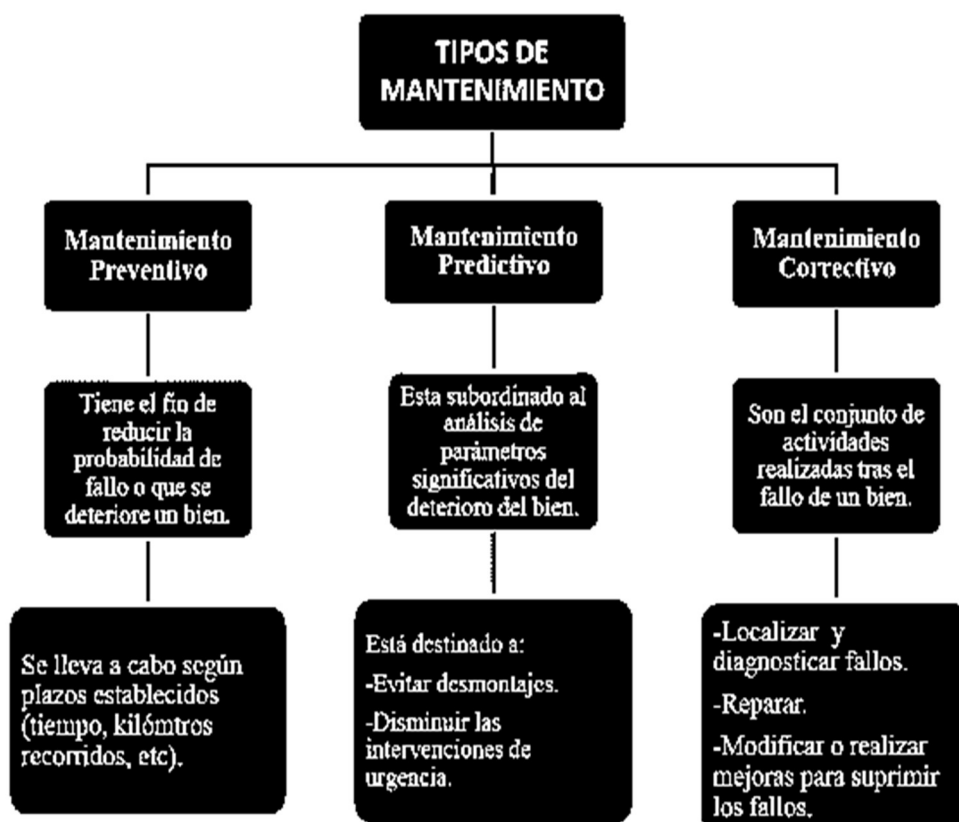
2.2. Tipos de mantenimiento

Los tipos de mantenimiento son todas las acciones que buscan mantener en funcionamiento cualquier tipo de equipo o instalación. Adicional, se puede describir como aquellas tareas que se enfocan a predecir, prevenir y corregir defectos que se van presentando en una todos los equipos, que están cargo de un Departamento de Mantenimiento en cualquier tipo de industria (Cuatrecasas,

2012). Idealmente se debe seleccionar un solo tipo para realizar un plan de mantenimiento, ya que la globalización ha provocado una acelerada actualización constante de equipos, máquinas y sistemas, haciendo más complicado el mantenimiento, exigiendo a cualquier tipo de industria, contar con una mejora continua en sus procesos, con rigurosa aplicación de algún tipo de mantenimiento por continuidad de negocio.

Es necesario dividir los tipos de mantenimiento tal y como lo plantea Infraspak (2021) “por esta razón, y entendiendo el mantenimiento como un conjunto de acciones técnicas que permiten regular el funcionamiento normal de esos mismos equipos, puede dividirse en tres tipos” (párr. 2). Estos tipos están alineados al mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo.

Figura 1. Tipos de mantenimiento



Fuente: Allali, (2016). *Propuesta de un plan de mantenimiento para la flota vehicular megalog.*

2.2.1. Mantenimiento predictivo

Es el mantenimiento que ayuda a relacionar variables físicas versus el desgaste de cualquier máquina. Este tipo de mantenimiento tiene su fundamento en realizar mediciones, seguimientos y controles de todos los parámetros de funcionamiento de los equipos a cargo de un Departamento de Mantenimiento. (Santos, 2010) El objetivo principal de este tipo de mantenimiento es poder adelantarse a fallas futuras.

También se puede definir el mantenimiento predictivo como aquel que será la base para una intervención recurrente del Departamento de Mantenimiento con tareas planificadas, con el objetivo de asegurar que un equipo tenga un correcto funcionamiento. (Infraspeak, 2021) Es importante considerar que es un mantenimiento de alto costo y no todas las empresas contemplan implementar este tipo de mantenimiento.

En el predictivo se debe de brindar seguridad en el funcionamiento de todos los equipos tal y como lo expresó Cardona (2000):

El aumento de la seguridad sobre el funcionamiento de los equipos. Esto consiste en la configuración de una metodología que permita la vigilancia continua de las máquinas, especialmente aquellas que son las principales y de las de importancia relativa en el proceso productivo de la empresa industrial. (p. 19)

Con base en lo anterior, el enfoque de seguridad es importante tomarlo en cuenta cuando se busque implementar este tipo de mantenimiento.

Adicionalmente, el mantenimiento predictivo en general, tiene un enfoque que va más allá de prevenir, ya que, con la información obtenida de los rendimientos de los equipos y datos relacionados de los componentes, es posible predecir e iniciar una reparación.

Se puede concluir que este tipo de mantenimiento es el más complejo de implementar, y requiere mucha inversión y madurez en el Departamento de Mantenimiento de cualquier industria, ya que requiere inversiones fuertes en equipos, personal altamente capacitado y rutinas de supervisión constante. A continuación, se observa cómo interactúan varios elementos, los cuales son necesario para poder implementar un mantenimiento predictivo:

Figura 2. **Elementos de un mantenimiento predictivo**



Fuente: Nunsys, (2020). *Qué es el mantenimiento predictivo*.

2.2.1.1. Mantenimiento de detección de fallas

Este tipo de mantenimiento preventivo se puede llevar a cabo durante o después de una acción de mantenimiento correctivo. Para entender esto de una mejor manera, se puede plantear como ejemplo, el reemplazo de partes de un equipo que no ha tenido fallas. (Ekon, 2020) Con esto, pueden solucionarse problemas causados por un elemento de un sistema que es defectuoso.

2.2.1.2. Mantenimiento basado en condición

Es aquel que utiliza tecnología para establecer un seguimiento en tiempo real para monitorizar la salud del sistema y de todas sus partes de punta a punta en la fábrica. Se puede brindar un ejemplo a los umbrales permitidos de ruido o vibración en una máquina, esta va a generar una alerta para ejecutar un mantenimiento. (Ekon, 2020) Esto llevaría a ser predictivos de los fallos que se puedan presentar en esta máquina.

2.2.1.3. Mantenimiento basado en el tiempo

Son aquellos que se realizan independientemente del estado de un equipo y se planifican servicios después de un tiempo preestablecido, los cuales pueden ser días, semanas o meses. (Ekon, 2020) Se suele brindar como ejemplo una entrega de repuestos de un equipo cada tres meses.

Con base en lo anterior, se concluye que este tipo de mantenimiento permite reacondicionar intervalos de tiempo regulares a una máquina en su funcionamiento independientemente del estado que se encuentre.

2.2.1.4. Mantenimiento basado en riesgos

Estos se pueden relacionar con las inspecciones que se le realizan a un componente que pueda tener una apariencia de desgaste y que pueda a llegar a necesitar servicio. El encargado de mantenimiento puede optar por intervenir de inmediato o continuar revisando su estado. (Ekon, 2020) El anterior ejemplo describe cómo este tipo de mantenimiento permite brindar una acción preventiva muy cercana al punto de avería.

2.2.2. Mantenimiento preventivo

Es aquel mantenimiento que tiene como objetivo establecer un servicio programando para que se puedan reducir las intervenciones correctivas. Este tipo de mantenimiento tiende a ser sistemático, es decir, se opera, aunque los equipos no hayan presentado ningún problema. (D'Addario, 2015) Es importante agregar que se debe tener una planificación para estas intervenciones.

También se puede describir, el mantenimiento preventivo, como aquel que ayuda a regularizar programaciones de intervenciones de mantenimientos programados, por lo que estas actividades adoptan una rutina para poder reducir las probabilidades de fallas de un equipo.

Adicional, una de las ventajas importantes, es cuando al momento de ejecutarse, se encuentran fallas que aún no han detenido al equipo y abren la oportunidad de corregirse de inmediato para evitar paros largos. (García, 2012) Con estas acciones se garantiza poder ampliar el tiempo de vida de los equipos.

Con base en lo anterior, se puede describir el objetivo principal del mantenimiento preventivo como lo plantea Infraspark (2021) "Identificar las

señales tempranas de un defecto para minimizar el riesgo de averías no programadas y reducir la necesidad de realizar mantenimiento correctivo” (párr. 5). Cabe resaltar que es un tipo de mantenimiento fácil de implementar, pero al igual que el predictivo, requiere una inversión importante.

Si todas las empresas tuvieran un plan de mantenimiento preventivo, tendrían una herramienta importante para evitar fallas tal y como lo describe Teach (2019) “La única y mejor manera de evitar fallas inesperadas del equipo, es mediante la implementación de un plan de mantenimiento preventivo en su organización” (párr. 2). Con base en lo anterior, es ideal poder contar siempre con un plan de mantenimiento predictivo.

A continuación, se observan los 3 diferentes tipos de mantenimiento preventivos que se pueden ejecutar en cualquier organización. Cualquiera de estos tipos requiere una organización robusta, presupuesto, equipo especializado y mano de obra calificada.

Figura 3. **Tipos de mantenimiento preventivo**



Fuente: Emprefa, (2021). *Mantenimiento Correctivo. Localiza y repara fallas YA.*

2.2.2.1. Mantenimiento programado

Este tipo de mantenimiento preventivo requiere realizar una restauración de toda la línea de equipos planificando las tareas con base en los equipos que necesiten mantenimiento. (Ecured, 2019) Un plan de mantenimiento preventivo programado puede ser considerado como un conjunto de tareas planificadas, supervisadas y recurrentes en el año, con el objetivo de garantizar la máxima disponibilidad de los equipos.

2.2.2.2. Mantenimiento predictivo

Es aquel en donde se puede establecer el estatus de los equipos. Se busca identificar posibles fallas para poder anticiparse y corregirlas. (Ecured, 2019) Esto ayuda a reducir los gastos de mantenimiento. Hay que tomar en cuenta que es muy complicado obtener resultados inmediatos, ya que nunca se tendrá la certeza cuándo se produzcan las fallas.

Con base en lo anterior, es importante tener claro que dependiendo del tipo de planificación que se realice, se va a necesitar información lo más real posible del estatus de los equipos, ya que en algunos casos se van a requerir fuertes gastos para garantizar las mejores condiciones de funcionamiento.

2.2.2.3. Mantenimiento de oportunidad

Es un mantenimiento poco común, pero se basa en aprovechar los periodos de no utilización de los equipos. Con esto se logra evitar no detener los equipos cuando están en funcionamiento. Si se traslada esta teoría al ejemplo de un carro, si se utiliza el vehículo dos días a la semana y se está planificando realizar un viaje largo con él, lo más lógico es realizar el mayor número de revisiones y reparaciones los días en los que no se utiliza el carro. (Ecured, 2019)

Con este ejemplo se puede analizar una manera sencilla de cómo garantizar el funcionamiento de cualquier equipo realizando mantenimientos cuando el equipo no está en uso para mantener la máquina en óptimas condiciones.

2.2.3. Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo se define como el conjunto de actividades que se realizan con el objetivo de reparar fallas o defectos que se van presentando en los equipos y maquinarias.

También se puede definir como el conjunto de tareas básicas que permiten el rápido funcionamiento de un equipo. (Garcia, 2010) Este tipo de mantenimiento es difícil de predecir por lo que es importante tener un plan definido ante las emergencias, en equipos industriales y es importante tomar en cuenta todas las acciones tal y como lo describió Linares (2018):

Se llama mantenimiento correctivo a aquel que tiene en cuenta todas las acciones de reparación de los daños causados por el uso y agotamiento de la vida útil de los elementos y equipos o por situaciones imprevistas debidas a otros factores tales como externos, de piezas, de componentes, de material, etc., permitiendo su recuperación, restauración o renovación. (p. 36)

Con base en lo anterior, es de suma importancia contar con todo el equipo y elementos necesarios que permitan accionar ante estas situaciones.

Tener un mantenimiento correctivo bien estructurado, generar un beneficio importante tal y como lo explica Emprefa (2021) “sea el tipo de mantenimiento correctivo que le toque llevar a cabo en su empresa ante un imprevisto, se debe dejar claro que, si se realiza de una manera optimizada, los beneficios son innumerables” (párr. 3). Idealmente se tiene que definir una manera y recursos óptimos para realizar este tipo de mantenimiento.

En muchas empresas se considera este tipo de mantenimiento como la base fundamental de diseñar una estrategia de mantenimiento en cualquier tipo de industria, aunque esto no garantiza siempre buen resultado al no ser predecible cuando va a necesitar ejecutar un mantenimiento correctivo. (Renovetec, 2019) A pesar de lo anterior, no se puede definir al mantenimiento correctivo como una estrategia para trabajar cuando sucede una falla, es el más recurrente en cualquier empresa que tenga un Departamento de Mantenimiento en las organizaciones de mantenimiento.

Comúnmente las empresas apuestan por tener este tipo de mantenimiento por ser el más económico. En el mantenimiento correctivo es importante al tener presente los siguientes aspectos:

- Las reparaciones hechas por la organización: aquí se establecen una serie de eventos que ocurren desde que una persona detecta una falla hasta que se logra reparar totalmente. Este procedimiento requiere tener una implicación de sistemas de órdenes de trabajo, diagnóstico de fallos, compra de herramientas y materiales, y mano de obra calificada. (Renovetec, 2019). Para realizar estos procedimientos se necesita tener algún tipo de tecnología para que sea automatizada y ágil.
- Priorización de actividades: en un mantenimiento correctivo no se puede predecir ninguna falla; nunca se dispondrá de personas preparadas para atender todas las órdenes de trabajo o el próximo aviso. Ante esto, el equipo parado tiene que establecer un sistema de prioridades para poder determinar en dónde tienen que enfocar, los técnicos, los trabajos alineados por reparar en el menor tiempo posible. (Renovetec, 2019) Normalmente las empresas cuentan con personal capacitado en tener sentido de urgencia para realizar este tipo de reparaciones.

- A continuación, se observan los diferentes tipos de mantenimiento correctivo que se presentarán en la industria:

Figura 4. **Tipos de mantenimiento correctivo**



Fuentes: Empresa, (2021). *Mantenimiento Correctivo. Localiza y repara fallas YA.*

2.2.3.1. Mantenimiento programado

El mantenimiento correctivo programado busca anticiparse a todas aquellas posibles fallas que pueden ocurrir en una máquina. También se puede describir como aquel que trata de predecir fallas con base en la experiencia previa en el momento cuando un equipo va a ser sometido a ejecutar un mantenimiento. (Renovetec, 2019) Este tipo de mantenimiento requiere una planificación básica, tanto para la revisión, como para el diagnóstico de la maquinaria, ya que en el mayor de los casos se inicia con la reparación de inmediato.

Adicionalmente, también se puede decir que este tipo de mantenimiento permite dejar indicados los momentos en que se va a ejecutar la revisión con el objetivo que se puedan aprovechar las horas de inactividad de los equipos.

2.2.3.2. Mantenimiento no programado

El mantenimiento correctivo no programado o no planificado sucede cuando se necesita intervenir un equipo de manera forzosa e imprevista, cuando

la maquinaria presenta un fallo repentino, y existe la necesidad de habilitar el equipo de manera urgente para darle continuidad al negocio. (Renovetec, 2019)

Por lo tanto, este tipo de mantenimiento requiere que las reparaciones se realicen con la mayor rapidez y sentido de urgencia para evitar cualquier tipo de daño, tanto material, como humano, así como evitar elevados gastos por no poder continuar operando.

2.2.4. Mantenimiento automotriz

El mantenimiento automotriz es aquel que está enfocado en diseñar una serie de actividades que se tiene que efectuar en un tiempo adecuado, con el objetivo de disminuir las fallas o desgastes de un vehículo. (Brand, 2009) Se aplica para cualquier tipo de vehículos desde los convencionales hasta los industriales.

En este tipo de mantenimiento, se establecen tiempos muertos que se presentan en un taller automotriz, donde los orígenes más recurrentes son por falta de algún repuesto, o demora producida por un imprevisto, y son causas básicas en donde un mantenimiento correctivo empieza a ser no óptimo. (Vera, 2019). Con base en lo anterior la administración de repuestos juega un papel importante en cualquier empresa.

Por lo tanto, se establece como el objetivo principal de mantenimiento automotriz en revisar que un automóvil tenga el mejor funcionamiento, y de requerir, se deben de comprar y cambiar los componentes que se detecten con un mal funcionamiento o desgastados.

Adicional, este tipo de mantenimiento busca agilidad por medio de técnicas de recolección de información: observación, análisis de criticidad, guías de observación y hoja de datos para medir tiempos y buscar las tareas con mayor oportunidad de mejorar en los mantenimientos. (Melendez, 2016) Idealmente es necesario contar con una persona que lleve una estadística con base en la recolección de datos.

A continuación, ventajas del mantenimiento automotriz:

- Ahorra combustible
- Detecta problemas de cualquier vehículo
- Cuida el motor
- Mejora la seguridad

2.3. Análisis de fallas mecánicas

El análisis de fallas se puede describir como un sistema que tiene como objetivo aplicar análisis, tanto para fallos mecánicos, como humanos. También se puede definir este proceso como la aplicación de una estrategia de metacognición. Burón, (2006), define la palabra metacognición en su libro *Salud y ciclo vital* como: “meta” que tiene un significado de “más allá” y cognición que viene de la palabra “conocimiento”. Con esto se puede definir que analizar fallas mercancías permite diseñar estrategias en el mantenimiento, que permiten ver más allá del conocimiento básico que se posee antes del análisis.

2.3.1. Métodos para identificar análisis de fallas mecánicas

Dependiendo del tipo de análisis en las tareas de mantenimiento, es necesario desarrollar métodos de búsqueda de causas de problemas, ya sea simple, o más complejas, cualquiera que sea el caso, y se hace necesario aplicar distintas herramientas para establecer fallas en los equipos, causa principal de los problemas técnicos, entre otros. A continuación, las herramientas de calidad más usadas para analizar fallas mercancías:

2.3.1.1. La espina del pez

Tiene como principio que todo problema tiene una causa específica. Se enfoca en eliminar la raíz del problema. (Als, 2020) Técnica muy usada para encontrar problemas que no se pueden percibir ver a simple vista, este consiste en realizar un diagrama en forma de pez.

Este diagrama también es conocido como causa-efecto y tiene diferentes aplicaciones siendo la más recurrente identificar las causas de un problema. Estos diagramas se caracterizan por ser revisados en grupos y realizar una sola conclusión del problema identificado.

2.3.1.2. Los 5 por qué

Es una técnica muy utilizada. Tiene como objetivo repetir el "por qué" del problema, hasta llegar a especificarlo para identificar oportunidades. El procedimiento para ejecutar la técnica es muy sencillo, no representa gran dificultad en su aplicación, ya que es una herramienta fácil y eficaz para lograr descubrir la raíz de un problema. (Progressa, 2015) Esta técnica se puede

adaptar de forma sencilla para resolver cualquier problema llegando casi siempre a la raíz de este.

2.3.1.3. Diagrama de Pareto

Es una técnica que, describe por medio de un gráfico de barras, determinar los problemas en que se deben enfocar los esfuerzos para resolverlos. El diagrama de Pareto demuestra por medio de un gráfico, su base para cualquier análisis que facilita diferenciar entre las causas que más se debe enfocar cualquier estudio de un problema y en los que son menos importantes. (Aiteco, 2019)

Este gráfico ayuda a priorizar acciones con base en este. También es llamado el 80/20 interpretándose como el 80 % de los problemas de una empresa suceden por el 20 % de las causas posibles. También se puede describir como que el 80 % de los defectos suceden porque 20 % de las causas son potenciales. Adicional, 80/20 es una referencia, pero no debe ser definitiva, ya que se puede utilizar el 70/30 o cualquier otra relación que convenga para cualquier estudio, toda vez se puedan priorizar las causas.

2.4. Fallas recurrentes mecánicas en camiones

Hay diversas fallas que suceden en camiones y son eventos que se van a presentar en cualquier tipo, a continuación, las más recurrentes:

2.4.1. Sobrecalentamiento del motor

Esta falla sucede cuando una junta es rota o un contratiempo relacionado con el tanque de combustible falla. (International, 2020) Sucede más en camiones de 5 toneladas en adelante.

2.4.2. Fallas de arranque

Es una de las fallas más comunes que se van a encontrar en los camiones. La empresa líder en la fabricación de camiones la define como International “Particularmente en temperaturas más frías, la falla del arrancador parece ser un problema que ocurre cada vez más seguido en muchos camiones. Para determinar el rendimiento futuro, durante el comienzo de la temporada de invierno, debes revisar el mecanismo de arranque” (Empresa, 2020, párr. 3). Comúnmente las empresas están preparadas para estas fallas.

2.4.3. Falla de la junta universal

Esta falla es poco común, pero paraliza un vehículo cuando la energía que se transfiere al diferenciador de la transmisión falla.

2.4.4. Frenos

Es una falla muy recurrente y sucede por desgaste y cuando la presión ejercida sobre los frenos es por carga.

2.5. Administración del mantenimiento

Se puede definir como una administración del mantenimiento, como las actividades que ayudan a planificar, dirigir y controlar todos los elementos que conforman una gestión de mantenimiento (personas, equipos, materiales). Una administración eficiente del mantenimiento permite controlar costos y tiempo, teniendo un sistema óptimo. (Garcia, 2012) Cualquier departamento de mantenimiento debe tener definida su estructura para operar las actividades.

Aplicar una correcta administración del mantenimiento; implica determinar todos los indicadores de mantenimiento TPEF (tiempo promedio entre fallas), TPPR (tiempo promedio para reparar), disponibilidad y utilización. (Cáceres, 2017) Con estos indicadores, se puede generar un análisis del estado de los equipos por medio de Pareto, análisis casusa raíz y el análisis del modo y falla de cada equipo, identificado las deficiencias, pudiendo proponer mejoras en los procesos de estos, para que la flota tenga mayor disponibilidad y continuidad en la operación.

Figura 5. Sistema típico de administración de mantenimiento



Fuente: Gerencia de Mantenimiento, (2020). *Control de materiales y de la productividad*.

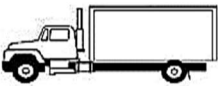
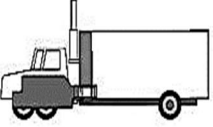
2.6. Camiones

Un camión tiene como objetivo transportar cualquier tipo de carga a distintos destinos. Estas cargas se pueden transportar con dos tipos de camiones: rígidos (camión completo) y articulados. Los camiones pueden clasificarse también por su tamaño: livianos (hasta 3.5 toneladas), medianos (entre 3.5 y 12 toneladas) y pesados que incluyen a los que tienen más de 12 toneladas. (Transeop, 2021) Los camiones más comunes para transportar productos locales son los de 5 a 10 toneladas.

2.6.1. Camiones rígidos

Se puede definir como camiones rígidos, según Transeop (2021): “los vehículos que realizan transporte terrestre normalmente en ciudad, debido a sus dimensiones más limitadas y están diseñados con una estructura formada por una sola pieza que son la cabina del piloto y el remolque” (párr. 3). Por el tipo de uso suelen ser para carga liviana o mediana y pueden transportar producto frío o seco.

Figura 6. Tipos de camiones rígidos

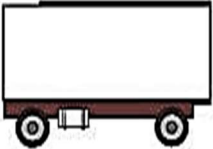
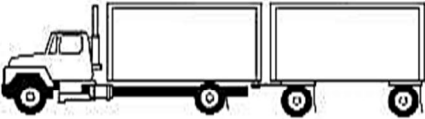
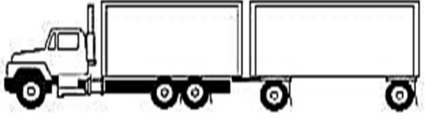
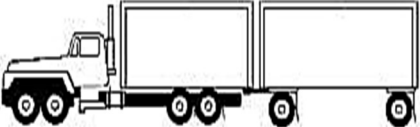
CONFIGURACIÓN	ESQUEMA DEL VEHÍCULO	DESCRIPCIÓN
C2		Camión rígido
C3		Camión rígido
C3 Tándem trasero mixto		Camión rígido
C3 Tándem direccional		Camión rígido
C4		Camión rígido

Fuente: Prueba de ruta, (2020). *Clasificación de los vehículos de carga.*

2.6.2. Camiones articulados

Son aquellos vehículos que poseen dos tipos de estructuras rígidas que están diferenciadas por un punto articulable que las unen. (Transeop, 2021) Este tipo de vehículos, por su tamaño, pueden ser livianos, medianos y pesados siendo estos últimos los que mayor carga pueden transportar. Pueden transportar mercancía fría y seca.

Figura 7. Tipos de camiones articulados

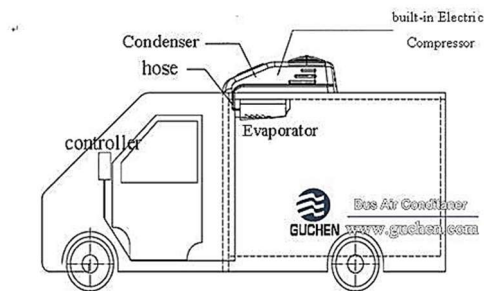
CONFIGURACIÓN	ESQUEMA DEL VEHÍCULO	DESCRIPCIÓN
R2		Remolque.
C2 R2		Camión de dos ejes con remolque de dos ejes.
C3 R2		Camión de tres ejes con remolque de dos ejes.
C4 R2		Camión de cuatro ejes con remolque de dos ejes.

Fuente: Prueba de ruta, (2020). *Clasificación de los vehículos de carga.*

2.7. Equipos de refrigeración para vehículos

Estas unidades son utilizadas para transporte refrigerado de alimentos frescos y congelados. Son unidades, que, dependiendo de la marca, dimensión y temperatura, pueden ser equipos *split* o compactos. Estos equipos tienen como destino camiones livianos y medianos.

Figura 8. Esquema de equipo de refrigeración en camiones



Fuente: Guchen, (2020). *Unidades de Refrigeración Eléctrica*.

2.8. Distribuidoras avícolas

Son centros logísticos que comercializan, tanto alimentos frescos, como congelados. Su principal enfoque es distribuir producto terminado a clientes, a través de camiones fríos. Su organización y giro de negocio implica tener varios procesos productivos, así como contar con equipos y vehículos que garanticen las condiciones de calidad requeridas para cada tipo de producto. (Sada, 2016)

Es importante tener presente que dentro de los productos que distribuyen las avícolas está la carne de pollo. Se puede considerar a la carne de cualquier animal como uno de los alimentos más perecederos que se transportan, y los métodos de conservación se tienen que aplicar con el objetivo de retrasar o

prevenir los cambios que puedan llegar a poner en peligro cualquier característica de calidad de los productos. (Palma, 2019) Con base en lo anterior, hace de suma importancia el rol del mantenimiento de los camiones que distribuyen los productos, siendo un proceso relevante para cualquier avícola ya que, al contar con plan de mantenimiento correctivo, se garantiza la disponibilidad y conservación de la flota en óptimas condiciones, ayudando a mantener la cadena de frío de los productos, asegurando la distribución de los mismo con la mejor calidad.

3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

De acuerdo con los objetivos propuestos se presentan los siguientes resultados:

3.1. Objetivo 1. Identificar las fallas mecánicas recurrentes que afecten a la flota

A continuación, se presenta el análisis descriptivo de la información que se tomó en consideración en el presente trabajo.

3.1.1. Análisis descriptivo de la información

Como parte de la exploración de los datos, se realizó un mapeo de servicios que se ejecutaron a la muestra de camiones seleccionada y se sometieron a un estudio de frecuencia trimestral para determinar cuáles fueron las fallas más recurrentes con su costo, centralizando el estudio en 3 partes del camión identificadas como críticas (motor, eje delantero, sistema de frenos). Esto determinó la situación del número de eventos con mayor impacto en la operación del taller, así como también el costo financiero por estas fallas.

Tabla II. **Análisis descriptivo de las fallas**

Parte	Falla	Frecuen- cia trimestral	Costo unitario M.O	Costo M.O trimestral
SIST. FRENOS	Bomba central de frenos reemplazar	23	Q 312.00	Q 7,176.00
SIST. FRENOS	Bomba central de frenos reparar	16	Q 624.00	Q 9,984.00
SIST. FRENOS	Bombas auxiliares de frenos (de una rueda) reemplazar	12	Q 130.00	Q 1,560.00
SIST. FRENOS	Bombas auxiliares de frenos (de una rueda) reparar	19	Q 208.00	Q 3,952.00
SIST. FRENOS	Sistema mecánico de frenos revisar y ajustar	20	Q 104.00	Q 2,080.00
SIST. FRENOS	Sistema mecánico de frenos limpiar y ajustar	34	Q 312.00	Q 10,608.00
SIST. FRENOS	Tambor de freno (1) del eje delantero reemplazar	10	Q 26.00	Q 260.00
SIST. FRENOS	Tambor de freno (1) del eje delantero rectificar	19	Q 52.00	Q 988.00
SIST. FRENOS	Tambores de frenos del eje trasero (1) reemplazar	21	Q 52.00	Q 1,092.00
SIST. FRENOS	Tambores de frenos del eje trasero (1) rectificar	11	Q 104.00	Q 1,144.00
SIST. FRENOS	Graduación de frenos de zapatas (1) limpiar y lubricar	48	Q 52.00	Q 2,496.00
SIST. FRENOS	Freno de estacionamiento ajustar	13	Q 26.00	Q 338.00
SIST. FRENOS	Válvula de sistema de frenos de aire (1) desmontar y montar	20	Q 208.00	Q 4,160.00
SIST. FRENOS	Válvulas de escape rápido reemplazar	12	Q 104.00	Q 1,248.00

Continuación tabla II.

SIST. FRENOS	Válvula compensadora de altura en eje trasero desmontar y montar	43	Q	104.00	Q	4,472.00
MOTOR	Presión de compresión comprobar	5	Q	52.00	Q	260.00
MOTOR	Culata de motor realizar servicio	6	Q	1,560.00	Q	9,360.00
MOTOR	Filtro y aceite de motor reemplazar	35	Q	52.00	Q	1,820.00
MOTOR	Depósito de combustible desmontar y montar, limpiar	15	Q	208.00	Q	3,120.00
MOTOR	Filtro(s) de combustible reemplazar	55	Q	78.00	Q	4,290.00
MOTOR	Alternador reparar	13	Q	364.00	Q	4,732.00
MOTOR	Alternador reemplazar	5	Q	104.00	Q	520.00
MOTOR	Sistema de arranque revisar	22	Q	52.00	Q	1,144.00
MOTOR	Motor de arranque reparar	25	Q	416.00	Q	10,400.00
MOTOR	Motor de arranque reemplazar	5	Q	156.00	Q	780.00
MOTOR	Sistema de refrigeración de motor revisar y ajustar tubos flexibles	15	Q	156.00	Q	2,340.00
MOTOR	Líquido refrigerante de motor drenar y reemplazar	13	Q	104.00	Q	1,352.00
MOTOR	Radiador en parte exterior limpiar (sin desmontar)	21	Q	52.00	Q	1,092.00
MOTOR	Fan clutch reparar	15	Q	312.00	Q	4,680.00
MOTOR	Bomba de agua reemplazar	9	Q	936.00	Q	8,424.00
EJE DELANTERO	Guardapolvo de punta exterior de semieje delantero reemplazar	47	Q	344.00	Q	16,168.00
EJE DELANTERO	Guardapolvos de puntas (todas) de	36	Q	376.00	Q	13,536.00

Continuación tabla II.

	semiejes delantero reemplazar					
EJE DELANTERO	Cojinetes de ruedas delanteras vehículo tracción trasera reemplazar	26	Q	728.00	Q	18,928.00
EJE DELANTERO	Cojinetes de ruedas delanteras vehículo tracción trasera engrasar	32	Q	208.00	Q	6,656.00
EJE DELANTERO	Retenedores de ruedas delanteras vehículo tracción trasera reemplazar	19	Q	416.00	Q	7,904.00
EJE DELANTERO	Cojinetes de ruedas delanteras 4x4 reemplazar	43	Q	52.00	Q	2,236.00
EJE DELANTERO	Cojinetes de ruedas delanteras vehículo tracción delantera reemplazar	62	Q	160.00	Q	9,920.00
EJE DELANTERO	Esparrago de rueda delantera reemplazar	32	Q	156.00	Q	4,992.00
TOTAL		877			Q	186,212.00

Fuente: elaboración propia.

3.1.2. Estadística descriptiva de la frecuencia de fallas

Se realizó un análisis de medidas de tendencia central (media, mediana y moda) y dispersión (varianza y desviación estándar) con base en la frecuencia de la tabla I para establecer los estadísticos de las tres partes críticas del camión.

Tabla III. **Estadística descriptiva de la frecuencia trimestral de fallas**

Sector de Falla	Media	Mediana	Desviación estándar
Frecuencia sistema frenos	21	19	12
Frecuencia motora	17	15	13
Frecuencia eje delantero	37	34	13

Fuente: elaboración propia.

En promedio, el sector del camión que más fallas produce es el eje delantero con una desviación estándar de 13 fallas.

3.1.3. Estadística descriptiva de la frecuencia del gasto

Se realizó un análisis de medidas de tendencia central (media, mediana y moda) y dispersión (varianza y desviación estándar) con base en la frecuencia de la tabla I para establecer los estadísticos de las tres partes críticas del camión.

Tabla IV. **Estadística descriptiva del gasto trimestral de fallas**

Sector de falla	Media		Mediana		Desviación estándar	
Eje delantero	Q	10,043	Q	8,912	Q	5,747
Motor	Q	3,621	Q	2,340	Q	3,344
Frenos	Q	3,437	Q	2,080	Q	3,355

Fuente: elaboración propia.

En promedio, el sector del camión que más gasto produce es el eje delantero con una media de Q 10,043 y desviación estándar de Q 5,747. Tener

una dispersión tan grande significa que hay una volatilidad alto en los gastos de los servicios que se ejecutan en esta área.

3.1.4. Análisis 80/20 de las fallas de sistema de frenos

Con base en el análisis del principio de Pareto, se estableció que para las fallas en los frenos los pocos vitales son 9 fallas y los muchos triviales son 7 fallas.

Tabla V. Análisis 80/20 de las fallas en el sistema de frenos

No	Falla	Frecuencia trimestral	F%	F		Costo M.O trimestral
1	Graduación de frenos de zapatas (1) limpiar y lubricar	48	15 %	48	Q	2,496.00
2	Válvula compensadora de altura en eje trasero desmontar y montar	43	28 %	91	Q	4,472.00
3	Sistema mecánico de frenos limpiar y ajustar	34	39 %	125	Q	10,608.00
4	Bomba central de frenos reemplazar	23	46 %	148	Q	7,176.00
5	Tambores de frenos del eje trasero (1) reemplazar	21	53 %	169	Q	1,092.00
6	Sistema mecánico de frenos revisar y ajustar	20	59 %	189	Q	2,080.00
7	Válvula de sistema de frenos de aire (1) desmontar y montar	20	65 %	209	Q	4,160.00
8	Bombas auxiliares de frenos (de una rueda) reparar	19	71 %	228	Q	3,952.00
9	Tambor de freno (1) del eje delantero rectificar	19	77 %	247	Q	988.00
10	Bomba central de frenos reparar	16	82 %	263	Q	9,984.00
11	Freno de estacionamiento ajustar	13	86 %	276	Q	338.00
12	Bombas auxiliares de frenos (de una rueda) reemplazar	12	90 %	288	Q	1,560.00

Continuación tabla V.

14	Válvulas de escape rápido reemplazar	12	93 %	300	Q	1,248.00
15		11	97 %	311	Q	1,144.00
16	Tambor de freno (1) del eje delantero reemplazar	10	100%	321	Q	260.00

Fuente: elaboración propia.

3.1.5. Análisis 80/20 de las fallas en el motor

Con base en el análisis del principio de Pareto, se estableció que para las fallas en el motor los pocos vitales son 8 fallas y los muchos triviales son 7 fallas.

Tabla VI. Análisis 80/20 de las fallas en el motor

	Falla	Frecuencia trimestral	F%	F		Costo M.O trimestral
1	Filtro(s) de combustible reemplazar	55	21 %	55	Q	4,290.00
2	Filtro y aceite de motor reemplazar	35	35 %	90	Q	1,820.00
3	Motor de arranque reparar	25	44 %	115	Q	10,400.00
4	Sistema de arranque revisar	22	53 %	137	Q	1,144.00
5	Radiador en parte exterior limpiar (sin desmontar)	21	61 %	158	Q	1,092.00
6	Depósito de combustible desmontar y montar, limpiar	15	67 %	173	Q	3,120.00
7	Sistema de refrigeración de motor revisar y ajustar tubos flexibles	15	73 %	188	Q	2,340.00
8	Fan clutch reparar	15	78 %	203	Q	4,680.00
9	Alternador reparar	13	83 %	216	Q	4,732.00
10	Líquido refrigerante de motor drenar y reemplazar	13	88 %	229	Q	1,352.00
11	Bomba de agua reemplazar	9	92 %	238	Q	8,424.00
12	Culata de motor realizar servicio	6	94 %	244	Q	9,360.00
13	Presión de compresión comprobar	5	96 %	249	Q	260.00
14	Alternador reemplazar	5	98 %	254	Q	520.00
15	Motor de arranque reemplazar	5	100%	259	Q	780.00

Fuente: elaboración propia.

3.1.6. Análisis 80/20 de las fallas en el eje delantero

Con base en el análisis del principio de Pareto, se estableció que para las fallas en el eje delantero los pocos vitales son 5 fallas y los muchos triviales son 3 fallas.

Tabla VII. Análisis 80/20 de las fallas en el eje delantero

	Falla	Frecuencia trimestral	F%	F		Costo M.O trimestral
1	Cojinetes de ruedas delanteras vehículo tracción delantera reemplazar (1)	62	21 %	62	Q	9,920.00
2	Guardapolvo de punta exterior de semieje delantero reemplazar	47	37 %	109	Q	16,168.00
3	Cojinetes de ruedas delanteras 4x4 reemplazar	43	51 %	152	Q	2,236.00
4	Guardapolvos de puntas (todas) de semiejes delantero reemplazar	36	63 %	188	Q	13,536.00
5	Cojinetes de ruedas delanteras vehículo tracción trasera engrasar	32	74 %	220	Q	6,656.00
6	Esparrago de rueda delantera reemplazar	32	85 %	252	Q	4,992.00
7	Cojinetes de ruedas delanteras vehículo tracción trasera reemplazar	26	94 %	278	Q	18,928.00
8	Retenedores de ruedas delanteras vehículo tracción trasera reemplazar	19	100%	297	Q	7,904.00

Fuente: elaboración propia.

3.2. Objetivo 2. Definir los recursos necesarios para operar el plan de mantenimiento enfocadas en las fallas mecánicas recurrentes

El mantenimiento de un vehículo personal o comercial es un proceso tan relevante que necesita contar con un mantenimiento correctivo ágil y preciso, acompañado con una ejecución de calidad para no poner en riesgo el funcionamiento de los vehículos. Con base en lo anterior se propone reestructurar y fortalecer los perfiles que operan al taller para la implementación de un taller que brinde una solución integral, que ofrezca servicios de mantenimiento preventivo y correctivo con técnicos especializados en la marca del vehículo, garantizando una atención especializada con personal calificado.

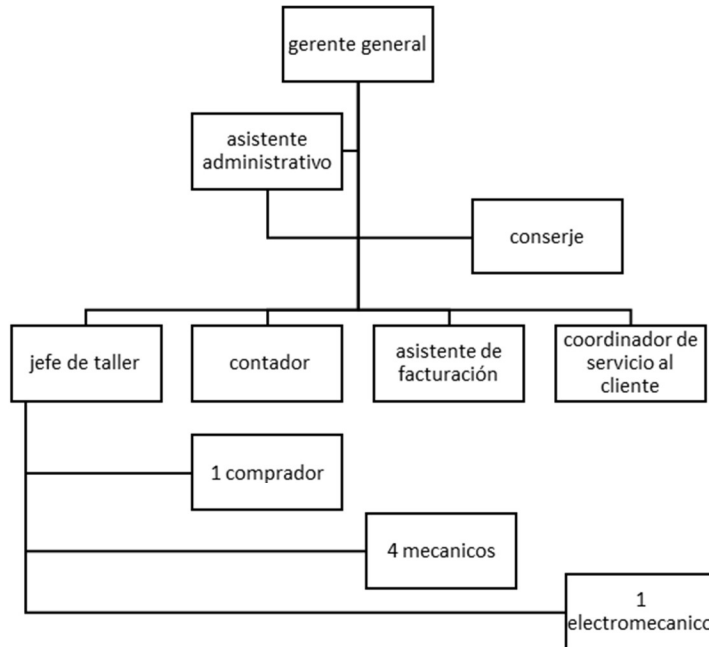
3.2.1. Recursos humanos

A continuación, se presentan los recursos humanos con que se cuenta.

3.2.1.1. Puestos requeridos para el equipo

- 1 gerente de taller
- 1 asistente administrativo
- 1 conserje
- 1 jefe de taller
- 1 contador
- 1 comprador
- 1 asistente de facturación
- 1 coordinador de servicio al cliente
- 4 técnicos mecánicos
- 1 técnico electrónico
- 1 conserje

Figura 9. **Organigrama**



Fuente elaboración propia.

3.2.1.2. **Perfiles requeridos**

- Gerente general
 - Planificar los objetivos generales y específicos de la empresa a corto y largo plazo.
 - Organizar la estructura de la empresa y a futuro; como también de las funciones y los cargos.
 - Dirigir la empresa, tomar decisiones, supervisar y ser un líder dentro de ésta.
 - Controlar las actividades planificadas.

- Jefe de Taller
 - Recibe e interpreta las ordenes de trabajo
 - Organiza los equipos de trabajo y el equipo humano
 - Vigila que el programa de mantenimiento se cumpla
 - Colabora con el departamento de servicio al cliente, para asegurar la calidad de los servicios de acuerdo con los parámetros indicados.

- Coordinador de servicios al cliente
 - Supervisar la consecución de nivel de calidad y satisfacción de clientes.
 - Supervisar la consecución de los KPI's definidos para el servicio de atención al cliente.
 - Planificar, organizar, priorizar y delegar las tareas para garantizar la calidad de servicio ofrecida al cliente.

-

- Mecánico Automotriz
 - Realizar mantenimientos y revisiones periódicas
 - Inspeccionar, diagnosticar y reparar las partes averiadas del vehículo
 - Realizar reparaciones generales y específicas y reemplazar las partes averiadas
 - Reemplazar y ensamblar las partes cuya reparación sea posible

- Mecánico eléctrico Automotriz
 - Realizar mantenimientos y revisiones periódicas

- Inspeccionar, diagnosticar eléctricamente los sistemas electrónicos de las unidades
- Realizar reparaciones generales y específicas y reemplazar las partes averiadas eléctricas
- Reemplazar y ensamblar las partes cuya reparación sea posible
- Asistente de facturación
 - Gestionar saldos de cuenta
 - Recopilar toda la información necesaria para calcular las cuentas por cobrar
 - Comprobar la introducción de datos en el sistema de contabilidad para garantizar la precisión de la factura final
- Contador
 - Registrar y verificar en el sistema los movimientos y transacciones contables realizadas en la empresa.
 - Preparar y presentar estados financieros de las operaciones
 - Generar la información y asegurar el correcto cálculo de la planilla
 - Asegurar la elaboración de informes obligatorios exigidos por la Ley.
- Asistente administrativa
 - Coordinar y concertar reuniones, encuentros y citas.
 - Planificar la agenda del gerente o de algún otro alto ejecutivo dentro de la empresa.
 - Colaborar y trabajar en unidad con los demás integrantes del departamento.

- Conserje
 - Labores de limpieza del taller y oficinas
 - Apertura y cierre de puertas
 - Encargado de la correspondencia

3.2.2. Catálogo de servicios básicos

- Sistema de frenos
- Diagnostico electrónico
- Mecánica pesada diésel
- Mecánica preventiva
- Reparación de camiones
- Trabajos de enderezado y pinturas menores
- Fallas en general
- Sistemas de A/C
- Inyección electrónica

3.3. Objetivo 3. Analizar un plan de mantenimiento correctivo de camiones fríos en el taller propio de la distribuidora central de una avícola

Un plan de mantenimiento debe basarse en 4 aspectos: planificación, programación, ejecución, y control para lograr una adecuada disponibilidad de los equipos al menor costo posible. Es necesario tener claras las directrices de un mantenimiento programado en el cual existan intervenciones programados y los recursos para trabajos, así como el no programado, donde las intervenciones se van a realizar de emergencia con su plan de contingencia.

3.3.1. Planificación

Para trazar un plan de mantenimiento y atender cualquier evento se establecieron los siguientes aspectos:

3.3.1.1. Recomendaciones del fabricante

Para planificar mantenimientos programados y disminuir los mantenimientos correctivos, es necesario tomar en cuenta las recomendaciones del fabricante por medio de tareas preventivas en ciertos rangos de kilometraje como lo detalla a continuación la siguiente tabla:

Tabla VIII. **Periodos recomendados de mantenimiento por fabricante**

Periodo (Meses)	Km	Tareas
12	15000	Engrasar todos los puntos de lubricación Revisión de niveles Torque a tuercas de rin
12	30000	Inspección de bandas Ajuste de chicotes de velocidades Revisión de baterías
12	45000	Reemplazo de todos los fluidos Engrasado de baleros de masas delanteras Ajuste de válvulas
12	60000	Inspección de banda Inspección de sistema de escape Revisión de discos y tambores de frenos
12	75000	Cambio de banda. Revisión de claxon, luces y limpiadores Reapriete de suspensión y carrocería
12	90000	Reemplazo de líquido de frenos. Ajuste de chicotes de caja de velocidades Revisión de sistema de dirección hidráulica

Fuente: Isuzu, (2021). *Periodos de mantenimiento*.

3.3.1.2. Ficha técnica

Por medio de la creación de esta ficha se puede llevar el control de las especificaciones técnicas, modelo, serial, marca, y año de fabricación de los camiones independientemente del tipo de mantenimiento que se vaya a realizar. Esto permitirá crear trazabilidad de los camiones activos y un mejor control en la planificación de los mantenimientos.

Tabla IX. **Ficha propuesta para control de información técnica**

FICHA TÉCNICA	
Información del vehículo	
Código SAP:	Marca:
Ton:	Modelo:
Color:	Año:
Información de registro	
Numero de placa:	Numero de motor:
Numero de chasis:	Recorrido:
Información técnica del modelo	
Capacidad de carga:	
Combustible:	
Eje delantero: (peso)	
Eje trasero: (peso)	
Peso bruto vehicular:	
Freno de servicio:	
Transmisión	

Fuente: elaboración propia.

3.3.2. Programación

A continuación, los pasos necesarios para realizar la programación de manera funcional.

3.3.2.1. *Check list* de inspección inicial

Para poder identificar el tipo de trabajo de mantenimiento se realizará de manera sistemática una inspección a todo vehículo, con personal calificado teniendo el conocimiento de las normas de mantenimiento y que operan basados en un programa formal para determinar la programación de la tarea y generar una orden de trabajo. Estas fichas tienen enfoque en las fallas recurrentes identificadas en el estudio.

Tabla X. *Check list* para eje delantero

TAREA	15,000 Km	30,000 Km	45,000 Km	75,000 Km	90,000 Km	120,000 Km
EJE DELANTERO						
Revisar nivel de aceite en cojinetes de ruedas	X	X	X	X	X	X
Medir aceite en cojinetes de ruedas						X
Limpiar, revisar y ajustar rodamiento de rueda						X
Revisar lubricación extremos barra acoplamiento	X	X	X	X	X	X
Barra de dirección	X	X	X	X	X	X
Pivote de dirección y bujes	X	X	X	X	X	X
Verificar apriete de pernos y tuercas de montaje	X	X	X	X	X	X
Comprobar que no existan piezas dañadas o gastadas	X	X	X	X	X	X

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Check list para frenos**

TAREA	15,000 Km	30,000 Km	45,000 Km	75,000 Km	90,000 Km	120,000 Km
FRENOS						
Verificar fugas de aire en el sistema	X	X	X	X	X	X
Verificar juego libre del pedal y revisar operación	X	X	X	X	X	X
Verificar recorrido varilla de empuje de cámaras de frenos	X	X	X	X	X	X
Verificar correcta operación de ajustadores de freno		X		X		X

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. **Check list para dirección**

TAREA	15,000 Km	30,000 Km	45,000 Km	75,000 Km	90,000 Km	120,000 Km
DIRECCION						
Revisar nivel de fluido en el deposito	X	X	X	X	X	X
Verificar alineamiento de ruedas		X		X		X

Continuación tabla XII.

TAREA	15,000 Km	30,000 Km	45,000 Km	75,000 Km	90,000 Km	120,000 Km
MOTOR						
Verificar presión de aceite	X	X	X	X	X	X
Revisar arneses y conexiones de pedal de acelerador	X	X	X	X	X	X
Verificar tensión de bandas	X	X	X	X	X	X
Verificar condición de refrigerante		X		X		X
Revisar filtros de combustible		X		X		X
Revisar amortiguador de vibraciones y soportes de motor						X
Verificar presión en el cárter						
Verificar funcionamiento de ventilador	X	X	X	X	X	X
Revisar sujeción de mangueras y que no existan fugas	X	X	X	X	X	X
Verificar funcionamiento termostato agua y aceite		X		X		X

Fuente: elaboración propia.

3.3.2.2. Orden de trabajo

Se crea un formato estándar para que todas las órdenes de trabajo indiquen el control sobre qué persona será asignada a cada orden de trabajo. Así también, las tareas asignadas al vehículo después de la inspección para que el técnico establezca un procedimiento de aviso de recibido, estado del trabajo y tiempo estimado de operación, siendo este último un indicador que se creara para medir eficiencias en cada reparación.

Tabla XIII. Orden de trabajo

ORDEN TRABAJO	
Marca:	Fecha de ingreso
Placa	No de Orden
Modelo	Motor
Año	Kms
Tipo de mantenimiento	
Correctivo	
Preventivo	
Técnico asignado:	
Detalle de trabajo a realizar	
Autorización y fecha	

Fuente: elaboración propia.

3.3.3. Ejecución

Es imprescindible establecer un sistema de prioridades para que la planificación de trabajo asegure la correcta planificación y entrega en tiempo.

La prioridad se va a definir con base en las fallas más recurrentes como el grado de importancia que se asigna a cada trabajo y permite la ubicación de estos trabajos en la programación ordinaria de mantenimiento.

3.3.4. Control

Al finalizar cada servicio de mantenimiento se propone un formado de salida del vehículo el cual exponga las reparaciones realizadas, repuestos instalados, y recomendaciones generales para el uso correcto del camión.

Tabla XIV. **Hoja de salida de taller**

HOJA DE SALIDA DE TALLER	
Marca:	Fecha de egreso
Placa	No de Orden
Modelo	Motor
Año	Kms
Trabajo realizado	
Repuestos instalados	
Recomendaciones generales	
Recepción y fecha	

Fuente: elaboración propia.

3.4. Objetivo 4. Establecer una adecuada administración del mantenimiento para aumentar la disponibilidad de camiones que realizan la distribución de pollo y productos derivados

Para establecer esta adecuada administración del mantenimiento, se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos.

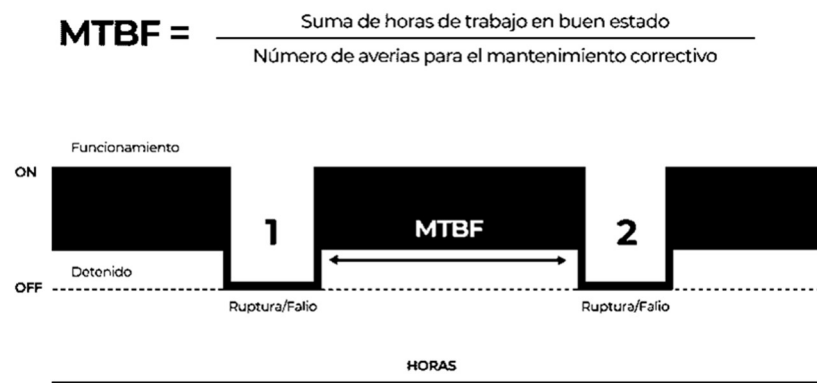
3.4.1. Indicadores de mantenimiento

Los indicadores para esta propuesta de plan son muy importantes para establecer puntos de mejora y llevar el control de la gestión del mantenimiento dentro del taller, para ello se han elegido los siguientes indicadores:

3.4.1.1. MTBF: *mean time between failures*

Este indicador ayudara a medir el tiempo total de buen funcionamiento medio entre cada fallo de un camión reparable. Este indicador es el más importante para nuestro plan el cual se convertirá en la herramienta que optimizará la confiabilidad de las reparaciones que ejecute el taller.

Figura 10. **Modelo de gestión de indicador MTBF**

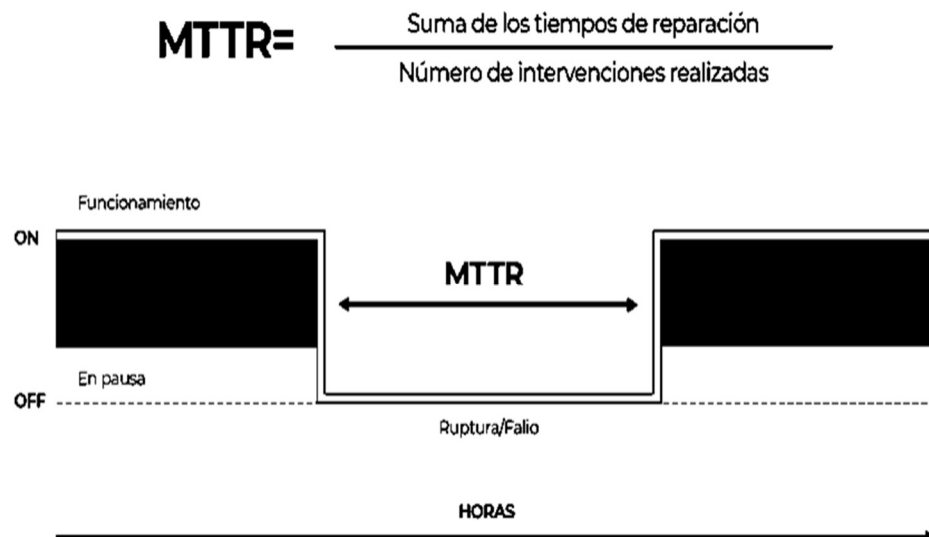


Fuente: Tractian, (2020). *Monitoreo de máquinas*.

3.4.1.2. MTTR: *mean time to repair*

Este indicador será el que nos indicara la mantenibilidad de los camiones, es decir, a la facilidad de encontrar un camión en mantenimiento y ubicar a otro en mejores condiciones después de un fallo. En otras palabras, el MTTR será el que le indicara cuál es el tiempo medio de reparación de los camiones.

Figura 11. **Modelo de gestión de indicador MTTR**



Fuente: Traction, (2020). *Monitoreo de máquinas*.

3.4.1.3. Disponibilidad de los camiones

Es importante para aumentar la disponibilidad de camiones media la capacidad de que cada camión pueda estar en condiciones de disponible para la distribución de los productos. Para ellos se debe utilizar el MTBF y MTTR para calcular la misma con la siguiente fórmula.

Figura 12. **Indicador de disponibilidad de camiones**

$$\text{DISPONIBILIDAD} = \frac{\text{MBTF}}{\text{MBTF} + \text{MTTR}} \times 100$$

Fuente: Tractian, (2020). *Monitoreo de máquinas*.

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A continuación, se hace un análisis de la validez interna y externa del trabajo de investigación, así como el análisis de los resultados obtenidos.

4.1. Análisis interno

El estudio realizado tuvo como objetivos identificar las fallas mecánicas recurrentes que afecten a la flota, las cuales fueron fallas en el motor, sistema de frenos y eje delantero. Se definieron los recursos necesarios para operar el plan de mantenimiento enfocadas en las fallas mecánicas recurrentes analizando un plan de mantenimiento que establece una adecuada administración del mantenimiento para aumentar la disponibilidad de camiones que realizan la distribución de pollo y productos derivados.

Para lograr establecer las fallas recurrentes, se obtuvieron tres bases de datos que establecen los servicios que se realizaron a una muestra de 30 camiones para establecer las fallas mecánicas más recurrentes por medio de entrevista al jefe de taller, la cual presentó los siguientes datos: fallas en el motor (15 reparaciones distintas), eje delantero (8 reparaciones distintas) y sistema de frenos (15 reparaciones distintas). Por la naturaleza de las fallas, las variables de la base de datos son variables cuantitativas discretas.

Como parte de la exploración de los datos, se realizó un mapeo de servicios que se ejecutaron a la muestra de camiones seleccionada y se sometieron a un estudio de frecuencia trimestral para determinar cuáles fueron las fallas más recurrentes con su costo.

Con base en la data obtenida se realizó un análisis de medidas de tendencia central (media, mediana y moda) y dispersión (varianza y desviación estándar) partiendo de las frecuencias de las fallas para establecer en dónde se debería enfocar el plan de mantenimiento.

El plan de mantenimiento se basa en 4 aspectos: planificación, programación, ejecución, y control para lograr una adecuada disponibilidad de los equipos al menor costo posible. Para esto se propone reestructurar y fortalecer los perfiles que operan al taller para la implementación de un taller que brinde una solución integral, que ofrezca servicios de mantenimiento preventivo y correctivo con técnicos especializados en la marca del vehículo, garantizando una atención especializada con personal calificado.

Se diseñaron fichas técnicas para llevar el control de los camiones a quienes se les ejecutará el mantenimiento, así como también ordenes de trabajo y de salida para generar una trazabilidad de los mantenimientos que se ejecutan. Por último, se propone utilizar indicadores MTBF: *Mean Time Between Failures* y MTTR: *Mean Time To Repair* para medir la disponibilidad de los camiones y así satisfacer la necesidad del taller de entregar a la distribuidora una flota activa para distribución de los productos.

4.2. Análisis externo

En una investigación de la Universidad Católica de Andrés Bello titulada *Diseño de un plan de mantenimiento de la flota de vehículos de una empresa de alimentos* en donde se investigó acerca de los problemas que se tenían en los camiones. Peña (2016) afirmó “En el departamento de flota se presenta problemas con los tópicos relacionados con el mantenimiento de los vehículos asignados a la fuerza de ventas, dificultando la adecuada retroalimentación de

sus procesos y así como los recursos empleados” (p. 1). Este estudio sirvió para establecer una herramienta que permite buscar una flota en óptimas condiciones para la venta de los productos al ser el problema principal de este caso.

Se diseñó un plan de mantenimiento para los vehículos por medio de un sistema de codificaciones que permitió controlar de una manera ágil las tareas de mantenimiento, generando históricos de fallas recurrentes para tener mayor disponibilidad de repuestos y mano de obra en las fallas más probables que se iban a tener.

En la tesis de la Universidad Politécnica de Valencia titulada *Propuesta de un plan de mantenimiento para la flota vehicular megalog*, se recomienda enfocarse en prolongar el tiempo de vida útil de los equipos por medio de un plan de mantenimiento, en donde también describe que la evolución de la empresa tiene que tomar en cuenta a los talleres automotrices que ejecutan este tipo de planes, ya que los mismos tienen que estar dentro de las instalaciones para que los servicios sean más ágiles. (Allali, 2016) El taller de este estudio ya se encuentra dentro de las instalaciones de la empresa, pero es ineficiente al no tener una adecuada administración del mantenimiento.

Para resolver el problema de disponibilidad de camiones, Cáceres (2017), de la Universidad nacional de Santa Ana en su tesis titulada *Aplicación de la gestión de mantenimiento centrado en la confiabilidad de la flota de camiones de acarreo*, mencionó que para poder aplicar una correcta administración del mantenimiento; para este trabajo se propone determinar todos los indicadores de mantenimiento TPEF (tiempo promedio entre fallas), TPPR (tiempo promedio para reparar), disponibilidad y utilización para que objetivamente se puede llevar un control de toda la gestión del mantenimiento y a la vez buscar la mejora continua.

CONCLUSIONES

1. Se Identificaron las fallas mecánicas recurrentes que afectan a la flota por medio de la exploración de los datos, estableciendo que la fallas en el motor, tren delantero y sistema de frenos provocan más del 80 % de las causas de las fallas mecánicas.
2. Se definieron los recursos necesarios para operar el plan de mantenimiento enfocadas en las fallas mecánicas recurrentes proponiendo reestructurar y fortalecer los perfiles que operan al taller para la implementación de un taller que brinde una solución integral, que ofrezca servicios de mantenimiento preventivo y correctivo con técnicos especializados en la marca del vehículo, garantizando una atención especializada con personal calificado.
3. Se diseñó un plan de mantenimiento correctivo de camiones fríos en el taller propio de la distribuidora central de una avícola creando propuesta de formatos de control por medio de ordenes de trabajo, tareas preventivas y control de servicios.
4. Se establecieron indicadores de mantenimiento como lo son el MTBF: *mean time between failures* y MTTR: *mean time to repair* para medir la disponibilidad de los camiones y así satisfacer la necesidad del taller de entregar a la distribuidora una flota activa para distribución de los productos. Esto ayudará a tener una adecuada administración del mantenimiento para aumentar la disponibilidad de camiones que realizan la distribución de pollo y productos derivados.

RECOMENDACIONES

1. Establecer procedimientos estrictos de formatos de trabajos, en donde se pueda garantizar la aplicación de los formatos propuestos de control y todo trabajo debe ser autorizado por escrito u orden directa de los jefes o encargados del taller. Adicional es importante implementar un protocolo de supervisión durante la ejecución de los servicios.
2. Es necesario crear un archivo en el expediente del camión donde quede plasmado los trabajos realizados, materiales y repuestos utilizados ya sea digital o físico pero que sea de fácil acceso. En este archivo se debe documentar y registrar todo lo relacionado con el mantenimiento de los camiones.
3. Crear capacitaciones constantes a toda persona que tenga acceso a los camiones de la empresa en donde se conozcan los nuevos modelos que ingresan, tendencias de mantenimiento con personas expertas en la materia.
4. Considerar contratar a una persona que esté dedicada al control de los indicadores de mantenimiento, ya que no existe esta figura, pero con los ahorros que produzca la eficiencia de este plan podrá pagarse este recurso.

REFERENCIAS

1. Acuña, E. (2016). *Diseño de un plan estratégico de mantenimiento preventivo para una flota de tractocamiones*. (Tesis de licenciatura). Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Perú. Recuperado de http://repositorio.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/2477/946_2016_acuna_escalante_e_fain_ingeniero_mecanico.pdf?Sequence=1&isallowed=y
2. Aiteco. (S.f.). *Diagrama de Pareto – Herramientas de la Calidad*. Aiteco. Recuperado de <https://www.aiteco.com/diagrama-de-pareto/>
3. Allali, D. H. (2016). *Propuesta de un plan de mantenimiento para la flota vehicular megalog*. (Tesis de maestría). Universidad Politécnica de Valencia. España. Recuperado de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/76463/ALLALI%20-%20Propuesta%20de%20un%20plan%20de%20mantenimiento%20para%20la%20flota%20vehicular%20MEGALOG.pdf?Sequence=1>
4. ALS. (6 de abril de 2020). *Análisis de fallas en equipos mecánicos*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://www.alsglobal.com/%2Fesco%2Fnews%2Farticulos%2F2020%2F04%2Fanalisis-de-fallas-en-equipos-mecnicos>

5. Brand, P. (2009). *Manual de reparación y mantenimiento automotriz*. México: Editorial Limusa. Recuperado de <https://www.casadellibro.com/libro-manual-de-reparacion-y-mantenimiento-automotriz/9786075000336/1612350>
6. Cáceres, L. (2017). *Aplicación de la gestión de mantenimiento centrado en la confiabilidad a la flota de camiones de acarreo caterpillar 793f de una compañía minera para el mejoramiento de la confiabilidad operacional*. (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional del Santa. Perú. Recuperado de <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/2803>
7. Cardona, R. A. (2000). *Las vibraciones mecánicas y su aplicación al mantenimiento predictivo*. Venezuela: Academia. Recuperado de https://www.academia.edu/14081827/LAS_VIBRACIONES_MECANICAS_Y_SU_APLICACION_AL_MANTENIMIENTO_PREDICTIVO_GENARO_MOSQUERA_COORDINADOR_MARGARITA_DE_LA_VICTORIA_PIEDRA_DIAZ_RAUL_ANTONIO_ARMAS_CARDONA
8. Carrier. (S.f.). *Soluciones para todas sus necesidades de reparto*. Carrier. Recuperado de <https://www.carrier.com/truck-trailer/es/es/products/es-truck-railer/truck/>
9. Central America Data. (6 de septiembre 2018). *Negocio automotriz en Centroamérica*. Central America Data. Recuperado de https://www.centralamericadata.com/es/article/home/Negocio_automotriz_en_Centroamrica
10. Cuatrecasas, L. (2012). *Gestión del mantenimiento de los equipos productivos*. Monografía. Recuperado de

https://books.google.com.gt/books?Id=dz_nubxchjqc&pg=PA706&dq=tipos+de+mantenimiento&hl=es419&sa=X&ved=2ahukewi5ukb1hlxyahuasta bhflodrqq6aewb3oecauqag#v=onepage&q=tipos%20de%20mantenimiento&f=false

11. D'Addario, M. (2015). *Gestión del mantenimiento preventivo - correctivo*. Madrid, España: Renovetec. Recuperado de <https://books.google.com.gt/books?Id=z6rsjgeacaaj&dq=mantenimiento+preventivo&hl=es419&sa=X&ved=2ahukewir3fwah7xyahwstdabhqzhcv0q6aewbnoecaiqag>
12. Ecured. (19 de septiembre 2019). *Mantenimiento preventivo planificado*. [Mensaje en un blob]. Recuperado de https://www.ecured.cu/Mantenimiento_preventivo_planificado
13. Ekon. (28 de mayo 2021). *Mantenimiento predictivo y preventivo. Tipos, ejemplos e importancia*. EKON. Recuperado de <https://www.ekon.es/mantenimiento-predictivo-y-preventivo-ejemplos/>
14. Emprefa. (S.f.). *Mantenimiento Correctivo. Localiza y repara fallas YA*. Emprender fácil. Recuperado de <https://www.emprender-facil.com/mantenimiento-correctivo/>
15. García, O. (2 de mayo 2012). *Gestión Moderna del Mantenimiento Industrial. Principios fundamentales*. Books. Recuperado de <https://books.google.com.gt/books?Id=iyejdwaabqaj&printsec=frontcover&dq=administracion+del+mantenimiento&hl=es419&sa=X&ved=2ahukewix5nellxyahxyrtabhrl2c3uq6aewanoecayqag#v=onepage&q&f=false>

16. Garcia, S. (2 de abril 2010). Organización y gestión integral de mantenimiento. Books. Recuperado de <https://books.google.com.gt/books?Id=puovbdli-omc&printsec=frontcover&dq=mantenimiento+correctivo&hl=es419&saX&ved=2ahukewilnosgjrxayahuvqjabhcbca84q6aewchoecauqag#v=onepage&q=mantenimiento%20correctivo&f=false>
17. Gerencia de Mantenimiento. (S.f.). *Control de los Materiales y de la Productividad*. Gerencia de Mantenimiento. Recuperado de <https://sites.google.com/site/gerenciademantenimientoudo/home/contenido4/grupo004egl?Tpl=%2Fsystem%2Fapp%2Ftemplates%2Fprint%2F&showprintdialog=1>
18. Guchen. (3 de septiembre 2020). *Unidades de Refrigeración Eléctrica*. Guchen. Recuperado de <https://www.guchenes.com/products/electricalvanrefrigerationunits/tr110d.html>
19. Infraspak. (12 de octubre 2021). *¿Cuáles Son Los Diferentes Tipos de Mantenimiento?* Infraspak. Recuperado de <https://blog.infraspak.com/es/tipos-de-mantenimiento/>
20. International. (21 de julio 2020). *Mantenimiento preventivo de Camiones: ¿Cuáles son los problemas más comunes que requieren reparación?* [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://www.interperu.pe/blog/mantenimiento-preventivo-camiones-problemas-comunes/>

21. Lagos, G. (2017). *Optimización del mantenimiento preventivo de flotas en base a técnicas de clustering y aprendizaje supervisado*. (Tesis de licenciatura). Universidad de Chile. Chile. Recuperado de <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/149529>
22. Marin, A. R. (2014). *Procedimientos de mantenimiento para sistemas de Mantenimiento* (Tesis de licenciatura). Universidad de Chile. Chile. Recuperado de <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/4969/62156R397.pdf?Sequence=1&isallowed=y>
23. Melendrez, A. (2016). *Gestión de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de la flota de transporte pesado*. (Tesis de licenciatura). Universidad de Chile. Chile. Recuperado de <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/2311/Melc3%a9ndez%20Colchado%20y%20Rodr%c3%adguez%20Chiscul.pdf?Sequence=1&isallowed=y>
24. Monsalve, J. G. (2016). *Elaboración de un plan de mantenimiento para la empresa Gráficas Buda S.A.S.* (Tesis de licenciatura). Universidad Tecnológica de Pereira. Colombia. Recuperado de <https://repositorio.utp.edu.co/items/9a343b4e-c059-42e3-889c-e55ea0703462>
25. Nunsys. (18 de febrero 2020). *Qué es el mantenimiento predictivo*. Nunsys. Recuperado de <https://www.nunsys.com/mantenimiento-predictivo/>

26. Peña, I. (2016). *Diseño de un plan de mantenimiento de la flota de vehiculos asignados a los vendedores que cubren el sector oeste de la zona metropolitana de caracas, pertenecientes a una empresa de alimentos de consumo masivo*. (Tesis de licenciatura). Universidad Católica Andrés Bello. Venezuela. Recuperado de <http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAT6644.pdf>
27. Premier Tech. (20 de febrero 2020). *La importancia del mantenimiento preventivo*. Premier Tech. Recuperado de <https://www.ptchronos.com/es/blog/la-importancia-del-mantenimiento-preventivo>
28. Prueba de Ruta. (S.f.). *Clasificación de los vehículos de carga*. Prueba de Ruta. Recuperado de <https://www.pruebaderuta.com/clasificacion-vehiculos-carga.php>
29. Renovatec. (S.f.). *Qué es el mantenimiento correctivo*. Renovatec. Recuperado de <http://mantenimiento.renovatec.com/135-mantenimiento-correctivo>
30. Santos, D. (2010). *La contratación del mantenimiento industrial*. España: Asociación Española de Mantenimiento. Recuperado de <https://books.google.com.gt/books?Id=uhwbkryxvwac&pg=PA70&q=mntenimiento+predictivo&hl=es419&sa=X&ved=2ahukewiolvqvilyahxlqzabhz9C4MQ6AEwBHoECAgQAg#v=onepage&q=mantenimiento%20predicivo&f=false>

31. Transeop. (11 de julio 2021). *Tipos de camiones: Definición, clasificación y características*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://www.transeop.com/blog/tipos-de-camiones/185/>
32. Vera, M. (2019). Plan de mejora en procesos de mantenimiento para flota de vehículos pesados. (Tesis de maestría). Universidad Internacional del Ecuador. Ecuador. Recuperado de <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/3913/1/TUIDE-236.pdf>

APÉNDICES

Apéndice 1. Matrices de coherencia

Problemas	Preguntas de Investigación	Objetivos	Metodología	Resultados	Conclusiones	Recomendaciones
Problema principal		Objetivo General				
- La avícola no cuenta con un plan de mantenimiento correctivo, que garantice la alta disponibilidad de flota de camiones fríos. - La recurrencia de las fallas mecánicas en los equipos, no son reparados en el menor tiempo, por la falta de repuestos en inventario, maquinaria de taller y mano de obra calificada.	¿Cómo es el plan de mantenimiento correctivo que garantiza la alta disponibilidad de flota de camiones fríos?	Proponer un plan de mantenimiento correctivo que garantice la disponibilidad de la flota de camiones fríos de 5 toneladas para distribuidoras avícolas	- Diseño de Investigación no experimental basada en métodos. - Tipo de enfoque de investigación mixta - Población 50 camiones. - Muestra 30 camiones. - Técnica de recolección de datos: Entrevistas y observación	- Se identificaron los problemas principales que causan ineficiencia en el taller y los mismos sirvieron para proponer un plan de mantenimiento para una adecuada administración de la flota	- Se definieron los recursos necesarios para operar el plan de mantenimiento enfocadas en las fallas mecánicas recurrentes analizando un plan de mantenimiento que establece una adecuada administración del mantenimiento para aumentar la disponibilidad de camiones que realizan la distribución.	- Es necesario establecer procedimientos estrictos de formatos de trabajos, en donde se pueda garantizar la aplicación de los formatos propuestos de control y todo trabajo debe sea autorizado por escrito u orden directa de los jefes o encargados del taller

Continuación apéndice 1.

Problemas Secundarios	Preguntas específicas	Objetivos Específicos	Resultados	Conclusiones específicas	Recomendaciones específicas
- No se ha determinado cuáles son las fallas más recurrentes en los camiones.	- ¿Por qué no se han identificado fallas mecánicas recurrentes para crear un plan de mantenimiento?	- Identificar las fallas mecánicas recurrentes que afecten a la flota.	- Se obtuvieron tres bases de datos que establecen los servicios que se realizaron a una muestra de 30 camiones para establecer las fallas mecánicas más recurrentes por medio de entrevista al jefe de taller, la cual presentó los siguientes datos: - Fallas en el motor. - Eje delantero. - Sistema de frenos.	- Se Identificaron las fallas mecánicas recurrentes que afectan a la flota por medio de la exploración de los datos, realizando un mapeo de servicios que se ejecutaron a la muestra de camiones seleccionada	- Se sugiere establecer stock de repuestos para los servicios de fallas recurrentes para agilizar el proceso de mantenimiento de estas fallas.

Continuación apéndice 1.

Problemas Secundarios	Preguntas específicas	Objetivos Específicos	Resultados	Conclusiones específicas	Recomendaciones específicas
- No hay recursos asignados para la mejora en la operación de mantenimientos al carecer de un plan.	¿Se cuenta con los recursos necesarios para operar un plan de mantenimiento o correctivo en la empresa?	Definir los recursos necesarios para operar el plan de mantenimiento o enfocadas en las fallas mecánicas recurrentes	El taller no cuenta con una estrategia e indicadores que le permita eficiente sus recursos y procesos administrativos para hacer más ágil los mantenimientos.	Se establecieron indicadores de mantenimiento o como lo son el MTBF: <i>Mean Time Between Failures</i> y MTTR: <i>Mean Time To Repair</i> para medir la disponibilidad de los camiones.	Es recomendable crear capacitaciones constantes a toda persona que tenga acceso a los camiones de la empresa en donde se conozcan los nuevos modelos que ingresan.

Fuente: elaboración propia.