



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Estudios de Postgrado
Maestría en Artes en Gestión Industrial

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

Ing. Yorick Anthony Quiroa Castillo

Asesorado por la MSc. Inga. Sindy Massiel Godinez Bautista

Guatemala, agosto de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

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

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ING. YORICK ANTHONY QUIROA CASTILLO

ASESORADO POR LA MSC. INGA. SINDY MASSIEL GODINEZ BAUTISTA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

MAESTRO EN ARTES EN GESTIÓN INDUSTRIAL

GUATEMALA, AGOSTO 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	Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
EXAMINADOR	Mtro. Ing. Kenneth Lubeck Corado Esquivel
EXAMINADOR	Mtro. Ing. Javier Fidelino García Tetzagüic
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:

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

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

Ing. Yorick Anthony Quiroa Castillo

LNG.DECANATO.OI.595.2022

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: **PLAN PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN EMPRESA DE LOGÍSTICA Y TRANSPORTE PESADO REFRIGERADO UBICADA EN LA REPÚBLICA DE GUATEMALA A TRAVÉS DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)**, presentado por: **Yorick Anthony Quiroa Castillo**, que pertenece al programa de Maestría en artes en Gestión industrial 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, agosto de 2022

AACE/gaoc



Guatemala, agosto de 2022

LNG.EEP.OI.595.2022

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:

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

presentado por **Yorick Anthony Quiroa Castillo** correspondiente al programa de **Maestría en artes en Gestión industrial** ; 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 14 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 **INFORME FINAL** titulado: **“DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UN PLAN PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN EMPRESA DE LOGÍSTICA Y TRANSPORTE PESADO REFRIGERADO UBICADA EN LA REPÚBLICA DE GUATEMALA A TRAVÉS DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)”** del estudiante **Yorick Anthony Quiroa Castillo** quien se identifica con número de carné **999004301**, del programa de **Maestría en Gestión Industrial**.

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,

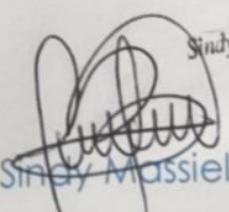
MA. Ing. Kenneth Lubeck Corado Esquivel
Coordinador
Maestría en Gestión Industrial
Escuela de Estudios de Postgrado

Guatemala, Noviembre 2021

En mi calidad como asesor del Ingeniero **Yorick Anthony Quiroa Castillo** quien se identifica con número de carné **201603194** procedo a dar el aval correspondiente para la aprobación del Trabajo de Graduación titulado: "**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UN PLAN PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN EMPRESA DE LOGÍSTICA Y TRANSPORTE PESADO REFRIGERADO UBICADA EN LA REPÚBLICA DE GUATEMALA A TRAVÉS DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)**", quien se encuentra en el programa de Maestría en Gestión Industrial en la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Sindy Massiel Godinez Bautista
Ingeniera Industrial
Colegiado No. 9221
Magister. Inga. Sindy Massiel Godinez Bautista
Colegiado 9221
Asesora

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por ser la *alma mater* que me permitió desarrollarme, tanto en lo profesional, como en lo personal, gracias a ella poseo las habilidades y capacidades necesarias para la vida.

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

Por brindar las oportunidades de crecimiento post licenciatura para poder adquirir especializaciones, maestrías y doctorados que permiten a los estudiantes ser capaces de adquirir responsabilidades de mayor nivel en la industria y en campo. Pertenecer al porcentaje menor al uno por ciento de la población, que posee un postgrado me hace sentir dichoso y bendecido.

Compañeros de grupo

Por su esfuerzo, dedicación y apoyo a lo largo de la duración de esta maestría.

**Transportes Quiroa
Castillo**

Le agradezco eternamente a la empresa que me ha brindado el pan de cada día.

Familiares

Los que han inculcado virtudes en mí.

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por brindarme las oportunidades de ser mejor persona cada día.
Mis padres	Por su apoyo incondicional y sincero.
Mis hermanos	Andrés, Izaskun y Andrick Quiroa, por la unidad como hermanos hasta el fin.
Mis abuelas	Por demostrarme qué es el amor sincero.
Familia	Primos, tíos y cada miembro de mi familia por cada momento compartido.
Amigos	Miguel Durán, Paulo Corona, Pablo Zetina y Mario Gálvez por ser mis acompañantes de universidad, carrera y de la vida.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	III
LISTA DE SÍMBOLOS.....	V
GLOSARIO	VII
RESUMEN.....	IX
JUSTIFICACIÓN.....	XI
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	XIII
OBJETIVOS.....	XVII
RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO	XIX
INTRODUCCIÓN	XXV
1. MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Plan de mejora	8
1.2.1. La productividad	9
1.2.2. Eficiencia y eficacia	10
1.2.3. Tipos de productividad.....	10
1.3. Empresa de logística y transporte pesado.....	12
1.3.1. Refrigerados	13
1.4. Mantenimiento productivo total (TPM).....	14
1.4.1. Fases del mantenimiento productivo total	15
1.4.2. Las 5´S	16
2. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
2.1. Fase 1: revisión documental	19
2.2. Fase 2: diagnóstico	19

2.3.	Fase 3: definición de la estrategia.....	19
2.4.	Fase 4: definición de evaluación de desempeño	20
2.5.	Esquema de solución	20
3.	RESULTADOS	21
4.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	27
4.1.	Herramientas necesarias	33
	CONCLUSIONES.....	35
	RECOMENDACIONES	37
	REFERENCIAS	39
	APÉNDICES.....	45

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Proceso de logística de distribución	13
2.	Unidad Thermo King	14
3.	Esquema de solución	20
4.	Plan de acción a capacitación de pilotos	26

TABLAS

I.	Operacionalización de variables	XX
II.	Plan de mantenimientos y factores de revisión	21
III.	Mantenimiento de alta frecuencia	22
IV.	Mantenimiento de inspección	22
V.	Mantenimiento de desgaste	23
VI.	Mantenimiento estándar	23
VII.	Reparación de componentes	23
VIII.	Reparaciones mayores	24
IX.	Reparaciones especializadas	25
X.	Mantenimiento externo	25
XI.	Resultados aplicando TPM	26
XII.	Diseño de bitácora de registro por unidad	31

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
°C	Grados Celsius
Hz	Hertz
h	Horas
=	Igual que
Km	Kilómetro
%	Porcentaje
P	Potencia
Q	Quetzales

GLOSARIO

CBM	Mantenimiento basado en la condición.
Faja	Correas utilizadas para la transmisión de potencia, comúnmente utilizadas en poleas.
Filtros	Dispositivos que impiden la contaminación por sedimentos o sólidos.
IVA	Impuesto al valor agregado.
Perecedero	Característica que define los límites de tiempo generalmente en insumos de primera necesidad y su vida útil.
PTF	Productividad total de los factores.
PYME	Pequeña y mediana empresa.
RCM	Mantenimiento centrado en la confiabilidad.
TPM	<i>Total productive maintenance</i> , metodología de aplicación para alcanzar objetivos en las industrias.
TQM	<i>Total quality management</i> (gestión de calidad total).

Zapatas

Dispositivos de frenado por rozamiento, fabricados de aleación de aluminio.

RESUMEN

Los mantenimientos predictivos y correctivos a unidades de transporte pesado son comúnmente vistos en Guatemala, se realizan con el fin de aumentar la disponibilidad y vida útil de estos. Consisten en el reemplazo de piezas que tiendan o produzcan falla a la máquina; lo anterior realizado mediante técnicos especialistas.

Además, los vehículos pesados de este tipo poseen a lo que se considera sistema de refrigeración en la parte superior de la cabina, por lo que ambos sistemas deben carecer de fallas de cualquier tipo que afecten su óptimo funcionamiento.

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

El presente diseño de investigación pretende establecer el cambio en la productividad y eficiencia de Transportes Castillo mediante la obtención de datos cuantitativos como antecedentes históricos. El análisis de la información recopilada, tanto técnica, como financiera.

Finalmente, concluir la viabilidad del trabajo de investigación con el fin de reducir las pérdidas, tiempos muertos, los costos y gastos innecesarios,

aumentar la disponibilidad de los camiones, mejorar su rendimiento y vida útil de estos.

JUSTIFICACIÓN

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

La necesidad de efectuar esta investigación se basa en mejorar considerablemente las ineficientes acciones, por parte de la empresa con respecto al cuidado de su principal fuente de ingresos, los camiones. El mal control y falta de atención a los vehículos de carga pesada influyen a que tiendan a fallar, su desempeño se ve afectado por simples medidas de control y que a su vez la vida útil de las mismas unidades disminuya.

Estos vehículos operan generalmente 12 horas diarias promedio, depende a la vez de la ubicación principalmente de los destinos a nivel república, pueden variar los tiempos. Sin embargo, no se evidencia alguna metodología para llevar a cabo la revisión y mantenimientos de estos.

Es de vital importancia el monitoreo de todas las unidades, debido a que las empresas que contratan el servicio de transporte exigen cumplimiento de los requisitos propuestos por su respectivo departamento de seguridad y calidad, tanto del camión como del sistema de refrigeración. Por eso, su buen

funcionamiento debe ser medular y prioritario, no solo para el cumplimiento de los requisitos, sino para el tiempo que se encuentre en operación.

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

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

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el presente capítulo se describe la descripción general del problema, definición de este, preguntas tanto principal como complementarias.

- Descripción general del problema

Las empresas de transporte pesado buscan alternativas para prolongar la vida útil de sus unidades. Especialmente las unidades que poseen un sistema de refrigeración añadido, utilizando para mantener el producto a bajas temperaturas y que estas no se vean afectados durante el trayecto y así, abastecer a los centros de distribución en óptimas condiciones donde serán evaluados bajo estándares rigurosos de calidad por ser productos de consumo diario y perecederos tales como: frutas, verduras, lácteos y sus derivados, variedades de carnes y de pan; no tan fundamentales como: pasteles, flora, entre otros para finalmente, ser adquiridos por los consumidores.

Existen camiones de distintos tonelajes que utilizan determinada variedad de repuestos y diferentes marcas. Asimismo, para las unidades refrigeradas que a su vez incluyen la incorporación de gases especiales para su funcionamiento. Algunos de estos elementos como: fajas, filtros, neumáticos, aditivos viscosos, refrigerantes y zapatas se vuelven parte de los conocidos comúnmente como servicios. Estos servicios son parte de los mantenimientos preventivos y se dividen tanto en mayores como menores, realizados por técnicos. Por lo tanto, dada la necesidad es medular contar con una plan y control estructurado de estos servicios.

- Definición del problema

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

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

- Delimitación del problema

Las instalaciones del área de destinada a brindar el soporte y servicios adecuados pueden incidir en los resultados finales del plan a elaborar.

El personal técnico especializado con experiencia adquirida en campo por más de veinte años permite el conocimiento basto de la mecánica sobre marcas como de repuestos a la hora de percibir un mantenimiento de tipo preventivo como correctivo. Sin embargo, únicamente se encuentra a disposición de este colaborador para aproximadamente veinticinco unidades de distintos tonelajes.

Las empresas contratadoras del servicio son las demandantes por lo que brindan normativas de seguridad industrial, requisitos de equipo de protección de personal y previa capacitación. Lo anterior supone que la empresa brinda

servicios tercerizados de logística y transporte bajo limitaciones del marco contrato.

De esta cuenta es común entonces que se lleve a cabo la contratación de personal no especializado en construcción, ventilación inadecuada que no cumple su función de aislamiento, y la carencia de medidas de seguridad tanto para el paciente como para el personal de salud.

- Pregunta principal

¿Qué plan mejoraría la productividad de la empresa de logística y transporte pesado refrigerado ubicada en la república de Guatemala a través del mantenimiento productivo total (TPM)?

- Preguntas complementarias

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

OBJETIVOS

General

Diseñar el plan para la mejora de la productividad en empresa de logística y transporte pesado refrigerado ubicada en la república de Guatemala a través del mantenimiento productivo total (TPM).

Específicos

- Determinar el estado actual de la productividad en empresa de logística y transporte pesado refrigerado ubicada en la república de Guatemala.
- Analizar las causas principales de la ineficiencia de los procesos de gestión de mantenimientos preventivos, predictivos y correctivos en la empresa de transporte.
- Evaluar el desempeño del plan propuesto en la vida útil de las unidades y sus elementos para la empresa de transporte pesado mediante indicadores de disponibilidad y confiabilidad de unidades.

RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO

En esta sección se detallan los procedimientos a seguir con la finalidad de lograr cumplir los objetivos planteados de forma válida y precisa, se abordan el tipo, diseño y enfoque de la investigación o propuesta, se definen las variables y su operacionalización, se delimita la población en estudio, muestreo, hipótesis, las técnicas de recolección de datos, instrumentos, procesamiento y análisis de datos, límites de la investigación, obstáculos, descripción de aspectos éticos de la investigación, autonomía y categoría de riesgo.

- Tipo de la investigación

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

- Diseño

Se contempló para el trabajo de investigación el diseño no experimental mediante observación, se desarrolla y ejecuta un análisis retrospectivo bajo recopilación de los datos y antecedentes históricos que se han presentado con anterioridad (causas) y que en consecuencia producen efectos en un tiempo definido bajo una medición de variables del diseño tipo longitudinal. Con el objetivo primordial de identificar bases y determinar patrones, tendencias y manejo de variables para el estudio de fallas que requieran acciones correctivas, la vida útil y tiempo de horas trabajo de los elementos.

- **Enfoque**

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

- **Variables**

Las variables estudiadas durante el proceso de esta investigación fueron: plan de mejora, la productividad, logística y transporte pesado, refrigerados, mantenimiento productivo total. Con el fin de obtener resultados para el análisis de la investigación, las definiciones pueden observarse en la tabla I.

- **Operacionalización de variables**

Las variables utilizadas dentro del desarrollo del plan de mejoramiento de la productividad de la empresa de logística y transporte pesado refrigerado ubicada en la República de Guatemala.

Tabla I. Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operativa	Indicador
Plan de mejora	Plan elaborado por un conjunto de procesos con el objeto de conseguir la mejora continua en los mismos.	Procesos estructurados	Requerimientos prospectados / requerimientos conseguidos

Continuación de la tabla I.

Variable	Definición conceptual	Definición operativa	Indicador
Productividad	Índice de rendimiento de la mano de obra y recursos utilizados en un producto o servicios por unidad de tiempo.	Eficiencia y eficacia	Recursos utilizados / recursos necesarios
Logística y transporte pesado	Actividades que consisten en el servicio de transporte de productos mediante camiones.	Ruta destinada	Aceptar: si durante el servicio fue completado sin fallas. No aceptar: si se presenta alguna situación que impida ida o vuelta de unidad.
Refrigerados	Todo aquel producto que requiere de refrigeración o de temperaturas bajas de lo usuales para su conservación.	Unidad refrigerante	Aceptar: si cumple temperaturas requeridas de calidad. No aceptar: si no cumple temperaturas requeridas de calidad.
Mantenimiento productivo total	Metodología enfocada en la eficiencia, confiabilidad y disponibilidad de equipos.	Mantenimiento	Camiones disponibles / camiones disponibles requeridos.

Fuente: elaboración propia.

- Población

La población total del estudio contempla los 20 camiones refrigerados de la empresa de transporte pesado de marcas reconocidas como: Hino, International, Freightliner, entre otras. Para efectos de estudio y desarrollo del trabajo de investigación se ha decidido contar con todos los camiones ya que la diferencia con la muestra no es representativa.

- Criterios de inclusión

Camiones que se encuentren en servicio activo o las que se encuentren con disponibilidad de revisiones.

- Criterios de exclusión

Camiones que se encuentren en estado de circulación como inactivos y toda aquella unidad que por cualquier causa ha llegado al fin de su vida útil.

- Método de recolección de datos

La investigación fue de campo, utilizó un enfoque mixto, cualitativo y cuantitativo, por lo que se recolectaron datos mediante síntesis de observación y muestreo probabilístico.

- Técnica

Dentro de las técnicas, metodologías y herramientas por utilizar se mencionan las siguientes:

- Observación ordinaria: diariamente en el área de mantenimientos, se observó tanto al personal técnico como a los operarios de los camiones y personal administrativo. Se obtuvo la información y datos históricos relevantes para un diagnóstico completo del proceso que conllevan los mantenimientos, tiempos de realización para toma de decisiones y desarrollo de un plan de mejora.
- *Logbook*: dentro de las unidades, los pilotos poseen una bitácora de registros de fallas o alguna observación que requiera una revisión o un mantenimiento posterior. Además de control de la unidad para fines de monitoreo y si se presenta algún nuevo ocupante.
- Instrumento

Para la obtención de datos cualitativos mediante una guía y un listado de requerimientos que se utilizaron para observar el estado y condiciones medulares en el buen desempeño de la flotilla, y para los datos cuantitativos se obtuvieron de las *datasheet* pertenecientes a fajas, filtros, neumáticos y demás.

- Obstáculos (riesgos y dificultades)

Limitaciones de tiempo debido a las actividades laborales, disponibilidad tanto de las unidades y del personal técnico.

- Riesgo de la investigación

Dado que la recolección de datos para el presente estudio se llevó a cabo mediante la técnica de observación siendo espectador de las actividades del sistema y visualización de hoja de datos técnicos (*datasheet*) se clasifica en un nivel 1 de riesgo de tipo económico atribuido por la empresa de logística y transporte pesado refrigerado con la finalidad de mejorar la productividad de esta por medio del plan desarrollado.

- Nivel 1 (sin riesgo)

Comprende los estudios que utilizan técnicas observacionales, con las que no se realiza ninguna intervención o modificación intervencional con las variables fisiológicas, psicológicas o sociales de las personas que participan de dicho estudio, por ejemplo, encuestas, cuestionarios, entrevistas, revisión de expedientes clínicos y otros documentos, que no invadan la intimidad de la persona.

INTRODUCCIÓN

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

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

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

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

Dentro de los beneficiarios del trabajo de investigación se encuentran todas aquellas empresas que se desenvuelven en roles similar de negocios y que deseen acoplar a sus procesos para la metodología progresiva dentro de sus industrias. Como resultado esta investigación busca como aportar al campo del transporte pesado tanto de productos perecederos como los no tan fundamentales.

Todo el proceso que conlleva el desarrollo del trabajo de investigación para la mejora de la productividad en empresa de transporte comprendido en el periodo entre febrero 2017 hasta octubre 2021, basado en la estructura sólida para comprender el problema, su impacto y el resultado con la solución propuesta.

El informe final de se divide en capítulos. El primer capítulo abarca la temática de la información general que incluye antecedentes tales como estudios nacionales e internacionales; el capítulo dos plantea el problema, preguntas, así como ubicación y localización del centro de camiones; dentro del capítulo tres se cubren las fases a seguir y el esquema de solución.

Luego, el capítulo cuatro incluye el marco teórico en donde se describe de manera resumida que le brinda al estudio el fundamento teórico necesario para su interpretación. El capítulo cinco describe el marco metodológico de la investigación, dentro capítulo seis incluye el estudio técnico realizado en la empresa Transportes Quiroa Castillo, misión y visión de la empresa.

Dentro de las inclusiones del capítulo siete se encuentran las leyes, reglamentos y artículos que aplican a la investigación. Posteriormente, el capítulo ocho contiene el análisis y presentación de resultados mediante tablas y descripciones detalladas; en el capítulo nueve se muestra el arquetipo del

modelo de solución y el capítulo diez muestra la factibilidad de los recursos contemplados y análisis financiero; por último, se presentan las conclusiones, recomendaciones, referencias y anexos del trabajo de investigación.

1. MARCO TEÓRICO

Este capítulo está dirigido a presentar la base teórica para dar a conocer el fundamento del conocimiento en materia del plan de mejora de la mano con la productividad, logística de transporte y la metodología del mantenimiento productivo total (TPM).

1.1. Antecedentes

Diversos estudios nacionales como internacionales a lo largo del tiempo sobre productividad, temas de logística y transporte pesado son experiencias que nos direccionan a nuestro objetivo de la mano a través de la herramienta del mantenimiento productivo total (TPM).

- Estudios nacionales

Dentro de los estudios realizados en Guatemala, en la tesis desarrollada por Rivas (2014) para optar al grado de maestro titulada *Propuesta de un plan de mejora para el área de compras locales en una empresa de alimentos en Guatemala*, la autora tiene como objetivo principal el realizar la propuesta de mejora para el departamento de compras, en la que se puedan reducir los tiempos de compra y se pueda mejorar el servicio hacia los clientes. El problema yace que el crecimiento de un departamento de compras al momento de centralizarse fue demasiado repentino y rápido, dada la situación gran mayoría del personal presentó deficiencias en su desempeño, tareas designadas, falta de capacitación y desconocimiento del proceso de compras en una encuesta realizada con anterioridad.

La metodología empleada fue la creación de un plan de mejora definiendo una planificación de capacitaciones trimestrales para retroalimentación del personal pertenecientes al área de compras y mediante las herramientas de recopilación de datos: observación y encuestas, evaluar nuevamente el desempeño de estos. Concluyendo así resultados satisfactorios y renovación notable con una puntuación casi del doble presentada en la primera encuesta.

Es un caso de éxito de un plan de mejora debidamente estructurado y una estrategia sólida, para una empresa dedicada a alimentos es indispensable que su personal conozca todos los procesos y sus respectivas tareas asignadas para el desarrollo debido de actividades.

Por otro lado, autora de la tesis Carrera (2012) titulada *Propuesta de un plan de mejora de los índices clave de desempeño (KPI) en el proceso de análisis y liberación de material de empaque en el departamento de control de calidad de una industria farmacéutica en Guatemala*, con el objetivo general de desarrollar un plan de mejora de una industria farmacéutica respecto a los índices clave (KPI) en el área de materiales.

La problemática incide en varios sectores del departamento de producción enfocándose en la calidad del material de empaque que en productos farmacéuticos es medular para la protección del contenido. Sin embargo, según antecedentes y datos recopilados los procesos que consumen más tiempo son el muestreo de materiales y análisis de estructura.

Aplicando eficiencia y un plan de mejora orientado a los índices clave con el fin de priorizar la liberación de los materiales de empaque dividiendo las actividades, estableciendo métodos alternativos como evitar los tiempos muertos, utilizar equipo adecuado para el traslado de material pesado sin

tiempos de espera largos, reunir todo el equipo necesario para los análisis de estructuras y muestreo de materiales en un solo lugar. Estas son acciones posibles que reducen la liberación y a su vez en un rango aceptable el valor del KPI.

Por otra parte, la logística y el transporte pesado son dos elementos que van de la mano dentro de la cadena de abastecimiento. El transporte pesado en Guatemala siendo principal sustituto del ferrocarril como medio de transporte terrestre requiere de conocimientos y estudios sobre los camiones tanto como habilidades por parte del personal. Dicho esto, los mantenimientos preventivos, predictivos y correctivos son esenciales tanto como su debida planificación.

De acuerdo con Gamarro (2012) y su tesis titulada *Plan de capacitación para pilotos de transporte pesado en una empresa de servicios en Guatemala*, teniendo como objetivo la creación de un plan de capacitación para los pilotos colaboradores con respecto a mantenimientos preventivos de los camiones mediante material audiovisual de prácticas y percances dada la falta de atención provocada por el desconocimiento.

Dentro de las herramientas utilizadas para el desarrollo del plan de capacitación sobre mantenimientos preventivos, inicialmente se realizó un diagnóstico de las necesidades de capacitación (DNC) para saber el estado en el que se encontraban junto a encuestas realizadas a los colaboradores. Dada la deficiencia se propuso el plan de capacitación a los colaboradores considerada la revisión periódica de mantenimiento preventivo a sus respectivos cabezales. Los principales resultados presentados concluyen que el conocimiento técnico y teórico aumentó de un 49 % a 90.5 % final.

La tendencia del mantenimiento es esencial para cualquier industria, múltiples antecedentes y estudios reflejan que se encuentra estrechamente relacionado con la calidad. Metodologías como el mantenimiento productivo total (TPM) y gestión de la calidad total (TQM) han sido clave de las estrategias del éxito tanto nacional como a nivel internacional.

El trabajo de investigación presentado por Herrera (2018) titulado *Desarrollo de la metodología 5'S para el área de colonias como pilar del manejo productivo total (TPM) y mejora de la productividad, en una empresa cosmética*, brinda un acercamiento a uno de los pilares contenidos dentro de la metodología. Con el objetivo de mejorar la productividad en la empresa de cosméticos mediante el desarrollo de las 5'S en el área de colonias. Inicialmente, aplicando como herramienta un diagnóstico mediante un formato de auditorías para las líneas 2 y 3 que son las dedicadas a cosméticos, se obtuvieron puntajes de las 5'S (orden, limpieza, organización, pulcritud y disciplina). En las que se obtuvieron 51 % para la línea 2, y 62 % para la 3.

Posteriormente de haber aplicado e implementado la metodología en campo como principales resultados se encuentran: reducción los tiempos muertos, se implementaron el uso de plásticos, mejoramiento de la disponibilidad y calidad de materiales mantuvo una limpieza exhaustiva y se instalaron utensilios y herramientas de uso diario. Los índices y nuevos puntajes pasaron a 84 % y 99 % respectivamente, mejorando notablemente la productividad para la empresa.

Como último antecedente a nivel maestría realizado en la república de Guatemala basado en la metodología del TPM por el autor Castillo (2019) en su trabajo de investigación titulado *Desarrollo de un plan de mantenimiento, basado*

en el modelo de gestión de calidad TPM, con enfoque sistemático para equipos críticos dentro de una edificación y sus instalaciones, siendo su objetivo general y primordial el desarrollo de dicho plan basado en la metodología del mantenimiento productivo total e identificar el equipo y funcionalidad pertenecientes a las instalaciones. La principal problemática es la carencia de un plan para equipos referentes al transporte, generación eléctrica y climatización.

Para dicho estudio se crearon propuestas de selección y evaluación de proveedores de servicios de mantenimiento y equipos, política de mantenimiento y actualización de estos. El plan recurrido y basado en la doctrina del TPM se lograron resultados en el desempeño y calidad de los servicios de mantenimientos preventivos prestados por los proveedores. Además, redujeron los gastos por acciones correctivas al momento que fallaran los equipos, obteniendo así la satisfacción de necesidades básicas para el óptimo funcionamiento del equipo.

- Estudios internacionales

Diversos estudios a lo largo del desarrollo de los mantenimientos han permitido a las industrias del transporte mejorar su sistema productivo, no de manera inmediata, pero brindando al final del proceso resultados efectivos.

Para Martínez (2015), en su tesis doctoral titulada *Propuesta y validación de un modelo integrador de implantación del Mantenimiento Productivo Total (TPM). Aplicación en una empresa industrial*, los mantenimientos centrados en la confiabilidad (RCM) y el mantenimiento basado en las condiciones (CBM), son sistemas que fueron suplantados por el mantenimiento productivo total (TPM), por el simple hecho que este último no abarca una sola área, sino todas unidas como tal en conjunto. Su objetivo general es validar un modelo de

implementación del TPM mediante cuestionarios y definir las causas principales del por qué no se concluyen con éxito.

La dificultad de la implantación de este modelo de gestión ha impedido el éxito en muchas industrias. La tesis mediante el uso de herramientas de dos cuestionarios: uno de aproximación y uno de facilitadores de la metodología sirven de directrices y orientación al que desee aplicarlo. Al mismo tiempo, son validados en campo para concluir la hipótesis para las empresas que deseen implementarlo. Del mismo modo los resultados no afectan si ya se encuentra en desarrollo alguna otra metodología. En caso contrario, las fortalecen.

En el caso de Tuárez (2013) en una empresa de bebidas carbonatadas y tesis titulada *Diseño de un sistema de mejora continua en una embotelladora y comercializadora de bebidas gaseosas de la ciudad de Guayaquil por medio de la aplicación del TPM (mantenimiento productivo total)*, presenta el objetivo de implantar un sistema de mejora continua en la empresa minimizando desperdicios, aumentando la eficiencia y confiabilidad de los equipos.

Se fundamentan en principios de uso general que establece un sistema preventivo para evitar pérdidas, contando con los equipos y su disponibilidad. Dentro de los cuales se encuentran: impedir el deterioro de las unidades realizando mantenimientos denominados básicos, reducción de gastos incurridos debido a las anomalías no previstas que afectan el desarrollo de actividades normales y las acciones inmediatas para la resolución de fallas presentadas ya que el tiempo es un factor medular principalmente en procesos logísticos. Se redujeron los tiempos muertos, aumentó la disponibilidad de los equipos y establecieron un plan de capacitación para la mejora continua.

Otro estudio y aplicación de la metodología es la del autor Llontop (2018) y su trabajo de investigación de origen peruano titulado: *Propuesta de implementación de mantenimiento productivo total (TPM) en el área de extracción de jugo trapiche para medir el impacto de la productividad de la agroindustria Pomalca SAA*. Del cual pretende proponer como objetivo la implementación de la metodología en la extracción de jugo trapiche con el fin de medir la productividad en la empresa.

Inicialmente se realizó un análisis y diagnóstico en el proceso de la molienda de la caña mediante un índice de efectividad global. Al implementar la metodología del mantenimiento productivo total y principalmente el mantenimiento autónomo se determinó que un correcto mantenimiento siempre bajo el índice de efectividad se recuperó alrededor de 552.72 toneladas de azúcar, siendo el resultado favorecedor dada la magnitud de producción del jugo.

El estudio en la Universidad Autónoma de Nuevo León por el autor Hortiales (1997), titulado *Implementación del mantenimiento productivo total*. Este con el objetivo de presentar un modelo de mejoramiento de la productividad, disponibilidad y confiabilidad de los equipos mediante el TPM. Dentro de las herramientas de capacitación del personal consideradas en la metodología y trabajo de campo se consideran: curso de limpieza y atención básica, curso de efectividad del equipo dirigido al Departamento de Ingeniería y Mantenimiento, instalación de gavetas para fines de limpieza y toma de acciones correctivas para la mejora continua. Como resultado de la implementación se mejoró a un 85 % el índice de efectividad total del equipo (ETE) en un corto plazo.

Se debe contar con el mayor recurso de cualquier institución, el talento humano. Más allá del proceso de mantenimiento, se debe disponer de factores de fuerza de trabajo y manejo de materiales. Según la doctrina importante del

TPM, para aumentar el ciclo de vida, es necesario invertir en capacitar a los colaboradores con el fin de que realicen las actividades de la mejor manera sin carecer del conocimiento.

Finalizando los antecedentes internacionales, el autor Trujillo (2016) y su tesis titulada *Adaptación de la metodología TPM en empresas pequeñas y medianas (pymes) del subsector panificador*, con el objetivo general de presentar la adaptación de la metodología para empresas tipo pyme en empresas roles de alimentos y planificadoras.

Se realizó un estudio completo de la metodología, sus beneficios incluyendo desde sus bases hasta casos de éxito de empresas que lo aplicaron en campo como por ejemplo la empresa Toyota. El autor consideró dentro de sus resultados la posibilidad de barreras y obstáculos que impidieran el éxito de la adaptación. Recomienda herramientas de obtención de datos estadísticos y a su vez, la realización de un buen diagnóstico para saber cuál es la situación de la empresa a la que se le desea adaptar la metodología. Además, en la simulación de resultados por parte de las empresas consideradas pymes (200 o menos colaboradores) el aumento de casi seguro de las mismas.

1.2. Plan de mejora

Un plan de mejora permite a las empresas perfeccionar continuamente sus procesos y actividades al encaminar a la total calidad con el fin de pertenecer al campo altamente competitivo y poseer la excelencia en su sistema. Estos criterios y múltiples herramientas forman parte de diversos antecedentes como una metodología que las compañías implementan. Al igual que el artículo titulado Metodología para elaborar un Plan de Mejora Continua, el doctor enfatiza:

El plan de mejora es un proceso que se utiliza para alcanzar la calidad total y la excelencia de las organizaciones de manera progresiva, para así obtener resultados eficientes y eficaces. El punto clave del plan de mejora es conseguir una relación entre los procesos y el personal generando una sinergia que contribuyan al progreso constante. (Villavicencio, 2017, p. 52)

De esta manera cualquier plan de mejoramiento consta de cierto análisis y niveles para su planificación y ejecución. Cualquier emprendimiento que no desee ser competitiva en el mercado o rol de actividades carece de plan de mejoramiento en sus procesos.

1.2.1. La productividad

La productividad es definida por una variedad de distintas descripciones dependiendo de su perspectiva y enfoque. Finalmente, todas concluyen que es la relación costo beneficio de un producto o un servicio y que estrechamente relacionada con la rentabilidad forma parte de las empresas con respecto a sus indicadores y desempeño de actividades. En este trabajo de investigación la productividad es la combinación de la eficacia de los procesos y la eficiencia de recursos utilizados para concretarlos.

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

En todo proceso se hace presente dicho índice que permite determinar el rendimiento de los recursos invertidos que se transforman en un producto o

servicio con un valor anidado. Esto puede variar si los factores que influyen dentro del proceso de producción muestran versatilidad, lo cual es normal.

1.2.2. Eficiencia y eficacia

Estos dos términos se relacionan estrechamente con la productividad, cuando nos referimos a la eficacia nos referimos al cumplimiento de las metas, objetivos, tareas y todo aquel proyecto asignado. Por otro lado, la eficiencia es hacer más con menos, la reducción de recursos utilizados para generar lo mismo y en el mejor de los casos aumentar lo generado. La combinación de ambas definiciones conlleva directamente a la productividad al reducir costes y mostrar un aumento en los resultados al final de los cuadros financieros.

Cabe recalcar que gracias a la tecnología moderna aplicada a industrias la implementación de planes de mejora que involucran la productividad consigue parte del segmento Lean conforme a ahorros y desperdicios. Del mismo modo el autor Fajardo (1995) dictamina “El progreso técnico origina nuevos ahorros y acumulaciones, mayor productividad, eficiencia, calidad y competitividad” (p.68). Lo cual reafirma que al aplicar la estrategia adecuada se obtienen resultados satisfactorios y el logro de metas establecidas.

1.2.3. Tipos de productividad

- Productividad laboral: es conocida como el rendimiento por hora trabajada. Refiere a como aumenta o disminuye el rendimiento de la transformación de la materia prima en un producto final en función del tiempo trabajado. De manera similar en una empresa que provee servicios

con respecto al rendimiento de la realización del servicio en un tiempo determinado.

- Productividad Productividad total de los factores (PTF): es el tipo de productividad que varía según los factores pertenecientes a la cantidad de producción y sus recursos. Echavarría, Arbeláez y Rosales (2016) estipulan “el ingreso *per capita* de la población depende en el largo plazo de la acumulación de factores y de la eficiencia con la que éstos se usan” (p. 79). Siendo este tipo de productividad versátil continuamente muy común en la industria, considerado como la integración de los valores medios de los factores presentes en la producción.
- Productividad marginal: muestra de la variación experimentada en la producción de un específico bien, concierne a la unidad adicional que puede ser fabricada, mientras el resto permanece constante. Mostrando la vital importancia del bien dentro de la producción y como este puede influir en la tasa de variabilidad y de intensidad de esta.
- Productividad total: tipo de productividad que permite conocer cuál es la magnitud de la escala total de la productividad, del rendimiento la materia prima como de las unidades transformadas en productos mediante el conteo para determinar una tasa crecimiento o disminución.

Beneficios de la productividad

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

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

1.3. Empresa de logística y transporte pesado

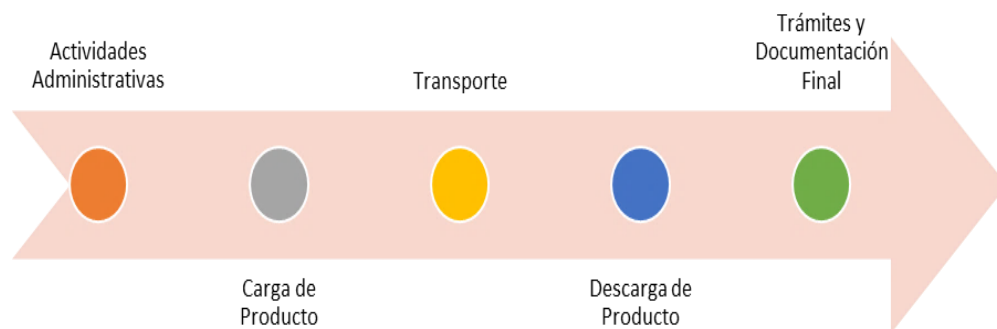
La logística dentro de la cadena de abastecimiento abarca actividades como almacenamiento, transporte y distribución. Para una empresa dedicada a brindar el servicio de transporte y siendo la proveedora más cercana de los centros de distribución de productos y supermercados requiere de un estudio sumamente riguroso como de planificación previa ante sus procesos. El transporte pesado siendo líder de medios de transporte terrestres de productos tanto perecederos y regulares.

La importancia del transporte en la logística y en la cadena de suministros, así como su evolución a través del tiempo y de sus requerimientos, además hace un énfasis sobre las expectativas a futuro y sus repercusiones sobre la economía y desarrollo (Rivera, 2013).

El proceso que conlleva la logística de distribución de las rutas conlleva una serie de actividades que involucra a los jefes de transporte, pilotos y personal del área administrativo. Inicialmente, el vehículo se presenta en planta para carga de la mercancía.

El piloto es el que se encarga de recibir la papelería y marchamo de furgón correspondiente. Luego, se realiza la ruta previamente planificada para evitar el consumo innecesario de combustible. Posteriormente, la unidad al momento de llegar, el piloto hace entrega de la papelería respectiva y descarga de mercancía. Finalmente, al finalizar la ruta, dependiendo del cliente se otorga crédito para facturación y cobro del flete respectivo.

Figura 1. **Proceso de logística de distribución**



Fuente: elaboración propia.

1.3.1. Refrigerados

Todo producto aquel que requiera de bajas temperaturas para su conservación, se considera un producto refrigerado. Para lo cual se han desarrollado diferentes sistemas con el fin de mantenerlos.

En lo que respecta al transporte pesado refrigerado se consideran principalmente los común conocidos como Thermo King aunque en campo se encuentran variedad de marcas. Compuestos por una estructura de elementos mecánicos y un compresor capaz de brindar la climatización completa de furgón. Existen de todos los tamaños, pero la función y principio es igualitario.

Figura 2. **Unidad Thermo King**



Fuente: Roberts (2013). *TPM Mantenimiento productivo total, su definición e historia.*

1.4. Mantenimiento productivo total (TPM)

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

Por su parte Roberts (2013), señala que es un concepto nuevo en cuanto al involucramiento del personal productivo en el mantenimiento de plantas y equipos. La meta del mantenimiento productivo total es

incrementar notablemente la productividad y al mismo tiempo mejorar el entusiasmo de los colaboradores y su satisfacción por el trabajo realizado.

El sistema del mantenimiento productivo total está basado en (TQM) manufactura de calidad total la cual surgió en los setentas y se ha mantenido tan popular en el mundo industrial. Se emplean muchas herramientas en común, como la delegación de funciones y responsabilidades cada vez más altas a sus colaboradores, la comparación competitiva, así como la documentación de los procesos para su mejoramiento y optimización mediante la aplicación de los conceptos de:

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

1.4.1. Fases del mantenimiento productivo total

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

- Fase 1: aseo inicial de la máquina y puesta a punto.
- Fase 2: medidas para descubrir los factores que provoquen las partículas de suciedad como polvo y su influencia en las fallas.

- Fase 3: preparación de procedimientos de limpieza y lubricación a realizar por el personal.
- Fase 4: formar al personal de producción para realizar inspecciones generales.
- Fase 5: formar al personal de producción para realizar inspecciones autónomas.
- Fase 6: orden y armonía en la distribución.
- Fase 7: optimización y autonomía en la actividad, apoyándose en una filosofía de mejora continua.

1.4.2. Las 5'S

Dentro de la metodología del mantenimiento productivo total la participación de las 5's es esencial en aspectos de limpieza, orden, organización y disciplina. Permiten el involucramiento del personal, una mejora constante, mayor productividad y una serie de beneficios a raíz de su implementación. Uno de los objetivos es el aprendizaje del personal para que posteriormente ellos sean los que lo realicen de forma autónoma.

Es un programa de trabajo para talleres y oficinas que consiste en desarrollar orden/ limpieza y detección de anomalías en el puesto de trabajo, que por su sencillez permite la participación de todos a nivel individual/ grupal, mejorando el ambiente de trabajo la seguridad de las personas, equipos y la productividad. (Tonato, 2013, p. 23)

Las simples prácticas de las 5's promueven al personal de activarse de forma disciplinada sin el necesario uso de mando. Generar esa autonomía es la clave del éxito de las llaves japonesas.

2. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

El desarrollo de la investigación consta de 4 fases secuenciales:

2.1. Fase 1: revisión documental

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

2.2. Fase 2: diagnóstico

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

2.3. Fase 3: definición de la estrategia

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

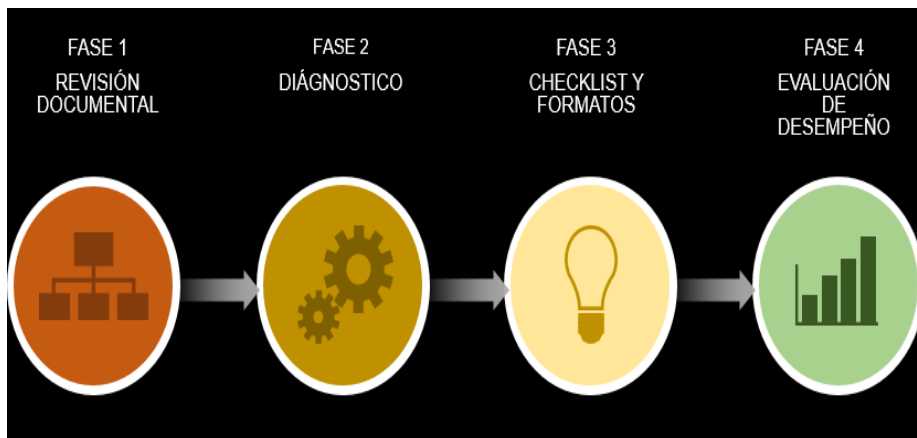
2.4. Fase 4: definición de evaluación de desempeño

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

2.5. Esquema de solución

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

Figura 3. **Esquema de solución**



Fuente: elaboración propia, utilizando Power Point.

3. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en la investigación.

Tabla II. **Plan de mantenimientos y factores de revisión**

Tipo de mantenimiento	Factores de revisión
Mantenimiento de alta frecuencia	Engase
	Cambio de aceite
	Cambio de filtros
	Cambio de fajas
Mantenimiento de inspección	Mantenimiento según recorrido
	Mantenimiento de afinación
Mantenimiento de desgaste	Frenos
	Embrague
	Neumáticos
Mantenimiento estándar	Piezas y accesorios
Reparación de componentes	Alternadores
	Radiadores
	Otros
Reparaciones mayores	Motor
	Caja de velocidades
	Diferencial
	otros
Reparaciones especializadas	Sistema eléctrico
	Unidad de refrigeración
	Otros
Otros	Pintura y reconstrucción.

Fuente: elaboración propia.

Tabla III. **Mantenimiento de alta frecuencia**

Factores de revisión	Función	Frecuencia de actividad
Engrase	Minimiza la fricción entre piezas metálicas que tienen movimiento y protege a los elementos expuestos de la suciedad y al óxido.	Cada 20,000 Km o cada 4 meses (lo que ocurra primero).
Cambio de aceite	Además de reducir la fricción entre equipos, también es utilizado como refrigerante en la circulación de este.	Cada 50,000 Km
Cambio filtro de aire	Evita que las impurezas que puedan acceder por el sistema de admisión dañen la cámara de combustión o las paredes de los cilindros.	25,000 – 50,000 km
Cambio filtro de aceite	Permite la retención de sedimentos e impurezas para mantener la limpieza requerida en el motor.	10,000 – 15,000 km
Cambio de fajas	Realizar la adecuada sincronización de las poleas.	Cada 80,000 km

Fuente: elaboración propia.

Tabla IV. **Mantenimiento de inspección**

Factores de revisión	Función	Frecuencia de actividad
Mantenimiento según recorrido	Involucra mangueras, empaques, sellos, entre otros que deben ser inspeccionados visualmente o mediante controladores de la unidad.	Inspección semanal
Mantenimiento de afinación	Involucra piezas que se cambian por otras de mejor calidad	Inspección semanal

Fuente: elaboración propia.

Tabla V. **Mantenimiento de desgaste**

Factores de revisión	Función	Frecuencia de actividad
Frenos	Las zapatas se presionen contra una superficie de giro (tambor) para reducir la velocidad de un vehículo.	20,000 km, inspección quincenal
Embrague	Sistema que permite la correcta transmisión de la potencia del motor a la caja de cambios, y de ahí a las ruedas	100,000 km
Neumáticos	Diseñados para soportar el peso del vehículo, absorber los impactos de la carretera, transmitir la tracción	50,000 km

Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. **Mantenimiento estándar**

Factores de revisión	Función	Frecuencia de actividad
Piezas y accesorios	Incluye elementos que pueden fallar por su naturaleza de funcionamiento, vibración y demás que afecten sus propiedades mecánicas.	Inspección semanal

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. **Reparación de componentes**

Factores de revisión	Función	Frecuencia de actividad
Alternadores	Diseñado para la conversión de energía a corriente alterna y permite el suministro de energía de varios equipos.	Inspección mensual
Radiadores	Evita el sobrecalentamiento al circular el fluido que recorre alrededor del bloque del motor	Inspección mensual

Continuación tabla VII.

Bombas	Tanto de agua, combustible y de líquidos de otros usos como frenos e hidráulico. Reemplazar si en caso no cumple con las funciones principales.	Inspección mensual
Otros	Cualquier otra pieza mecánica que durante la inspección se vea dañada o no cumpla su función al 100 %	Inspección mensual

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. **Reparaciones mayores**

Factores de revisión	Función	Frecuencia de actividad
Motor	Un motor es la parte sistemática de una máquina capaz de hacer funcionar el sistema	Inspección mensual o cuando lo requiera
Caja de Velocidades	Reducir o aumentar el número de revoluciones del motor, según el par necesario en cada instante.	
Diferencial	Transmisor mecánico de potencia proveniente del motor a los neumáticos.	
Otros	Elementos complementarios necesarios para el correcto funcionamiento	

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Reparaciones especializadas**

Factores de revisión	Función	Frecuencia de actividad
Sistema eléctrico	Sistema encargado de todos los dispositivos que requieren de energía eléctrica para la realización de funciones incluyendo luces, dispositivos de arranque.	Inspección mensual o cuando lo requiera
Unidad de refrigeración	Sistema de refrigeración integrado Thermo King a la unidad de transporte que permite la conservación de la carga a bajas temperaturas	
Otros	Piezas o sistemas indispensables para la operación de la unidad que requieran manejo especializado	

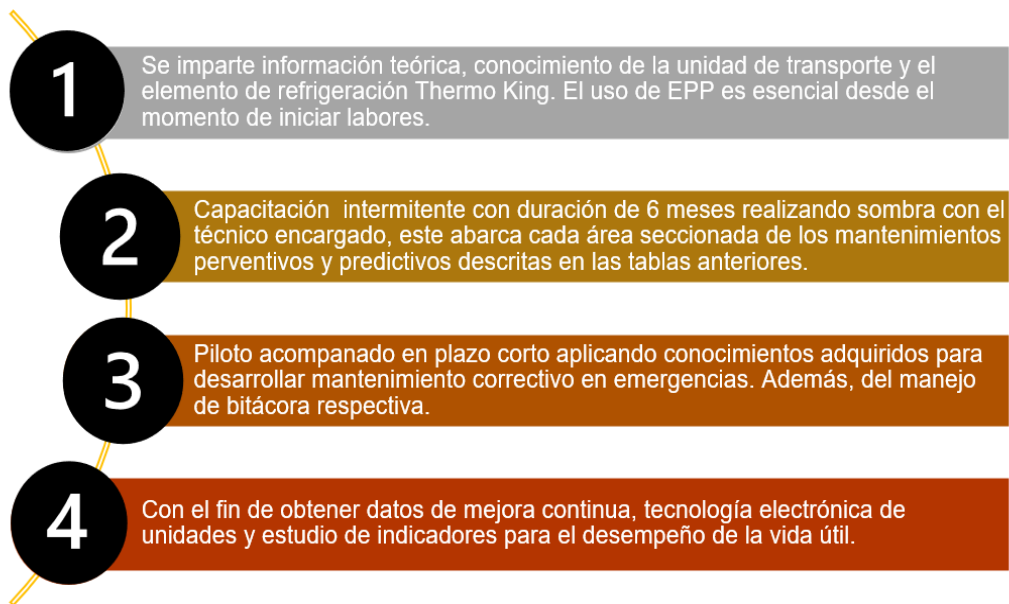
Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Mantenimiento externo**

Factores de revisión	Función	Frecuencia de actividad
Pintura	Mantener e aspecto físico de la unidad en buenas condiciones, eliminación de oxidación	Inspección anual o cuando se requiera
Reconstrucción	En caso de haber sufrido algún percance que necesite la reconstrucción de alguna pieza o parte interna o externa de la unidad	

Fuente: elaboración propia.

Figura 4. **Plan de acción a capacitación de pilotos**



Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Resultados aplicando TPM**

Factor de mejora	Sin TPM	Con TPM
Disponibilidad de unidades	40 % de las unidades en taller	12 % de las unidades en taller
Confiabilidad en lubricantes	Inspección irregular	Viscosidad y cambio a los 30,000 Km
Neumáticos	5 neumáticos estallados promedio por mes	Ningún neumático estallado
Gastos no contemplados al mes	Q. 4,500.00	Menos del 30 %
Fallas correctivas en ruta por mes	9 unidades	2 unidades

Fuente: elaboración propia.

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se realizó el estudio teórico como técnico correspondiente a los mantenimientos de unidades de transporte pesado, así como el elemento refrigerante. Aplicando la metodología del mantenimiento productivo total (TPM) se clasificaron según su prioridad, necesidad, funciones y su frecuencia de actividad. Además, se consideraron las bases de la metodología con el fin de obtener el desarrollo de funciones con la mínima posibilidad de acudir a las fallas correctivas y de la misma forma prolongar la vida útil de las unidades.

Las funciones del plan de mejoramiento con el fin de aumentar la productividad en la empresa de logística y transporte pesado refrigerado consisten en elaborar y asignar programaciones detalladas y periódicas a servicios tanto de mantenimientos preventivos como predictivos con el fin de evitar la intervención de fallas en el momento que se encuentren en sus respectivas actividades. Lo anterior rectificado de los cálculos pertenecientes a kilometrajes y vida útil de los elementos incluidos en un servicio. La confiabilidad y disponibilidad en la maquinaria permiten un aseguramiento y disminución o retención de tiempos por mantenimientos correctivos. Esto conlleva a evitar gastos innecesarios consecuentes por la falta de atención requerida y adecuada a la maquinaria.

De la misma manera mediante la filosofía del mantenimiento total (TPM) y sus aplicaciones dentro de las funciones de la empresa transfieren las bases como la delegación de tareas y responsabilidades cada vez más altas a sus colaboradores. La comparación competitiva, la documentación de registros en el *ebook* de cada unidad para el mejoramiento de los procesos y la optimización

mediante la aplicación de los conceptos de: prevención, cero defectos, cero accidentes en conjunto con todos los técnicos, jefes hasta los puestos de alto mando.

En la tabla II, se observa el plan de mantenimiento y factores de revisión que sirve para llevar un mejor control del mantenimiento de una flota de vehículos de transporte pesado, es importante tener identificadas las áreas de enfoque de este, Por tal motivo para la empresa en estudio se realizó una clasificación del tipo de mantenimiento y los factores que cubre. De esta forma se tendrá una mejor identificación de a qué área hay que dirigirse y realizar la corrección necesaria.

Para que las unidades de transporte operen de forma constante es importante tomar en cuenta que dentro de los mantenimientos preventivos se realicen las funciones descritas en la tabla III. Esta muestra las actividades más frecuentes y que por la naturaleza de la operación, se deben realizar con mayor frecuencia y en los rangos promedios sin sobrepasar los límites de cada ítem.

El mantenimiento de inspección, ver tabla IV, se recomienda realizarlo con el fin de poder identificar piezas que, por su material de fabricación, desgaste natural o por algún otro motivo mecánico de la unidad de transporte, puedan haberse dañado o estén próximas a fallar. Por tanto, la inspección debe hacerse visualmente o por medio de equipo de control.

En la tabla V se presenta el mantenimiento de desgaste, dónde el desgaste de las piezas en esta sección se da por el simple hecho de la operación diaria de la unidad. Se debe tomar en cuenta la resistencia promedio de cada factor y hacer los cambios respectivos al llegar al desgaste normal propuesto por el fabricante. Este mantenimiento es constante y es de suma importancia no

sobrepasar los límites para cada pieza. En caso una de las piezas colapsara antes de lo estimado, el cambio se debe hacer de forma inmediata y determinar el motivo de la falla anticipada, anotarlo en la bitácora de mantenimientos y hacer las correcciones respectivas.

El mantenimiento estándar, ver tabla VI, se realiza a piezas que fallan debido a la operación diaria de la unidad como sellos de hule, empaques, tornillos, entre otros. También están incluidos accesorios que sean requeridos según el tipo de carga que se va a transportar como por ejemplo barras de tensión de carga, arneses, tarimas, cinchos, entre otros.

La reparación de componentes, ver tabla VII, es necesaria cuando alguna pieza mecánica o eléctrica falla por alguna razón. En este caso, la pieza debe ser restaurada o reemplazada por una nueva dependiendo de la magnitud de la falla. Se realiza una inspección mensual de estas piezas para poder asegurar el buen estado físico y de funcionamiento de estas. Se debe tomar en cuenta que piezas eléctricas pueden fallar antes de la inspección mensual que se realiza.

Las reparaciones mayores son aplicadas cuando una pieza fundamental para el funcionamiento de la unidad falla. En este caso la pieza debe ser reparada en algún establecimiento especializado para ello. En el peor de los casos la pieza debe ser sustituida por una nueva. Ver tabla VIII.

Entre las reparaciones especializadas, ver tabla IX, se encuentran aquellas que deben ser realizadas por un técnico profesional en el área, el sistema eléctrico de la unidad y la unidad de refrigeración deben ser tratadas por medio de personal calificado para ello. El mal tratamiento de estas fallas puede provocar problemas mayores en otras partes de la unidad de transporte.

En la tabla X, se presenta el mantenimiento externo, este tipo de mantenimiento se realiza de forma anual y permite mantener el buen aspecto externo de las unidades de transporte, así como la presentación de la empresa en general ante los clientes a quienes se les brinda el servicio.

Según las horas de circulación del transporte pesado permisibles en Guatemala el diseño considera esa limitación por lo que se estableció para el sistema un intervalo de horas entre las nueve de la mañana hasta las cuatro de la tarde para cualquier actividad concebida para mantenimientos. Además, los jefes asignan la debida programación de servicios al final de un cierto tiempo o en otros casos cuando alguno de los repuestos se encuentre al 75 % del fin de su vida útil (basado en *datasheets* según kilometrajes u horas).

Luego de impartir conocimientos teóricos dada la clasificación de los mantenimientos desde la tabla II a la X, se instruyen los conocimientos técnicos con la finalidad de realizar actividades de forma autónoma (siendo este uno de los principios fundamentales del TPM) el desarrollo de los mantenimientos preventivos, predictivos y correctivos a pilotos. Una lista de pasos secuenciados explica el procedimiento de capacitación al personal operativo observados en la figura 4.

Finalmente, en evaluar los cambios de mejora al aplicar el plan de capacitación a pilotos y la metodología del mantenimiento productivo total en la empresa de logística y transporte pesado refrigerado. Se obtuvieron datos incrementales de disponibilidad y confiabilidad de las unidades y equipos, reducción de gastos no contemplados a raíz de fallas correctivas (grúa, combustible, horas extras, desperdicio de mercaderías) y una reducción significativa de las mismas casi en un 80 % por mes. Ver tabla XI.

Los pilotos en cada unidad poseen un *ebook* de registros de cualquier anomalía o sospecha ya sea del camión o del comúnmente conocido como Thermo King. Esta bitácora de registros es presentada al personal técnico encargado y de la misma manera notificado al jefe de técnicos.

Tabla XII. **Diseño de bitácora de registro por unidad**

QC #					
Cliente	Marchamo	Guía	Documento	Anomalía	Observaciones

Fuente: elaboración propia.

La bitácora incluye:

- Iniciales del transporte (QC) seguido del código de identificación de cada unidad.
- Código único de cliente.
- Marchamo asignado para la ruta planificada.
- Número de guía impresa y otorgada al piloto.
- Documentación respectiva según el tipo de traslado.
- Anomalía registrada durante el traslado.
- Cualquier observación añadida por el piloto.

Posteriormente es entregada al equipo de técnicos para la revisión y si requiere de futura atención, el jefe de mecánicos es el encargado de programar la fecha. Este análisis debe ser planificado con el fin de determinar qué tipo de mantenimiento es el adecuado y requerido por la unidad. La empresa generó mayor productividad, eficacia, redujo gastos y aumentó la disponibilidad tanto como confiabilidad en su flotilla.

El proceso de logística de mantenimientos para la empresa de transporte pesado refrigerado consiste en la secuencia de pasos ordenados a continuación:

- Paso 1: el jefe de logística y transporte asigna las rutas correspondientes a cada camión según sea la necesidad del cliente
- Paso 2: programa horas de trayecto, del mismo modo temas de combustible necesario, viáticos del piloto, entre otros.
- Paso 3: se realiza revisión básica de cada unidad como su respectivo Thermo King.
- Paso 4: realización de ruta y anotaciones por parte del piloto en el *ebook* correspondiente.
- Paso 5: control y monitoreo de bitácora de todas las unidades mediante *checklist*.
- Paso 6: programación de mantenimientos predictivos, preventivos y correctivos que lo requieran según bitácora y tiempo de vida útil de los repuestos.

- Paso 7: realización de servicios menores o mayores y pruebas necesarias.
- Paso 8: disponibilidad de camiones en planta para continuar el servicio de transporte refrigerado.

4.1. Herramientas necesarias

La herramienta necesaria para el desarrollo del plan de mejora de la productividad en la empresa de logística y transporte pesado refrigerado se encuentran:

- Microsoft Excel: en la realización de bitácoras y registro de los datos de esta de cada unidad. Se podría considerar la herramienta para la recolección de información, control y monitoreo.

Se detallan las funcionalidades de un plan de mejoramiento de la productividad en la empresa de logística y transporte pesado refrigerado a través del mantenimiento productivo total (TPM):

- Involucra la participación de todos los integrantes de la compañía
- Optimiza recursos disponibles
- Eficiencia y eficacia en los procesos
- Aumenta la disponibilidad y confiabilidad
- Reducción de gastos innecesarios y fallas que requieran acción correctiva
- Sistematización estructurada de mantenimientos

CONCLUSIONES

1. Se determinó que la empresa de logística no contenía un plan de mantenimientos adecuado. Pilotos desconocían la unidad y los elementos más básicos y mantenimiento esenciales medulares para el buen desarrollo de actividades. No se constituye un sistema de estructura ni registro de inspecciones y reparaciones, esto genera un descontrol y al mismo tiempo desinterés por el cuidado de las unidades. Múltiples unidades en taller por fallas correctivas simultáneas ocasionando pérdidas en tiempo y gastos no contemplados como grúas y reparaciones en ruta.
2. Las principales causas encontradas del ineficiente sistema de mantenimientos de la empresa fueron: la falta de capacitación a pilotos, falta de estudio profundo teórico y segmentación de áreas en mantenimientos, inspecciones irregulares y ausencia servicios menores en tiempo o kilometrajes requeridos por proveedores de repuestos, carencia de atención en unidades, tanto de pilotos, como técnicos, ausencia de registro o bitácora de anomalías en ruta.
3. Al evaluar indicador de disponibilidad, de un total de 25 unidades, 12 permanecían en taller por fallas o espera por inspección; 9 fallas que requerían un mantenimiento correctivo en ruta e incurrían en gastos no contemplados por grúas, desperdicios y otros servicios no presupuestados. Mas del 200 % del tiempo de vida útil o recorrido para algunos repuestos y viscosidad en aceites lubricantes impedían la confiabilidad en las unidades y refrigeración de Termos. Al aplicar el plan de mejora mediante la capacitación de los pilotos y el TPM con sus

principios, los mantenimientos fueron realizados por los pilotos de forma autónoma dado el aprendizaje en sombra. Únicamente 3 unidades en taller, menos del 30 % de gastos no contemplados y aproximadamente el 80 % de las fallas correctivas en ruta fueron eliminadas respectivamente.

4. El plan diseñado conforma teóricamente toda la clasificación de elementos, sus funciones, y la frecuencia de cambios o revisiones asignadas limitantes. De la mano del aspecto técnico que contiene el plan de capacitación a pilotos en plazo intermitente con una duración de 6 meses en taller mediante el acompañamiento de un técnico especializado. Los resultados al aplicar la metodología del mantenimiento productivo total son satisfactorios dentro de la compañía y sus colaboradores. El plan elaborado crea disponibilidad y confiabilidad en sus unidades que la empresa no poseía anteriormente. Además, el aprovechamiento eficiente de sus recursos observados en la tabla XI.

RECOMENDACIONES

1. Acudir a metodologías que aseguran la disponibilidad, confiabilidad de los equipos y la mejora continua del personal como la del mantenimiento productivo total (TPM), ya que múltiples antecedentes comprueban los casos de éxito en su utilización.
2. Considerar la capacitación del personal como una base de cualquier compañía que su principal recurso sea el talento humano. Muchas empresas poseen un desarrollo deficiente en sus procesos ya actividades debido al desconocimiento teórico o técnico.
3. Consultar información proveniente de proveedores y fabricantes (*datasheets*) a la hora de hacer uso de un producto o equipo. Siempre es idóneo conocer plenamente el equipo con el que se desea trabajar.
4. Analizar la posible participación de obstáculos no contemplados durante un diseño, de la misma forma riesgos que se pueda presentar tanto en campo como en la realización de un informe de investigación.

REFERENCIAS

1. Agudelo, A. (1992). *Reparación del freno de estacionamiento*. Colombia: División de Diseño de Programas de Formación Profesional. Recuperado de https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/5615/reparacion_freno_estacionamiento.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
2. Carrera, Y. (2012). *Propuesta de un plan de mejora de los índices clave de desempeño (KPI) en el proceso de análisis y liberación de material de empaque en el departamento de control de calidad de una industria farmacéutica en Guatemala* (Tesis de maestría). Universidad San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado de <https://biblioteca-farmacia.usac.edu.gt/Tesis/MAIES132.pdf>.
3. Castillo, J. (2019). *Desarrollo de un plan de mantenimiento, basado en el modelo de gestión de calidad TPM, con enfoque sistemático para equipos críticos dentro de una edificación y sus instalaciones*. (Tesis de maestría). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/12463/>.
4. Decreto 132-96. Ley y Reglamento de Tránsito. Diario de Centroamérica. Guatemala. 27 de noviembre de 1996.
5. Escobar, J. (junio, 2017). Gestión de Inventarios para distribuidores de productos perecederos. *Ingeniería y desarrollo*, 35(1), 219-239.

6. Estrada, M. (2014). *Propuesta de un plan de mejora para el área de compras locales en una empresa de alimentos en Guatemala* (Tesis de maestría). Universidad San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado de https://www.academia.edu/43547023/Tesina_de_kpis?bulkDownload=thisPaper-topRelated-sameAuthor-citingThis-citedByThis-secondOrderCitations&from=cover_page.
7. Fajardo, C. (marzo, 1995). Del concepto de productividad en el management clásico al concepto de eficacia en el management contemporáneo. *Innovar*, (6), 66-79. Recuperado de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/innovar/article/view/19135/20081>.
8. Gamarro, F. (2012). *Plan de capacitación para pilotos de transporte pesado en una empresa de servicios en Guatemala* (Tesis de maestría). Universidad San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado de <https://biblioteca-farmacia.usac.edu.gt/Tesis/MAIES106.pdf>.
9. Gómez, G. (enero, 1998). Las Pyme y el desarrollo. *Ingeniería Industrial*, (21), 81-84. Recuperado de https://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Ingenieria_industrial/article/view/2559.
10. Hortiales, M. A. (1997). *Implementación del mantenimiento productivo total* (Tesis de maestría) Universidad Autónoma de Nuevo León, México. Recuperado de <http://eprints.uanl.mx/496/1/1020128430.pdf>.

11. Llontop, L. (2018). *Propuesta de implementación de mantenimiento productivo total (TPM) en el área de extracción de jugo trapiche para medir el impacto de la productividad de la agroindustria Pomalca SAA* (Tesis de maestría). Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Perú. Recuperada de <http://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/1426>.
12. Madrid, R. (agosto, 2018). IVA. *Observatorio Económico*, (129), 2-3. Recuperado de <https://www.observatorioeconomico.cl/index.php/oe/article/view/33>.
13. Martínez, B. (2005). *Diagnóstico de motores diesel mediante el análisis del aceite usado*. Valencia, España: Reverté. Recuperado de https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=DqJuqL_UzjkC&oi=fnd&pg=PA1&dq=filtros+de+motores+&ots=klaHjjmAx3&sig=zbJF42brMOr9LTG4AebmEwfkpPE#v=onepage&q=filtros%20de%20motores&f=false.
14. Martínez, R. (2015). *Propuesta y validación de un modelo integrador de implantación del Mantenimiento productivo total (TPM). Aplicación en una empresa industrial* (Tesis de doctorado). Universidad Politécnica de Valencia, España. Recuperado de <https://riunet.upv.es/handle/10251/61492>.
15. Ozaeta, A. (julio, 2013). Diseño y generación de transmisiones de potencia por correa trapezoidal en Solidworks mediante una aplicación en Visual Basic. *Revista Facultad de Ingeniería-UPTC*, 22(35), 49-61. Recuperado de

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59442010000200006.

16. Prokopenko, J. (1989). *La gestión de la productividad*. Ginebra, Suiza: Oficina Internacional del Trabajo. Recuperado de <https://www.ingenieriademetodos.com/app/download/9185588769/La+gesti%C3%B3n+de+la+productividad+OIT.pdf?t=1509937247&mobile=1>.
17. Quiroga, J. (mayo, 2011). Implementación de un mantenimiento basado en la condición usando modelado y simulación: caso de estudio de un motor sincrónico de imanes permanentes. *Ingeniería e Investigación*, 31(2), 18-28. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-56092011000200003.
18. Rivera, R.; Delgado, L., y Carrillo, J. (2013). Logística de transporte y su desarrollo. *Observatorio de la economía latinoamericana*, 185. Recuperado de https://www.academia.edu/35095127/OG%C3%8DSTICA_DE_TRANSPORTE_Y_SU_DESARROLLO?from=cover_page
19. Roberts, J. (2013). *TPM Mantenimiento productivo total, su definición e historia*. Texas, Estados Unidos: Departamento de Tecnología e Ingeniería Industrial Texas A&M University-Commerce.
20. Tonato, M. (2013). *Implementación de la metodología 5s para mejorar los tiempos de instalación y mantenimiento de equipos de transporte refrigerado de la empresa Cora Refrigeración Cía. Ltda.* (Tesis de

maestría). Universidad de las Fuerzas Armadas, Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/8143/TE-SPE-047678.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

21. Trujillo, E. (2016). *Adaptación de la metodología TPM en empresas pequeñas y medianas (Pymes) del subsector panificador* (Tesis de maestría). Universidad EAFIT, Colombia. Recuperado de https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/11874/TrujilloHernandez_LuisEduardo_2016.pdf?sequence=2.
22. Tuarez, C. (2013). *Diseño de un sistema de mejora continua en una embotelladora y comercializadora de bebidas gaseosas de la ciudad de Guayaquil por medio de la aplicación del tpm (mantenimiento productivo total)* (Tesis de maestría). Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador. Recuperado de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/24859/1/TESIS%20DE%20GRADO%20IMPLEMENTACION%20DE%20TPM%20EN%20EMBOTELLADORA%20DE%20BEBIDAS%20GASEOSAS.pdf>.
23. Villarroya, J. (abril, 2006). Productividad total de los factores y capital tecnológico: un análisis comparado. *Productividad y Competitividad de la Economía Española*, (289), 145-163. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Jaime-Sanau-Villarroya/publication/28141230_Productividad_total_de_los_factores_y_capital_tecnologico_un_analisis_comparado/links/56477ae408ae54697fbdd901/Productividad-total-de-los-factores-y-capital-tecnologico-un-analisis-comparado.pdf.

24. Villavicencio, D.; Soler, V. y Bernabeu, E. (marzo, 2017). Metodología para elaborar un plan de mejora continua. *3c Empresa: investigación y pensamiento crítico*, (1), 50-56.

APÉNDICES

Se define el árbol del problema respectivo que identifica las causas, el problema y las consecuencias de este.

Apéndice 1. Árbol del problema



Fuente: elaboración propia.

