



**Trabajo de integración Curricular previa a la
obtención de título de Máster en Ingeniería
Automotriz con mención en procesos y calidad de
servicio automotriz.**

AUTORES:

Ing. Thomas Ng Robles

Ing. Manuel Meza Salvatierra

TUTOR:

Ing. Cristopher Fuertes Iturralde MsC.

**ANÁLISIS DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA PARTE TÉCNICA DE LOS
MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS DE FLOTAS DE VEHÍCULOS M1**

Guayaquil, Julio, 2025

CERTIFICACIÓN

Nosotros, **ING. MANUEL MEZA SALVATIERRA, ING. THOMAS NG ROBLES**, declaramos bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detalla.

Cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual a la Universidad internacional del ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la ley de propiedad intelectual, reglamento y leyes.



Firmas del graduado

Ing. Thomas Ng Robles

C.I. 0916850274



Firma del graduado

Ing. Manuel Meza Salvatierra

C.I. 0930175880

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR

Yo, **Ing. Cristopher Fuertes Iturralde MsC**, certifico que conozco a los autores del presente trabajo. Siendo los responsables exclusivos tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.



Firma del director técnico de Trabajo de Grado

Ing. Cristopher Fuertes Iturralde MsC

Thomas Ng Robles

Manuel Meza Salvatierra

DEDICATORIAS

Yo, Thomas Ng Robles, dedico la elaboración de este artículo científico a mis padres, Sr. Eric Ng de Gracia y Anneline Robles Gamboa, por ser guía, mi fuerza y mi ejemplo constante incondicional. A mi hermana, Dra. Melanie Ng Robles por su complicidad, su apoyo y por estar siempre a mi lado en cada paso del camino. Y a mi novia C.P.A. Mónica Tierra Guaño, por su amor, su paciencia y por hacer que cada día tenga un motivo más para sonreír.

Gracias por ser mi motor y mi refugio. Todo esto también por y para ustedes.

Yo, Manuel Meza Salvatierra, es un honor dedicar la presente:

A Dios todo poderoso..., que estuvo desde mi creación y está siempre presente conmigo porque hemos sido perseverantes en las buenas y malas a lo largo de mi formación académica.

A mis padres, ya siempre estuvieron dándome su apoyo y consejos en todo momento con un infinito amor, logrando ser una parte fundamental a lo largo de mi formación académica con perseverancia y resiliencia, junto a mi esposa, siendo un pilar fundamental en el transcurso de mi estudio de posgrado, brindándome todo su amor con su infinita paciencia, junto conmigo aguantando las malas noches y como no podría faltar con mi bebé de cuatro patas NINA, que con sus tiernos ladridos me despertaba cuando me veía que estaba quedando dormido junto a la computadora.

Finalmente estoy YO logrando mis objetivos propuestos con:

FE – POSITIVISMO – ALEGRÍA & DISCIPLINA.

Thomas Ng Robles

Manuel Meza Salvatierra

AGRADECIMIENTOS

Agradecimiento de Thomas Ng Robles

A mi familia por ser el pilar fundamental en mi vida. Gracias por su amor, paciencia y por enseñarme que con esfuerzo y humildad todo es posible.

A mi novia, por su apoyo condicional, por creer en mi incluso en momentos difíciles, y por ser mi compañera de cada paso de este camino.

A mis amigos que, por sus palabras de aliento, por las risas compartidas y por estar presentes cuando más los necesite.

Y a mis compañeros de trabajo, por su motivación constante, por inspirarme a seguir creciendo y por demostrarme que el aprendizaje no termina nunca.

Gracias a todos por ser parte de este logro. Esta maestría también es suya.

Agradecimiento Manuel Meza Salvatierra

Expreso mis más sinceros agradecimientos a cada una de las personas que dan día a día su apoyo, junto a mi colega Thomas Ng, que junto a él combatimos todo el proceso de la maestría y realizando el proyecto final de tesis y la culminación de este espectacular posgrado.

Por lo consiguiente, quiero agradecer a nuestro tutor del proyecto al, Ing. Cristopher Fuertes MsC., Por sus conocimientos, guía y paciencia, de su gran experiencia que fue fundamental en el transcurso de esta elaboración de nuestro proyecto.

Así mismo, agradezco con júbilo como tal a la Escuela de Ingeniería Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador por abrirme sus puertas para seguir adelante con mis estudios, con lo que incluyó a mis queridos docentes que tuvieron compartiendo sus conocimientos, enriqueciendo mi formación académica y personal. Con mis compañeros quienes compartí por buen tiempo formando una gran amistad en armonía intercambiando ideas con comentarios constructivos, y contribuyendo ideas para mejorar tanto personal como profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIAS.....	3
AGRADECIMIENTOS.....	4
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
RESUMEN	8
ABSTRACT	8
INTRODUCCIÓN	9
MARCO TEÓRICO.....	10
Mantenimiento preventivo	10
Productividad	10
Tablas de Tiempos Por servicio “Tempario”	11
Confiabilidad	11
Factores operativos que influyen en la ejecución de las actividades del mantenimiento preventivo	11
Tabla 1.	12
Tempario de actividades de servicios	12
MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
Método.....	13
Lugar.....	14
Materiales	14
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	15
Datos y Variables.....	15
Tabla 2.	16
Parque Automotor Cliente Flotista Estatal.....	16
FRECUENCIA DE SERVICIOS PREVENTIVOS POR KILOMETRAJE.....	16
Tabla 3.	17
Frecuencia de servicios preventivos por kilometraje.....	17
TIEMPOS DE EJECUCION DE SERVICIOS TECNICOS	17
Tabla 4.	17
Tiempos de Ejecución de Servicios.....	17
Tabla 5.	18
Registro de Tiempos de Actividades de Auto Servicio Técnico.....	18
Tabla 6.	19
Comparativa de Tiempos de Ejecución de Actividades.....	19

Tabla 7.	20
Comparativa de Temparios de Ejecución de Servicios.....	20
Tabla 8.	21
Síntesis comparativa de Tiempos De Ejecución de Servicios	21
Figura 1.....	22
Figura 2.....	22
Figura 3.....	23
Figura 4.....	23
Figura 5.....	24
Figura 6.....	24
CONCLUSIONES	25
Tabla 9.	25
Servicios realizados por tipos de mantenimientos.	25
Tabla 10.	26
Equivalencia de tiempo por mantenimiento entre AST con los tiempos de FAB.	26
REFERENCIAS.....	28
ANEXOS	30

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	12
Tempario de actividades de servicios	12
Tabla 2.	16
Parque Automotor Cliente Flotista Estatal	16
Tabla 3.	17
Frecuencia de servicios preventivos por kilometraje	17
Tabla 4.	17
Tiempos de Ejecución de Servicios.....	17
Tabla 5.	18
Registro de Tiempos de Actividades de Auto Servicio Técnico.....	18
Tabla 6.	19
Comparativa de Tiempos de Ejecución de Actividades.....	19
Tabla 7.	20
Comparativa de Temparios de Ejecución de Servicios.....	20

Tabla 8.	21
Síntesis comparativa de Tiempos De Ejecución de Servicios	21
Tabla 9.	25
Servicios realizados por tipos de mantenimientos.	25
Tabla 10.	26
Equivalencia de tiempo por mantenimiento entre AST con los tiempos de FAB.	26

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.....	22
Figura 2.....	22
Figura 3.....	23
Figura 4.....	23
Figura 5.....	24
Figura 6.....	24

ANÁLISIS EN LA PRODUCTIVIDAD EN LA PARTE TÉCNICA DE LOS MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS DE FLOTAS DE VEHÍCULOS M1

*Ing. Cristopher Fuertes MsC¹, Ing. Thomas Ng Robles², Ing. Manuel Meza Salvatierra.³
Maestría en Ingeniería Automotriz con mención en procesos y calidad de servicio automotriz –
Universidad Internacional del Ecuador, Quito – Ecuador.*

¹ *Máster en Ingeniería Automotriz – Universidad Internacional del Ecuador, crfuertesit@uide.edu.ec,
Quito – Ecuador.*

² *Ingeniero Mecánico Automotriz – Universidad Internacional del Ecuador, thngro@uide.edu.ec,
Quito – Ecuador.*

³ *Ingeniero Mecánico Automotriz – Universidad Internacional del Ecuador, mamezame@uide.edu.ec,
Quito – Ecuador.*

RESUMEN

Introducción: Nos centramos en analizar la productividad del mantenimiento preventivo de los vehículos de la categoría M1, ya que no hay forma de medir cuánto tiempo lleva realizar el trabajo y queremos averiguar qué nos impide sacar el máximo partido a nuestros recursos y hacer que los servicios que prestamos a los clientes de flotas gubernamentales sean más rentables. Buscamos evaluar los factores que influyen en los tiempos de ejecución de los servicios de mantenimiento preventivo con el fin de medir el nivel de productividad. **Metodología:** Se empleó un enfoque cuantitativo, comparativo y cualitativo del historial de mantenimientos ejecutados en el transcurso de tres meses, se utilizaron herramientas establecidas por el fabricante (Fab), como los temparios de ejecución de servicios y encuestas direccionados al personal técnico del taller para evaluar la optimización tiempos de ejecución y disponibilidad de recursos. **Resultados:** En el análisis del historial de mantenimiento realizados, encontramos que la frecuencia de ingresos al taller de Auto Servicio Técnico (AST). Revelaron que los mantenimientos más comunes corresponden a los servicios de 5.000, 10.000, 20.000, 30.000 y 40.000 kilómetros, lo que permitió enfocar el estudio en estos intervalos específicos. **Conclusión:** Como resultados pudimos encontrar que los mantenimientos de 5.000, 10.000, 20.000, 30.000 y 40.000 kilómetros son las actividades que más se realizaron, con mayor frecuencia y fueron las que obtuvimos mayor rentabilidad en función a su mano de obra con ello, mejoro su productividad en el mantenimiento preventivo de flotas, además se optimizo la implementación de una metodología con mayor estructura.

Palabras Clave: Mantenimiento Preventivo, Vehículos M1, Temparios, Flotas, Servicios.

ABSTRACT

Introduction: We focus on analyzing the productivity of preventive maintenance for M1 category vehicles, because there's no way to measure how long it takes to do the work, and we want to find out what's stopping us from getting the most out of our resources and making the services we provide to government fleet customers more profitable. We seek to evaluate the factors that influence the execution times of preventive maintenance services in order to measure the level of productivity. **Methodology:** A quantitative, comparative, and qualitative approach was used to analyze the maintenance history over a three-month period, using tools established by the manufacturer (Fab), such as service execution schedules and surveys directed at workshop technical staff to evaluate the optimization of execution times and resource availability. **Results:** In analyzing the maintenance history, we found that the frequency of visits to the Auto Servicio Técnico (AST) workshop revealed that the most common maintenance services correspond to 5.000, 10.000, 20.000, 30.000, and 40.000 kilometers, which allowed us to focus the study on these specific intervals. **Conclusion:** Ts a result, we found that the 5.000, 10.000, 20.000, 30.000, and 40.000 kilometer maintenance services were the most frequently performed activities and were the ones that yielded the highest profitability in terms of labor. This improved productivity in preventive fleet maintenance and, in addition, the implementation of a more structured methodology was optimized.

Keywords: Preventive Maintenance, M1 Vehicles, Temporary Vehicles, Fleets, Services.

INTRODUCCIÓN

Las Entidades Públicas Ecuatorianas, que están obligadas a dar mantenimiento a todos sus bienes (vehículos) de acuerdo con el REGLAMENTO GENERAL SUSTITUTIVO PARA LA ADMINISTRACIÓN, UTILIZACIÓN, MANEJO Y CONTROL DE LOS BIENES E INVENTARIOS DEL SECTOR PÚBLICO, según el acuerdo 67-CG-2018 de Contraloría General del Estado Art. 162.- Mantenimiento de bienes. - Las entidades y organismos comprendidos en el artículo 1 del presente Reglamento, velarán de forma constante por el mantenimiento preventivo y correctivo de los bienes, a fin de conservar su estado óptimo de funcionamiento y prolongar su vida útil(...). En función a este reglamento es una ventaja para los talleres automotrices que desean ofertar sus servicios para estos tipos de clientes, puesto que no todas las entidades públicas cuentan con los recursos como infraestructura y personal técnico para la ejecución de servicios de mantenimiento vehicular. El objetivo principal es aprovechar esta ventaja de oportunidad de negocio y analizar en el enfoque de la productividad en los mantenimientos preventivos en vehículos de categoría M1, verificar cual tipo de mantenimiento es más recurrente y rentable en función a factores que influyan directamente a en el personal obrero y disponibilidad de repuestos.

En relación con los mantenimientos preventivos para este tipo de clientes flotistas, son vehículos utilizados para el servicio a la comunidad ecuatoriana y transporte de funcionarios. Vehículos que, debido a su aplicación, sus mantenimientos preventivos son ejecutados constantemente, esto llevara a cabo de que los lapsos de tiempos de ejecución se optimicen, a raíz de la premura de necesidad de utilización del vehículo, esté listo para que retorne a sus actividades de recorrido.

Un problema significativo que encontramos, al prestar servicios de mantenimiento preventivo a vehículos para estos tipos de clientes, no se comprendió su productividad en términos de rentabilidad por horas de mano de obra vendidas, incluyendo la falta de seguimiento y un análisis registros de tiempos invertido por técnico en cada vehículo y tipo de mantenimiento preventivo realizado. Esta falta de visibilidad nos impactó en la sostenibilidad financiera del taller y en la eficiencia general del mantenimiento de la flota estatal.

Según el análisis de los servicios brindados al cliente flotista estatal, dentro del lapso transcurrido de tres meses, se obtuvieron los datos de que tipo de mantenimiento se ejecutaba con mayor frecuencia y como se parametrizaba los tiempos de ejecución del servicio requerido. Se concreto que los factores que influyeron en el análisis de este artículo corresponden a las habilidades técnicas del personal obrero del taller, disponibilidad de los repuestos esto es con el fin de optimizar tiempos de ejecución para generar una mayor rentabilidad en el taller.

MARCO TEÓRICO

Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo es un servicio fundamental que se debe realizar a todo vehículo automotor dentro de un periodo de tiempo, que esta parametrizado por horas o distancia recorridas, ya que sus partes y piezas cumplen su periodo de vida funcional.

Es una revisión constante y planificada, puesto que permite conocer el estado actual que ese encuentra el vehículo automotor, con este tipo de servicios se puede prevenir ciertos daños que puedan causar en el futuro, permitiendo que se corrija el daño antes de que el vehículo se paralice de forma indefinida. Con esto se puede considerar que el mantenimiento preventivo se centra en encontrar fallas leves y evitar de que el daño se amplie a mayor gravedad con el tiempo, hasta que termine en una paralización del vehículo, por otro lado ya con el mantenimiento preventivo realizado brindara al usuario del vehículo, una confianza de que el vehículo no sufrirá ninguna falla al momento que se encuentre en su actividad de recorrido de transporte. (CHARLES FABIAN BARRENO FLORES, 2024)

Productividad

Para establecer productividad del servicio brindado se debe medir nuestras actividades realizadas, esto es partir de indicadores, para cuantificar el tiempo de operación al mantenimiento preventivo realizado, costo y frecuencia de ingreso de vehículos al taller, con esta gestión permitió optimizar la ejecución de los mantenimientos, capacitando y mejorando las habilidades del personal técnico agilizando su operatividad, se analizó datos con el uso de reportes para identificar los mantenimientos preventivos más recurrentes y se implementó una mejor optimización de recursos (Estrada Huamán, 2017).

Los indicadores para la productividad en los mantenimientos preventivos que se definieron para evaluar el personal técnico del taller fueron los siguientes:

- Tiempo promedio de ejecución por tipo de tarea de Mantenimiento Preventivo: Mide la eficiencia en la realización de tareas específicas.
- Número de órdenes de trabajo de Mantenimiento Preventivo completadas por técnico en un periodo: Evalúa la capacidad de producción individual.
- Costo de mano de obra por actividad de Mantenimiento Preventivo: Relaciona el costo del personal con el trabajo realizado.

Dentro de los parámetros de productividad de utilizaron tablas de guía, por tiempos de ejecución de servicios llamados “temparios”

Tablas de Tiempos Por servicio “Tempario”

Tempario de mantenimiento es un documento técnico estandarizado que detalla los tiempos estimados requeridos para completar cada una de las tareas específicas del mantenimiento preventivo, en referencia es un catálogo de tiempos de mano de obra asociados a cada intervención de mantenimiento.

Los temparios de mantenimiento son herramientas fundamentales para la planificación y programación puesto que permitió estimar con precisión la duración total del servicio de mantenimiento, gracias a su programación de citas, la asignación del personal técnico y tiempo), y la minimización del tiempo de inactividad de los vehículos.

Confiabilidad

El concepto de la confiabilidad está conectado en función a un lapso de evaluación, esto determina la eficacia o exactitud de cualquier objeto, que puede ser una máquina, un sistema informático o un procedimiento que dentro de un periodo de tiempo debe o debió desempeñar ciertas funciones requeridas.

Un mantenimiento preventivo bien gestionado incrementa la confiabilidad de la flota, asegurando que los vehículos funcionen de manera óptima y segura, lo que impacta en la reducción de averías y accidentes (Rodríguez Niño, 2018).

Factores operativos que influyen en la ejecución de las actividades del mantenimiento preventivo

Factores operativos:

Dentro del factor operativo se conecta directamente a la ejecución del servicio de mantenimiento preventivo realizado al vehículo, a partir de una tabla de actividades que se parametriza según su kilometraje recorrido. En la tabla a seguir se indica que actividades se realiza en los mantenimientos que más frecuentes se obtuvo en el análisis del taller de “Auto Servicio Técnico (AST)”, dada su abreviación “AST”.

Tabla 1.

Tempario de actividades de servicios

TEMPARIO AUTO SERVICIO TECNICO (AST)		TIEMPO EN MINUTOS QUE TARDA CADA ACTIVIDAD AUTO SERVICIO TECNICO (AST)									TIEMPO EN MINUTOS QUE TARDA CADA ACTIVIDAD FABRICA (FAB)								
ITEMS	ACTIVIDADES	5K	10K	15K	20K	25K	30K	35K	40K	TOTAL, MINUTOS	5K	10K	15K	20K	25K	30K	35K	40K	TOTAL, MINUTOS
1	CAMBIAR ACEITE Y FILTRO DE MOTOR	15	15	15	15	15	15	15	15	120	21	21	21	21	21	21	21	21	168
2	CAMBIAR FILTRO DE AIRE DEPURADOR		6		6		6		6	24		9		9		9		9	36
3	CAMBIAR FILTRO DE CABINA A/C		6		6		6		6	24		N/A		N/A		N/A		N/A	0
4	CAMBIAR FILTRO DE COMBUSTIBLE		12		12		12		12	48		12		12		12		12	48
5	DRENAR Y LIMPIAR SISTEMA DE COMBUSTIBLE				42				42	84				54				54	108
6	LIMPIEZA VALVULA EGR						120			120						162			162
7	LIMPIEZA SISTEMA DE FRENO, CALIBRACION				45				45	90				48				48	96
8	ALINEACION + BALANCEO + ROTACION Y REAJUSTE				45				45	90				72				72	144
9	CAMBIAR LÍQUIDO DE FRENOS						27			27						30			30
10	LIMPIAR CUERPO ACELERACIÓN IAC / PCV (usar limpiador)						15			15						15			15
11	CAMBIAR ACEITE DE TRANSMISIÓN MANUAL								15	15								15	15
12	CAMBIAR ACEITE DE DIFERENCIAL								15	15								30	30
13	CAMBIAR ACEITE DE DIRECCIÓN HIDRAÚLICA								30	30								36	36
TOTAL, DE MINUTOS		15	39	15	171	15	201	15	231	702	21	42	21	216	21	249	21	297	888

Fuente: Autores

Según las actividades antes mencionadas, el procedimiento de ejecución del servicio del mantenimiento preventivo, el técnico identifica cual es el sistema que requiere más atención para el inicio y finalización de la actividad del mantenimiento, con el fin de cumplir la meta del tiempo ya establecido por *AST*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Método

En el presente proyecto de investigación se utilizó una metodología cuantitativa, comparativa y cualitativa. Se cuantifico tiempos de ejecución de servicios, en base al análisis de medición de tiempos de las actividades que se realiza en un mantenimiento preventivo según el kilometraje recorrido por el vehículo categoría M1.

Se utilizo la tabla de actividades de mano de obra de mantenimiento establecida por el fabricante, se llevó a cabo una evaluación comparativa de los tiempos de ejecución de servicios por el personal técnico, específicamente en las actividades de mantenimiento preventivo correspondiente a los intervalos de 5.000, 10.000, 20.000, 30.000 Y 40.000 kilómetros.

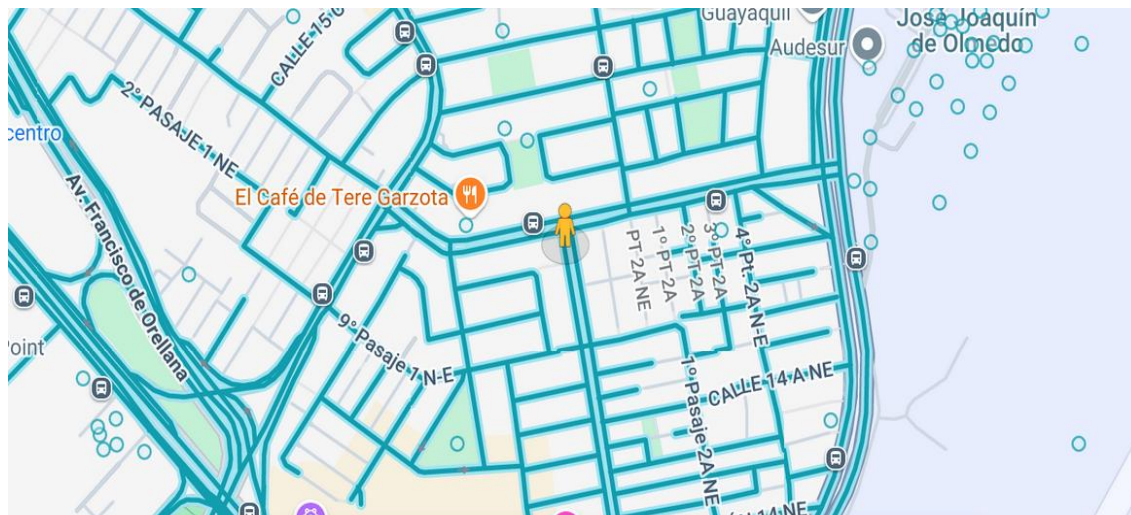
Estos servicios fueron identificados como los mantenimientos más frecuentes, según el historial de vehículos ingresados al taller durante el periodo del primer trimestre que correspondientes a Enero, Febrero y Marzo del 2025.

Con el objetivo de optimizar las actividades de mantenimiento preventivo y agilizar los tiempos de entrega de los vehículos categoría M1, se planteó al personal técnico que pueda ejecutar servicio de mantenimiento adicional, aprovechando la disponibilidad inmediata de mano de obra desocupada.

A través de una encuesta basada en la escala de Likert, dirigida al personal técnico de *AST*, se identificó como es su ambiente en el que se desempeña para cumplir con los tiempos establecidos de ejecución dentro de las actividades de los mantenimientos preventivos.

Lugar

La siguiente investigación se ejecutó en la ciudad de Guayaquil en el taller automotriz Auto Servicio Técnico, sector norte de la ciudad, que se sitúa dentro de las coordenadas R4X6+R5P Guayaquil.



Materiales

La presente investigación se utilizaron materiales tanto técnicos y administrativos con el fin de evaluar la productividad de los mantenimientos preventivos en vehículos de flota M1. Se emplearon temparios del fabricante, los cuales contienen los tiempos estándar por actividad, permitiendo comparar el desempeño real del personal técnico del taller AST. Además, se analizó el historial de mantenimientos del primer trimestre de 2025, con el objetivo de identificar los servicios más recurrentes y medir su frecuencia.

Se aplicaron encuestas internas al personal técnico, bajo una escala de Likert, para evaluar y conocer las percepciones sobre los tiempos de ejecución y condiciones del ambiente laboral, las cuales dan cumplimiento de los tiempos de ejecución de cada mantenimiento de vehículo, reduciendo los tiempos de entrega.

Por último, se incluyeron controles internos para registrar, verificar y analizar los tiempos de cada procedimiento en el mantenimiento preventivo de 5k, 10k, 20k, 30k y 40k, junto con indicadores de productividad como tiempo promedio por tarea y número de órdenes completadas, considerando la mejora en la producción de cada servicio y contribuyeron al análisis integral del rendimiento operativo y la calidad en (AST).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Datos y Variables

Dentro del tempario del mantenimiento preventivo utilizado para realizar este tipo de servicio, se excluyó los ítems de repuestos, así como también las categorías de vehículos M2(vehículos para el transporte de personas con más de nueve plazas, contando la del conductor, y que su masa máxima no supere las 5 toneladas de peso) y M3(Categoría M3: vehículos para el transporte de personas que cuenten con más de nueve plazas, incluyendo la del conductor, y que supere las 5 toneladas de masa máxima) puesto que el enfoque del análisis en la medición de la productividad se conecta con los tiempos que se transcurre para ejecutar un servicio del mantenimiento preventivo requerido por el vehículo y que actividades con más frecuencia se realizaron según el mantenimiento correspondiente.

En el proceso de investigación se tomó en referencia el registro de los servicios realizados con un método cuantitativo, correspondiente al historial de mantenimientos realizados dentro del periodo de los 3 primeros meses del año 2025, cabe recalcar que el parque automotor de vehículos de categoría m1, se consideraron 28 camionetas de motorización diésel, del cliente flotista estatal, que se detallan en la Tabla 2.

Tabla 2.**Parque Automotor Cliente Flotista Estatal**

ITENS	CATEGORIA	TIPO	DISCO	CLIENTE
1	LIVIANOS	CAMIONETA DIESEL 4X4	'14-377	G.A.D.P.G
2	LIVIANOS	CAMIONETA DIESEL 4X4	'14-395	G.A.D.P.G
3	LIVIANOS	CAMIONETA DIESEL 4X4	'14-397	G.A.D.P.G
4	LIVIANOS	CAMIONETA DIESEL 4X4	'14-399	G.A.D.P.G
5	LIVIANOS	CAMIONETA DIESEL 4X4	'14-407	G.A.D.P.G
6	LIVIANOS	CAMIONETA DIESEL 4X4	'14-420	G.A.D.P.G
7	LIVIANOS	CAMIONETA DIESEL 4X4	'14-421	G.A.D.P.G
8	LIVIANOS	CAMIONETA DIESEL 4X4	'14-422	G.A.D.P.G
9	LIVIANOS	CAMIONETA DIESEL 4X4	'14-423	G.A.D.P.G
10	LIVIANOS	CAMIONETA DIESEL 4X4	'14-425	G.A.D.P.G
11	LIVIANOS	CAMIONETA DIESEL 4X4	'14-432	G.A.D.P.G
12	LIVIANOS	CAMIONETA DIESEL 4X4	'14-435	G.A.D.P.G
13	LIVIANOS	CAMIONETA DIESEL 4X4	'14-437	G.A.D.P.G
14	LIVIANOS	CAMIONETA DIESEL 4X4	'14-438	G.A.D.P.G
15	LIVIANOS	CAMIONETA DIESEL 4X4	'14-439	G.A.D.P.G
16	LIVIANOS	CAMIONETA DIESEL 4X4	'14-442	G.A.D.P.G
17	LIVIANOS	CAMIONETA DIESEL 4X4	'14-443	G.A.D.P.G
18	LIVIANOS	CAMIONETA DIESEL 4X4	'14-444	G.A.D.P.G
19	LIVIANOS	CAMIONETA DIESEL 4X4	'14-446	G.A.D.P.G
20	LIVIANOS	CAMIONETA DIESEL 4X4	'14-448	G.A.D.P.G
21	LIVIANOS	CAMIONETA DIESEL 4X4	'14-449	G.A.D.P.G
22	LIVIANOS	CAMIONETA DIESEL 4X4	'14-454	G.A.D.P.G
23	LIVIANOS	CAMIONETA DIESEL 4X4	'14-456	G.A.D.P.G
24	LIVIANOS	CAMIONETA DIESEL 4X4	'14-457	G.A.D.P.G
25	LIVIANOS	CAMIONETA DIESEL 4X4	'14-459	G.A.D.P.G
26	LIVIANOS	CAMIONETA DIESEL 4X4	'14-460	G.A.D.P.G
27	LIVIANOS	CAMIONETA DIESEL 4X4	'14-462	G.A.D.P.G
28	LIVIANOS	CAMIONETA DIESEL 4X4	'14-485	G.A.D.P.G

Fuente: Autores

FRECUENCIA DE SERVICIOS PREVENTIVOS POR KILOMETRAJE

En la a seguir se ilustra la segmentación de información, se categorizo por los meses que se realizaron los servicios en relación tipo de mantenimiento según su kilometraje que concierne.

Tabla 3.

Frecuencia de servicios preventivos por kilometraje

FRECUENCIA DE SERVICIOS REALIZADOS POR TIPO DE MANTENIMIENTO						
MES	5K	10K	20K	30K	40K	Total, general
ENERO	12	5	2	2	2	23
FEBRERO	8	2	1	4	2	17
MARZO	15	5	5	3	2	30
Total, general	35	12	8	9	6	70
FLOTA COMPUESTA 28 CAMIONETAS DIESEL						

Fuente: Autores

Se evidencia que el mayor volumen de mantenimientos se concentra en los 5.000 kilómetros, y esta tendencia decrece progresivamente a medida que aumenta los kilometrajes.

TIEMPOS DE EJECUCION DE SERVICIOS TECNICOS

Se realizo mediante el registro de toma de tiempos que tarda cada técnico en realizar cada actividad se lo registro en la tabla a seguir:

Tabla 4.

Tiempos de Ejecución de Servicios

TABLA DE ACTIVIDADES DE SERVICIOS		
ITEMS	DESCRIPCION	AST/ TIEMPO(MIN) DE EJECUCION DE SERIVICO
1	CAMBIAR ACEITE Y FILTRO DE MOTOR	15
2	CAMBIAR FILTRO DE AIRE DEPURADOR	6
3	CAMBIAR FILTRO DE CABINA A/C	6
4	CAMBIAR FILTRO DE COMBUSTIBLE	12
5	DRENAR Y LIMPIAR SISTEMA DE COMBUSTIBLE	42
6	LIMPIEZA VALVULA EGR	120
7	LIMPIEZA SISTEMA DE FRENO, CALIBRACION	45
8	ALINEACION + BALANCEO + ROTACION Y REAJUSTE	45
9	CAMBIAR LÍQUIDO DE FRENOS	27
10	LIMPIAR CUERPO ACELERACIÓN IAC / PCV (usar limpiador)	15
11	CAMBIAR ACEITE DE TRANSMISIÓN MANUAL	15
12	CAMBIAR ACEITE DE DIFERENCIAL	15
13	CAMBIAR ACEITE DE DIRECCIÓN HIDRAÚLICA	30
TOTAL, DE MINUTOS		393

Fuente: Autores

Se registro los tiempos de ejecución de servicios a los técnicos de AST, correspondiente al servicio según el kilometraje, en la cual se ilustra en la tabla a seguir:

Tabla 5.

Registro de Tiempos de Actividades de Auto Servicio Técnico

TEMPARIO AUTO SERVICIO TECNICO (AST)		TIEMPO EN MINUTOS QUE TARDA CADA ACTIVIDAD AUTO SERVICIO TECNICO (AST)								
ITEMS	ACTIVIDADES	5K	10K	15K	20K	25K	30K	35K	40K	TOTAL, MINUTOS
1	CAMBIAR ACEITE Y FILTRO DE MOTOR	15	15	15	15	15	15	15	15	120
2	CAMBIAR FILTRO DE AIRE DEPURADOR		6		6		6		6	24
3	CAMBIAR FILTRO DE CABINA A/C		6		6		6		6	24
4	CAMBIAR FILTRO DE COMBUSTIBLE		12		12		12		12	48
5	DRENAR Y LIMPIAR SISTEMA DE COMBUSTIBLE				42				42	84
6	LIMPIEZA VALVULA EGR						120			120
7	LIMPIEZA SISTEMA DE FRENO, CALIBRACION				45				45	90
8	ALINEACION + BALANCEO + ROTACION Y REAJUSTE				45				45	90
9	CAMBIAR LÍQUIDO DE FRENOS						27			27
10	LIMPIAR CUERPO ACCELERACIÓN IAC / PCV (usar limpiador)						15			15
11	CAMBIAR ACEITE DE TRANSMISIÓN MANUAL								15	15
12	CAMBIAR ACEITE DE DIFERENCIAL								15	15
13	CAMBIAR ACEITE DE DIRECCIÓN HIDRAÚLICA								30	30
TOTAL, DE MINUTOS		15	39	15	171	15	201	15	231	702

Fuente: Autores

Se realizo la comparación de tablas de registro de tiempos, de ejecución de servicios, por el personal técnico de “*Auto Servicio Técnico*” en referencia a la tabla de registro de ejecución de servicios por el fabricante, para contrastar si existe agilidad en las actividades de servicio.

Tabla 6.**Comparativa de Tiempos de Ejecución de Actividades**

TABLA DE ACTIVIDADES DE SERVICIOS					
ITEMS	DESCRIPCION	AST/ TIEMPO(MIN) DE EJECUCION DE SERIVICO	FAB / TIEMPO(MIN) DE EJECUCION DE SERIVICO	DIFERENCIA DE TIEMPOS CON FABRICA	PORCENTAJE MAS AGIL QUE FAB.
1	CAMBIAR ACEITE Y FILTRO DE MOTOR	15	21	6	28,57%
2	CAMBIAR FILTRO DE AIRE DEPURADOR	6	9	3	33,33%
3	CAMBIAR FILTRO DE CABINA A/C	6		-6	-
4	CAMBIAR FILTRO DE COMBUSTIBLE	12	12	0	0,00%
5	DRENAR Y LIMPIAR SISTEMA DE COMBUSTIBLE	42	54	12	22,22%
6	LIMPIEZA VALVULA EGR	120	162	42	25,93%
7	LIMPIEZA SISTEMA DE FRENO, CALIBRACION	45	48	3	6,25%
8	ALINEACION + BALANCEO + ROTACION Y REAJUSTE	45	72	27	37,50%
9	CAMBIAR LÍQUIDO DE FRENOS	27	30	3	10,00%
10	LIMPIAR CUERPO ACELERACIÓN IAC / PCV (usar limpiador)	15	15	0	0,00%
11	CAMBIAR ACEITE DE TRANSMISIÓN MANUAL	15	15	0	0,00%
12	CAMBIAR ACEITE DE DIFERENCIAL	15	30	15	50,00%
13	CAMBIAR ACEITE DE DIRECCIÓN HIDRAÚLICA	30	36	6	16,67%
TOTAL, DE MINUTOS		393	504	111	22,02%

Fuente: Autores

Dentro de las actividades que corresponde a un mantenimiento, se evidencio que el personal de AST es un 22% más ágil en relación con los tiempos del fabricante.

Se realizo la comparativa de tiempos por mantenimiento ejecutado y se verifico la productividad en relación con agilidad de la realización del mantenimiento preventivo, en la tabla a seguir se demuestra la comparativa:

Tabla 7.

Comparativa de Temparios de Ejecución de Servicios

TEMPARIO AUTO SERVICIO TECNICO		TIEMPO EN MINUTOS QUE TARDA CADA ACTIVIDAD AUTO SERVICIO TECNICO (AST)									TIEMPO EN MINUTOS QUE TARDA CADA ACTIVIDAD AUTO FABRICA (FAB)								
ITEMS	ACTIVIDADES	5K	10K	15K	20K	25K	30K	35K	40K	TOTAL, MINUTOS	5K	10K	15K	20K	25K	30K	35K	40K	TOTAL, MINUTO S
1	CAMBIAR ACEITE Y FILTRO DE MOTOR	15	15	15	15	15	15	15	15	120	21	21	21	21	21	21	21	21	168
2	CAMBIAR FILTRO DE AIRE DEPURADOR		6		6		6		6	24		9		9		9		9	36
3	CAMBIAR FILTRO DE CABINA A/C		6		6		6		6	24		N/A		N/A		N/A		N/A	0
4	CAMBIAR FILTRO DE COMBUSTIBLE		12		12		12		12	48		12		12		12		12	48
5	DRENAR Y LIMPIAR SISTEMA DE COMBUSTIBLE				42				42	84				54				54	108
6	LIMPIEZA VALVULA EGR						120			120						162			162
7	LIMPIEZA SISTEMA DE FRENO, CALIBRACION				45				45	90				48				48	96
8	ALINEACION + BALANCEO + ROTACION Y REAJUSTE				45				45	90				72				72	144
9	CAMBIAR LÍQUIDO DE FRENOS						27			27						30			30
10	LIMPIAR CUERPO ACELERACIÓN IAC / PCV (usar limpiador)						15			15						15			15
11	CAMBIAR ACEITE DE TRANSMISIÓN MANUAL								15	15								15	15
12	CAMBIAR ACEITE DE DIFERENCIAL								15	15								30	30
13	CAMBIAR ACEITE DE DIRECCIÓN HIDRAÚLICA								30	30								36	36
TOTAL, DE MINUTOS		15	39	15	171	15	201	15	231	702	21	42	21	216	21	249	21	297	888

Fuente: Autores

En el cuadro a seguir se sintetiza la comparativa de tiempos por ejecución de servicios según kilometraje.

Tabla 8.

Síntesis comparativa de Tiempos De Ejecución de Servicios

TIEMPO EN MINUTOS QUE TARDA CADA ACTIVIDAD AUTO SERVICIO TECNICO									
ACTIVIDADES SEGÚN KILOMETRAJE	5K	10K	15K	20K	25K	30K	35K	40K	TOTAL, MINUTOS
TOTAL, DE MINUTOS	15	39	15	171	15	201	15	231	702
TIEMPO EN MINUTOS QUE TARDA CADA ACTIVIDAD EL FABRICANTE									
ACTIVIDADES SEGÚN KILOMETRAJE	5K	10K	15K	20K	25K	30K	35K	40K	TOTAL, MINUTOS
TOTAL, DE MINUTOS	21	42	21	216	21	249	21	297	888
DIFERENCIA DE TIEMPOS CON FABRICA	6	3	6	45	6	48	6	66	186
PORCENTAJE MAS AGIL QUE FABRICA	29%	7%	29%	21%	29%	19%	29%	22%	21%

Fuente: Autores

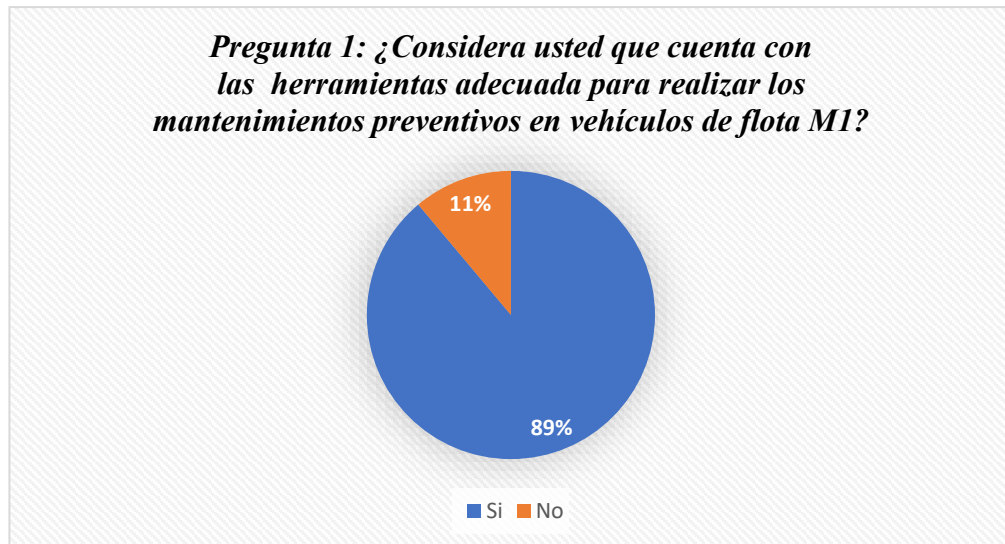
Se hayo que se talleres auto servicio técnico es más ágil un 21% en relación con fabrica.

En relación con la encuesta realizada a los nueve colaboradores del taller Auto Servicio técnico se realizaron las siguientes preguntas en función a la escala de Likert siendo que las respuestas son objetivas solo de carácter positivo y negativo:

1. ¿Considera usted que cuenta con las herramientas adecuada para realizar los mantenimientos preventivos en vehículos de flota M1?
2. ¿Cuenta con la disponibilidad de repuestos inmediato para la ejecución de los mantenimientos preventivos en vehículos de flota M1?
3. ¿Considera que se encuentra en un ambiente laboral adecuado para realizar sus funciones sobre los mantenimientos preventivos en vehículos de flotas M1?
4. ¿Estima usted que el tiempo asignado en nuestra tabla es óptimo para los mantenimientos preventivos en vehículos de flota M1?
5. ¿Considera usted que el taller cuenta con la infraestructura y equipo de protección personal adecuada para realizar los mantenimientos preventivos en vehículos de flota M1?
6. ¿Considera usted que necesita capacitaciones periódicas para la prestación de los servicios de los mantenimientos preventivos en vehículos de flota M1?

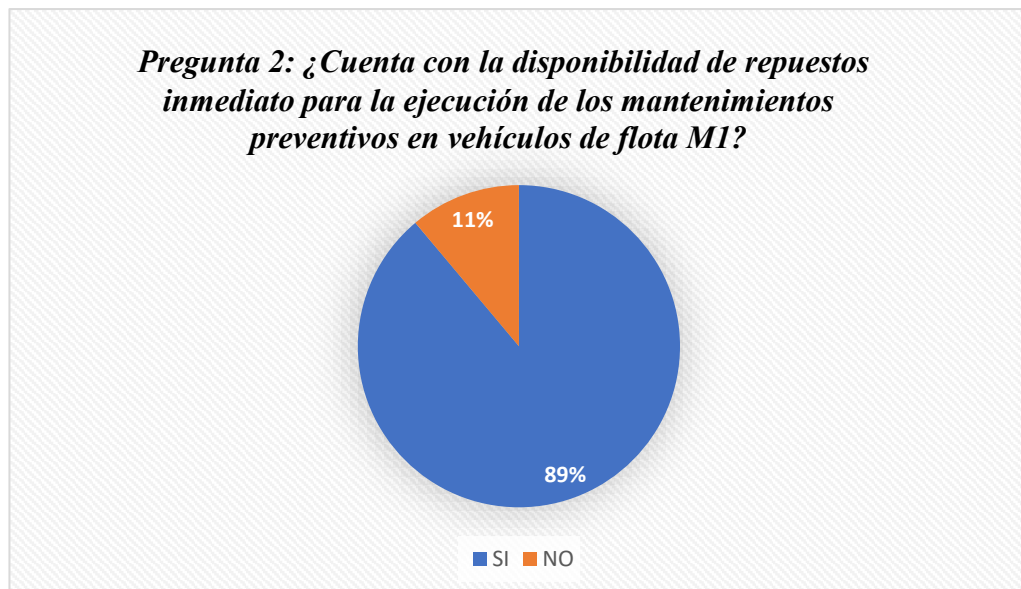
Las respuestas obtenidas según la encuesta realizada se ilustran mediante gráficos tipo donut cuantificando las respuestas obtenidas:

Figura 1.



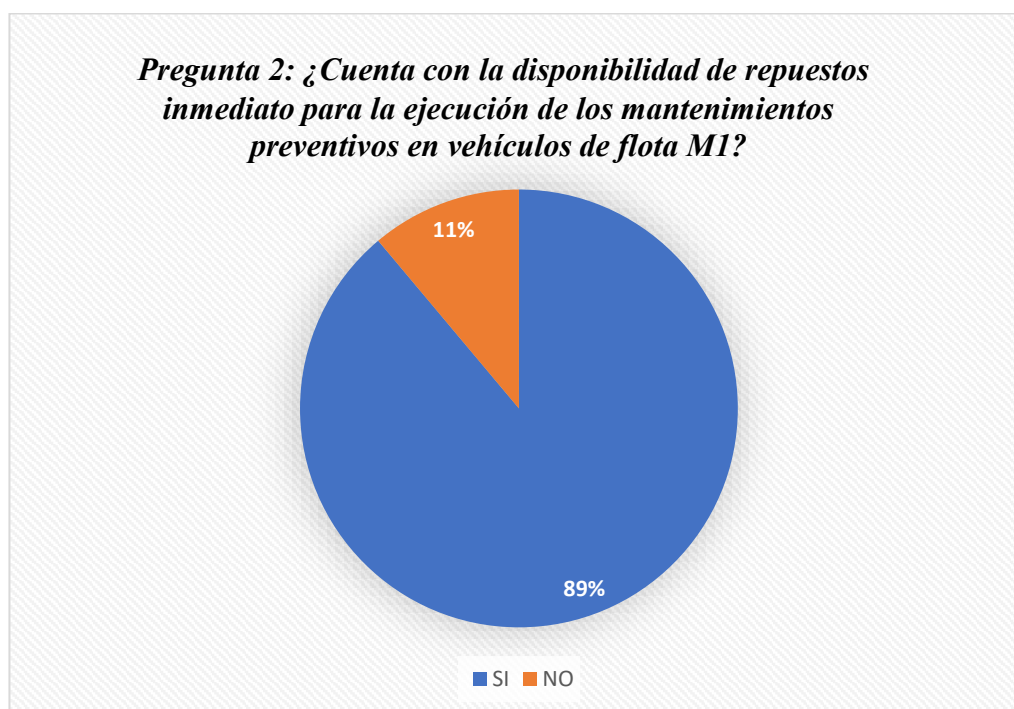
Fuente: Encuesta Taller Auto Servicios Técnico (AST) 2025

Figura 2.



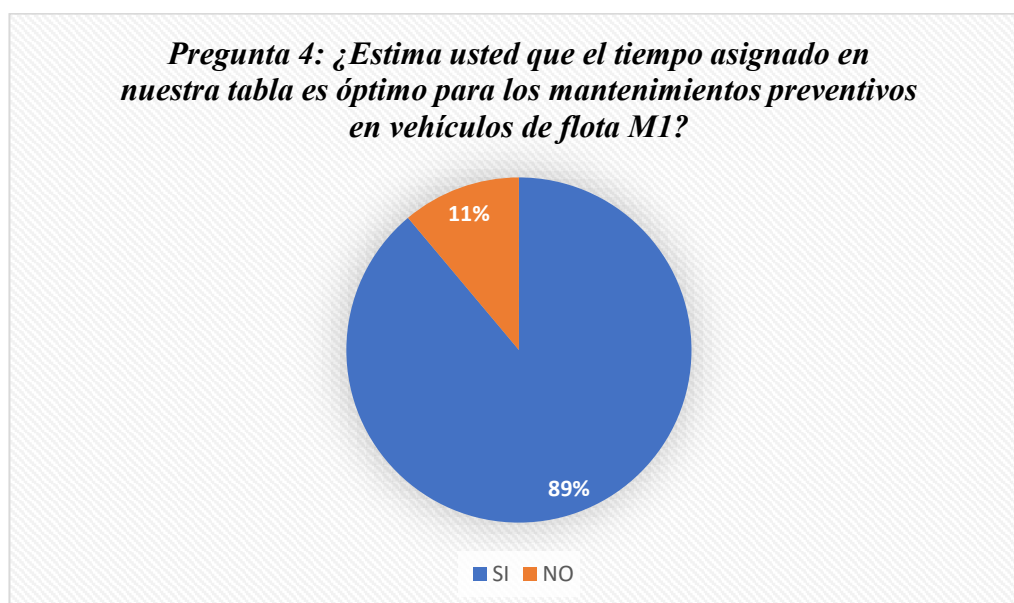
Fuente: Encuesta Taller Auto Servicios Técnico (AST) 2025

Figura 3.



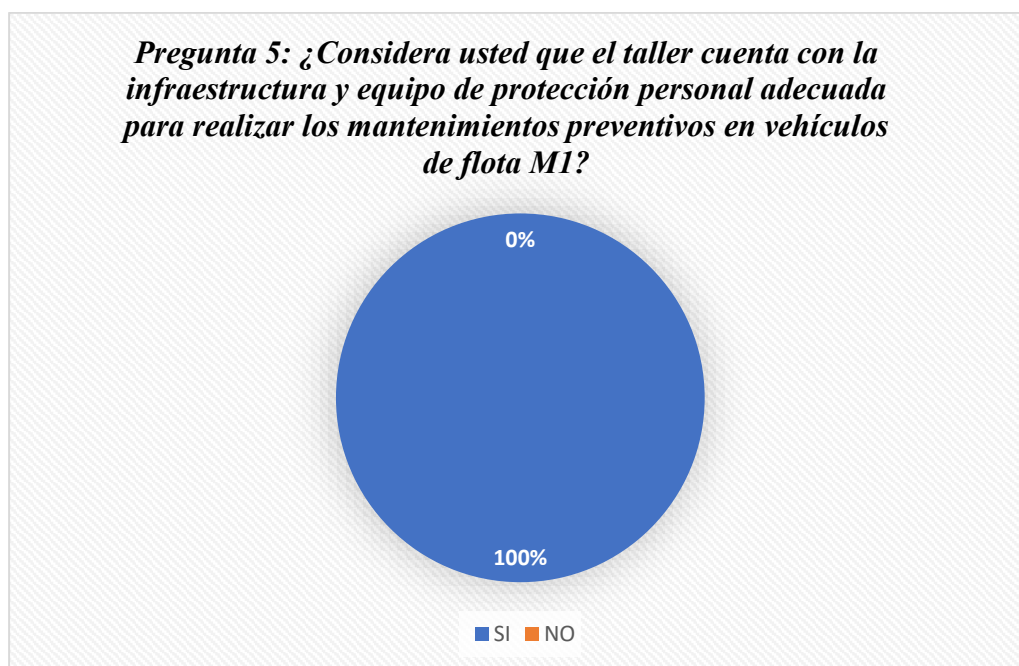
Fuente: Encuesta Taller Auto Servicios Técnico (AST) 2025

Figura 4.



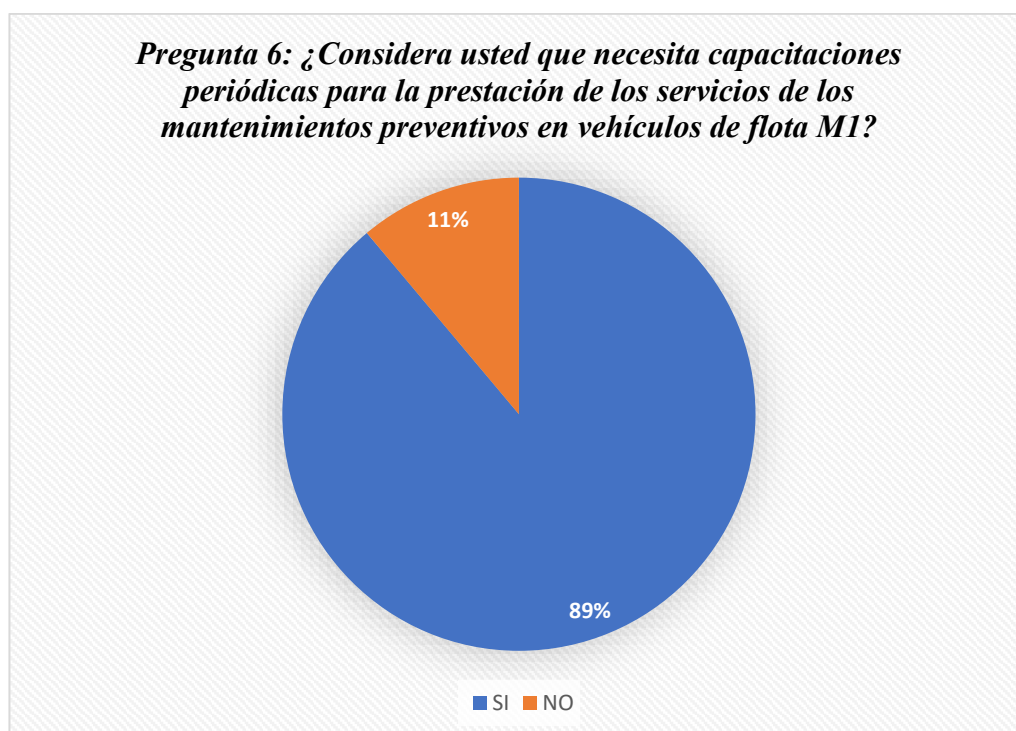
Fuente: Encuesta Taller Auto Servicios Técnico (AST) 2025

Figura 5.



Fuente: Encuesta Taller Auto Servicios Técnico (AST) 2025

Figura 6.



Fuente: Encuesta Taller Auto Servicios Técnico (AST) 2025

En el análisis de los resultados obtenidos se indica que la agilidad del personal de Auto Servicio Técnico (AST) representa una ventaja competitiva en términos de tiempo y rotación de vehículos. En función a la frecuencia de mantenimientos se identificó que la demanda más alta de mantenimientos realizados en los tres meses corresponde a 5.000, 10.000 y 30.000 kms lo que permite considerar que estos picos de demanda se realice una planificación de mantenimientos en base a un servicio de citas.

CONCLUSIONES

En base al análisis realizado a la productividad técnica de los mantenimientos preventivos para vehículos de categoría m1, el historial de servicios realizados por autoservicio técnico permitió segregar que tipos de mantenimientos se ejecutaron en los vehículos del cliente flotista, además de identificar las frecuencias de ingreso al taller, evaluando la agilidad de tiempos y eficiencia de los trabajos realizados.

Dado que AST cuenta con 2 técnicos específicos, para el estudio del primer trimestre (enero a marzo 2025), trabajando las 8h al día, de lunes a viernes. Dado que enero tuvo 22 días laborables, febrero 18 y marzo 21, el total de días hábiles fue 61. Por tanto, el tiempo disponible total fue:

- Horas disponibles (hora hombre): $2 \text{ técnicos} \times 8 \text{ h} \times 61 \text{ días} = 976 \text{ h} (58.560 \text{ min})$.

Tabla 9.

Servicios realizados por tipos de mantenimientos.

ITEMS	Tipo de mantenimiento (km)	Cantidad de servicios
1	5.000 KM	35
2	10.000 KM	12
3	20.000 KM	8
4	30.000 KM	9
5	40.000 KM	6
TOTAL, DEL PRIMER TRIMESTRE		70

Fuente: Autores

En el registro del taller, los servicios más frecuentes fueron los mantenimientos preventivos a intervalos de 5K, 10K, 20K, 30K y 40K km. Generando un total de 70 servicios realizados en el primer trimestre.

Tabla 10.

Equivalencia de tiempo por mantenimiento entre AST con los tiempos de FAB.

ITEMS	TIPO DE MANTENIMIENTO	CANTIDAD	AST (MIN/UNIDAD)	FAB (MIN/UNIDAD)	TOTAL, AST (MIN)	TOTAL, FAB (MIN)	PRODUCTIVIDAD TECNICA (FAB/AST)
1	5.000 KM	35	15	21	525	735	1,40 %
2	10.000 KM	12	39	42	468	504	1,08 %
3	20.000 KM	8	171	216	1.368	1.728	1,27 %
4	30.000 KM	9	201	249	1.809	2.241	1,24 %
5	40.000 KM	6	231	297	1.386	1.782	1,29 %
TOTAL		70	-	-	5.556	6.990	1,26 %

Fuente: Autores

Los registros de estos valores se extraen de la comparativa de tiempos del estudio realizado.

- Total, AST: 5.556min (92,6h) tiempo real invertido en cada mantenimiento.
- Total, FAB: 6.990 min (116,5h) – tiempo estándar sumado en cada mantenimiento.

Indicadores de productividad:

- Productividad AST: $5.556 / 58.560 \times 100 =$ un aprox. 9,49%
- Productividad FAB: $6.990 / 58.560 \times 100 =$ un aprox. 11,94%
- Ahorro de tiempo total: $6.990 \text{ min} - 5.556 \text{ min} = 1.434 \text{ min}$
- Incremento de productividad: $1.434 / 6.990 \times 100 =$ un aprox. 20,51%, que equivale al **21% DE PRODUCTIVIDAD**.

En promedio, AST fue 26% más rápido que el FAB (con una productividad técnica 1,26). El propio estudio señala que, considerando todas las tareas, el personal de AST es un 21% más ágil y eficiente en relación con los tiempos del fabricante.

Distribuido en:

- Productividad técnica: Se define como (tiempo FAB) / (tiempo AST). Con los totales trimestrales:

$$\text{Prod. técnica} = (6.990 \text{ min}) / (5.556 \text{ min}) = 1,26.$$

Esto significa que, en promedio, el taller AST realiza el trabajo en 79% del tiempo que estipula el fabricante (dicho de otro modo, es un 26% más rápido). En el estudio citado, este indicador aparece como un 21% de mejora respecto al tiempo estándar, cifra muy cercana al cálculo.

- Productividad laboral: Se refiere al número de mantenimientos completados por hora hombre disponible. Con 70 servicios ejecutados en 976 hora hombre (H-H) totales:

$$\text{Prod. Laboral} = (70 \text{ servicios}) / (976 \text{ h}) = 0,07 \text{ servicios/hora}$$

Esto significa que es, aproximadamente 0,07 servicios por hora-hombre (cada servicio está en 13,9 h-h). Este indicador muestra la utilización global del tiempo disponible. Si se considera sólo el tiempo real invertido (92,6 h reales), entonces la tasa es $70 / 92,6 = 0,756$ servicios/hora de trabajo efectivo.

El taller AST demostró ser altamente productivo y técnicamente eficiente, logrando ejecutar mantenimientos en menos tiempo del requerido por el fabricante y con un margen operativo amplio. Si bien existe una oportunidad clara de mejora en la planificación de recursos y ocupación del tiempo, el desempeño general del taller respalda su capacidad para ampliar servicios, mejorar rentabilidad y mantener altos niveles de satisfacción del cliente sin necesidad de contratar nuevo personal.

Durante el primer trimestre de 2025, el taller Auto Servicio Técnico (AST):

- Ejecutó 70 mantenimientos de flotas M1 utilizando solo el 9,49 % de la capacidad disponible de sus dos técnicos.
- Superó los tiempos de fábrica en términos de agilidad, con un ahorro total de 1.434 minutos y un incremento de productividad del 21 %.
- Identificó como picos de demanda los mantenimientos de 5.000 km, 10.000 km y 30.000 km, información clave para implementar un sistema de citas y optimizar la carga de trabajo.
- Demostró que la combinación de herramientas adecuadas, disponibilidad de repuestos y formación continua convierte su operatividad en una ventaja competitiva sólida.

En suma, AST no solo cumple con los estándares de tiempo del fabricante, sino que los supera, posicionándose como un taller altamente productivo y con holgura de capacidad para ampliar su oferta sin incrementar la dotación de técnicos.

REFERENCIAS

- Alpala Guerrero, F. A., & León Chancusig, A. F. (2014). Elaboración de un plan de mantenimiento automotriz con la implementación y diseño de un software especializado para el funcionamiento del parque automotor del Ilustre Municipio de la ciudad de Ibarra (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).
- Bruges Fawcet, R. A. (2019). Diseño de políticas de reemplazo y mantenimiento de aires acondicionados de expansión directa basadas en programación dinámica y análisis de ciclo de vida de activos. 44-48.
- Carhuas Ticlavilca, S. S. (2018). Aplicación del mantenimiento preventivo de maquinarias pesadas, para incrementar la productividad, empresa LL Jiménez SAC, Lima-2018.
- Chaname Piscocoy, J. A. (2018). Plan de gestión de mantenimiento basado en la técnica MRP para mejorar la eficiencia de la flota vehicular de la Empresa de Transportes y Servicios Vanina EIRL, 2017. 108-110.
- Changotasig Ayala, D. A. (2013). Estudio de factibilidad para la implementación del taller de mantenimiento automotriz de la Ep-Emapar (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).
- Estrada Huamán, M. Y. (2017). Aplicación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) para mejorar la productividad en el área de mantenimiento en la Empresa Corporación Logística & Transporte SAC, Lima, 2016. 35-37.
- Flores, M. V. (2024). Implementación de indicadores de mantenimiento para mejorar el programa de mantenimiento preventivo en la empresa IIRSA Norte SA. 50-54.
- Gálvez Carbajal, R. (2024). Mantenimiento preventivo para incrementar la productividad en un taller de mantenimiento automotriz, Lima 2024.

- Marvel, C. M., Rodríguez, M. C., & Núñez, B. M. (2011). La productividad desde una perspectiva humana: Dimensiones y factores. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.redalyc.org/pdf/549/54921605013.pdf
- Remigio, C. M., Cardenete, M. A., Muñoz, P. C., & Martínez, F. V. (2021). Valoración del impacto de la industria automotriz en la economía mexicana: una aproximación mediante matrices de contabilidad social. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2448-718X2020000200437&script=sci_arttext#aff4
- Rodríguez Niño, J. L. (2018). Elaboración de una propuesta de plan de mantenimiento basado en confiabilidad para la flota de vehículos de la Empresa Tranzit SAS perteneciente al SITP. 17-24.
- Sánchez León, R. D. (2019). Diseño de un plan estratégico para la repotenciación del taller automotriz de la Carrera de Ingeniería Automotriz, en función de los mantenimientos que se deben realizar al parque automotor de la ESPOCH (Bachelor's thesis, E.S.P.C.). 45-48.
- Simón Villegas, E. L. (2017). Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la productividad en la empresa Metalmecánica Emeca SAC, Comas–Diciembre 2017.
- Villacrés Parra, S. R. (2016). Desarrollo de un plan de mantenimiento aplicando la metodología de mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM) para el vehículo Hidrocleaner Vactor M654 de la empresa Etapa EP. 20-25.
- Villamizar De La Cruz, C. C. (2019). Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para la flota vehicular de la empresa Multiservicios San Martin SAS. 21-24.

ANEXOS

- Documentos de apoyo al artículo:



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**“ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO
AUTOMOTRIZ CON LA IMPLEMENTACIÓN Y DISEÑO
DE UN SOFTWARE ESPECIALIZADO PARA EL
FUNCIONAMIENTO DEL PARQUE AUTOMOTOR DEL
ILUSTRE MUNICIPIO DE LA CIUDAD DE IBARRA”**

**ALPALA GUERRERO FERNANDO ALEXANDER
LEÓN CHANCUSIG ALEX FERNANDO**

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

RIOBAMBA – ECUADOR

2014

CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Justificación.....	1
1.3 Objetivos.....	2
1.3.1 <i>Objetivo general</i>	2
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	3
2. MARCO TEÓRICO	4
2.1 Introducción.....	4
2.2 Maquinaria pesada.....	4
2.2.1 <i>Clasificación de la maquinaria pesada</i>	4
2.2.2 <i>Tipos de maquinaria pesada</i>	6
2.2.3 <i>Sistemas de la maquinaria pesada</i>	6
2.2.3.1 <i>Sistema hidráulico</i>	6
2.2.3.2 <i>Sistema de tren propulsor</i>	7
2.2.3.3 <i>Sistema eléctrico y electrónico</i>	7
2.2.4 <i>Características y aplicaciones de la maquinaria pesada</i>	8
2.3 <i>Sistema de gestión de taller</i>	11
2.3.1 <i>Generalidades</i>	11
2.3.2 <i>Componentes</i>	11
2.3.2.1 <i>Planificación estratégica</i>	11
2.3.2.2 <i>Implementación estratégica</i>	12
2.3.2.3 <i>La política o filosofía del taller</i>	12
2.3.2.4 <i>La organización empresarial</i>	12
2.4 <i>Taller</i>	12
2.4.1 <i>Organización de un taller</i>	12
2.4.2 <i>Distribución del taller</i>	13
2.4.3 <i>Servicios</i>	13
2.5 <i>Materiales y repuestos</i>	13
2.6 <i>Mantenimiento</i>	14
2.6.1 <i>Mantenimiento sintomático o predictivo</i>	14
2.6.2 <i>Mantenimiento preventivo</i>	15
2.6.3 <i>Mantenimiento correctivo</i>	15
2.7 <i>Software</i>	16
2.7.1 <i>Programación e ingeniería del software</i>	16
2.7.2 <i>Simbología que se utiliza en los algoritmos de diagramas de flujo</i> ...	17
2.7.3 <i>Software Netbeans</i>	17
2.7.4 <i>MySQL</i>	18
2.7.4.1 <i>Características</i>	18
2.7.5 <i>Arquitectura tres capas</i>	18
2.7.6 <i>Lenguaje de programación JSP</i>	19
3. ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DEL TALLER AUTOMOTRIZ	20

3.1	Orgánico funcional del taller.....	20
3.1.1	Distribución arquitectura del taller.....	21
3.1.2	Estructura de personal del taller.....	22
3.2	Determinación de las áreas del taller.....	23
3.2.1	Área de mecánica y mantenimiento vehicular.....	23
3.2.2	Lavado y aire comprimido.....	24
3.2.3	Bodega de repuestos.....	25
3.2.4	Almacenamiento de aceites usados.....	25
3.2.5	Área de herramientas y equipos.....	26
3.2.6	Área de suelda.....	26
3.2.7	Área de parqueadero.....	27
3.3	Seguridad industrial y mantenimiento físico.....	27
3.3.1	Aspectos de electricidad.....	28
3.3.2	Ventilación.....	28
3.3.3	Aire comprimido.....	28
3.3.4	Iluminación.....	29
3.3.5	Temperatura de trabajo.....	29
3.3.6	Protección de oídos.....	30
3.3.7	Organización y limpieza.....	30
3.4	Señalización.....	30
3.5	Cuidado del medio ambiente.....	31
3.5.1	Manejo de desechos y lubricantes.....	31
3.5.2	Chatarra y desperdicios.....	32
3.6	Mantenimiento del parque vehicular GAD de Ibarra.....	33
3.6.1	Identificación de los problemas y sus causas.....	33
3.6.2	Diagrama de relación causa efecto de los problemas.....	35
3.7	Clasificación del parque automotor.....	36
3.8	Registro de datos del departamento de mecánica del GAD-I.....	42
3.8.1	Base de datos.....	42
3.8.2	Registros de repuestos.....	43
3.8.3	Registros de historiales de mantenimiento.....	44
3.9	Análisis y desarrollo del control de los procesos de mantenimiento...	46
3.9.1	Análisis para el desarrollo.....	46
3.9.1.1	Zonas de trabajo.....	46
3.9.1.2	Tipo de carreteras.....	47
3.9.1.3	Calidad de repuestos y lubricantes.....	49
3.9.1.4	Tipo de conductores y aptitudes de manejo.....	49
3.10	Propuesta para el control de los procesos de mantenimiento.....	49
3.10.1	Programa de mantenimiento por kilometraje.....	50
3.10.2	Programa de mantenimiento por horas de trabajo.....	53
4.	ELABORACIÓN Y DISEÑO DEL SOFTWARE	56
4.1	Introducción.....	56
4.2	Análisis de la problemática.....	56
4.3	Requerimientos.....	56
4.3.1	Requerimiento de hardware.....	57
4.3.2	Requerimientos de software.....	57
4.4	Metodología para el diseño del software.....	57
4.4.1	Análisis de requerimientos y restricciones del sistema.....	57

4.5	Diseño del software.....	58
4.5.1	<i>Diagramas de flujo (datos).....</i>	58
4.5.2	<i>Diseño de base de datos.....</i>	62
4.5.3	<i>Entradas y salidas informáticas.....</i>	63
4.5.4	<i>Funcionamiento del sistema.....</i>	64
4.6	Organización del software.....	69
4.6.1	<i>Módulo de datos generales.....</i>	70
4.6.2	<i>Módulo de automotor.....</i>	74
4.6.3	<i>Módulo de mantenimiento.....</i>	76
4.6.4	<i>Módulo de reportes.....</i>	80
4.6.5	<i>Diseño interfaces.....</i>	83
4.7	Arquitectura del sistema.....	84
4.8	Pruebas del software (SCA).....	85
4.9	Mantenimiento del software (SCA).....	85
5.	COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DEL SOFTWARE (SCA) EN LOS TALLERES DEL GAD-I	86
5.1	Costos directos.....	86
5.2	Costos indirectos.....	86
5.3	Costo total.....	87
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	88
6.1	Conclusiones.....	88
6.2	Recomendaciones.....	88

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

PLANOS

Resumen

El propósito de este trabajo tesis es crear un software específico para el sistema de gestión del taller y control del mantenimiento programado del parque automotor GAD-Ibarra, es mantener activo el parque automotor, estableciéndose el plan de mantenimiento preventivo, bajo la consideración de los tiempos de ejecución en los procesos de mantenimiento.

El desarrollo de la investigación se llevó a cabo en el departamento de mecánica del GAD-I, ubicada en la ciudad de Ibarra. La metodología empleada para el desarrollo de la tesis fue de forma exploratoria y de observación. Estas metodologías son aplicadas en la investigación documental y de campo.

Los parámetros de evaluación que se utilizaron fueron a través de un análisis de los costos de mantenimiento, costos de repuestos, y ejecución de los procesos. La investigación nos proporciona resultados como la ausencia de un plan de mantenimiento preventivo, historiales de mantenimiento, un inadecuado enlace con bodega, bajo las condiciones de trabajo de los vehículos, y sobre todo la ausencia de un software moderno de gestión para el taller.

Se propone un plan de mantenimiento preventivo para cada vehículo del parque automotor del GAD-Ibarra, así como el monitoreo y seguimiento de los procesos utilizados mediante el software (SCA). El mismo mantendrá un control y registro de los diferentes tipos de procesos de mantenimiento generados a las unidades, y de esta manera garantizando el buen funcionamiento del parque automotor del GAD-Ibarra.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

El taller de mantenimiento automotriz perteneciente a la ciudad de Ibarra, se encuentra ubicada en la provincia de Imbabura, y fue creado para dar mantenimiento al parque automotor del Ilustre Municipio de Ibarra, cuenta con alrededor de 140 automotores entre camionetas, recolectores de basura, retro excavadoras, rodillos, cargadoras, camiones, tanqueros de agua. Para el desarrollo de las diferentes actividades de mantenimiento, revisión vehicular, reparaciones y otros, cuenta aproximadamente con 6 empleados a nivel de mecánicos y jefe de taller.

El departamento de mecánica automotriz presenta de manera preliminar las siguientes carencias, falta de planificación del trabajo a realizar, una inadecuada ejecución de los procesos de mantenimiento, poco enlace entre la bodega y los repuestos requeridos, lo que repercute en paros innecesarios y pérdidas incluso económicas; bajo estas carencias el departamento de mecánica se ha visto en la necesidad de actualizar procesos de mantenimiento mediante la aplicación de un software.

1.2 Justificación

La unidad de taller automotriz del ilustre municipio de Ibarra (Imbabura) presenta de manera preliminar y en resumen las siguientes dificultades: deficiencia del sistema en control de los procesos de mantenimiento, poca relación con los requerimientos de la unidad el control irregular de entradas y salidas de repuestos, una organización desconectada a los procesos de los inventarios del stock de repuestos de bodega, un inadecuado sistema de gestión del taller y el poco desarrollo de programas continuos de capacitación actualización de conocimientos del personal.

Un sistema de gestión del taller como marco general involucra: administración de servicios, administración de materiales, administración de compras, administración de activos, administración de trabajos, y todos interrelacionados entre sí; al no existir un software amigable que contemple los distintos controles de mantenimiento programado automotriz en las instalaciones del taller mencionado, se considera la falta de este software específico como un problema grave de repercute en los costos de operación y mantenimiento, ocasionando malestar en los usuarios y generando el deterioro de las distintas unidades que presta servicio a la empresa.

Es prioridad por lo tanto de la unidad de mantenimiento, contar de inmediato con una planificación del control de mantenimiento programado que involucre la gestión de la administración del mantenimiento (recepción del vehículo, orden interna de trabajo, historial de mantenimiento, recordatorios), control (costos ventas, garantías stock y rotación de repuestos, tareas y horas de trabajo por operario) y de información (rendimientos de operarios, mantenimientos preventivos, alarmas y recordatorios, historias clínicas, repuestos utilizados, tareas realizadas, informes y estadísticas avanzadas).

Al contar con las competencias para dar solución a esta problemática se plantea el presente trabajo de graduación; que cumple los requerimientos para ser calificado como tal, y cuya facilidad es ejecución, aplicación y por los beneficios a la empresa son comprobables

1.3 Objetivos

1.3.1 *Objetivo general.* Elaborar un plan de mantenimiento automotriz con la implementación y diseño de un software especializado para el funcionamiento del parque automotor del ilustre municipio de la ciudad de Ibarra.

1.3.2 *Objetivos específicos:*

Realizar un estudio sobre la situación actual en que se encuentra el taller automotriz del GAD-I, en los ámbitos de gestión, procedimientos y control del mantenimiento.

Proporcionar un programa de mantenimiento seguro y confiable, mediante la automatización de los procesos.

Implementar el software para el departamento de mecánica automotriz.

Elaborar el manual de usuario para el manejo del software.

Desarrollar las pruebas y realizar las correcciones del software.

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Al realizar el estudio sobre la situación actual del taller se comprobó que no cuentan con una guía para controlar los procesos de mantenimiento, tanto preventivo como correctivo en cada una de las unidades; actúan de acuerdo a los recorridos programados y cada vez que se presentan los daños o averías.

El Gobierno Autónomo Descentralizado de Ibarra contará con este software de mantenimiento, el cual controlará y organizará los procesos de mantenimiento, tiempos de operación de los vehículos y maquinaria, mediante la planificación ajustada al tipo de automotor.

Con las pruebas de caja blanca realizadas al software (SCA) se comprobó que presenta una excelente interacción con el usuario y una buena facilidad de uso, sustentándose en las pruebas se propone el manual de usuario específico para el departamento de mecánica del GAD-I.

6.2 Recomendaciones

Capacitar al responsable del departamento de mecánica en temas relacionados al mantenimiento y soporte técnico del software para garantizar el buen funcionamiento del mismo.

Capacitar a los conductores en programas de mantenimiento preventivo para planificar los tiempos de trabajo.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Aplicación del mantenimiento preventivo de maquinarias pesadas, para
incrementar la productividad, empresa L.L. Jiménez S.A.C., Lima-2018

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Industrial

AUTOR

Carhuas Ticlavilca, Saúl Samuel

ASESOR

Mg. Marcial René Zúñiga Muñoz

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Gestión Empresarial y Productiva

LIMA - PERÚ

Año 2018-2

Índice

Página del Jurado	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimientos.....	iv
Declaración de Autenticidad	v
Presentación	vi
Índice.....	vii
Resumen.....	xiii
Abstract	xiv
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Realidad problemática.....	2
1.2 Trabajos previos	9
1.2.1 Antecedentes nacionales.....	9
1.2.2 Antecedentes internacionales	13
1.3 Teoría relacionados al tema.....	17
1.3.1 Mantenimiento Preventivo	17
1.3.2 Relación funcional de producción entre mantenimiento	19
1.3.3 Programa de mantenimiento preventivo.....	20
1.3.4 Terminos de medidas básica del nivel instrumental del mantenimiento	21
1.3.5 Factores productivos modernos: Mantenimiento y producción	21
1.3.6 Elementos para hacer un programa de trabajo de mantenimiento.....	22
1.3.7 Actividades programadas en el mantenimiento productivo	22
1.3.8 Parámetros del mantenimiento preventivo	22
1.3.9 Productividad.....	26
1.4 Formulación del problema.....	28
1.4.1 Problema general.....	28
1.4.2 Problemas específicos	28
1.5.1 Justificación.....	28

1.5.2	Justificación práctica	29
1.5.3	Justificación metodológica	29
1.5.4	Justificación económica	30
1.6	Hipótesis	31
1.6.1	Hipótesis general	31
1.6.2	Hipótesis específicos	31
1.7	Objetivos.....	31
1.7.1	Objetivo general	31
1.7.2	Objetivos específicos.....	31
II.	METODO	32
2.1	Diseño de investigación.....	33
2.1.1	Tipo de investigación	34
2.1.2	Nivel de investigación	34
2.1.3	Enfoque de investigación	34
2.2	Variables, operacionalización.....	35
2.2.1	Variable independiente: Mantenimiento preventivo	35
2.2.2	Variable dependiente: Productividad	37
2.3	Población y muestra	39
2.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	41
2.4.1	Técnicas	41
2.4.2	Instrumentos de recolección de datos.....	41
2.4.3	Validez.....	43
2.4.4	Confiabilidad	43
2.5	Métodos de análisis de datos	44
2.6	Aspectos éticos	44
III.	RESULTADOS.....	45
3.1	Desarrollo de propuesta de mejora.....	46
3.1.1	Breve descripción de la empresa	46
3.1.2	Identificar la problemática de mantenimiento	47
3.1.3	Diagnóstico de la situación actual.....	54
3.2	Análisis Descriptivo	62

3.3 Análisis Inferencial	68
IV. DISCUSIÓN	78
V. CONCLUSIONES	81
VI. RECOMENDACIONES.....	83
VII. REFERENCIAS	85
ANEXOS.....	92

Resumen

La presente tesis cuyo título es Aplicación del mantenimiento preventivo de maquinarias pesadas, para mejorar la productividad, empresa L.L. Jiménez S.A.C., Lima-2018, es de tipo cuantitativo y cuasi experimental. Su objetivo es determinar como la aplicación de mantenimiento preventivo mejora la productividad en el área de mantenimiento, de la Empresa L.L. Jiménez S.A.C. Su Método de investigación es aplicado y explicativa con la finalidad de incrementar la productividad de la Empresa L.L. Jiménez S.A.C. Para esta investigación el problema principal se centra en la falta de capacitación y deficiencias en la mano de obra de los personales y en los sistemas de transmisión, sistema motor, sistema hidráulico y sistema eléctrico. La población está constituida por los datos cuantitativos tomados en el área del taller de mantenimiento a los cargadores frontales de bajo perfil, con una frecuencia diaria y consolidada semanalmente, a lo largo de 16 semanas antes y 16 semanas después de aplicar el mantenimiento preventivo, la muestra es igual a la población de 10 maquinarias. En los resultados obtenidos se demostró un incremento de la productividad en un 27%. De la eficiencia en un 17% y de la eficacia en un 19%. En el análisis inferencial de la variable dependiente, productividad, se demostró que los datos son paramétricos con la prueba de normalidad (Shapiro Wilk) y con la prueba Wilcoxon, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis del investigador (H_1) y con una significancia de 0.000.

Palabras Claves: Mantenimiento Preventivo en Disponibilidad, Confiabilidad, Mantenibilidad Productividad, Eficiencia, Eficacia.



**FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y
URBANISMO
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL
TESIS**

**PLAN DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO
BASADO EN LA TÉCNICA MRP PARA MEJORAR
LA EFICIENCIA DE LA FLOTA VEHICULAR DE LA
EMPRESA DE TRANSPORTES Y SERVICIOS
VANINA E.I.R.L., 2017.
PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
INDUSTRIAL**

Autores:

**Chaname Piscoya, Jose Alberto
Neciosup Huerta, Marcio Edmundo**

Asesor:

Dr. Vásquez Coronado, Manuel Humberto

Línea de investigación:

Gestión de operaciones y logística

Pimentel – Perú

2018

PLAN DE GESTION DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA TECNICA MRP PARA
MEJORAR LA EFICIENCIA DE LA FLOTA VEHICULAR DE LA EMPRESA DE
TRANSPORTES Y SERVICIOS VANINA E.I.R.L., 2017.

MAINTENANCE MANAGEMENT PLAN BASED ON THE MRP TECHNIQUE TO
IMPROVE THE EFFICIENCY OF THE VEHICULAR FLEET OF THE TRANSPORT
AND SERVICES COMPANY VANINA E.I.R.L., 2017.

José Alberto, Chaname Piscoya¹
Marcio Edmund, Neciosup Huerta²

Resumen

Se presenta como objetivo principal para esta investigación elaborar un plan de gestión de mantenimiento utilizando la herramienta MRP que permita incrementar la eficiencia de la flota vehicular en la empresa Vanina E.I.R.L., iniciando con el diagnóstico de la situación actual para lo se realizó una encuesta a los conductores de los vehículos y entrevistas al administrador y al jefe de operaciones, con lo que se detectó problemas en la empresa como la falta de programación y control del mantenimiento que permita evitar las paradas no programadas, la generación de fallos urgentes y la generación de costos considerables.

Posteriormente se realizó un análisis de criticidad de la flota vehicular para ver su estado actual de operatividad; luego en base al análisis de la problemática y el apoyo de las herramientas MRP y RCM se elaboró la propuesta. Utilizando el MRP se realizó la planificación de recursos necesarios para la ejecución de órdenes de trabajo de mantenimiento, ayudando así a mejorar la disponibilidad y confiabilidad de los vehículos.

Se estima que con la aplicación de la propuesta se logrará incrementar en 11% la disponibilidad y en 14% la confiabilidad.

Palabras claves: Planificación, gestión, mantenimiento, disponibilidad, confiabilidad, eficiencia, RCM, MRP.

¹Egresado de Ingeniería Industrial, Escuela de ingeniera Industrial, Facultad de Ingeniería Arquitectura y Urbanismo, Universidad Señor de Sipán. Pimentel-Chiclayo, Perú, cpiscovajose@crece.uss.edu.pe, Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3092-1957>

²Egresado de Ingeniería Industrial, Escuela de ingeniera Industrial, Facultad de Ingeniería Arquitectura y Urbanismo, Universidad Señor de Sipán. Pimentel-Chiclayo, Perú, nhuertamarc@crece.uss.edu.pe, Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9579-459X>.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática.

Internacional

Un estudio realizado en Venezuela por Fajardo (2010), indica que el área de Mantenimiento tiene muchas oportunidades de crecimiento inestimable para muchas de las empresas, sostiene que los diferentes problemas que existen entre ellas; está la falta de apoyo por los cargos altos de la empresa por el mantenimiento, lo que conlleva a una serie de dudas y problemas, como la desmotivación laboral, la planificación y ejecución de las tareas. Para culminar se encuentra la falta de organización y la poca información, como por ejemplo los registros, el análisis crítico, la recolección de datos sobre el área de mantenimiento, lo cual hace que se tome decisiones precipitadas, sin ningún tipo de planificación obteniendo resultados negativos.

En un artículo titulado “Gestión de Flota” publicado por Gonzales (2011) para la revista Ingeniería, indica que la gestión de una flota de vehículos se fundamenta en dos aspectos desiguales y clasificados: el mantenimiento de los vehículos y el tráfico de la flota. La gestión del mantenimiento de grandes flotas de vehículos es una labor complicada, ya que debe tener en cuenta varios elementos. El tipo de vehículos que la constituyen, los procedimientos de mantenimiento implantados por los fabricantes de los vehículos y la ejecución, por medios propios o ajenos, de las instrucciones de mantenimiento incluidas en ellos, son aspectos claves para gestionar con eficiencia una flota de vehículos.

Padrón y Guevara (2014) analizó la problemática en Policlínica Amado C.A ubicada en Venezuela indicando que los problemas de deterioro en los equipos e instalaciones de la clínica se debe a que no poseen un departamento de mantenimiento que se encargue de velar por el cumplimiento de las funciones que garanticen la preservación y el buen funcionamiento de los mismos.

Programación de requerimientos netos

Se realizó la programación de requerimientos netos con los datos ya obtenidos anteriormente a continuación en la Tabla 49 se muestra la programación completa por insumo.

Tabla 49
Programación de requerimientos netos por insumo

Aceite																											
Días																											
Descripción	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Necesidades brutas (NB)				12			12			12			12			12			12			12			12		
Disponibilidad (D)	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stock de seguridad (SS)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Necesidades netas (NN)				7			12			12			12			12			12			12			12		
Emisión de ordenes planificadas (EOP)		7			12			12			12			12			12			12			12			12	
Aceite de transmisión																											
Necesidades brutas (NB)																											96
Disponibilidad (D)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24
Stock de seguridad (SS)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Necesidades netas (NN)																											72
Emisión de ordenes planificadas (EOP)														72													
Agua destilada																											
Necesidades brutas (NB)		24	24	24	24	24	24	48	24	24	24	24	24	24	48	24	24	24	24	24	24	24	48	24	24	24	24
Disponibilidad (D)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stock de seguridad (SS)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Necesidades netas (NN)		24	24	24	24	24	24	48	24	24	24	24	24	24	24	48	24	24	24	24	24	24	48	24	24	24	24
Emisión de ordenes planificadas (EOP)	24	24	24	24	24	24	48	24	24	24	24	24	24	24	48	24	24	24	24	24	24	48	24	24	24	24	24

106

Cinta aislante																											
Necesidades brutas (NB)							24								24							24					
Disponibilidad (D)	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stock de seguridad (SS)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Necesidades netas (NN)								11							24							24					
Emisión de ordenes planificadas (EOP)						11							24							24							
Detergente																											
Necesidades brutas (NB)				6			6			6			6	6		6			6			6			6		6
Disponibilidad (D)	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stock de seguridad (SS)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Necesidades netas (NN)				2			6			6			6	6		6			6			6			6		6
Emisión de ordenes planificadas (EOP)		2			6			6			6	6		6		6			6			6			6		6
Filtro de combustible																											
Necesidades brutas (NB)				12			12			12			12			12			12			12			12		
Disponibilidad (D)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stock de seguridad (SS)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Necesidades netas (NN)				12			12			12			12			12			12			12			12		
Emisión de ordenes planificadas (EOP)		12			12			12			12			12			12			12			12			12	
Gasohol																											
Necesidades brutas (NB)															48												48
Disponibilidad (D)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stock de seguridad (SS)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Necesidades netas (NN)															31												48
Emisión de ordenes planificadas (EOP)						31												48									
Grasa roja																											
Necesidades brutas (NB)				144			144	48		144			144		48	144			144			192			144		
Disponibilidad (D)	0	0	0	56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stock de seguridad (SS)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Necesidades netas (NN)				88			144	48		144			144		48	144			144			192			144		
Emisión de ordenes planificadas (EOP)		88			144	48			144			144		48	144			144			192			144			

107

Limpia contactos																								
Necesidades brutas (NB)				24			24			24			24			24			24			24		
Disponibilidad (D)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stock de seguridad (SS)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Necesidades netas (NN)				24			24			24			24			24			24			24		
Emisión de ordenes planificadas (EOP)			24			24			24			24			24			24			24			
Petróleo																								
Necesidades brutas (NB)																								36
Disponibilidad (D)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
Stock de seguridad (SS)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Necesidades netas (NN)																								29
Emisión de ordenes planificadas (EOP)																						29		
Refrigerante																								
Necesidades brutas (NB)													36											84
Disponibilidad (D)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stock de seguridad (SS)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Necesidades netas (NN)													36											84
Emisión de ordenes planificadas (EOP)							36													84				
Rodamientos																								
Necesidades brutas (NB)																								72
Disponibilidad (D)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stock de seguridad (SS)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Necesidades netas (NN)																								72
Emisión de ordenes planificadas (EOP)													72											
Teflon																								
Necesidades brutas (NB)													12											12
Disponibilidad (D)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stock de seguridad (SS)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Necesidades netas (NN)													0											12
Emisión de ordenes planificadas (EOP)												0										12		

e) Control de mantenimiento

Una vez realizada todas las tareas programadas por OT para cada unidad en estudio y evitar fallas imprevistas, se tendrá un control llevando registro mediante formatos de control, como también el uso del programa Kardex, facilitando el reporte diario de trabajo.

Con este control se facilitará la retroalimentación del sistema propuesto, consiguiendo corregir algunas debilidades que se pueda encontrar durante la gestión de mantenimiento. La finalidad de la propuesta es lograr la disminución de fallas mensuales de 7 a 8, se pueda llegar de 4 a 5 fallas mensuales.

Además de acuerdo a la propuesta se podrá aumentar la eficiencia de la operacionalización de los vehículos, de tal manera que con el control de ejecución de las tareas de mantenimiento se pueda aumentar la disponibilidad y confiabilidad de la flota vehicular.

3.2.4. Beneficio – Costo de la propuesta.

Finalmente, a continuación, se analiza el beneficio – costo de la propuesta de tal manera se pueda demostrar si lo propuesto es rentable o no para la empresa.

En la Tabla 50 se muestran los costos considerados para la implementación de la propuesta.

Tabla 50
Cálculo del costo de la mejora

Descripción	CU	Cantidad	Costo
Contratación de personal	-	7	S/. 7,700.00
Reorganización del área de mantenimiento	3000	1	S/. 3,000.00
Capacitaciones al encargado de mantenimiento	2000	1	S/. 2,000.00
Capacitación para el encargado de almacén	1 500	1	S/. 1,500.00
Capacitación de seguridad y salud en el trabajo al personal.	100	21	S/. 2,100.00
Capacitación a los conductores, del uso adecuado de sus vehículos, educación vial y mantenimientos correctivos.	350	12	S/. 4,200.00
Stock de almacén	2921.5	1	S/. 2,921.50
Renovación de herramientas personales para cada vehículo	200	12	S/. 2,400.00
Total			S/. 25,821.50

Fuente: Elaboración propia

Beneficio

Para el beneficio que ganaría la empresa, se estima la evaluación de la disminución de fallos con respecto a sus costos de inversión para su mejora.

Se pudo obtener en el estudio la situación actual de la empresa que las unidades fallaron en el último año 744 veces con un promedio de 62 fallas mensuales, por ende, con la mejora se recuperaría un 20% de las fallas mensuales con respecto al año pasado, lo cual asciende a 12 fallos mensuales y 144 anuales que se recuperarían, como se detalla en la tabla 51.

Tabla 51
Costos de fallos reducidos

Año	Fallas recuperados	Semi – Remolques	Costo de mantenimiento mensual por unidad	Costo de mantenimiento total
2018	12	12 und	S/. 3,081.80	S/.36,505.60
Total				S/. 36,505.60

Fuente: Elaboración Propia

Teniendo en cuenta los datos obtenidos en las Tablas 50 y 51 se procedió a realizar la relación Beneficio – Costo.

$$\text{Relación costo – beneficio} = \frac{\text{beneficio}}{\text{costo}}$$

$$\text{Relación costo – beneficio} = \frac{36,505.60}{25,821.50}$$

$$\text{Relación costo – beneficio} = \mathbf{1.41}$$

Lo que quiere decir que por cada sol invertido la empresa Transportes y servicios Vanina E.I.R.L. obtendrán un beneficio de 0.41 soles.



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA
IMPLEMENTACIÓN DEL TALLER DE
MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ DE LA
EP-EMAPAR”**

CHANGOTASIG AYALA DANNY ANDRÉS

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

RIOBAMBA – ECUADOR

2013

CONTENIDO

Pág.		
1.	INTRODUCCIÓN	
1.1	Antecedentes.....	1
1.2	Justificación.....	3
1.3	Objetivos.....	4
1.3.1	Objetivo general.....	4
1.3.2	Objetivos específicos.....	4
2.	MARCO TEÓRICO	
2.1	Introducción.....	5
2.1.1	Diseño de la distribución de planta del taller.....	5
2.1.1.1	Planeamiento y diseño del proceso.....	5
2.1.1.2	Planeamiento y diseño de la planta.....	10
2.1.1.3	Planeamiento y diseño de la planta (layout).....	11
2.1.1.4	Diseño de planta por el tipo de proceso.....	12
2.1.1.5	Disposición de planta.....	15
2.1.1.6	Evaluación de la distribución.....	16
2.1.2	Procesos en el taller.....	17
2.2	Lubricantes.....	25
2.2.1	Grasas lubricantes.....	25
2.3	Repuestos.....	26
2.4	Herramientas.....	27
2.4.1	Herramientas automáticas.....	27
2.4.2	Herramientas manuales.....	28
2.4.3	Equipos de apoyo al área de taller.....	29
2.4.4	Equipos de uso general.....	30
2.5	Requerimientos de seguridad e higiene.....	31
2.6	Mantenimiento.....	32
2.6.1	Mantenimiento sintomático.....	32
2.6.2	Mantenimiento preventivo.....	33
2.6.3	Mantenimiento correctivo.....	34
3.	SITUACIÓN ACTUAL DE LA FLOTA VEHICULAR DE LA EP-EMAPAR	
3.1	Información general.....	37
3.1.1	Estructura administrativa encargada de la flota vehicular.....	37
3.1.2	Flota vehicular.....	37
3.2	Normativas.....	40
3.3	Base de datos del parque automotor.....	41
3.4	Historial de servicios del parque automotor.....	42

3.5	Evaluación del parque automotor.....	44
3.6	Conclusiones.....	44
4.	ESTUDIO TÉCNICO	
4.1	Localización del proyecto.....	45
4.1.1	<i>Análisis para la ubicación del terreno para el taller automotriz.....</i>	45
4.2	Diseño y distribución de áreas.....	45
4.2.1	<i>Organización del espacio físico.....</i>	45
4.2.2	<i>Diseño del centro de servicio automotriz.....</i>	45
4.2.2.1	<i>Área mínima necesaria.....</i>	45
4.2.2.2	<i>Dimensión de los vehículos.....</i>	46
4.2.3	<i>Distribución de áreas.....</i>	48
4.2.3.1	<i>Flujo de tránsito.....</i>	50
4.3	Características técnicas para el taller automotriz.....	51
4.3.1	<i>Iluminación.....</i>	51
4.3.2	<i>Fosa de trabajo.....</i>	53
4.3.2.1	<i>Fosa para vehículos.....</i>	53
4.3.3	<i>Cámara separadora.....</i>	54
4.3.3.1	<i>Funcionamiento.....</i>	54
4.3.3.2	<i>Ubicación de la cámara separador.....</i>	55
4.3.4	<i>Residuos.....</i>	56
4.3.4.1	<i>Clasificación de los residuos.....</i>	56
4.3.5	<i>Distribución de aire comprimido.....</i>	61
4.3.6	<i>Protección contra incendios.....</i>	79
4.3.6.1	<i>Reglamento de prevención de incendios.....</i>	79
4.3.6.2	<i>Prevención de incendios.....</i>	79
4.3.6.3	<i>Plan de acción de emergencia contra incendios.....</i>	85
4.3.7	<i>Seguridad laboral.....</i>	86
4.3.7.1	<i>Las condiciones de trabajo.....</i>	86
4.3.7.1.1	<i>Condiciones de seguridad.....</i>	86
4.3.7.1.2	<i>Condiciones ambientales.....</i>	86
4.3.7.2	<i>Identificación de las causas de accidentes.....</i>	86
4.3.7.3	<i>Seguridad laboral para el taller automotriz.....</i>	87
4.3.7.3.1	<i>Equipo de protección personal.....</i>	87
4.3.7.3.2	<i>Señalización de seguridad en el taller automotriz.....</i>	90
4.4	Propuesta de mantenimiento automotriz.....	91
4.4.1	<i>Propuesta de mantenimiento de vehículos livianos.....</i>	92
4.4.2	<i>Propuesta de mantenimiento de vehículos pesados diesel.....</i>	92
4.4.3	<i>Propuesta de mantenimiento de vehículos utilitarios: Maquinaria- Equipo caminero.....</i>	93
4.5	Propuesta de organización del taller.....	94
4.5.1	<i>Recurso humano.....</i>	94
4.5.2	<i>Formación del personal para el taller automotriz.....</i>	95
4.5.3	<i>Procedimientos en el taller.....</i>	96

5.	ESTUDIO ECONÓMICO	
5.1	Costo de infraestructura.....	98
5.2	Costo en equipo y herramientas.....	99
5.3	Costo por remuneraciones en el taller.....	123
5.4	Relación entre costo de mano de obra y la propuesta de costo por remuneraciones en el taller.....	123
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
6.1	Conclusiones.....	125
6.2	Recomendaciones.....	125

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIBLIOGRAFÍA

LINKOGRAFÍA

ANEXOS

RESUMEN

La presente investigación de tesis consistió en elaborar el “Estudio de factibilidad para la implementación del taller de mantenimiento automotriz de la EP-EMAPAR”.

Presenta la distribución óptima de un taller y reparación automotriz para los vehículos de la EP-EMAPAR. Esta propuesta nace del requerimiento actual de la empresa, al no tener un taller con servicios técnicos y especializados, que garanticen el buen desempeño de sus vehículos. La implementación de un taller de estas características resultaría altamente provechoso para la misma.

Para lograr esta distribución se ha tomado en cuenta todas las consideraciones, recomendaciones y conocimientos desarrollados por la ingeniería automotriz y ramas afines; tanto en la optimización de procesos como en el diseño de instalaciones junto a equipos, herramientas y maquinaria.

Bajo estas condiciones lo que se busca es optimizar la efectividad, productividad y eficacia del taller; sin escatimar esfuerzos en lo relacionado a la funcionalidad, la seguridad industrial y la higiene ambiental.

El taller tendrá áreas como: enderezada, pintura, mecánica, vulcanizado, soldadura, lubricación, lavado, etc., con maquinaria de última tecnología que facilitará realizar todos los servicios automotrices con excelente calidad.

Finalizando se debe acotar que el presente trabajo resulta una guía para mostrar cómo se puede diseñar una distribución de planta. En el caso particular, se ha definido para un taller de mantenimiento automotriz de la EP-EMAPAR, pero cabe destacar que la misma puede también ser aplicada a cualquier otro interés para el lector del presente trabajo.

CAPÍTULO I

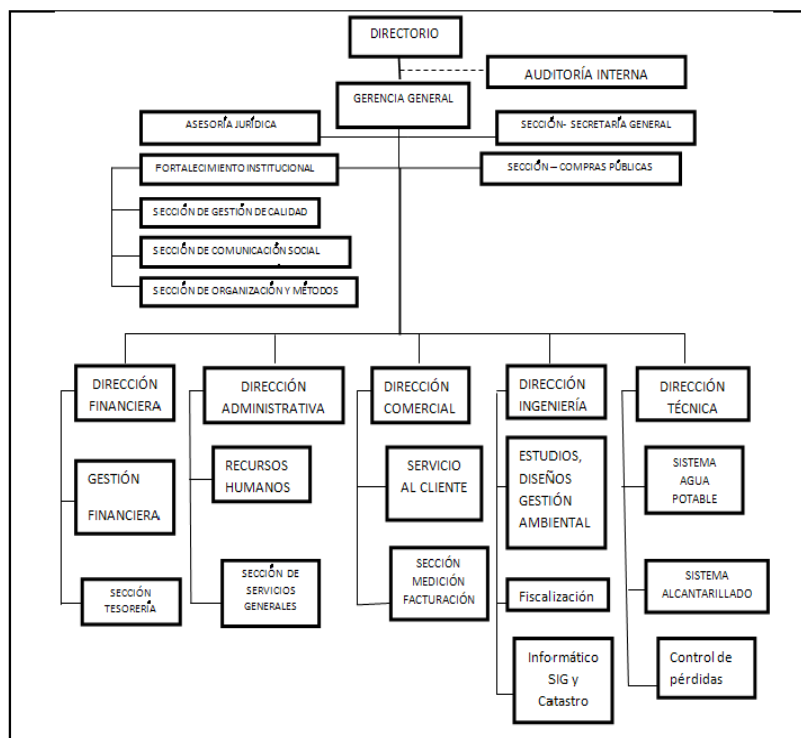
1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Empresa Pública - Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Riobamba, es la encargada de dotar de agua potable a la ciudad de Riobamba, es de características autónomas pero adjunta a la Municipalidad de Riobamba.

EP-EMAPAR se encuentra ubicada exactamente entre la calle Londres 07-50 y Avda. Juan Félix Proaño, de manera general consta de las siguientes áreas:

Figura 1. Organigrama del Directorio de la EP-EMAPAR



Fuente: EP-EMAPAR

Para cumplir con muchas de las competencias de la empresa, hoy por hoy cuenta con un parque automotor que consta de:

Tabla 1. Listado de vehículos de la EP-EMAPAR

TIPO	MARCA	MODELO
C/S	TOYOTA	1986
C/S	TOYOTA	1986
C/S	TOYOTA	1986
C/S	CHEVROLET	1995
D/C	CHEVROLET	1995
C/S	CHEVROLET	2003
C/S	CHEVROLET	2007
D/C	CHEVROLET	2007
D/C	CHEVROLET	2002
D/C	CHEVROLET	2008
D/C	CHEVROLET	2009
D/C	MAZDA	2012
D/C	MAZDA	2012
D/C	MAZDA	2012
Jeep	CHEVROLET	2003
Eductor I	FORD Vactor	1994
Eductor II	INTERNACIONAL	2007
Retroexcavadora	JCB	2003
Retroexcavadora	JCB	1993
Retroexcavadora	CASE	1988
Minicargadora	CASE	2006
Volqueta	NISSAN DIESEL	2010
Camión	CHEVROLET	2002
Camión	CHEVROLET	2008
Camión	HYUNDAI	2010
Camión	HYUNDAI	2010
C/S	INTERNACIONAL	1995
C/S	INTERNACIONAL	1995
C/S	INTERNACIONAL	2004
C/S	INTERNACIONAL	2004
C/S	HINO	2007
Moto	MOTOR UNO	2009
Moto	MOTOR UNO	2009
Moto	MOTOR UNO	2009
Moto	MOTOR UNO	2009
Moto	MOTOR UNO	2009
Moto	MOTOR UNO	2012
Moto	MOTOR UNO	2012
Moto	MOTOR UNO	2008

Fuente: EP-EMAPAR

Todo este parque automotor en lo que se refiere al cuidado, mantenimiento, programación de reparaciones y otros, son realizados mediante empresas ajenas a la institución con consecuencias tales como: falta de cumplimiento sobre todo en los tiempos de recepción – entrega de las unidades, mantenimientos más de tipo correctivo que preventivos y programados, elevados costos por los servicios, mala calidad de los trabajos requeridos e incluso un trato inadecuado al personal de EP-EMAPAR por parte de los mencionados prestadores de servicio; esto, poco a poco ha conducido a la principal administración de EP-EMAPAR a contar con su propio taller que atienda principalmente con: mantenimiento y reparación de motores a gasolina y diesel, prestación de servicios de enllantaje y balanceo, prestación de servicios de mecánica ligera, enderezada y pintura, manejo y disposición final de residuos, bodegas y administración propia.

1.2 Justificación

La problemática tratada en los antecedentes, hace que los directivos en general de la EP-EMAPAR requieran de una solución técnica para dar por terminado con estos inconvenientes y los costos relacionados con la situación actual, solicitando un estudio que permita determinar la distribución óptima de las zonas principales de prestación de servicios, optimizando los procesos y las estaciones de trabajo, el dimensionamiento de las instalaciones, equipos, herramientas, elementos de seguridad e higiene ambiental en relación con señalización en el taller y en el manejo de residuos.

Algunos de los aspectos relacionados con la distribución a considerarse además de la zona de reparación será el de contar con los servicios de la zona de oficina, zona de almacén para guardar piezas de uso corriente, zona de servicios básicos relacionados con duchas, baños y taquilleros para el personal, zona de estacionamiento de máquinas móviles, zonas de bancos de trabajo, zona de recepción y espera, zona de reparación y otras requeridas.

La Escuela de Ingeniería Automotriz de la ESPOCH, viene trabajando en la formación de profesionales con las competencias y los conocimientos para responder a estos requerimientos y contando con el apoyo de EP EMAPAR se pretende mediante el desarrollo de este proyecto de tesis de grado titulado “ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL TALLER DE MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ DE LA EP-EMAPAR”, dar la solución técnica al requerimiento solicitado.

1.3 Objetivos

1.3.1 *Objetivo general.* Elaborar la propuesta de estudio de factibilidad para la implementación del taller de mantenimiento automotriz de la EP-EMAPAR.

1.3.2 *Objetivos específicos*

Realizar un estudio sobre el marco teórico necesario para fundamentar correctamente los procesos en el taller de mantenimiento automotriz de la EP-EMAPAR.

Analizar la situación actual de EP-EMAPAR y su flota vehicular.

Realizar el estudio técnico para el diseño del taller de mantenimiento automotriz contemplando distribución de áreas de trabajo, equipos, herramientas, personal, seguridad y cuidados del trabajador, manejo de desechos para la EP-EMAPAR.

Elaborar el estudio económico referencial, para la implementación futura del taller de mantenimiento automotriz de la EP-EMAPAR.

CAPÍTULO III

3. SITUACIÓN ACTUAL DE LA FLOTA VEHICULAR DE LA EP-EMAPAR

3.1 Información general

Los vehículos de la EP-EMAPAR están bajo la responsabilidad directa del Jefe de Servicios Generales a cargo a la fecha del Sr. Ángel Guadalupe. Es su responsabilidad mantener el buen funcionamiento de los vehículos y todo lo necesario para que esto se cumpla a cabalidad.

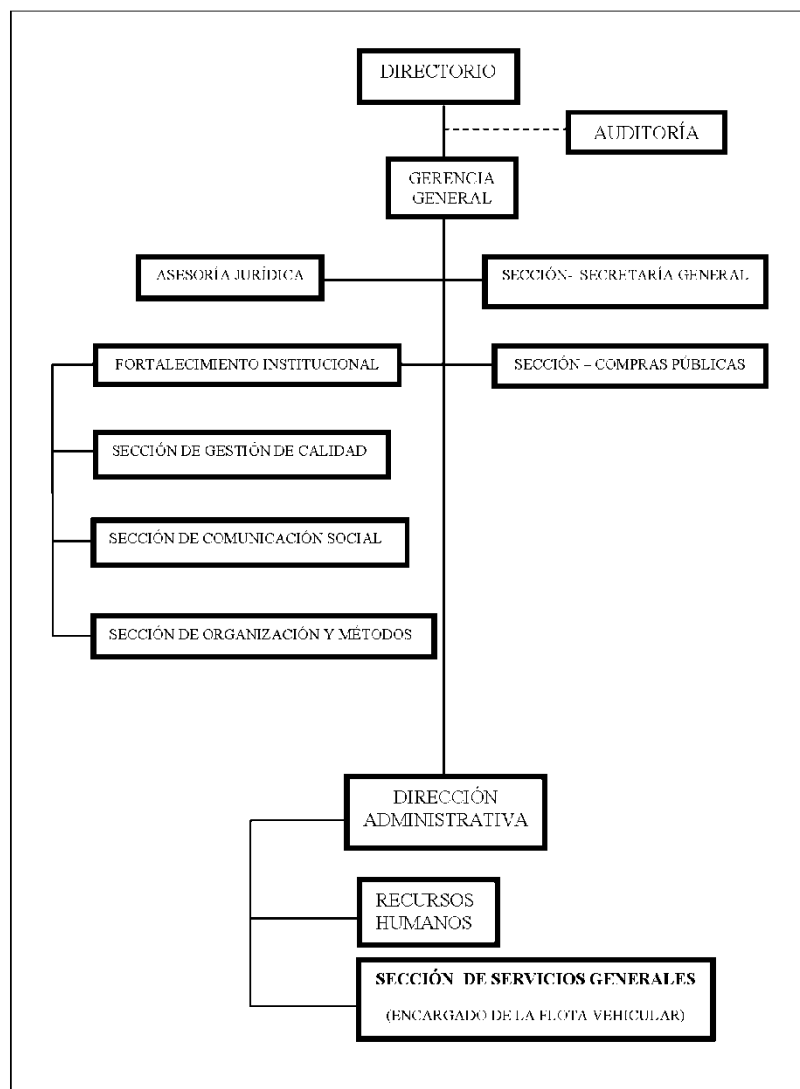
La EP-EMAPAR cuenta con una bodega en la cual se almacenan materiales en lo que se refiere al servicio de agua potable y todo lo que esto con lleva, además también se almacenan repuestos para los vehículos y sus mantenimiento especialmente como son filtros, llantas, refrigerantes, etc.

La problemática se da por la razón que la mano de obra y reparaciones de consideración no se la hace por parte de la EP-EMAPAR, se realiza en talleres particulares lo que determina un aspecto importante en el aumento de tiempos y aumento de costos para la misma.

3.1.1 Estructura administrativa encargada de la flota vehicular. La estructura administrativa encargada de la flota vehicular en primera instancia es la Sección de Servicios Generales, que se encuentra a cargo de la Dirección Administrativa, y esta a su vez de Gerencia General y finalmente con el Directorio de la EP-EMAPAR. Observar figura 5.

3.1.2 Flota vehicular. Para cumplir con muchas de las competencias de la empresa, hoy por hoy cuenta con un parque automotor que se muestra en la tabla 15.

Figura 5. Organigrama de la estructura administrativa encargada de la flota vehicular



Fuente: EP-EMAPAR

Tabla 15. Listado de vehículos de la EP-EMAPAR

TIPO	MARCA	MODELO
C/S	TOYOTA	1986
C/S	TOYOTA	1986
C/S	TOYOTA	1986
C/S	CHEVROLET	1995
D/C	CHEVROLET	1995
C/S	CHEVROLET	2003
C/S	CHEVROLET	2007
D/C	CHEVROLET	2007
D/C	CHEVROLET	2002
D/C	CHEVROLET	2008
D/C	CHEVROLET	2009
D/C	MAZDA	2012
D/C	MAZDA	2012
D/C	MAZDA	2012
Jeep	CHEVROLET	2003
Eductor I	FORD Vactor	1994
Eductor II	INTERNACIONAL	2007
Retroexcavadora	JCB	2003
Retroexcavadora	JCB	1993
Retroexcavadora	CASE	1988
Minicargadora	CASE	2006
Volqueta	NISSAN DIESEL	2010
Camión	CHEVROLET	2002
Camión	CHEVROLET	2008
Camión	HYUNDAI	2010
Camión	HYUNDAI	2010
C/S	INTERNACIONAL	1995
C/S	INTERNACIONAL	1995
C/S	INTERNACIONAL	2004
C/S	INTERNACIONAL	2004
C/S	HINO	2007
Moto	MOTOR UNO	2008
Moto	MOTOR UNO	2009
Moto	MOTOR UNO	2009
Moto	MOTOR UNO	2009
Moto	MOTOR UNO	2009
Moto	MOTOR UNO	2009
Moto	MOTOR UNO	2012
Moto	MOTOR UNO	2012

Fuente: EP-EMAPAR

3.2 Normativas

Para la ejecución de un trabajo en su flota vehicular la EP-EMAPAR cumple con el siguiente protocolo de servicio:

1. Se produce el daño en el vehículo.
2. El chofer informa del daño.
3. Se genera la **orden de pedido de repuestos y servicios de mantenimiento**.
4. Se traslada el vehículo al taller mecánico designado donde se presenta la orden.
5. Se lleva a cabo el arreglo o mantenimiento del vehículo.
6. El chofer designado al vehículo se encarga de traer la **proforma del taller** junto con la orden.
7. Se realiza un **memorándum** informando el trabajo realizado al vehículo y los insumos utilizados.
8. Se realiza una **certificación** donde se informa que se ha realizado con satisfacción el trabajo.
9. Se realiza el **formulario de adquisición de bienes y servicios normalizados**
10. Se adjunta: **orden de pedido de repuestos y servicios de mantenimiento- proforma del taller- memorándum certificación- formulario de adquisición de bienes y servicios normalizados**, se realiza una copia de estos documento para constancia en la sección de servicios generales y se envía al área administrativa.

Hasta este punto está encargada la sección de servicios generales con el protocolo.

En el área administrativa dirigida a la fecha por el Ing. Escorsa, dependiendo del monto a cubrirse se decide como se da finalización al trámite iniciado.

También se pasa a la bodega de la EP-EMAPAR para que el encargado de la misma a la fecha por el Lic. Carlos Santillán firme la documentación.

3.3 Base de datos del parque automotor

Tabla 16. Vehículos livianos

TIPO	MARCA	MODELO	Nº PLACA	NÚMERO DE MOTOR	NÚMERO DE CHASIS
C/S	TOYOTA	1986	HMA-056	5R2246960	RK110622310
C/S	TOYOTA	1986	HMA-057	5R2246452	RK110622154
C/S	CHEVROLET	1995	HMA-080	4ZD1373858	TFS16FL957101197
C/S	CHEVROLET	2003	HMA1012	C22NE25089399	8LBTFR30F40120864
C/D	MAZDA	2012	HEI1120	WLAT1242468	8LFUNYOWNCM000750
C/D	MAZDA	2012	HEI 1121	WLAT1242348	8LFUNYOWNCM000758
C/S	CHEVROLET	2007	HMA-169	C24SE31016724	8LBDTF2D170003379
Jeep	CHEVROLET	2003	HMA-136	J20A217194	8LDFTL52V40012743
D/C	CHEVROLET	2007	HMA-168	6VE1257735	8LBETF1G570004583
D/C	CHEVROLET	2002	HMA-560	C22NE25062932	8LBTFR30H20116453
C/S	TOYOTA	1986	HMA-055	5R2246811	RK110622351
D/C	CHEVROLET	1995	HMA-079	4ZD1385651	TFR16HD957106745
Camioneta	CHEVROLET Dmax	2008	HMA-185	4JH1 – 644239	8LBETF1F480008178
D/C	MAZDA	2012	HEI 1122	WLAT1242126	8LFUNYOWNCM000754
Camioneta	CHEVROLET Dmax	2009	HEA0907	771921	8LBETF3E490022555

Fuente: EP-EMAPAR

Tabla 17. Vehículos pesados

TIPO	MARCA	MODELO	Nº PLACA	NÚMERO DE MOTOR	NÚMERO DE CHASIS
Camión	CHEVROLET	2008	HMA-186	525403	9GDNPR71X8B011394
Eductor I	FORD Vactor	1994	HMA1013	1FDWF80C9SVA26423	1FDWF80C9SVA26423
Eductor II	INTERNACIONAL	2007	HMA-190	2U1519931	1HTWCADR58J677442
Volqueta	NISSAN DIESEL	2010	HMA1018	FE6004537H	JNBPKC212AAE01454
Camión	HYUNDAI	2010	HMA1020	D4DB9399154	KMFVA17BPAC118436
C/S	INTERNACIONAL	1995	HMA-089	O00953442	1HTSCAAR0TH282720
C/S	INTERNACIONAL	1995	HMA-090	O00953476	1HTSCAAR2TH282721
C/S	INTERNACIONAL	2004	HMA1014	470HM2U1457874	3HAMNNAAR64L689782
C/S	HINO	2007	HMA-170	JO8CTT25857	JHDGH1JMU7XX11569
Camión	HYUNDAI	2010	HMA1019	D4DB9402925	KMFVA17BPAC121997
Camión	CHEVROLET	2002	HMA1011	855508	9GDNKR55E28940504
C/S	INTERNACIONAL	2004	HMA1015	470HM2U1457888	3HAMNNAAR44L689781

Fuente: EP-EMAPAR

Tabla 18. Motos

TIPO	MARCA	MODELO	Nº PLACA	NÚMERO DE MOTOR	NÚMERO DE CHASIS
Moto	MOTOR UNO	2008	EA 236D	163FML8A078449	LXYPCML0480K17215
Moto	MOTOR UNO	2009	EA 235D	163FML9A081300	LXYJCML0190328960
Moto	MOTOR UNO	2009	EA232D	163FML9A081109	LXYJCML0190328926
Moto	MOTOR UNO	2009	EA240D	163FML9A081101	LXYJCML0590328945
Moto	MOTOR UNO	2009	EA 237D	163FML9A078435	LXYJCML0790328459
Moto	MOTOR UNO	2009	EA241D	163FML9A078668	LXYJCML0X90328438
Moto	MOTOR UNO	2012	EA230D	166FMMC2100297	LP6LCNE09C0T00769
Moto	MOTOR UNO	2012	EA231D	166FMMC2100024	LP6LCNE08C0T00732

Fuente: EP-EMAPAR

Tabla 19. Maquinaria pesada

TIPO	MARCA	MODELO	Nº PLACA	NÚMERO DE MOTOR	NÚMERO DE CHASIS
Retroexcavadora	JCB	2003 214E	848	PERKINS	903841
Retroexcavadora	JCB	1993 214S	847	PERKINS	435255
Retroexcavadora	CASE	1988 580E	846	CASE	17039333
Minicargadora	CASE	2006 420	849	ISHIKAWAJIMA	NSM4114416

Fuente: EP-EMAPAR

3.4 Historial de servicios del parque automotor

Tabla 20. Reporte de trabajos realizados N° 01

MAZDA - HEI 1120						
	MARCA:		MODELO:	MOTOR:		TIPO: CAMIONETA
REPORTE DE TRABAJOS REALIZADOS EN MAQUINARIA						
FECHA	MLL	TIPO DE TRABAJO	TALLER	ORDEN	OBSERVACIONES MATERIALES	COSTO
			PROVEEDOR			
24/01/2012	15450	CAMBIO DE ACEITE	LUBRI LUKA	455	DOS GALONES DE ACEITE 15W40. UN FILTRO PARA ACEITE PH1, UN FILTRO PARA COMBUSTIBLE FC 190. UN FILTRO PARA AIRE A5903	72,18
04/06/2012		Mantenimiento	RIOBAMBA MOTORS	852	1 JUEGO DE PASTILLAS DE FRENO	26,88

Fuente: EP-EMAPAR

Tabla 21. Reporte de trabajos realizados N° 02

MAZDA - HEI 1121						
MARCA:		MODELO:		MOTOR:	TIPO: CAMIONETA	
REPORTE DE TRABAJOS REALIZADOS EN MAQUINARIA						
FECHA	MLL	TIPO DE TRABAJO	TALLER	ORDEN	OBSERVACIONES	COSTO
			PROVEEDOR			
30/01/2012	19820	CAMBIO DE ACEITE	LUBRI LUKA	465	2 GALONES DE ACEITE 15W40-UN FILLTRO PARA ACEITE PH1- UN FILTRO PARA COMBUSTIBLE FC 190- UN FILTRO PARA ACEITE A9503	76,64
10/03/2012	23820	CAMBIO DE ACEITE	LUBRI LUKA	725	2,5 GALONES DE ACEITE KENDALL, 1 FILTRO FC 190, 1 FILTRO DE ACEIDE HPI, 1 FILTRO DE AIRE 80W90, 2 GALONES DE ACEITE 80W90 PARA CAJA Y CORONA	138,02
07/05/2012	27660	CAMBIO DE ACEITE	LUBRI LUKA	803	2,5 GALONES DE ACEITE 15W40 KENDALL, 1 FILTRO FC 190. , Filtro para aceite HP1, 1Filtro para aire A5903	95,46
04/06/2012		Mantenimiento	RIOBAMBA MOTORS	853	1 JUEGO DE PASTILLAS DE FRENO	26,88

Fuente: EP-EMAPAR

Tabla 22. Reporte de trabajos realizados N° 03

MAZDA - HEI 1122						
	MARCA: MAZDA	MODELO- BT-50- CD-4X2	CHASIS:8LFUNY0WNCM000754			TIPO: CAMIONETA
REPORTE DE TRABAJOS REALIZADOS EN MAQUINARIA						
FECHA	MLL	TIPO DE TRABAJO	TALLER	ORDEN	OBSERVACIONES MATERIALES	COSTO
			PROVEE DOR			
03/04/2012	16615	CAMBIO DE ACEITE	LUBRI LUKA	758	2 GALONES DE ACEITE KENDALL, 1 FILTRO DE ACEITE PH1, 1 FILTRO DE AIRE A 5903, 1 FILTRO PARA COMBUSTIBLE FC 190	83,13
23/05/2012	22618	CAMBIO DE ACEITE	LUBRI LUKA	835	2 GALONES DE ACEITE KENDALL CJ4, 1 FILTRO DE ACEITE PH1 UN FILTRO PARA COMBUSTIBLE FC 190 UN FILTRO PARA AIRE A5903	83,14

Fuente: EP-EMAPAR

3.5 Evaluación del parque automotor

El parque automotor en su totalidad no tiene registro o historial de mantenimiento completo puesto que la empresa a lo largo de los años a tenido muchas administraciones cambios y renovaciones las cuales no a permito mantener un estándar en lo que se refiere al método de administración de los vehículos y de las necesidades que estos requiere para su mantenimiento y reparación para su óptimo funcionamiento, lo que se ha logrado obtener es registros de mantenimientos realizados desde el 01 de enero del 2011 y solo de algunos vehículos que se han guardo en digital en los computadores de la sección de servicios generales.

Los vehículos de la EP-EMAPAR se encuentran funcionando en buenas condiciones gracias a la labor de los funcionarios encargados de los mismos, ya que los vehículos son parte esencial para el rápido y correcto desempeño del trabajo de la empresa, de sus empleados y trabajadores.

La problemática fundamental que se tiene es en los tiempos que se toma para los mantenimientos o reparaciones y los costos que estos generan al no tener un taller propio de la empresa.

3.6 Conclusiones

Las buenas condiciones en las que los vehículos se encuentran por la eficiencia de los funcionarios encargados de los mismos, se puede mejorar con la implementación de un taller propio, ya que al ser el mismo encargado únicamente de los vehículos de la EP-EMAPAR se disminuyen los tiempos y los costos de mantenimiento o reparación agilitando en si el desempeño de toda la empresa y llevándola a un mejoramiento institucional.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROYECTO DE TESIS

**APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA
MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO EN LA
EMPRESA CORPORACIÓN LOGÍSTICA & TRANSPORTE S.A.C., LIMA, 2016.**

TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA INDUSTRIAL

AUTOR:

MADELEINE YANET, ESTRADA HUAMÁN

ASESOR:

EGÚSQUIZA RODRÍGUEZ, MARGARITA JESÚS

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

GESTIÓN EMPRESARIAL Y PRODUCTIVA

Lima – Perú

2017

ÍNDICE

PÁGINA DE JURADO.....	I
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
PRESENTACIÓN.....	VI
ÍNDICE.....	VII
RESUMEN.....	IX
ABSTRACT.....	X
I. INTRODUCCIÓN.....	11
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	12
1.2. TRABAJOS PREVIOS.....	21
1.3. TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA.....	27
1.3.1. Tipos de Mantenimiento.....	27
1.3.2. Mantenimiento Productivo Total (TPM).....	28
1.3.3. Productividad.....	36
1.3.4. Criterios de la productividad.....	38
1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	39
1.4.1. Problema general.....	39
1.4.2. Problemas específicos.....	39
1.5. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	39
1.5.1. Economía.....	39
1.5.2. Técnica.....	39
1.5.3. Social.....	40
1.6. HIPÓTESIS GENERAL.....	40
1.7. HIPÓTESIS ESPECÍFICOS.....	40
1.8. OBJETIVOS.....	40
1.8.1.-Objetivo general.....	40
1.8.2. Objetivos específicos.....	40
II. MÉTODO.....	41
2.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	42
2.2. VARIABLE DE OPERACIONALIDAD.....	43
2.2.1. Definición conceptual.....	43
2.2.3. Dimensiones.....	43
2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	46
2.3.1. Unidad de estudio.....	46
2.3.2. Población.....	46
2.3.3. Muestra.....	46
2.3.4. Muestreo.....	46
2.3.5. Criterios de exclusión e inclusión.....	47
2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD.....	47
2.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS.....	48
2.5.1. Situación actual.....	48
2.6. ASPECTOS ÉTICOS.....	73
2.7. DESARROLLO DE LA PROPUESTA.....	74
2.7.1. Plan de aplicación de mejora.....	74

2.7.1. Costos de plan de mejora	78
2.7.1. Implementación de mejora	81
III. RESULTADOS	137
3.1. ANÁLISIS DESCRIPTIVO	138
3.2. ANÁLISIS INFERENCIAL	141
3.2.1. Análisis de la hipótesis general	142
3.2.2. Análisis de la primera hipótesis específica	144
3.2.3. Análisis de la segunda hipótesis específica	147
IV. DISCUSIÓN	151
V. CONCLUSIONES	154
VI. RECOMENDACIONES	156
VII. REFERENCIA	158
ANEXOS	163
ANEXO 1. REGISTRO DE MEDICIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL	164
ANEXO 2. REGISTRO DE MEDICIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL	164
ANEXO 3. CONTROL DE ACTIVIDADES DEL COMITÉ DEL TPM	164
ANEXO 4. FICHA DE EVALUACIÓN	164
ANEXO 5. FORMATO CHECK LIST	164
ANEXO 6. REGISTRO DE LA PROGRAMACIÓN 1 DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO	164
ANEXO 7. REGISTRO DE LA PROGRAMACIÓN 2 DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO	164
ANEXO 8. REGISTRO DE LA PROGRAMACIÓN 3 DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO	164
ANEXO 9. REGISTRO DE LA PROGRAMACIÓN 4 DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO	164
ANEXO 10. REGISTRO DE LA PROGRAMACIÓN 5 DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO	164
ANEXO 11. ORDEN DE TRABAJO	164
ANEXO 12. FORMATO DE SOLICITUD DE REPUESTOS Y MATERIALES	164
ANEXO 13. MANUAL DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL	164
ANEXO 14. CONTENIDO CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES DE INVESTIGACIÓN DEL FORMATO DE VALIDACIÓN	164
ANEXO 15. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES DE INVESTIGACIÓN DE VALIDACIÓN	164
ANEXO 16. FICHA 1 DE EVALUACIÓN DE LA MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	164
ANEXO 17. FICHA 2 DE EVALUACIÓN DE LA MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	164
ANEXO 18. FICHA 3 DE EVALUACIÓN DE LA MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	164
ANEXO 19. RESULTADOS DEL TURNITIN	164

RESUMEN

Se ejecutó la implementación del mantenimiento Productivo Total (TPM) para la empresa Corporación Logística & Transporte SAC en Lima con el objetivo de incrementar la vida útil de la flota vehicular, minimizando las fallas entre las principales.

Se analizó la situación actual de la empresa mediante una investigación documentada, con la finalidad de establecer los métodos, políticas y reglas que se ejecutará en el área de mantenimiento.

En la Implementación de la herramienta se diseñó un plan de trabajo en donde se especifica el mantenimiento planificado para las unidades, para ello se tomo en cuenta el historial de las unidades, de igual manera se consideró el estado y calidad de estos, así como también se evaluó las exigencias de trabajo a las que está expuesto la flota vehicular en las operaciones, también se planteó el mantenimiento autónomo dirigido a todos los colaboradores involucrados con el mantenimiento para que mejoren sus habilidades y conocimientos para que puedan resolver tareas que guardan relación con el sistema automotriz de los camiones, ya que la finalidad principal es el cambio de mentalidad y compromiso de los empleados.

Los resultados obtenidos después de la aplicación del TPM fueron muy positivos, ya que se logró incrementar la disponibilidad de los camiones mediante los nuevos parámetros en la gestión de mantenimiento, así como también se logró reducir las averías y se maximizó la operatividad del parque automotor, generando una mejora en el índice de productividad de 0.46 a 0.72 y se recuperó la confianza de los clientes porque se logró cumplir con los requerimientos dentro de los tiempos establecidos.



UNIVERSIDAD
DE PIURA

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Implementación de indicadores de mantenimiento para
mejorar el programa de mantenimiento preventivo en la
empresa IIRSA Norte S.A.**

Tesis para optar el Título de
Ingeniero Mecánico – Eléctrico

Marlon Villegas Flores

Asesora:
Dra. Ing. Rosalba Guerrero Aslla

Piura, setiembre de 2024

Resumen

El objetivo de esta tesis consiste en mejorar el programa de mantenimiento de la empresa IIRSA Norte, mediante la corrección de las condiciones y métodos de trabajo del personal del área de equipos. Las condiciones previas no permitían que el personal desempeñara sus labores de manera segura, ágil y eficiente, lo que generaba demoras en la ejecución de los trabajos y deficiencias a la hora de realizar las programaciones de mantenimientos preventivos y correctivos. Tras corregir estas deficiencias, se implementaron tres indicadores de rendimiento (KPIs), con el propósito de evaluar la eficiencia de las mejoras y el desempeño de la gestión de mantenimiento antes y después de la intervención.

Durante la investigación se identificó que el área de equipos no contaba con una infraestructura adecuada, diversidad de herramientas y los controles necesarios para poder ejecutar los mantenimientos y reparaciones de la amplia variedad de equipos esenciales para la operación de la empresa. Estas deficiencias, que no son comunes en otras empresas dedicadas a la administración, operación y mantenimiento de carreteras, dificultaban la ejecución eficiente de los trabajos.

Debido a la diversidad de equipos en IIRSA Norte, se decidió enfocar la medición del impacto de las mejoras en un grupo específico de "equipos mayores", compuesto principalmente por camiones volquete, camiones grúa, generadores eléctricos, torres de iluminación, combis y camionetas. Estos equipos son cruciales para la ejecución de las labores principales de la empresa.

Para seleccionar los KPIs adecuados, se comenzó por identificar el historial de información disponible sobre los equipos, así como los parámetros que debían medirse y controlarse. A partir de esta información, se desarrollaron plantillas en Excel que facilitaron la mejora en la programación y el control de las actividades, permitiendo así la recolección de datos necesarios para el cálculo de estos indicadores.

Los resultados obtenidos a través de los indicadores mostraron que la corrección de las situaciones encontradas mejoró la disponibilidad de los equipos, logrando que el promedio siempre esté por encima del 90%. Además, los tiempos de reparación se redujeron en un 20% y el número de reprogramaciones de actividades de mantenimiento disminuyó en un 25%.

Tabla de contenidos

Introducción.....	9
Capítulo 1 Estado del arte	10
1.1 Introducción	10
1.1.1 Contexto y antecedentes	10
1.1.2 Justificación de la investigación	11
1.1.3 Objetivo general	12
1.1.4 Objetivos específicos	12
1.2 Marco Teórico	12
1.2.1 Conceptos básicos de mantenimiento.....	12
1.2.2 Cultura de mantenimiento	18
1.2.3 Gestión de activos	19
1.2.4 Gestión de riesgos	21
1.2.5 Ciclo de vida de un activo	26
Capítulo 2 Identificación de situaciones críticas e implementación de indicadores	28
2.1 Identificación de situaciones críticas	28
2.1.1 Deficiencia en la identificación de la ubicación de los equipos	30
2.1.2 Falta de herramientas adecuadas.....	36
2.1.3 Falta de stock de repuestos y consumibles	38
2.1.4 Falta de una buena área de trabajo	41
2.1.5 Falta de un buen programa y control de mantenimiento.....	43
2.2 Determinación de los indicadores de mantenimiento	52
2.2.1 Disponibilidad	52
2.2.2 Porcentaje de mantenimiento planificado	53
2.2.3 Índice de cumplimiento de mantenimiento preventivo	53
2.3 Implementación de indicadores de mantenimiento.....	53
2.3.1 Disponibilidad	53
2.3.2 Porcentaje de mantenimiento planificado	57
2.3.3 Índice de cumplimiento de mantenimiento preventivo	58
2.4 Resultados obtenidos.....	59
2.4.1 Índice de disponibilidad	59
2.4.2 Índice de porcentaje de mantenimiento planificado	60
2.4.3 Índice de cumplimiento de mantenimiento preventivo	61
2.5 Análisis y discusión de resultados	63
2.5.1 Impacto de las hojas de cálculo en la implementación de los indicadores	63
2.5.2 Comportamiento de los indicadores	64
2.5.3 Balance económico.....	66
Conclusiones.....	68
Recomendaciones	70
Referencias.....	71
Apéndices	73
Apéndice A. Cumplimiento de la programación semanal de mantenimiento del mes de enero del 2023	73
Apéndice B. Cumplimiento de la programación semanal de mantenimiento del mes de marzo del 2023	74

Apéndice C. Cumplimento de la programación semanal de mantenimiento del mes de abril del 2023.....	75
Apéndice D. Cumplimento de la programación semanal de mantenimiento del mes de mayo del 2023.....	76
Apéndice E. Cumplimento de la programación semanal de mantenimiento del mes de junio del 2023.....	77
Apéndice F. Cumplimento de la programación semanal de mantenimiento del mes de julio del 2023.....	78
Apéndice G. Cumplimento de la programación semanal de mantenimiento del mes de agosto del 2023.....	79
Apéndice H. Cumplimento de la programación semanal de mantenimiento del mes de setiembre del 2023.....	80
Apéndice I. Cumplimento de la programación semanal de mantenimiento del mes de octubre del 2023.....	81
Apéndice J. Cumplimento de la programación semanal de mantenimiento del mes de noviembre del 2023.....	82
Apéndice K. Cumplimento de la programación semanal de mantenimiento del mes de diciembre del 2023.....	83



Introducción

IIRSA Norte es una empresa concesionaria encargada de la administración, operación y mantenimiento del Corredor Vial Interoceánico Norte, una de las principales vías de transporte en Perú. Esta concesión forma parte de la Iniciativa para la Integración de la Infraestructura Regional Suramericana (IIRSA), un ambicioso proyecto impulsado por los países sudamericanos con el objetivo de mejorar y modernizar la infraestructura de transporte y comunicación en la región.

La empresa IIRSA Norte ha sido fundamental en la transformación de este corredor vial, implementando mejoras significativas en la infraestructura existente, incluyendo la construcción y mantenimiento de puentes, túneles, carreteras y sistemas de seguridad vial. Estas mejoras han resultado en una reducción considerable en los tiempos de viaje y en una mayor seguridad para los usuarios.

Dado que la empresa cuenta con una amplia variedad de equipos necesarios para los trabajos de mantenimiento, operación y construcción del corredor vial, es de vital importancia asegurar que los equipos estén disponibles y en óptimas condiciones para realizar trabajos. Por esta razón, surge la necesidad de implementar una serie de indicadores que permitan mejorar el plan de mantenimiento preventivo de IIRSA Norte.

El desarrollo de este trabajo se encuentra dividido en dos capítulos. El primer capítulo abarca el marco teórico necesario para implementar estos indicadores de desempeño. El segundo capítulo comprende las herramientas empleadas para implementar estos indicadores, así como los resultados obtenidos a partir de su aplicación.

Finalmente, se presentan las conclusiones y las recomendaciones.

Capítulo 1

Estado del arte

1.1 Introducción

En un entorno empresarial que es cada vez más competitivo y globalizado, la eficiencia operativa se ha convertido en un factor fundamental para la supervivencia y el éxito de las organizaciones. Una parte fundamental de esta eficiencia radica en la gestión adecuada del mantenimiento de los activos. En este contexto, el mantenimiento preventivo se ha convertido en una estrategia esencial para garantizar la operatividad y prolongar la vida útil de los equipos.

En una variedad de sectores, las estrategias de mantenimiento preventivo han demostrado ser efectivas para reducir costos y aumentar la disponibilidad de los activos. Este método mejora la planificación operativa y el uso de recursos, al prevenir fallas mecánicas. En el Perú, se han realizado diversas investigaciones que han analizado la eficacia de los programas de mantenimiento preventivo en varios entornos comerciales.

Sin embargo, a pesar de los beneficios ampliamente reconocidos del mantenimiento preventivo, existen desafíos significativos en su implementación efectiva. Estos desafíos incluyen la diversidad de los activos, la disponibilidad de herramientas y repuestos y el nivel de conocimiento técnico del personal encargado del mantenimiento.

La empresa IIRSA Norte, con una flota variada de 128 equipos, se enfrenta a problemas similares que afectan la eficiencia de su programa de mantenimiento preventivo.

La presente investigación se enfoca en mejorar el programa de mantenimiento preventivo existente en IIRSA Norte mediante la implementación de indicadores de desempeño específicos. Estos permitirán evaluar de manera precisa y objetiva la eficacia de las actividades de mantenimiento y ayudarán a identificar actividades de mejora continua. Además, se explorará la influencia de las tareas rutinarias en los tiempos de reparación de los equipos, con la finalidad de optimizar las prácticas de mantenimiento y reducir los tiempos de inactividad.

En resumen, esta investigación no sólo contribuirá a la mejora operativa de IIRSA Norte, sino que también proporcionará un modelo replicable para otras empresas que enfrentan desafíos similares en la gestión de sus programas de mantenimiento preventivo.

1.1.1 Contexto y antecedentes

En la actualidad, la estrategia de mantenimiento preventivo se encuentra implementada en la mayoría de grandes y medianas empresas, lo que permite tener distintos modelos de aplicación según el sector al que está dirigido, como muestra de ellos se tiene los siguientes trabajos de investigación.

Figura 14*Nuevo taller del frente 1, Piura**Nota. Foto frontal de taller Piura.*

2.1.5 Falta de un buen programa y control de mantenimiento.

2.1.5.1 Descripción del problema. La falta de un software especializado para la gestión de mantenimiento en IIRSA Norte dificultaba la adecuada planificación, control y seguimiento de las actividades programadas. El control de los mantenimientos se limitaba al uso de una plantilla sencilla en Excel, donde se registraban manualmente datos como el horómetro del equipo, el tipo y horómetro del próximo mantenimiento, y las horas restantes para el mantenimiento.

Estos registros resultaban insuficientes para realizar una planificación de los mantenimientos de los equipos. Además, la introducción manual de datos aumentaba significativamente la probabilidad de errores en la programación.

Tampoco se contaba con archivos o plantillas adicionales para monitorear el cumplimiento de las actividades planificadas o registrar trabajos adicionales al mantenimiento, como los correctivos de los equipos y la medición de neumáticos. Estas funciones son importantes para una planificación de actividades en los equipos y para reducir la probabilidad de paradas adicionales o duplicidad de trabajos.

En la figura 15 se muestra la plantilla en Excel que se tenía para realizar la planificación de los mantenimientos.

Figura 15

Plantilla antigua de acompañamiento de planificación de mantenimientos

 ACOMPANAMIENTO DE PLANIFICACIÓN DE MANTENIMIENTO DOC. REF. MN-SGC-003- OPOS Versión: 3 Fecha: 22/09/2020									
CODIGO	DESCRIPCIÓN	HOROMETRO ACTUAL			PL		22/12/2020		
		A	B	C	PLANO	HOROM C	A VENCER		
18.460.0LA	CAMION TRACTO REMOLCADOR SCANIA G460 A6X4 453HP	0	11512.0	11512	0250R	11636	124		
17.360.02N	CAMION VOLQUETE SEMIROQUERO SCANIA P124CB6X4N2360 15M3	0	25715.8	25715.8	1000A	25905	189.2		
17.360.05N	CAMION VOLQUETE SEMIROQUERO SCANIA CB6X4 P360 15M3	0	27198.4	27198.4	0500R	27417	218.6		
17.360.10N	CAMION VOLQUETE SEMIROQUERO SCANIA CB6X4 P360 15M3	0	26471.0	26471	0250R	26389	223.9		
17.360.12N	CAMION VOLQUETE SEMIROQUERO SCANIA P124CB6X4N2360 15M3	0	27260.1	27260	0500R	27484			
17.360.13N	CAMION VOLQUETE SEMIROQUERO SCANIA P124CB6X4N2360 15M3	0	26450.6	26450.6	0250R	26408			
17.360.14N	CAMION VOLQUETE SEMIROQUERO SCANIA P124CB6X4N2360 15M3	0	26339.1	26339	0250R	26267			
17.360.16N	CAMION VOLQUETE SEMIROQUERO SCANIA P124CB6X4N2360 15M3	0	27163.9	27163.9	0250R	27353.3	189.4		
17.420.02N	CAMION VOLQUETE MEDIA CAÑA SCANIA P420 98SP6K400C 16M3	0	24140.1	24140.1	0250R	24325	184.9		
17.420.03N	CAMION VOLQUETE MEDIA CAÑA SCANIA P420 98SP6K400C 16M3	0	27019.0	27033	0250R	27283	250		
17.420.04N	CAMION VOLQUETE MEDIA CAÑA SCANIA P420 98SP6K400C 16M3	0	26747.3	26747	1000A	26963	215.7		
17.360.11N	CAMION VOLQUETE SEMIROQUERO SCANIA P124CB6X4N2360 15M3	0	26621.2	26621.2	1000A	26872	250.8		
17.420.01N	CAMION VOLQUETE MEDIA CAÑA SCANIA P420 98SP6K400C 16M3	23545	242.6	23788	2000A	24035	247.4		
17.220.0LC	CAMION VOLQUETE SUELO VOLKSWAGEN 17.220 4X2 6M3	0	10441.6	10442	0250R	10406.5			
17.220.0LA	CAMION VOLQUETE SUELO VOLKSWAGEN 17.220 4X2 6M3	0	8782.4	8782.4	0250R	8917	134.6		
17.220.0LB	CAMION VOLQUETE SUELO VOLKSWAGEN 17.220 4X2 6M3	0	13316.1	13316.1	0250R	13391	74.9		
16.091.0LA	CAMION GRUA LIVIANA VOLKSWAGEN 9.150 / 2RYND1 - U.P. POMAHUACA	0	4726.5	4726.5	0250R	4727.4	0.9		
16.091.0LB	CAMION GRUA LIVIANA VOLKSWAGEN 9.150 / 2RYND1 - U.P. PEDRO RUIZ	0	5452.6	5453	0500R	5447			
16.091.0LC	CAMION GRUA LIVIANA VOLKSWAGEN 9.150 - U.P. CHULUCANAS	5969.7	1139.3	7109.0	1000A	7162.4	53.4		
Equipos Propios		Minibus y Camionetas							

Nota. Tomada del programa de planificación de mantenimientos del año 2020 en IIRSA Norte.

2.1.5.2 Impacto. Entre los principales impactos negativos observados se encontró:

- Debido a que el registro de todos los datos era ingresado de forma manual en la plantilla en Excel, la programación de mantenimiento estaba expuesta a una alta frecuencia de errores de digitación. Estos errores llevaban a programaciones de mantenimiento imprecisas, con omisiones de tareas esenciales y/o duplicación de actividades, lo que comprometía la eficiencia y efectividad de las actividades de mantenimiento.
- La programación incorrecta del mantenimiento en IIRSA Norte, resultado de errores en la entrada manual de datos, llevaba a un cuidado insuficiente de los equipos. Esto aceleraba su desgaste y deterioro, reduciendo su vida útil efectiva.
- La digitación manual en la programación de mantenimiento en IIRSA Norte consumían una cantidad significativa de tiempo y recursos para el planner de equipos, quien debía dedicarse a la actualización de datos, verificación y corrección de errores.
- Debido a la falta de un control y seguimiento en las actividades programadas, existía un alto riesgo de duplicación de trabajos de mantenimiento y paradas adicionales, lo que resultaba en un uso ineficiente de recursos y tiempo.
- La falta de un registro de actividades adicionales al mantenimiento de equipos dificultaba una buena planificación de las tareas necesarias para mantener operativos los equipos. Esto provocaba paradas adicionales o que los equipos queden inoperativos debido a fallos que no fueron atendidos a tiempo.

- No existía un indicador que mostrara el estado actual del programa de mantenimiento del área de equipos ni la eficiencia de este, lo que impedía evaluar y mejorar continuamente como área.

2.1.5.3 Mejoras. A continuación, se detalla una serie de mejoras que se implementaron:

- Se modificó la plantilla existente en Excel para generar las programaciones de mantenimiento. Esta nueva plantilla recopila los horómetros diarios recolectados por los abastecedores de combustible y los organiza en tablas dinámicas. A partir de estas tablas, se extraen datos como el horómetro o kilometraje actual, la fecha del horómetro o kilometraje, la tasa de uso diario, entre otros. Con la ayuda de estos datos y el registro del horómetro o kilometraje del último mantenimiento ejecutado, es posible proyectar el próximo mantenimiento, calcular las horas o kilómetros faltantes y estimar una fecha tentativa para el próximo mantenimiento basado en la tasa de uso diario.

En la figura 16 se muestran los datos de la pestaña “ABASTECIMIENTO” que se obtienen del reporte de abastecimiento de combustible de los equipos de toda la concesión vial, los cuales son enviados por los controladores al área de equipos. De este reporte se extraerán los datos de las columnas A, C y D los cuales nos permitirán generar tablas dinámicas con las fechas y el horómetro/kilometraje de los equipos.

Figura 16

Hoja en Excel del reporte de abastecimiento de combustible de los equipos

A	B	C	D	E	F	G	H
Fecha	CISTERNA SIN VALL	CÓDIGO	HORÓMETRO	H. ABASTECIMIENTO	GALONES	Operador / Nombre	Placa
23/06/2024	CISTERNA SIN VALL N°04/MICKE ARCE	32.323.NC1	1625.3	07:20:00	55.0	CARLOS SINARAHUA	EXC
23/06/2024	CISTERNA SIN VALL N°04/MICKE ARCE	61.211.RD1	187.4	07:25:00	32.0	ALEJANDRO DIAZ	RODILLO
23/06/2024	CISTERNA SIN VALL N°04/MICKE ARCE	01.140.OI1	4786.9	07:30:00	36.0	REIDER CALDERON	M/N
23/06/2024	CISTERNA SIN VALL N°04/MICKE ARCE	66.132.TR2	8849	07:35:00	11	ROGER ALARCON	BVK-563
23/06/2024	CISTERNA SIN VALL N°04/MICKE ARCE	09.380.RD1	7892.5	07:40:00	54.0	ARGOS PIPA	
23/06/2024	CISTERNA SIN VALL N°04/MICKE ARCE	17.410.OIW	13038.0	07:45:00	36.0	CARLOS DOMINGUEZ	ACK-870
23/06/2024	CISTERNA SIN VALL N°04/MICKE ARCE	17.410.OIP	9409.0	07:49:00	16.0	WILLIAM MURRIETA	AHW-807
23/06/2024	CISTERNA SIN VALL N°04/MICKE ARCE	18.410.OI2	6186.0	10:45:00	86.0	ARNOL CORRALES	AKK-896
24/06/2024	CISTERNA SIN VALL N°04/MICKE ARCE	67.013.OPE	156506.0	05:48:00	12.0	BITALIO TANANTA	P4M-888
28/06/2024	CISTERNA SIN VALL N°04/MICKE ARCE	67.013.OPN	202286	05:49:00	8.5	FIDEL CARRUJULCA	P4M-903
24/06/2024	CISTERNA SIN VALL N°04/MICKE ARCE	67.013.IFB	43265.0	05:58:00	11.0	MANUEL PAREDES	MTZ-710
24/06/2024	CISTERNA SIN VALL N°04/MICKE ARCE	01.140.OI1	4791.8	07:28:00	30.0	REIDER CALDERON	M/N
24/06/2024	CISTERNA SIN VALL N°04/MICKE ARCE	17.410.OIP	9413.0	07:36:00	20.0	WILLIAM MURRIETA	AHW-807
24/06/2024	CISTERNA SIN VALL N°04/MICKE ARCE	14.350.CMA	2461.5	03:05:55:56	23	LUCAS PINEDO	BRG-931
24/06/2024	CISTERNA SIN VALL N°04/MICKE ARCE	17.410.OIW	13042.0	07:40:00	20.0	CARLOS DOMINGUEZ	ACK-870
24/06/2024	CISTERNA SIN VALL N°04/MICKE ARCE	66.132.TR2	88619.0	07:59:00	12.0	ROGER ALARCON	BVK-563
24/06/2024	CISTERNA SIN VALL N°04/MICKE ARCE	17.410.OIL	13110.0	08:08:00	12.5	JULIO REYNA	AHV-797
24/06/2024	CISTERNA SIN VALL N°04/MICKE ARCE	67.028.OPD	137968.0	08:55:00	10.5	JHONY AREVALO	P35-160
24/06/2024	CISTERNA SIN VALL N°04/MICKE ARCE	15.027.LR4	160748.0	09:05:00	12.0	HECTOR BERNAL	M6N-872
24/06/2024	CISTERNA SIN VALL N°04/MICKE ARCE	67.058.OLD	590487.0	09:39:00	7.5	PERCY CARRANZA	D9K-936
24/06/2024	CISTERNA SIN VALL N°04/MICKE ARCE	67.013.JD2	144912.0	10:17:00	14.0	JACK PACHAS	BKG-759
24/06/2024	CISTERNA SIN VALL N°04/MICKE ARCE	15.250.VS1	56812	10:19:00	9	WILMER OLIVERA	BTW-819
24/06/2024	CISTERNA SIN VALL N°04/MICKE ARCE	66.132.TR1	74643.0	10:22:00	17.0	ADAN RIOJA	BVW-648
24/06/2024	CISTERNA SIN VALL N°04/MICKE ARCE	32.323.MI3	1210.8	04:40:25	87	FRANK PEREZ	
24/06/2024	CISTERNA SIN VALL N°04/MICKE ARCE	32.320.SL1	4817.2	11:02:00	80.0	ENRIQUE LOPEZ	EXC
24/06/2024	CISTERNA SIN VALL N°04/MICKE ARCE	67.013.MA2	70050	11:17:00	8	WALDEMAR DEL AGUILA	BSG-767
24/06/2024	CISTERNA SIN VALL N°04/MICKE ARCE	31.420.MA4	2415.6	11:19:00	40	ANGEL CHUQUIN VALQUI	

Nota. Tomada del programa de mantenimiento preventivo de IIRSA Norte.

En la figura 17 se muestran los datos que se tienen en la pestaña “DINAMICA”. Estos datos mostrados en la tabla dinámica se obtienen a partir de los valores extraídos del reporte de abastecimiento de combustible. De estos datos extraeremos el último horómetro/kilometraje reportado. Además, con los horómetros/kilometrajes acumulados podremos hacer un cálculo promedio de la tasa de uso diario de los equipos.

Figura 17

Tabla dinámica generada a partir del reporte de abastecimiento de combustible

A	B	D	E	F	G	H	I	K	DU
Máx. de HORÓMETRO	Etiquetas de columna								
Etiquetas de fila	Y (en blanco)	23/06/2024	24/06/2024	22/06/2024	25/06/2024	26/06/2024	27/06/2024		ULTIMO HRS/KM
01.140.CS7			5790		5799.5				5799.5
01.140.OH		4786.9	4791.8		4798.7				4798.7
06.200.OE1					3346				3346
06.200.SE1					4130				4130
09.062.OH					12302.3	12310.8			12310.8
09.180.TR1			5808.1		5818.1				5818.1
09.246.AL2			4441.4						4441.4
09.246.AL4			7344.7		7354.1	7362.6			7362.6
09.246.DS2					4073.2				4073.2
09.246.ED1			2329.3		2337.5				2337.5
09.262.SL1			9262.4		9272.8				9272.8
09.380.RD1		7892.5			7904.8				7904.8
09.950.CO1					5192.7				5192.7
09.950.GS1					4830.2				4830.2
09.950.GS2			5010.1		5022				5022
09.962.BA1			161.8		171.3				171.3
12.310.OE1			7621						7621
13.220.OH					9839.5				9839.5
14.020.4CT						5695.6			5695.6
14.020.6CT			6893.5						6893.5
14.310.OH			15334						15334
14.310.OH4					9737				9737
14.350.CMA			2461.5						2461.5
15.027.ALB			123176			123521			123521
15.027.DG1			53474						53474

Nota. Tomada del programa de mantenimiento preventivo de IIRSA Norte.

En la figura 18 se muestran los datos contenidos en la pestaña "RESUMEN". En la columna A, está la lista detallada de los equipos propios de la empresa, junto con sus respectivos códigos asignados. Estos códigos son cruciales para el seguimiento y control eficiente del mantenimiento preventivo, permitiendo una identificación rápida y precisa de cada equipo.

La columna B, contiene una descripción de cada equipo, lo que facilita la identificación de la familia o categoría a la que pertenece, como volquetes, camionetas, o torres de iluminación, entre otros. La columna C, muestra el último horómetro reportado, un dato clave que permite monitorear su utilización, y finalmente la columna D contiene la fecha en que se registró esta lectura.

Figura 18

Lista de equipos para control y planificación de mantenimientos

A	B	C	D
EQUIPO	DESCRIPCION	HOROMETRO	FECHA
15.038.OPA	CAMION FURGON	93226	24/06/2024
16.091.OLA	CAMIÓN GRÚA LIVIANA VOLKSWAGEN 9.150 / 2RYND1 - U.P POMAHUACA	8291.2	25/06/2024
16.091.OLB	CAMIÓN GRÚA LIVIANA VOLKSWAGEN 9.150 / 2RYND1 - U.P PEDRO RUIZ	9437.4	24/06/2024
16.091.OLC	CAMIÓN GRÚA LIVIANA VOLKSWAGEN 9.150 - U.P. CHULUCANAS	5722.7	24/06/2024
16.091.OLD	CAMIÓN GRÚA LIVIANA VOLKSWAGEN 9.150 - U.P MOYOBAMBA	7778.5	26/06/2024
16.091.OLE	CAMIÓN GRÚA LIVIANA VOLKSWAGEN 9.150 - U.P PONGO	6800.7	25/06/2024
16.250.OLB	CAMION GRUA PESADA VOLKSWAGEN/ 17.250E U.P MOYOBAMBA	2824.4	26/06/2024
16.250.OLC	CAMION GRUA PESADA VOLKSWAGEN/ 17.250E U.P PEDRO RUIZ	903.4	24/06/2024
16.250.OLD	CAMION GRUA VOLKSWAGEN/ZACKLIFT 17.250E - U.P POMAHUACA	3554.2	25/06/2024
16.250.OLE	CAMION GRUA VOLKSWAGEN 17.250 E - U.P. CHULUCANAS	5297.9	26/06/2024
17.220.OLA	CAMION VOLQUETE SUELO VOLKSWAGEN 17.220 4X2 6M3	11650.4	25/06/2024
17.220.OLB	CAMION VOLQUETE SUELO VOLKSWAGEN 17.220 4X2 6M3 (81)	18943.1	25/06/2024
17.220.OLC	CAMION VOLQUETE SUELO VOLKSWAGEN 17.220 4X2 6M3	14545.1	24/06/2024
17.360.02N	CAMIÓN VOLQUETE SEMIROQUERO SCANIA P124CB6X4NZ360 15M3	29643.6	26/06/2024
17.360.10N	CAMION VOLQUETE SEMIROQUERO SCANIA CB6X4 P360 15M3	30080.4	25/06/2024
17.360.11N	CAMIÓN VOLQUETE SEMIROQUERO SCANIA P124CB6X4NZ360 15M3	30690.9	26/06/2024
17.360.13N	CAMIÓN VOLQUETE SEMIROQUERO SCANIA P124CB6X4NZ360 15M3 // BAGUA	31183.1	25/06/2024
17.360.14N	CAMIÓN VOLQUETE SEMIROQUERO SCANIA P124CB6X4NZ360 15M3	31959.3	25/06/2024
17.360.16N	CAMIÓN VOLQUETE SEMIROQUERO SCANIA P124CB6X4NZ360 15M3	32496	25/06/2024
17.420.03N	CAMIÓN VOLQUETE MEDIA CAÑA SCANIA P420 9BSP6X400C 16M3	3035.1	25/06/2024
17.420.04N	CAMIÓN VOLQUETE MEDIA CAÑA SCANIA P420 9BSP6X400C 16M3	31653.4	24/06/2024
18.460.OLA	CAMION TRACTO REMOLCADOR SCANIA G460 A6X4 453HP	14619	24/06/2024
19.033.OLK	GENERADOR ELECTRICO DE 33.50 U.P. PONGO	1508.9	25/06/2024

Nota. Tomada del programa de mantenimiento preventivo de IIRSA Norte.

Finalmente, en la figura 19 se muestra la plantilla generada para la programación de mantenimientos, la cual se alimenta con información mencionada en cada de una las pestañas anteriores.

Los valores de las columnas H, I y J se obtienen de la pestaña de tabla “RESUMEN” y la pestaña DINAMICA.

De esta plantilla generada, los únicos valores que se digitan de forma manual son los valores de las columnas L y M. mientras que los valores de las columnas N y O se calculan de forma automática en base al último mantenimiento registrado y al horómetro/kilometraje reportado.

Figura 19

Plantilla en Excel para seguimiento de mantenimientos

ACOMPANAMIENTO DE PLANIFICACIÓN EQUIPOS IIRSA NORTE										
UA	PLACA	DESCRIPCION	UBICACION	FECHA ACTUAL	HRS ACTUAL	TASA USO	ULTIMO PM	HRS ULTIMO PM	PROXIMO PM	HRS FALTANTES
67.013.OPA	P4M-883	CAMIONETA PICK UP TB JAC	PIURA	20/06/2024	194891.0	240	195000	194890	200000	5229
67.013.OPC	P4M-829	CAMIONETA PICK UP TB JAC	TARAPOTO	28/06/2024	138972.0	186	139000	139112	140000	862
67.013.OPI	P4M-895	CAMIONETA PICK UP TB JAC	TARAPOTO	25/06/2024	148217.0	215	145000	148200	150000	1568
67.013.OPI	P4M-893	CAMIONETA PICK UP TB JAC	PUCARA - 81 - CHAMAYA	28/06/2024	192879.0	243	190000	189945	195000	1882
67.013.OPE	P4M-888	CAMIONETA PICK UP TB JAC	TARAPOTO	28/06/2024	157597.0	206	155000	155100	160000	2197
67.013.OPN	P4M-903	CAMIONETA PICK UP TB JAC	TARAPOTO	28/06/2024	202286.0	234	200000	200180	205000	2480
67.013.OPM	P4M-920	CAMIONETA PICK UP TB JAC	PIURA	26/06/2024	142081.0	200	140000	140200	145000	2719
67.013.OPK	P4M-897	CAMIONETA PICK UP TB JAC	BAGUA	24/06/2024	166892.0	245	165000	165045	170000	2863
67.013.OPI	P4M-892	CAMIONETA PICK UP TB JAC	BAGUA	28/06/2024	146796.0	222	145000	145098	150000	2982
67.013.OPI	P4M-891	CAMIONETA PICK UP TB JAC	PIURA	24/06/2024	186085.0	215	180000	186110	191000	4700
67.013.OPO	P4M-919	CAMIONETA PICK UP TB JAC	BAGUA	28/06/2024	144891.0	212	145000	144860	150000	4897
67.013.OPI	P4M-855	CAMIONETA PICK UP TB JAC	TARAPOTO	28/06/2024	199880.0	198	200000	200009	205000	4922
67.013.OPI	P4M-894	CAMIONETA PICK UP TB JAC	TARAPOTO	25/06/2024	159648.0	244	160000	160200	165000	5113
67.013.OPI	P4M-826	CAMIONETA PICK UP TB JAC	PIURA	24/06/2024	179617.0	217	180000	180000	185000	5166
67.013.OPL	P4M-896	CAMIONETA PICK UP TB JAC	TARAPOTO	26/06/2024	129488.0	223	130000	130040	135000	5339
67.028.OPB	P35-299	COMBI SUNRAY JAC	CHAMAYA	27/06/2024	124516.0	138	120000	119994	125000	346
67.028.OPB	P35-500	COMBI SUNRAY JAC	PAITA	24/06/2024	119500.0	174	115000	115000	120000	326
67.028.OPT	P35-300	COMBI SUNRAY JAC	POMACOCAS / PEDRO RUIZ	27/06/2024	88982.0	165	85000	85000	90000	853
67.028.OPO	P35-160	COMBI SUNRAY JAC	TARAPOTO	27/06/2024	138534.0	205	135000	135150	140000	1261

Nota. Tomada del programa de mantenimiento preventivo de IIRSA Norte.

- También se generó una plantilla que registra todas las observaciones reportadas en los checklists de los equipos, detallando la observación reportada, el equipo al que pertenece, su criticidad, el frente de trabajo correspondiente y la fecha estimada de corrección. Esto se ha realizado con la finalidad de identificar qué observaciones son más urgentes de resolver y cuáles pueden ser programadas con anticipación, al mismo tiempo que se tiene un registro de las observaciones que los equipos están reportando.

En la tabla 4 se muestra un resumen de las observaciones de la flota de grúas que se digitan en la plantilla en Excel llamada seguimiento de observaciones, estas observaciones son reportadas en los check list de operación por parte de los conductores, estos check list son enviados mediante correo electrónico por el centro de control de operaciones (CCO) hacia el área de equipos. Esta plantilla resumen incluye la criticidad de las observaciones, el equipo al que pertenecen, su ubicación, el frente de trabajo del equipo, el estado actual de las observaciones, si han sido subsanadas o no, y la fecha límite tentativa para corregir dichas observaciones.

Tabla 4*Plantilla en Excel para seguimiento de observaciones*

EQUIPO	EQUIPO	OBSERVACIÓN	UBICACIÓN	PRIORIDAD	ESTADO	FRENTE	FECHA LIMITE
16.091.OLA	GRÚA REMOLQUE	CAMBIO DE SOPORTES DE MOTOR	POMAHUACA	URGENTE	LEVANTADO	FRENTE 2	
16.091.OLA	GRÚA REMOLQUE	EVALUACIÓN DE QUIÑE EN PARABRISAS DELANTERO	POMAHUACA	MEDIA	PENDIENTE	FRENTE 2	15/04/2024
16.091.OLA	GRÚA REMOLQUE	CAMBIO DE FAROS PIRATAS DELANTEROS RH Y LH	POMAHUACA	URGENTE	PENDIENTE	FRENTE 2	15/04/2024
16.091.OLC	GRÚA REMOLQUE	CORRECCIÓN DE FUGA DE HIDROLINA	CHULUCANAS	URGENTE	PENDIENTE	FRENTE 1	24/04/2024
16.091.OLC	GRÚA REMOLQUE	EVALUACIÓN DE QUIÑE EN PARABRISAS DELANTERO	CHULUCANAS	MEDIA	PENDIENTE	FRENTE 1	15/04/2024
16.091.OLC	GRÚA REMOLQUE	MANTENIMIENTO DE ARRANCADOR	CHULUCANAS	MEDIA	PENDIENTE	FRENTE 1	17/04/2024
16.091.OLD	GRÚA REMOLQUE	EVALUACIÓN DE SISTEMA DE EMBRAGUE	MOYOBABA	URGENTE	PENDIENTE	FRENTE 3	15/04/2024
16.091.OLD	GRÚA REMOLQUE	CAMBIO DE FARO RH	MOYOBABA	MEDIA	PENDIENTE	FRENTE 3	15/04/2024
16.091.OLD	GRÚA REMOLQUE	IMPLEMENTAR CADENA DE RESCATE	MOYOBABA	MEDIA	PENDIENTE	FRENTE 3	15/04/2024
16.250.OLD	GRÚA REMOLQUE	REPARACIÓN DE MELLIZOS (SE BAJAN)	POMAHUACA	URGENTE	LEVANTADO	FRENTE 2	
16.250.OLD	GRÚA REMOLQUE	REPARACIÓN DE TUBO DE ESCAPE	POMAHUACA	URGENTE	LEVANTADO	FRENTE 2	
16.250.OLD	GRÚA REMOLQUE	CAMBIO DE TERMINALES DE DIRECCIÓN	POMAHUACA	URGENTE	PENDIENTE	FRENTE 2	15/04/2024
16.250.OLE	GRÚA REMOLQUE	CORRECCIÓN DE FUGA HIDRÁULICA POR PISTONES	CHULUCANAS	URGENTE	LEVANTADO	FRENTE 1	

Nota. Extracto de plantilla general de seguimiento de observaciones.

- También se generó la plantilla seguimiento de medición de neumáticos la cual se desarrolló para registrar periódicamente las medidas de los neumáticos de los equipos. Con este registro, se pueden alertar a tiempo sobre el estado de los neumáticos y saber cuáles están próximos a cambiarse. Esto evita paradas imprevistas debido a un mal control de neumáticos y permite que los equipos operen de manera más segura y eficiente.

La tabla 5 presenta la plantilla en Excel creada para el seguimiento y control del estado de los neumáticos de las unidades. En este caso específico, se muestra el seguimiento de los neumáticos de las combis JAC. Según las políticas internas de mantenimiento de IIRSA Norte, la medida mínima para iniciar el cambio de neumáticos es de 3 mm. Un neumático se considera en estado regular cuando su medida está entre 3.1 y 5.4 mm, y se considera en buen estado cuando está entre 5.5 y 8 mm.

Tabla 5
Plantilla en Excel para la medición de neumáticos

CÓDIGO	POS 1	POS 2	POS 3	POS 4	POS 5	POS 6	POS 7	MAL	REG	BUENO	FRENTE	FECHA MED
67.028.OPB	8	8	4.5	5	4	8	4	0	4	3	FRENTE 1	17/05/2024
67.028.OPC	8	8	4	6	4	4	3	1	3	3	FRENTE 1	17/05/2024
67.028.OPD	6	6	6.8	6.8	6	6.9	7	0	0	7	FRENTE 1	17/05/2024
67.028.OPA	7	6	6	6	6	6	7	0	0	7	FRENTE 1	17/05/2024
67.028.OPP	5	4.5	4	4.5	4.5	4	3.5	0	7	0	FRENTE 1	17/05/2024
67.028.OPE	4	4	5	5	5	5	4.5	0	7	0	FRENTE 1	17/05/2024
67.028.OPQ	7	7	6	6	6	6	3.5	0	1	6	FRENTE 2	17/05/2024
67.028.OPR	8	8	5	5	3	3	5	2	3	2	FRENTE 2	17/05/2024
67.028.OPS	2.8	2.8	4.5	4.5	4.5	4.3	6	2	4	1	FRENTE 2	17/05/2024
67.028.OPN	4.5	4.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5	0	3	4	FRENTE 2	17/05/2024
67.028.OPU	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	2	1	6	0	FRENTE 2	17/05/2024
67.028.OPL	4	4	3.5	4	4	4		0	6	0	FRENTE 2	17/05/2024
67.028.OPT	4.2	4	4.5	4.5	4.3	4.3	4	0	7	0	FRENTE 2	17/05/2024
67.028.OPI	4.5	4.5	4.5	4.5	4.9	5	6	0	6	1	FRENTE 3	17/05/2024
67.028.OPH	8.5	8.5	3	3.5	6	6	7	1	1	5	FRENTE 3	17/05/2024
67.028.OPG	2.5	2.5	2.5	3.5	2.5	2.5	5	5	2	0	FRENTE 3	17/05/2024
67.028.OPF	5	5	3	3	8	6	4	2	3	2	FRENTE 3	17/05/2024
67.028.OPI	4	4	5	5	5	5	4	0	7	0	FRENTE 3	17/05/2024
67.028.OPO	5	5	2	2	5	5	5	2	5	0	FRENTE 3	17/05/2024
67.028.OPV	4	3	2	2	4	4	3	4	3	0	FRENTE 3	17/05/2024
67.028.OPM	6	6	4	4	4	4	8	0	4	3	FRENTE 3	17/05/2024
67.028.OPK	8	8	8	8	8	8	8	0	0	7	FRENTE 3	17/05/2024

Nota. Tabla resumen del control de los neumáticos para la flota de combis y camionetas JAC

Para el seguimiento y control se creó una plantilla específica en Excel para plasmar las programaciones semanales de mantenimiento. En esta plantilla, que se actualiza semanalmente, se colocan las observaciones reportadas en los check list, el cambio de neumáticos, en caso se requiera, y los mantenimientos preventivos programados. Estos datos se comunican por correo a los usuarios de los equipos que son programados y se comparte con los asistentes del área equipos de los tres frentes de trabajo, quienes se aseguran del seguimiento y cumplimiento de estas actividades. Gracias a la creación de esta plantilla, también se pudieron implementar dos indicadores, que son el porcentaje de mantenimiento planificado (PMP) y el índice de cumplimiento de mantenimiento preventivo (PMC). Los cuales ayudarán a medir qué tan eficiente es el programa de mantenimiento en IIRSA Norte y qué mejoras se están implementando en el área de equipos para aumentar la eficiencia operativa y mitigar los impactos negativos previamente identificados.

En la figura 20, se presenta el plan de mantenimiento preventivo semanal generado para la flota de equipos mayores, en esta programación se incluyen los correctivos adicionales que necesitan los equipos, así como también la ubicación de los equipos, el horómetro o kilometraje actual, la fecha de programación y el tiempo estimado de duración de los trabajos programados.

Figura 20

Plantilla en Excel del seguimiento de trabajos planificados

								PLAN SEMANAL DE MANTENIMIENTO				
CÓDIGO EQUIPO	FLOTA	TIPO/EQUIPO / ACTIVIDAD	UBICACIÓN	HORÓMETRO ACTUAL	HORAS FALTANTES	FECHA DE EJECUCIÓN	DURACIÓN (HRS)	Días de la semana				
								dom	lun	mar	mié	jue
JAGUCL01	Grúa Mini	PMA 250	UPPERO PRAZ	835.1	15.1	11/06/2024	2	11/06/2024				
AGUCL02	TORRE DE ILUMINACIÓN	PMA 2000	BAGUA	4056.52	42.5	11/06/2024	5	11/06/2024	11/06/2024			
AGUCL03	GENERADOR ELECTRO	PMA 1000	UPPATA	1915.2	24.2	11/06/2024	6	11/06/2024				
AGUCL04	GENERADOR ELECTRO	PMA 1000	UPUTUBANBA	2089.9	42.1	12/06/2024	6			11/06/2024		
JAGUCL05	Grúa Mini	PMA 250	UPUTUBANBA	769.9	44.1	12/06/2024	2			11/06/2024		
AGUCL06	GENERADOR ELECTRO	PMA 250	UPUTUBANBA	2335.2	64.2	12/06/2024	2			11/06/2024		
JAGUCL07	Grúa Mini	PMA 250	UPPONGO	674.5	28.5	12/06/2024	2					
JAGUCL08	Grúa pesada	PMA 250	UPPONGO	208.7	50.7	12/06/2024	2				11/06/2024	
JAGUCL09	Grúa Mini	PMA 250	UPPONGUAGA	83.5	42.5	11/06/2024	2					11/06/2024

Nota: Imagen tomada del programa semanal de trabajos planificados.

- Se ha implementado un proceso de actualización y revisión semanal para las nuevas plantillas de mantenimiento. Esta tarea es responsabilidad principal del planner de equipos, quien se asegura que las plantillas se mantengan actualizadas y contengan información precisa y actual.
- Se han implementado controles de verificación en las plantillas de Excel para revisar y validar la información ingresada. Estos controles resaltan en rojo cualquier dato que no esté dentro de los valores establecidos, alertando sobre posibles errores. Este sistema garantiza que la programación de mantenimiento se base en información precisa y confiable.
- Se ha capacitado a los asistentes y encargados del área de equipos mediante reuniones en Microsoft Teams, videos explicativos y una serie de instructivos en PDF. En estas capacitaciones se ha tratado de detallar paso a paso cómo alimentar las plantillas y qué valores se deben tener cuidado al momento de ingresar. El objetivo de estas capacitaciones es asegurar que todo el personal adquiera las habilidades necesarias para utilizar las nuevas plantillas implementadas y se familiaricen completamente con ellas.
- El área de equipos ha decidido implementar una serie de indicadores de desempeño (KPIs) con la finalidad de establecer parámetro medibles y criterios para la toma de decisiones, estos indicadores se explicarán más adelante en el punto 2.2

2.2 Determinación de los indicadores de mantenimiento

En esta sección se explican los criterios que se tomaron en cuenta para determinar qué indicadores clave se utilizarán para mejorar el programa de mantenimiento en la empresa IIRSA Norte.

Estos indicadores fueron seleccionados de una variedad de opciones (OptimoRoute, 2024) con el propósito de medir objetivos tanto a corto como a largo plazo. Además, permitieron evaluar el tiempo de respuesta en las atenciones proporcionadas por el área de equipos, la efectividad de las estrategias de mantenimiento preventivo y correctivo, el cumplimiento de los programas de mantenimiento planificados y la reducción de los tiempos de inactividad no planificados.

Estos indicadores no sólo brindaron una visión integral del desempeño del programa de mantenimiento, sino que también sirven como herramientas para la toma de decisiones y la mejora continua de los procesos.

- Se realizó un análisis detallado del estado actual del programa de mantenimiento del área de equipo y de las herramientas disponibles para la implementación de indicadores.
- Se identificaron los datos existentes con los que se contaba, como órdenes de trabajo, historial de reparaciones, manuales, guías y otros documentos relevantes. Se evaluó la confiabilidad de esta documentación y sobre todo qué información se podría obtener a partir de ella.
- Se crearon plantillas de mantenimiento en Excel que permitan extraer la información almacenada y ver qué nueva información se podía obtener a partir de ellas.
- Se definieron los objetivos a alcanzar y los parámetros necesarios para medir el desempeño del área, asegurando que los indicadores estuvieran alineados con los objetivos estratégicos del área de mantenimiento y de la empresa en general.
- En base a lo anteriormente mencionado se establecieron qué indicadores se pueden implementar y las comparaciones que se podían hacer una vez implementados.
- Se involucró al personal del área de equipos para que comprendieran la importancia de los nuevos indicadores y su participación en el proceso, así como la relevancia de la información que se necesita de cada colaborador.

A continuación, se explican los indicadores seleccionados:

2.2.1 Disponibilidad

Se decidió implementar el indicador de disponibilidad por ser el más accesibles de obtener, debido al historial de información existente en las órdenes de trabajo de los equipos. Este indicador permitió medir la mejora en la gestión de mantenimiento en comparación con años anteriores.

Además, asegurar una buena disponibilidad de los equipos brinda un mejor apoyo a las demás áreas de la empresa, garantizando que sus equipos estén operativos en el menor tiempo posible para cumplir con sus operaciones sin interrupciones.

2.2.2 Porcentaje de mantenimiento planificado

Se decidió implementar el indicador de porcentaje de mantenimiento planificado porque permitirá evaluar si las horas programadas para los equipos son adecuadas y si se están cumpliendo. Este indicador asegurará una correcta gestión de las horas de intervención, respetando los tiempos establecidos en las políticas de mantenimiento y alineándose con las recomendaciones del fabricante.

También posibilitará al área de equipos informar correctamente al área usuaria sobre el tiempo estimado necesario para intervenir sus equipos, facilitando la organización y programación de sus trabajos en campo. Esto mejora la coordinación entre áreas y la eficiencia operativa global de IIRSA Norte.

2.2.3 Índice de cumplimiento de mantenimiento preventivo

Se decidió implementar el indicador de índice de cumplimiento de mantenimiento preventivo para evaluar el cumplimiento de las programaciones de los mantenimientos. Este indicador ayudará a evaluar si las tareas de mantenimiento preventivo se están cumpliendo según lo programado, contribuyendo a la prevención de fallos y al mantenimiento de la operatividad del equipo.

2.3 Implementación de indicadores de mantenimiento

A continuación, se detalla cómo se realizaron los cálculos de los indicadores seleccionados y qué criterios se van a tener en cuenta.

2.3.1 Disponibilidad

Para calcular la disponibilidad de los equipos que posee IIRSA Norte, se analizó la información de las órdenes de trabajo desde el año 2020. Esto se realizó con el objetivo de medir la disponibilidad antes y después de implementar mejoras en los puntos críticos identificados. De esta manera, se pudo obtener una visión más clara de cuánto ha mejorado el soporte brindado por el área de equipos a las unidades y evaluar la eficiencia de dichas mejoras.

Cabe mencionar que, para el cálculo de la disponibilidad, se han considerado los mantenimientos preventivos programados dentro de las horas calendario de los equipos. Esta decisión está alineada con las políticas internas de mantenimiento de la empresa, que establecen la programación anticipada de los mantenimientos preventivos con el fin de minimizar el impacto en la producción. De este modo, se busca garantizar que la disponibilidad de los equipos no se vea afectada de manera significativa por intervenciones programadas, maximizando así el tiempo de operación de los equipos.

Por el momento, la disponibilidad se calculará únicamente para los volquetes, generadores eléctricos, torres de iluminación y camiones grúa. Y se empleará la fórmula definida en el punto 1.2.1.3

$$\text{Disponibilidad} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

Las tablas 6, 7, 8 y 9 muestran la plantilla generada para calcular la disponibilidad mensual de la flota de equipos. Esta plantilla permitió calcular las horas de intervención del equipo durante los mantenimientos preventivos y correctivos, y se alimenta con la información de las órdenes de trabajo generadas por los mecánicos del área de equipos, siendo almacenada en un archivo Excel por los asistentes del área. Además, proporciona información adicional mediante el cálculo del MTBF y el MTTR. También incluye cuál es la disponibilidad esperada para los equipos, target, la cual servirá de referencia para calcular qué tan bien están los equipos en cuanto a disponibilidad.

Para calcular las horas operativas se resta a las horas calendario programadas para el equipo, las horas totales de parada (Total Down). Estas horas totales de parada se extraen del número de paradas que el equipo ha tenido durante el mes el cual se obtiene de las órdenes de trabajo.

Las horas calendario varían según la flota de equipos y se calculan en base a los días y horas de trabajo programadas de forma mensual, este dato se ingresa de forma manual, pero es un dato estandarizado.

Las horas programadas son las horas que el equipo ha parado para realizar algún mantenimiento preventivo o actividad programada durante el mes, estas horas también se extraen del registro de órdenes de trabajo.

Las horas correctivas son todas aquellas horas que el equipo ha parado por algún tema correctivo no programado o por una falla imprevista durante el mes, estas horas se extraen del registro de órdenes de trabajo.

El número de paradas correctivas y preventivas son todas aquellas paradas que ha tenido el equipo durante el mes, ya sea por actividades preventivas o correctivas no planificadas.

Las horas de totales de parada (Total Down) que ha tenido el equipo durante el mes se calculan sumando las horas programadas más las horas correctivas.

Para el cálculo del indicador MTBF y MTTR se utilizarán los conceptos definidos en el punto 1.2.1.3.

Para el cálculo de las disponibilidades de los camiones volquete se ha considerado un total de 160 horas calendario debido a que estos equipos sólo laboran un promedio de 8 horas al día y durante 5 días a la semana (de lunes a viernes).

Para el cálculo de las disponibilidades de los camiones grúa, se ha considerado un total de 660 horas calendario, operando 22 horas al día. Esto se debe a la necesidad de que estos equipos estén disponibles todos los días de la semana.

Para el cálculo de las disponibilidades de los generadores eléctricos se ha considerado un total de 360 horas, debido a que estos equipos se encuentran conectados en los peajes y siempre se tiene 2 generadores en cada uno de ellos.

Para el cálculo de las disponibilidades de las torres de iluminación se ha considerado un total de 360 horas calendario debido a que estos equipos sólo se usan en labores nocturnas.

Tabla 6

Cuadro de porcentaje de disponibilidad de camiones volquete

DISPONIBILIDAD MENSUAL EQUIPOS - IIRSA NORTE- ENERO 2023												
UA/EQUIPO	FLOTA	Horas Operativas	Horas Calendario	Horas Programadas	Horas Correctivas	# Paradas Correctivas	# Paradas Preventivas	Total Down	MTBF	MTTR	Disponibilidad	Target
17.220.01A	CAMION VOLQUETE	159	160	3	1	1	1	4	150.0	1.0	99.36%	90%
17.220.01C	CAMION VOLQUETE	156	160	3	1	1	1	4	150.0	1.0	99.36%	90%
17.220.01B	CAMION VOLQUETE	150.38	160	4.62	5	2	2	9.62	75.2	2.5	96.78%	90%
17.420.03N	CAMION VOLQUETE	155.86	160	2.14	2	2	2	4.14	77.9	1.0	98.73%	90%
17.420.01N	CAMION VOLQUETE	156.86	160	1.14	2	1	1	3.14	156.9	2.0	98.74%	90%
17.420.02N	CAMION VOLQUETE	156	160	0.5	3.5	1	1	4	156.0	3.5	97.81%	90%
17.420.04N	CAMION VOLQUETE	127.68	160	1.32	31	4	1	32.32	31.9	7.8	80.46%	90%
17.360.05N	CAMION VOLQUETE	151.43	160	6.57	2	1	1	8.57	151.4	2.0	98.70%	90%
17.360.10N	CAMION VOLQUETE	156	160	3	1	1	1	4	156.0	1.0	99.36%	90%
17.360.02N	CAMION VOLQUETE	156	160	3	1	1	1	4	156.0	1.0	99.36%	90%
17.360.16N	CAMION VOLQUETE	140.69	160	1.81	17.5	5	2	19.31	28.1	3.5	88.94%	90%
17.360.14N	CAMION VOLQUETE	150.19	160	2.31	7.5	3	2	9.81	50.1	2.5	95.24%	90%
17.360.11N	CAMION VOLQUETE	117.2	160	2.8	40	7	2	42.8	16.7	5.7	74.55%	90%
17.360.12N	CAMION VOLQUETE	134.85	160	4.15	21	4	3	25.15	33.7	5.3	86.53%	90%
17.360.13N	CAMION VOLQUETE	151.54	160	1.96	6.5	2	2	8.46	75.8	3.3	95.89%	90%

Nota. Tomada del programa de mantenimiento del área de equipos de IIRSA Norte.

Tabla 7

Cuadro de porcentaje de disponibilidad de camiones grúa

DISPONIBILIDAD MENSUAL EQUIPOS - IIRSA NORTE- ENERO 2023												
UA/EQUIPO	FLOTA	Horas Operativas	Horas Calendario	Horas Programadas	Horas Correctivas	# Paradas Correctivas	# Paradas Preventivas	Total Down	MTBF	MTTR	Disponibilidad	Target
16.091.01C	CAMION GRUA VOLKSWAGEN	653	660	6	1	1	1	7	653.0	1.0	99.85%	90%
16.091.01D	CAMION GRUA VOLKSWAGEN	656	660	3.5	0.5	1	1	4	656.0	0.5	99.92%	90%
16.091.01E	CAMION GRUA VOLKSWAGEN	651	660	6	3	2	2	9	325.5	1.5	99.54%	90%
16.091.01B	CAMION GRUA VOLKSWAGEN	650	660	2	8	1	1	10	650.0	8.0	98.78%	90%
16.091.01A	CAMION GRUA VOLKSWAGEN	657.86	660	1.14	1	1	1	2.14	657.9	1.0	99.85%	90%
16.250.01A	CAMION GRUA VOLKSWAGEN	653	660	1	6	2	1	7	326.5	3.0	99.09%	90%
16.250.01B	CAMION GRUA VOLKSWAGEN	655	660	2	3	2	1	5	327.5	1.5	99.54%	90%
16.250.01C	CAMION GRUA VOLKSWAGEN	655	660	2	3	1	1	5	655.0	3.0	99.54%	90%
16.250.01E	CAMION GRUA VOLKSWAGEN	657	660	2	1	1	1	3	657.0	1.0	99.85%	90%
16.250.01D	CAMION GRUA VOLKSWAGEN	717	720	2	1	1	1	3	717.0	1.0	99.86%	90%

Nota. Tomada del programa de mantenimiento del área de equipos de IIRSA Norte.

Tabla 8

Cuadro de porcentaje de disponibilidad de generadores eléctricos

DISPONIBILIDAD MENSUAL EQUIPOS - IIRSA NORTE - ENERO 2023												
UA/EQUIPO	FLOTA	Horas Operativas	Horas Calendario	Horas Programadas	Horas Correctivas	#Paradas Correctivas	#Paradas Preventivas	Total Down	MTEF	MTTR	Disponibilidad	Target
40.018.01A	GENERADOR ELECTRICO	358.02	360	0.98	1	1	1	1.98	358.0	1.0	99.72%	90%
40.018.01B	GENERADOR ELECTRICO	355	360	4	1	1	1	5	355.0	1.0	99.72%	90%
40.033.01A	GENERADOR ELECTRICO	355	360	4	1	1	1	5	355.0	1.0	99.72%	90%
40.033.01B	GENERADOR ELECTRICO	355	360	4	1	1	1	5	355.0	1.0	99.72%	90%
40.033.01C	GENERADOR ELECTRICO	349	360	3	8	3	1	11	116.3	2.7	97.76%	90%
40.033.01D	GENERADOR ELECTRICO	358.02	360	0.98	1	1	1	1.98	358.0	1.0	99.72%	90%
40.033.01E	GENERADOR ELECTRICO	355	360	4	1	1	1	5	355.0	1.0	99.72%	90%
40.033.01H	GENERADOR ELECTRICO	355	360	4	1	1	1	5	355.0	1.0	99.72%	90%
40.033.01G	GENERADOR ELECTRICO	358.02	360	0.98	3	1	1	3.98	358.0	3.0	99.16%	90%
40.033.01D	GENERADOR ELECTRICO	355	360	4	1	1	1	5	355.0	1.0	99.72%	90%
40.033.01C	GENERADOR ELECTRICO	354	360	5	1	1	2	6	354.0	1.0	99.72%	90%
40.033.01E	GENERADOR ELECTRICO	354	360	5	1	1	1	6	354.0	1.0	99.72%	90%
40.033.01F	GENERADOR ELECTRICO	355	360	4	1	1	1	5	355.0	1.0	99.72%	90%
40.055.01A	GENERADOR ELECTRICO	355	360	4	1	1	1	5	355.0	1.0	99.72%	90%
40.010.01A	GENERADOR ELECTRICO	355	360	4	1	1	1	5	355.0	1.0	99.72%	90%
40.301.01E	GENERADOR ELECTRICO	356.88	360	2.12	1	1	2	3.12	356.9	1.0	99.72%	90%

Nota. Tomada del programa de mantenimiento del área de equipos de IIRSA Norte.

Tabla 9

Cuadro de porcentaje de disponibilidad de torres de iluminación

DISPONIBILIDAD MENSUAL EQUIPOS - IIRSA NORTE - ENERO 2023												
UA/EQUIPO	FLOTA	Horas Operativas	Horas Calendario	Horas Programadas	Horas Correctivas	#Paradas Correctivas	#Paradas Preventivas	Total Down	MTEF	MTTR	Disponibilidad	Target
40.482.04N	TORREDE ILUMINACIÓN	355	360	2	3	1	1	5	355.0	3.0	99.16%	90%
40.482.07N	TORREDE ILUMINACIÓN	357	360	1	2	1	1	3	357.0	2.0	99.44%	90%
40.482.08N	TORREDE ILUMINACIÓN	355	360	1	4	1	1	5	355.0	4.0	98.89%	90%
40.482.02N	TORREDE ILUMINACIÓN	357	360	2	1	1	1	3	357.0	1.0	99.72%	90%
40.482.08N	TORREDE ILUMINACIÓN	354	360	1	5	1	1	6	354.0	5.0	98.61%	90%
40.482.03N	TORREDE ILUMINACIÓN	353	360	3	4	1	1	7	353.0	4.0	98.88%	90%
40.482.05N	TORREDE ILUMINACIÓN	354.6	360	2	3.4	1	1	5.4	354.6	3.4	99.05%	90%
40.482.01N	TORREDE ILUMINACIÓN	354	360	1	5	1	1	6	354.0	5.0	98.61%	90%
40.406.02N	TORREDE ILUMINACIÓN	355.5	360	2	2.5	1	1	4.5	355.5	2.5	99.30%	90%
40.406.22N	TORREDE ILUMINACIÓN	353	360	2	5	1	1	7	353.0	5.0	98.60%	90%
40.406.14N	TORREDE ILUMINACIÓN	355.62	360	0.98	3.4	1	1	4.38	355.6	3.4	99.05%	90%
40.406.23N	TORREDE ILUMINACIÓN	350	360	2	8	1	1	10	350.0	8.0	97.77%	90%
40.406.20N	TORREDE ILUMINACIÓN	356	360	2	2	1	1	4	356.0	2.0	99.44%	90%
40.406.04N	TORREDE ILUMINACIÓN	358	360	1	1	1	1	2	358.0	1.0	99.72%	90%
40.406.12N	TORREDE ILUMINACIÓN	353.86	360	1.14	5	1	1	6.14	353.9	5.0	98.61%	90%
40.406.03N	TORREDE ILUMINACIÓN	358	360	1	1	1	1	2	358.0	1.0	99.72%	90%
40.406.08N	TORREDE ILUMINACIÓN	357.26	360	2.49	0.25	1	2	2.74	357.3	0.3	99.93%	90%
40.406.19N	TORREDE ILUMINACIÓN	354	360	2	4	1	1	6	354.0	4.0	98.88%	90%
40.406.07N	TORREDE ILUMINACIÓN	351.76	360	2.24	6	1	2	8.24	351.8	6.0	98.32%	90%
40.406.13N	TORREDE ILUMINACIÓN	355	360	1	4	1	1	5	355.0	4.0	98.89%	90%
40.406.15N	TORREDE ILUMINACIÓN	356.02	360	0.98	3	1	1	3.98	356.0	3.0	99.16%	90%
40.406.18N	TORREDE ILUMINACIÓN	357	360	2	1	1	1	3	357.0	1.0	99.72%	90%
40.406.21N	TORREDE ILUMINACIÓN	357	360	2	1	1	1	3	357.0	1.0	99.72%	90%
40.406.09N	TORREDE ILUMINACIÓN	355	360	2	3	1	1	5	355.0	3.0	99.16%	90%
40.406.09N	TORREDE ILUMINACIÓN	353.7	360	1.3	5	1	1	6.3	353.7	5.0	98.61%	90%
40.406.16N	TORREDE ILUMINACIÓN	351.7	360	1.3	7	1	1	8.3	351.7	7.0	98.05%	90%
40.406.17N	TORREDE ILUMINACIÓN	357	360	2	1	1	1	3	357.0	1.0	99.72%	90%
40.406.10N	TORREDE ILUMINACIÓN	352.02	360	0.98	7	1	1	7.98	352.0	7.0	98.05%	90%
40.406.11N	TORREDE ILUMINACIÓN	355.02	360	0.98	4	1	1	4.98	355.0	4.0	98.89%	90%
40.406.06N	TORREDE ILUMINACIÓN	358	360	1	1	1	1	2	358.0	1.0	99.72%	90%
40.040.02N	TORREDE ILUMINACIÓN	357	360	2	1	1	1	3	357.0	1.0	99.72%	90%

Nota. Tomada del programa de mantenimiento del área de equipos de IIRSA Norte.

2.3.2 Porcentaje de mantenimiento planificado

Para calcular el porcentaje de mantenimiento planificado se usará la plantilla en Excel del seguimiento de trabajos planificados. Primero empezaremos por establecer los tiempos estándar para la duración de los mantenimientos, basándonos en las políticas internas de mantenimiento de IIRSA Norte, los manuales de los fabricantes y los años de experiencia que el personal del área de equipos dispone.

A. Para el caso de los camiones volquete y camiones grúa

- Frecuencia de 250 horas – 2 horas
- Frecuencia de 500 horas – 4 horas
- Frecuencia de 1000 horas – 6 horas
- Frecuencia de 2000 horas – 8 horas

B. Para el caso de las torres de iluminación y generadores eléctricos:

- Frecuencia de 250 horas – 2 horas
- Frecuencia de 500 horas – 3 horas
- Frecuencia de 1000 horas – 4 horas
- Frecuencia de 2000 horas – 5 horas

C. Para el caso de las camionetas y combis:

- Frecuencia de 5000 KM – 2 horas
- Frecuencia de 10000 KM – 3 horas
- Frecuencia de 20000 KM – 4 horas
- Frecuencia de 40000 KM – 6 horas

Para el cálculo del porcentaje de mantenimiento planificado, usaremos la fórmula definida en el punto 1.2.1.3

$$\%PMP = \frac{\text{Horas de mantenimiento planificadas}}{\text{Total de horas de mantenimiento}} \times 100$$

La figura 25 muestra la plantilla de mantenimiento planificado semanal, donde se han agregado 2 columnas adicionales que representan la duración real del mantenimiento planificado y el número de orden de trabajo correspondiente, las cuales servirán de registro para evidenciar si el tiempo programado para el mantenimiento se ha respetado o si hubo alguna variación.

Figura 21

Plantilla en Excel del seguimiento de trabajos planificados

 PLAN SEMANAL DE MANTENIMIENTO									
CÓDIGO OPOS	FLOTA	TIPO DE PM/ACTIVIDAD	UBICACIÓN	HORÓMETRO ACTUAL	HORAS FALTANTES	FECHA DE EJECUCIÓN	DURACIÓN (HRS)	DURACIÓN REAL (HRS)	NÚMERO DE OT
16.09.LOLB	Góla Iwara	PM290	UF PEDRO RUIZ	9325.1	-15.1	10/06/2024 08:00	2	2	100624-DMA1
01.016.15N	TORRE DE ILUMINACIÓN	PM 2000	BAGUA	4056.53	43.5	11/06/2024 08:00	5	4	110624-DMA1
40.033.0LE	GENERADOR ELÉCTRICO	PM 1000	UF PAJALA	19115.8	34.2	11/06/2024 08:00	6	5	110624-DMA2
40.018.0LE	GENERADOR ELÉCTRICO	PM 1000	UF UICUMAWA	20087.9	62.1	12/06/2024 08:00	6	6	120624-DMA1
16.091.0LD	Góla Iwara	PM290	UF MOTOMAWA	2659.9	48.1	12/06/2024 08:00	2	2	120624-DMA2
40.033.0LG	GENERADOR ELÉCTRICO	PM290	UF UICUMAWA	23335.2	64.8	12/06/2024 15:00	2	1	120624-DMA3
16.09.LOLE	Góla Iwara	PM290	UF RONGO	6741.5	38.5	13/06/2024 08:00	2	2	130624-DMA1
16.290.0LA	Góla pesada	PM290	UF RONGO	2799.2	50.3	13/06/2024 10:00	2	2	130624-DMA2
16.091.0LA	Góla Iwara	PM290	UF MOTOMAWA	8218	42.0	14/06/2024 08:00	2	3	140624-DMA1

Nota. Imagen tomada del programa semanal de trabajos planificados.

2.3.3 Índice de cumplimiento de mantenimiento preventivo

Para calcular el índice de cumplimiento del mantenimiento preventivo, al igual que el porcentaje de mantenimiento planificado, se utilizará la plantilla de actividades de mantenimiento programada. Este índice se evalúa semanalmente, pero es presentado a la gerencia de equipos y de IIRSA Norte de forma mensual.

Para el cálculo del índice de cumplimiento de mantenimiento preventivo, se empleará la fórmula definida en el punto **1.2.1.3**

$$PMC = \frac{\text{Número de tareas ejecutadas}}{\text{Número de tareas planificadas}} \times 100$$

La figura 26 muestra la plantilla semanal de mantenimiento planificado, donde se ha agregado una columna para registrar si el mantenimiento se ha ejecutado (C) o se ha reprogramado (REP) con este dato tendremos el número de mantenimientos ejecutados durante la semana y podremos calcular el índice de cumplimiento de mantenimiento preventivo.

Figura 22

Plantilla en Excel del seguimiento de trabajos planificados

 PLAN SEMANAL DE MANTENIMIENTO										
CÓDIGO OPDS	FLOTA	TIPO DE PM / ACTIVIDAD	UBICACIÓN	HORÓMETRO ACTUAL	HORAS FALTANTES	FECHA DE EJECUCIÓN	STATUS	DURACIÓN (HRS)	DURACIÓN REAL (HRS)	NÚMERO DE OT
16.091.OLB	Grúa liviana	PM 250	UP PEDRO RUIZ	9325.1	-15.1	10/06/2024 08:00	C	2	2	100624-DA01
40.406.19N	TORRE DE ILUMINACIÓN	PM 2000	BAGUA	4056.53	43.5	11/06/2024 08:00	C	5	4	110624-DA01
40.033.OLB	GENERADOR ELÉCTRICO	PM 1000	UP PAITA	19115.8	34.2	11/06/2024 08:00	C	6	5	110624-DA02
40.018.OLB	GENERADOR ELÉCTRICO	PM 1000	UP UTOBAMBA	20087.9	62.1	12/06/2024 08:00	C	6	6	120624-DA01
16.091.OLD	Grúa liviana	PM 250	UP MOYOBAMBA	7659.9	40.1	12/06/2024 08:00	C	2	2	120624-DA02
40.033.OLG	GENERADOR ELÉCTRICO	PM 250	UP UTOBAMBA	23335.2	64.8	12/06/2024 15:00	C	2	1	120624-DA03
16.091.OLE	Grúa liviana	PM 250	UP PONGO	6741.5	38.5	13/06/2024 08:00	C	2	2	130624-DA01
16.250.OLA	Grúa pesada	PM 250	UP PONGO	2799.7	50.3	13/06/2024 10:00	C	2	2	130624-DA02
16.091.OLA	Grúa liviana	PM 250	UP POMAHUACA	8218	42.0	14/06/2024 08:00	C	2	3	140624-DA01

Nota. Imagen tomada del programa semanal de trabajos planificados.

2.4 Resultados obtenidos

A continuación, se muestran los resultados de los valores obtenidos después de haber implementado los indicadores de mantenimiento. Se emplearán una serie de gráficos para evidenciar los indicadores. Los datos que usaremos son los que se tienen registrados en el año 2023.

2.4.1 Indicie de disponibilidad

Después de identificar y mejorar las situaciones críticas identificadas al inicio, y de generar plantillas en Excel para optimizar la gestión de los equipos, se han obtenido los valores de disponibilidad mostrados en la figura 27. Estos valores corresponden a la flota de camiones grúa, camiones volquetes, generadores eléctricos y torres de iluminación, donde es esencial asegurar que la disponibilidad de estos equipos se mantenga por encima del 90%.

El gráfico de barras permite apreciar los distintos valores de disponibilidad de las diversas flotas de equipos a lo largo del año 2023. Estos valores se han logrado tras la mejora de las situaciones críticas identificadas, lo que ha permitido reducir los tiempos de atención de los equipos, disminuir el número de paradas no programadas y mejorar la calidad del servicio brindado. Como se puede observar, durante este año se ha conseguido mantener la disponibilidad de los equipos en un 90% o más, cumpliendo con el porcentaje de disponibilidad que el área de equipos de la empresa IIRSA Norte ofrece.



Universidad César Vallejo

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Mantenimiento preventivo para incrementar la productividad en un
taller de mantenimiento automotriz, Lima 2024

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE :

Ingeniero Industrial

AUTOR:

Galvez Carbajal, Richard (orcid.org/0000-0001-5432-8640)

ASESOR:

Mgtr. Paz Campaña, Augusto Edward (orcid.org/0000-0001-9751-1365)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA — PERÚ

2024

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR	ii
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. METODOLOGÍA	11
III. RESULTADOS.....	33
IV. DISCUSIÓN.....	40
V. CONCLUSIONES	44
VI. RECOMENDACIONES.....	45
REFERENCIAS.....	46
ANEXOS	56

RESUMEN

La presente investigación titulada "Mantenimiento preventivo para incrementar la productividad en un taller de mantenimiento automotriz, Lima 2024" contribuyó con el noveno objetivo de desarrollo sostenible: Industria, innovación e infraestructura, meta 9.3: Desarrollo económico, empleo y emprendimiento, así como creación de riqueza y desarrollo. Tuvo como objetivo: Determinar de qué manera el mantenimiento preventivo incrementa la productividad en un taller de mantenimiento automotriz, Lima 2024. La investigación fue de tipo aplicada, enfoque cuantitativo, de nivel explicativo, de diseño experimental de tipo pre experimental. La población fue el número de servicios de afinamientos de un motor a gasolina en un periodo de 42 días. La técnica fue la observación directa y los instrumentos fueron los formatos de mantenimiento y el cronómetro digital. Los resultados descriptivos demostraron el incremento de la productividad en un 22.73%, la eficiencia aumentó un 10.36% y la eficacia se acrecentó en un 11.53%. Los resultados inferenciales corroboraron mediante la prueba de Wilcoxon donde los valores alcanzaron una significancia bilateral de 0.001 al evaluar la productividad, la eficiencia y la eficacia. Por lo tanto, se concluyó que la aplicación del mantenimiento preventivo incrementa la productividad en un taller de mantenimiento automotriz, Lima 2024.

Palabras clave: Mantenimiento preventivo, productividad, eficiencia, eficacia.

I. INTRODUCCIÓN

La productividad es la capacidad de generar recursos valiosos y de calidad en un determinado periodo de tiempo, utilizando los recursos disponibles de manera eficiente, es el vínculo entre la producción adquirida y los medios económicos empleados. En un país, aumentar la producción por trabajador es importante para mejorar su nivel de vida y ofrecer una mejor a sus generaciones futuras. Conforme a Pérez, Luna y Bagué (2022), la agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible representa un imperativo para abordar las dificultades que amenazan la vida en el planeta. Además, se interpreta como una oportunidad para que las universidades y sus miembros asuman un papel destacado en la responsabilidad social y la participación, contribuyendo con el conocimiento, la investigación y la ciencia para su evolución. También busca construir una sociedad comprometida con el progreso sostenible e incluyente, justa, digna e igualitaria; es una agenda de civilización centrada en la honorabilidad y equidad de las personas (p. 286). En ese sentido, esta investigación contribuyó con el noveno ODS: Industria, innovación e infraestructura, meta 9.3: Desarrollo económico, empleo y emprendimiento, así como creación de riqueza y desarrollo. Según la OIT (2023), en el año 2021 un empleado promedio de un país de altos ingresos, produjo 104 295 dólares, en cambio un empleado promedio de un país de ingresos bajos alcanzó los 5 705 dólares. Es decir, los trabajadores de un país de altos ingresos eran hasta 18 veces más productivos con respecto a un país de bajos ingresos (p. 20). Según la OCDE (2022), Japón se ha mantenido desde 1970 en el fondo de clasificación de productividad del G7 (Ver anexo 6), este grupo reúne a las economías que por sí solas representan la mitad de la riqueza mundial, al 2000 la productividad japonesa era aproximadamente el 70% de la de los EE. UU., al 2010 se redujo 65% y en los últimos años al 60% (párr. 3). De acuerdo a IPE (2023), la pérdida anual por trabajador es de alrededor de S/3.000, debido a que no se restauran los rangos de productividad laboral anterior a los de la pandemia (Ver anexo 7), el cálculo halló que el PBI por operario está alrededor de S/33,000, cuando tendría que estar sobre los S/36,000. Esto es equivalente al 10% por debajo de lo que debería (párr. 1). Conforme al BCR (2023), la actividad económica se redujo un 0.4% en el primer trimestre del 2023 (Ver anexo 8), afectando al déficit anualizado de la cuenta corriente con una reducción del 2.9% en el mismo periodo, los términos de intercambio también sufrieron una caída, significando un 4.9% interanual en el

trimestre, en el primer trimestre del 2023 el déficit fiscal se ubicó en 2% del PBI, creciendo un 0.5% con respecto al mismo periodo del 2022, y el coeficiente de liquidez se redujo de 49% a 47% entre los tres primeros meses del 2022 y 2023 (p. 1). Según la AAP (2023), la actividad automotriz creció un 2.53% a junio del 2023 impulsado por la ventas de camionetas y furgonetas (Ver anexo 9), si bien se expandió el mantenimiento y reparación de vehículos, bajo la venta de autopartes, por el alza de precios, pocas importaciones, durante el primer trimestre del presente año acumuló una expansión de 1.74% (p. 1). Desde la perspectiva local, un taller automotriz de una entidad estatal ubicado en el Cercado de Lima, tiene como encargo la administración del mantenimiento de una flota vehicular de aproximadamente 960 vehículos. Así mismo, en el último mes del año fiscal 2023, se recopilaban datos que luego fueron procesados y permitieron determinar por ejemplo que la productividad en el taller de mantenimiento automotriz alcanzó un 61.71%, y que la confiabilidad de las máquinas necesarias para brindar los servicios llegó a ser de un 53.61% (Ver anexo 10). Con la data recolectada, se procedió hacer un análisis de la situación actual y hacer un diagnóstico para encontrar las posibles causas que han llevado al taller de mantenimiento automotriz tener una baja productividad y que aspectos técnicos reducen la confiabilidad de las máquinas que son necesarias para realizar los servicios de mantenimiento. Luego de la inspección, se constataron recurrentes paradas no programadas que afectan a las máquinas debido a la falta de aplicación de algún programa de mantenimiento, pues por información recogida, anualmente sólo se les programa una inspección o un mantenimiento parcial a algunas máquinas del taller automotriz. La factoría dispone de máquinas para realizar tareas de diagnóstico y reparación de averías en los distintos sistemas de funcionamiento de un vehículo automotor. Estas máquinas requieren de nuestra atención para incrementar su disponibilidad y confiabilidad que se han visto afectada por averías y que repercute en la productividad de los servicios realizados en el taller de mantenimiento. Para reconocer las causas de los obstáculos que presenta el taller de mantenimiento, se emplearon herramientas de calidad como por ejemplo el Diagrama de Ishikawa (Ver anexo 11), en el que se identificó a las causas siguientes: En materiales, la carencia de repuestos y accesorios para mantenimientos menores de las máquinas y el déficit de herramientas adecuadas para realizar los servicios; en medición, cuenta con un reducido registro y control de fallas así como la falta equipos

de precisión para obtener datos confiables; para maquinarias, se observaron recurrentes paradas por falta de mantenimiento y la antigüedad de las máquinas; en método, la falta de la implementación de un plan de mantenimiento preventivo y limitaciones para la estandarización de procesos; para el parámetro mano de obra, se tiene a la ausencia de jornadas de capacitación e insuficientes actividades para mejorar la salud ocupacional como el uso de EPP o la realización de pausas activas y por último; para medio ambiente, las condiciones laborables no adecuadas y un descuido con la organización en el puesto de trabajo por no ejecutar tareas de orden y limpieza. Seguidamente se realizó una matriz de correlación para relacionar las causas entre sí y definir su grado de relevancia, se le asignó valores como 0=cero, 1=bajo, 2=mediano y 3=alto (Ver anexo 12). Se empleó también la herramienta Diagrama de Pareto y en él se muestran los factores involucrados en la baja productividad del taller de mantenimiento (Ver anexo 13), entre los que por sus puntuaciones se le atribuyen como las causas de mayor criticidad fueron las paradas frecuentes por falta de mantenimiento preventivo y la antigüedad de las máquinas, a los valores definidos se realizó un análisis para determinar porcentajes acumulados en base a las puntuaciones de las causas mediante un análisis del Diagrama de Pareto (Ver anexo 14). Posteriormente, estratificamos los motivos que afectan a las áreas del taller de mantenimiento para luego establecer las medidas correctivas más convenientes para afrontar la problemática, las áreas que se lograron identificar son las que siguen: El taller de mantenimiento, los almacenes, seguridad industrial y abastecimiento (Ver anexo 15), enseguida se efectuó la división de la matriz estratificación por áreas y de acuerdo a la frecuencia, el área del taller de mantenimiento alcanzó un 62.41%, el almacén obtuvo un 13.53%, el área de abastecimiento registró un 12.78% y en seguridad industrial un 11.28% (Ver anexo 16), para una mejor ilustración se presenta una gráfico de la matriz de estratificación (Ver anexo 17). Finalmente, y luego de un minucioso análisis, mediante la matriz de priorización, de los resultados obtenidos del Diagrama de Pareto y de la Matriz de estratificación, se adopta al mantenimiento preventivo como la propuesta a implementar por ser el de más alto nivel (Ver anexo 18). Por lo expuesto, el problema general fue: ¿De qué manera, el mantenimiento preventivo incrementará la productividad en un taller de mantenimiento automotriz, Lima 2024?, en tanto, los problemas específicos se abordaron dando respuesta a: ¿De qué manera el

mantenimiento preventivo incrementará la eficiencia en el taller de mantenimiento automotriz, Lima 2024? ¿De qué manera el mantenimiento preventivo incrementará la eficacia en el taller de mantenimiento automotriz, Lima 2024? Para la presente investigación, se considera la justificación económica porque para Fernández (2020), se debe analizar la razonabilidad de que se podrá recuperar la inversión realizada durante el proceso en beneficio de las personas o entidades que financian la investigación (p.72), con la implantación del mantenimiento preventivo reducirán favorablemente costos de mantenimiento. Además se considera la justificación social porque según Fernández (2020) esta logrará trascender para la comunidad denotando una proyección social (p. 71), en nuestro estudio se enfocará en los usuarios que reciben los servicios en el taller de mantenimiento automotriz. La justificación es metodológica porque según Fernández (2020), se propone o implementa métodos que permitan adquirir conocimiento fiables y válidos (p. 71), es por eso que teniendo altos índices de las dimensiones de disponibilidad y confiabilidad de las máquinas por la aplicación de un programa de mantenimiento, se puede incrementar la capacidad para realizar mayor cantidad de servicios en el taller de mantenimiento automotriz. La justificación es práctica porque según Fernández (2020), la investigación puede brindar aportes prácticos relacionados al problema estudiado (p. 70), ello permitirá analizar, detallar y fundamentar información relevante para implementar en el área de mantenimiento y convertir los procesos de las máquinas en perfectos. Por consiguiente, el objetivo general es determinar de qué manera el mantenimiento preventivo incrementará la productividad en un taller de mantenimiento automotriz, Lima 2024. Del mismo modo los objetivos específicos son, determinar de qué manera el mantenimiento preventivo incrementará la eficiencia en un taller de mantenimiento automotriz, Lima 2024; determinar de qué manera el mantenimiento preventivo incrementará la eficacia en un taller de mantenimiento automotriz, Lima 2023. Así mismo, se propone como hipótesis general a: El mantenimiento preventivo incrementa la productividad en un taller de mantenimiento automotriz; consecuentemente tenemos las hipótesis específicas: El mantenimiento preventivo incrementa la eficiencia en un taller de mantenimiento automotriz; el mantenimiento preventivo incrementa la eficacia del taller de mantenimiento automotriz. Se presenta la matriz de consistencia interna de la investigación (Ver anexo 4). En esta investigación se recogen antecedentes a artículos investigaciones,

tanto internacionales como nacionales, y sirvieron como base teórica y metodológica de la presente investigación. Según Sharadro y Prakash (2024) el propósito de su indagación, fue instaurar un Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad para acrecentar la disponibilidad de aeronaves y disminuir al mínimo los periodos de reposo. Se ejecutó un tratamiento RCM empleando la técnica de toma de decisiones de atributos múltiples (MADM) para evaluar la condición del sistema para regenerar la disponibilidad de las aeronaves. Para la investigación de fallas en los sistemas de las aeronaves se empleó un análisis de criticidad y efecto del modo de falla (FMECA). Se recomiendan acciones correctivas para reducir las tasas de fallas y el tiempo de inactividad. Luego de implementar el mantenimiento preventivo recomendado, se comprobaron mejoras en la disponibilidad con resultados positivos. Después de implementar las precauciones recomendadas, la disponibilidad aumentó aproximadamente un 6,62 % y el tiempo de inactividad total disminuyó aproximadamente un 15,71 %. Se realizó un análisis de usabilidad en el sistema de la aeronave, pero el modelo se puede aplicar a otros sistemas reparables siguiendo una filosofía de mantenimiento similar. En tanto, Nallusamy, Quiroz y Torres (2023), en su investigación que tuvo como intención acrecentar la productividad, la eficiencia y a la vez acortar tasas de reprocesamiento en la preparación y distribución de hamburguesas artesanales. Se planteó modelo operativo innovador que integra el diseño de instalaciones (FLD), operaciones estandarizadas (STW) y mantenimiento autónomo bajo el marco del ciclo Planificar-Hacer-Verificar-Actuar (PDCA) para sobreponerse a los problemas del uso de áreas trabajo y el diseño actual, así como las elevadas tasas de reproceso durante la preparación y la carencia de un plan de mantenimiento preventivo para los equipos implicados en la operación. Esta propuesta se divide en cuatro etapas: La primera consiste en efectuar una evaluación de la situación preliminar de la empresa. La segunda abarca la implantación del Lean Service y herramientas FLD. Luego se puso en funcionamiento la implementación por un lapso de 12 semanas. Por último, las mejoras implementadas fueron evaluadas y comparadas con los indicadores previos y posteriores a la implementación. Para la validación estadística de los indicadores se empleó el software Minitab Statistics V21. Con los resultados se comprobó el acrecentamiento de la productividad en 18% y progreso del 27% en eficiencia. También, se estableció que el nivel de reproceso disminuyó en un 50%. En conclusión, esta investigación recomienda la utilización de

las herramientas antes mencionadas para progresar la productividad, eficiencia y tasas de reproceso en industrias pequeñas y medianas. Mientras tanto, Cárdenas et al. (2023), en su investigación tuvo como propósito, analizar el funcionamiento de un programa de mantenimiento preventivo para acrecentar la disponibilidad de máquinas requeridas para la producción de una compañía agroindustrial. Su investigación fue de enfoque cuantitativo que incluyó un diseño preexperimental. Se utilizaron métodos como la observación y la exploración de datos además del empleo de la herramienta AMEF. Posterior al estudio, se decretó que el mezclador de polvo era la máquina más crítica y con la implementación de un programa que ordene medidas preventivas de mantenimiento, la disponibilidad de la máquina aumentó de un 87,35% a una disponibilidad final de 95,02%. Asimismo, Grimaldo, Machacuay y Vilchez (2023), en su indagación, se plantearon incrementar la productividad con la aplicación de herramientas de ingeniería en una corporación dedicada a la confección de cintas étnicas. Este estudio de enfoque cuantitativo y diseño preexperimental utilizó diagramas de proceso de operación y diagrama de ruta para la identificación de deficiencias y cuellos de botella. Al calcular el tiempo estándar para su producción que fue de 250.25 minutos, con la implementación de una nueva manera de distribución y trabajo, se logró reducir el tiempo estándar a 11,65%, así como las distancias de recorrido en un 49,51%; en consecuencia, un menor tiempo de producción por lote, sumado la gestión de un formato de mantenimiento preventivo periódico, ha generado una disminución significativa de unidades defectuosas producidas; es decir, el número de unidades buenas producidas, medida por eficacia, se acrecentó en 11,59%. Con la reducción de tiempos de inactividad aumentó la eficiencia en 89,07 a 94,28%, obteniendo un 14,77 de mejora en la productividad que repercute directamente en la atención y la suficiencia productiva. También, Quiroz, Alva y Soldevilla (2023), en su artículo tuvieron como propósito ajustar la productividad del proceso de transformación de aguacate, haciendo uso de las 5S, SLP, TPM y estandarización del trabajo. Investigación de enfoque cuantitativo, diseño preexperimental, que para validar el éxito de la propuesta de mejora utilizó el software Arena. Se consiguió un aumento de la productividad del 36,62%, en un 18% se mejoró la eficiencia de las máquinas, un aumento del rendimiento del 13% y una reducción de los tiempos improductivos del 86%. Del mismo modo, Kumar, Kumar y Singh (2023) en su estudio, aspiraron progresar la productividad de una máquina empleada

para transformar los metales en láminas en una planta siderúrgica recurriendo a la implantación del Mantenimiento Productivo Total (TPM). Ante la ascendente demanda de productos de acero, es imprescindible mejorar la productividad del laminador, ya que estas máquinas producen diversos tipos de elementos estructurales. La mantención de las máquinas juega un rol importante para alcanzar la máxima producción en la industria del acero. A fin de observar el efecto del TPM en la producción, se recopilaron datos de seis meses antes de la implementación y seis meses después de la misma, para hacer un análisis de la productividad del laminador. Con la implementación del TPM, la productividad de la máquina incrementó en 10% y la disponibilidad del laminador progresó en 14% aproximadamente. Pese a ello, después de la implementación de TPM, la efectividad general del equipo (OEE) obtuvo un 80,19%, que es casi el 85% del OEE mundial del acero. Por otro lado, Castillo, De la Riva y Pillado (2022), en su estudio que tuvo como finalidad implementar un mantenimiento preventivo donde se comprendan actividades para la conservación de equipos tecnológicos en la ciudad de México para incrementar su disponibilidad y confiabilidad. La indagación fue de enfoque cuantitativo con diseño preexperimental y se utilizó diagramas de flujo para mostrar los diferentes pasos a seguir cuando se implementa y mantiene un vehículo. Los resultados mostraron que el tiempo promedio hasta la falla mejoró de 1176 horas a 1699 horas, y el cambio de programa se redujo de 79,5 horas a solo 17 horas. De la misma manera, López et al. (2022), buscaron en su estudio, como la administración del mantenimiento preventivo impacta en la productividad de una compañía manufacturera de cartón. Investigación de tipo aplicada, enfoque cuantitativo, diseño no experimental. La población y muestra fue la elaboración de recipientes utilizados como envases para huevos, el análisis documental fue la técnica que se empleó, y como instrumentos se usaron cedulas para las anotaciones de productividad y mantenimiento. Mediante la utilización del software Crystal Ball se comprobó el acrecentamiento de la productividad de 56.13% al 61.84% con un nivel de confianza superior al 95%, de igual manera la eficiencia aumentó de 70.04% al 73.85% con una certeza que supera el 95%, la eficacia incrementó de 79.21% a 83.53% con un nivel de certeza de 95.3%. En conclusión, luego de esta investigación se pudo afirmar que implantar una gestión de mantenimiento preventivo mejorará la productividad. Por otro lado, Flores y Dumont (2021), en su investigación se plantearon definir de qué manera el mantenimiento

preventivo acrecienta la productividad de instrumentos para el cálculo de corriente. Investigación de enfoque cuantitativo, tipo básico, diseño no experimental. La población estuvo comprendida por cinco instrumentos de medición de corriente inductiva monofásica, testeados por un periodo de 12 semanas, la unidad de análisis fue un equipo de medición y la muestra fue los 5 instrumentos, es decir, igual que la población. Los instrumentos empleados fueron la observación y el fichaje, las herramientas empleadas fueron las órdenes de servicio y el registro de actividades. Los resultados fueron el incremento de la productividad de 58.66% a 86.58%, la eficiencia aumentó de 77.08% a 94.75% y la eficacia se acrecentó de 76.66% a 91.16%. Por tanto, se deduce que la aplicación de una gestión de mantenimiento preventivo incrementa la productividad en instrumentos para el cálculo de corriente inductiva monofásica. Para Mago y Rocha (2021), en su estudio desarrollaron e implementaron programas de mantenimiento preventivo para identificar equipos en condición de críticos para la prevención de fallas en pequeñas empresas que iniciaron como proyectos familiares o de manera artesanal. La microempresa donde se efectuó el estudio brinda servicios de mantenimiento a todo tipo de piedra natural desde hace más de 20 años, durante ese periodo no se efectuaron estrategias para conservar y mantener sus equipos, para el estudio se apoyaron con el uso de formatos para manejar y controlar las máquinas y la recopilación de la información para facilitar el seguimiento y supervisión. Adicionalmente, en el estudio calculan el TIR y el ROI para analizar el financiamiento de la inversión. Se plantearon calcular la confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad de dos equipos de la empresa, tomando en cuenta algunos registros de dos años consecutivos, operando 8 horas diarias por 22 días al mes. Los resultados fueron que el MTTR para ambas máquinas fue de 2, el MTBF fue de 838.58 y 681.66, el periodo promedio de operación fue de 1500 y 1000 el periodo promedio por reparación fue de 2 y 2.2 horas, la confiabilidad de la máquina A fue del 17% y de la otra fue del 23%, ambas contaron con una disponibilidad del 99% y una mantenibilidad del 61% y 66%. Los investigadores afirman que, a largo plazo, una inversión en mantenimiento genera mayor productividad. Por último, Cadena y Vázquez (2021), el propósito de su investigación fue acrecentar la productividad de una fábrica de hielo industrial a través de un programa de mejora, ayudándose de instrumentos de recopilación de información, empleó la herramienta de diagnóstico Ishikawa, datos históricos brindados por la propia empresa, incluyendo información

brindada por parte de los empleados que permitieron conocer la problemática y proponer una adecuada y pertinente propuesta a investigar. Se instauró un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas, complementado por un plan de compra de componentes de recambio y se recomienda una automatización en el proceso de carga de las bandejas para incrementar la productividad. Los resultados previos a la instauración del mantenimiento preventivo, tuvieron una considerable variación con tendencia al alza, por ejemplo, la productividad incrementó un 14.3%, la eficiencia creció un 8.27%. Seguidamente se valoró el costo beneficio, obteniéndose un valor de S/1.17, lo que quiere decir que por cada sol que se invierta, se genera un beneficio de S/ 0.17. En adelante se detallan marcos conceptuales que sustentan el presente trabajo de investigación. Para Bavarsad y Shahrokhi (2023), el mantenimiento es un conjunto de actividades planificadas diseñadas para proteger edificios, instalaciones, equipos, dispositivos y máquinas. Por otro lado, el mantenimiento combina actividades técnicas y administrativas orientadas a evitar que un componente falle o recomponerlo a una condición que pueda operar perfectamente. En general, estas medidas protegen los activos físicos a un nivel específico de eficacia con un costo razonable para garantizar su vida útil y evitar averías repentinas. Potencialmente, al realizar estas acciones en una máquina, el propietario obtendrá una significativa confiabilidad y disponibilidad. El mantenimiento preventivo reúne actividades periódicas/planificadas oportunas dispuestos en un cronograma mientras un sistema está operativo con la finalidad de reducir la probabilidad de fallas y tiempos de inactividad, para de esta manera extender el funcionamiento de un equipo de manera segura y efectiva. Se puede dividir en tres categorías: Mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo y mantenimiento predictivo. Las actividades programadas para este tipo de mantenimiento incluyen acciones como retirar partículas extrañas al sistema, lubricación y/o engrase de componentes móviles expuestos a fricciones, cambiar aceites de acuerdo a las especificaciones recomendados por el fabricante, realizar ajustes y regulaciones, entre otros. Realizar un adecuado mantenimiento preventivo aumenta favorablemente la disponibilidad y confiabilidad de un sistema resultando ser menos costoso realizar un mantenimiento correctivo (p. 455). El mantenimiento correctivo, según Bilal y Soyly (2023) solo realiza reparaciones cuando ocurre una falla, genera largos tiempos de inoperatividad y elevados costos de mantenimiento. En algunos casos, también incluye cambios en el diseño. Aumentar

el mantenimiento preventivo, se reduce el mantenimiento correctivo, pero existe un estado óptimo de costo entre estas dos situaciones. El mantenimiento predictivo se enfoca en realizar el monitoreo de un equipo/máquina para su reparación antes de que ocurra una avería. La finalidad de aplicar un mantenimiento predictivo es disminuir los tiempos de inactividad y los costos que se generan para maximizar el rendimiento del equipo. Los enfoques de mantenimiento predictivo emplean herramientas como el seguimiento y análisis de vibraciones, parámetros de proceso, temperaturas de funcionamiento, viscosidad y desgaste de lubricantes, inspecciones visuales y auditivas por ruidos extraños, datos de sensores, etcétera (p. 2). El tiempo medio entre fallas (MTBF), según Einabadi et al. (2023), es una media estimada de tiempo entre averías reparables de un sistema. Los valores se obtienen, ya sea por proveedores o en base a los fallos históricos de los componentes o máquinas. Esta medición se emplea para el control de la disponibilidad y confiabilidad de un sistema (p. 292). Por otro lado, para Nasrfard, Mohammadi y Rastegar (2022), el tiempo medio para reparar (MTTR) es la medida del tiempo estimado que demanda reparar un sistema, incluye tanto el tiempo para programar la reparación, la duración real de la reparación, como el tiempo de prueba hasta que el sistema vuelva a funcionar por completo (p. 6). Para Muñoz (2021), la productividad son los resultados esperados por una empresa y deben ser cuantificables por aspectos como por ejemplo, eficiencia, eficacia, y rentabilidad (p. 42). Según Castro, Gómez y Camargo (2023), la eficiencia está dada por el uso adecuado de ellos recursos y la eficacia es la culminación de los objetivos proyectados (p. 7).

espera un retorno de 4.18 unidades de dinero por cada unidad de inversión, que demuestra que el proyecto tiene un buen equilibrio entre costo y efectividad en términos de efectividad (Ver anexo 137). El cálculo descriptivo reúne una serie de métodos, para elaborar y mostrar datos de modo explicativo (Cubas y Tasayco, 2022, p. 75). Por lo cual, emplearemos estos datos reunidos después de obtener la disponibilidad y confiabilidad, usando la media, mediana, moda, desviación estándar, tablas de frecuencia y figuras de las variables de nuestra investigación. La estadística inferencial se emplea para considerar y contrastar la hipótesis. Esta hipótesis se comprueba a través de análisis paramétricos y no paramétricos (Cubas y Tasayco, 2022, p.76). La hipótesis será analizada mediante el SPSS, y por tener datos menores los 30, se hará uso de la prueba "Shapiro-Wilk". La ética en la investigación científica descende de la ética personal y se refiere a conceptos similares a la ética humana, particularmente a la vida humana, en este caso lo que se llama "mala conducta científica" en la investigación y el trabajo académico. Esto significa que la tarea principal de la investigación de la justicia es ser clara y distinguir cuando no existe delito, como, por ejemplo: Esto puede perjudicar la culminación de la investigación (Inguillay, Tercero y López, 2020, p. 48). Los aspectos éticos de este trabajo priorizan el respeto a la propiedad intelectual, es por eso, que los autores han sido debidamente citados de acuerdo al manual ISO 690. De parte del investigador tiene el compromiso de aceptar los resultados alcanzados, sin modificarlos, en concordancia a la normativa dada por la Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería Industrial y Arquitectura, según la guía N° 110-2022-VI-UCV del 05 de abril del 2022. Finalmente, para garantizar la originalidad del proyecto de investigación, ha de ser evaluada con el software Turnitin a fin de evitar el plagio (Ver anexo 5).

III. RESULTADOS

Estadística descriptiva de la productividad

Mediante el análisis descriptivo se logró demostrar que la productividad incrementó en un 22.73%, antes de la implementación de la mejora la media fue de 61.71%, y posterior a la implementación esta misma fue de 75.74%. En el pre-test llegó a registrar un valor máximo de 74.6% y un mínimo de 45.2%, asimismo, para el periodo post-test el valor máximo fue de 85.4% y el mínimo de 69.2%. Del mismo modo, la mediana experimentó un acrecentamiento de hasta un 18%, pasando de un 58.98% a 74.38% haciendo una comparativa de antes y luego de la implementación, lo que corrobora el acrecentamiento de la productividad. Para el caso del pre-test, la varianza registró una puntuación de 0.006, valor mayor con respecto a después de la implementación que marcó un valor de 0.003, indicando una dispersión relativa con una ligera variación. La desviación estándar del pre-test fue de 0.079 y resultó ser mayor que la del post test que obtuvo un 0.050, significando una mayor dispersión en puntuaciones de productividad posterior a la mejora. Con respecto a la asimetría, esta evidenció un incremento posterior a la implementación, en el pre-test obtuvo un -0.044 y en el post test un 0.322, con un error estándar de 0.501 para ambos periodos. Finalmente, la curtosis varió de -0.305 en el pre-test a -0.628 del post test, para ambos periodos el error estándar fue de 0.972 (Ver anexo 138). En la figura 1 se muestra el comportamiento de la productividad antes y después de la implementación del mantenimiento preventivo.

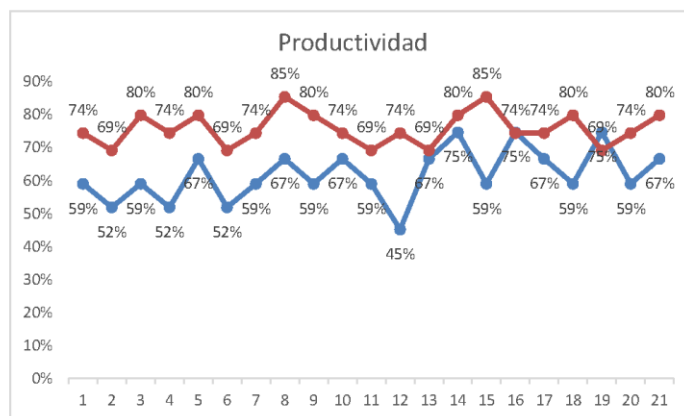


Figura 1. La productividad, antes y después de la implementación.

Estadística descriptiva de la eficiencia

Asimismo, para el análisis descriptivo de la eficiencia se determinó un incremento de hasta un 10.36%, antes de la implementación de la mejora la media fue de 75.26% y después de la implementación esta misma alcanzó hasta un 83.06%. En el periodo pre-test se llegó a registrar un valor máximo de 82.9% y un mínimo de 64.5%, asimismo, para el periodo post-test el valor máximo fue de 88.2% y el mínimo de 79.4%. Del mismo modo, la mediana experimentó un acrecentamiento de hasta un 12%, pasando de 73.72% a 82.35% haciendo una comparativa de antes y después de la implementación, lo que corrobora el incremento de la eficiencia. Para el caso del pre-test, la varianza registró una puntuación de 0.002, valor mayor con respecto a antes de la implementación que marcó un valor de 0.001, indicando una dispersión relativa con ninguna variación. La desviación estándar del pre-test fue de 0.049 y resultó ser mayor que la del pre test que obtuvo un 0.027, significando una mayor dispersión en puntuaciones de productividad posterior a la mejora. Con respecto a la asimetría, esta evidenció una disminución posterior a la implementación, en el pre-test obtuvo un -0.204 en el post test un 0.263, con un error estándar de 0.501 para ambos periodos. Finalmente, la curtosis varió de -0.167 en el pre-test a -0.692 en el post-test, para ambos periodos el error estándar fue de 0.972 (Ver anexo 139). En la figura 2 se puede visualizar el comportamiento de la eficiencia antes y después de la implementación.

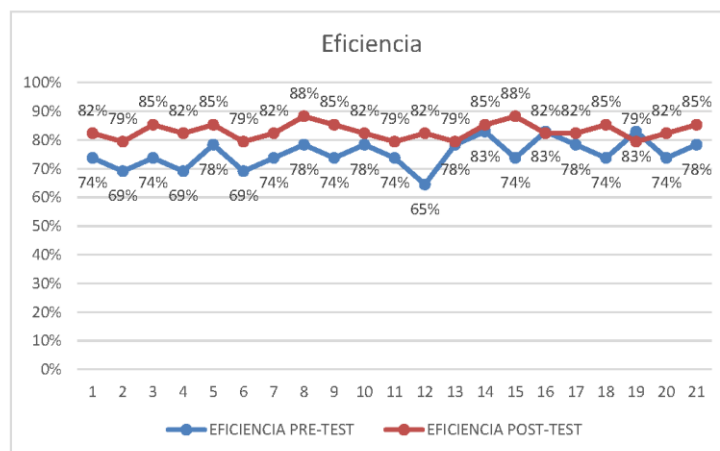


Figura 2. La eficiencia, antes y después de la implementación.

Estadística descriptiva de la eficacia

En lo que respecta del análisis descriptivo de la eficacia se logró determinar un incremento de hasta un 11.53%, antes de la implementación de la mejora la media fue de 81.67% y después de la implementación esta misma alcanzó hasta un 91.09%. Para el periodo pre-test se obtuvo un valor máximo de 90% y un mínimo de 70%, asimismo, para el periodo post-test el valor máximo fue de 96.8% y el mínimo de 87.1%. Del mismo modo, la mediana experimentó un acrecentamiento de hasta un 12%, pasando de 80% a 90.32% haciendo una comparativa de antes y después de la implementación, lo que corrobora el incremento de la productividad. Para el caso del pre-test, la varianza registró una puntuación de 0.003, valor mayor con respecto a después de la implementación que marcó un valor de 0.001, indicando una dispersión relativa con ninguna variación. La desviación estándar del pre-test fue de 0.053 y resultó ser mayor que la del post-test que obtuvo un 0.030, significando una mayor dispersión en puntuaciones de productividad posterior a la mejora. Con respecto a la asimetría, esta evidenció una disminución posterior a la implementación, en el pre-test tuvo un -0.204 y en el post-test un 0.263, con un error estándar de 0.501 para ambos periodos. Finalmente, la curtosis varió de -0.167 en el pre-test a -0.692 del post-test, para ambos periodos el error estándar fue de 0.972 (Ver anexo 140). En la figura 3 se muestra el comportamiento de la eficacia antes y después de la implementación.

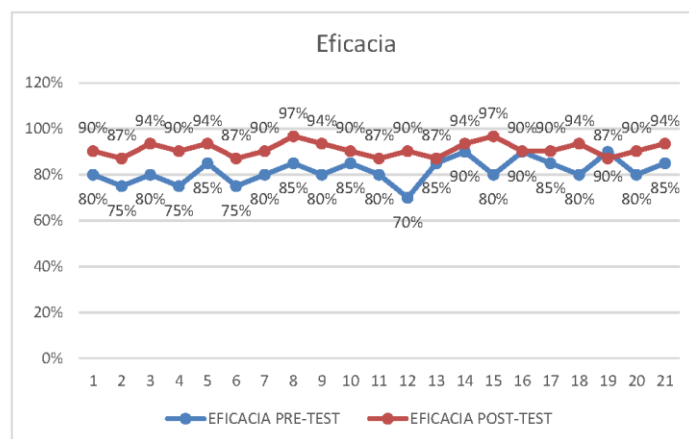


Figura 3. La eficacia, antes y después de la implementación.

Estadística inferencial

Para el análisis inferencial, tanto a la hipótesis general como a las específicas, se realizó las respectivas pruebas de normalidad, y de muestras relacionadas para los que se aplicará criterios de decisión y determinar si se acepta o no la hipótesis nula o alterna.

Prueba de normalidad de la hipótesis general

En ese orden, se realizó en principio el análisis de la hipótesis general: El mantenimiento preventivo incrementa la productividad en un taller de mantenimiento automotriz, Lima 2024. Al contar con 21 datos analizados, se utilizó la prueba estadística de Shapiro Wilk ($n=21 < 30$) para mediante la prueba de normalidad, aceptar la hipótesis nula si los valores siguen una distribución normal o paramétrica, de ser el caso aceptar la hipótesis alterna si los valores siguen una distribución anormal o no paramétrica. Para establecer dicho comportamiento, se tiene que evaluar bajo dos reglas de decisión: Si la significancia es ≤ 0.05 el comportamiento será no paramétrico y si la significancia es > 0.05 tendrá un comportamiento paramétrico. Al exponer los datos pre y post test de la variable dependiente para contrastar la normalidad de la hipótesis general, se obtuvo como resultado valores inferiores a 0.05, por lo tanto y aplicando la regla de decisión, se demuestra que se tiene un comportamiento no paramétrico. Dado que se tiene que determinar si la productividad ha incrementado, para ello se realizará el análisis mediante la prueba de Wilcoxon.

Tabla 1. Prueba de normalidad de la productividad.

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
PRODUCTIVIDAD PRE-TEST	,919	21	,085
PRODUCTIVIDAD POST-TEST	,981	21	,015

Contrastación de la hipótesis general

Para la confirmación del análisis del investigador, se presenta a la hipótesis nula: El mantenimiento preventivo no incrementa la productividad en un taller de mantenimiento automotriz, Lima 2024 y la hipótesis alterna: El mantenimiento preventivo incrementa la productividad en un taller de mantenimiento automotriz, Lima 2024. Como mediante la prueba de normalidad se confirmó que los datos de la

36

productividad tienen un comportamiento no paramétrico, se aplicó la prueba de Wilcoxon para verificar la significancia, dicha significancia se tiene que evaluar bajo dos reglas de decisión: Si la significancia es > 0.05 se acepta la hipótesis nula y si la significancia es ≤ 0.05 se acepta la hipótesis alterna. Al evaluar los datos pre y post test de la productividad, se tuvo como resultado una significancia bilateral de 0.001 por lo tanto y aplicando la regla de decisión, se acepta la hipótesis alterna: El mantenimiento preventivo incrementa la productividad en un taller de mantenimiento automotriz, Lima 2024.

Tabla 2. *Contrastación de la productividad.*

	PRODUCTIVIDAD PRE-TEST PRODUCTIVIDAD POST-TEST
Z	-3.844 ^a
Sig. Asintótica (bilateral)	,001

Prueba de normalidad de la hipótesis específica 1

Seguidamente se realizó el análisis inferencial de la primera hipótesis específica: El mantenimiento preventivo incrementa la eficiencia en un taller de mantenimiento automotriz, Lima 2024. Al contar con 21 datos analizados, se utilizó la prueba estadística de Shapiro Wilk ($n=21 < 30$) para mediante la prueba de normalidad, aceptar la hipótesis nula si los valores siguen una distribución normal o paramétrica, de ser el caso aceptar la hipótesis alterna si los valores siguen una distribución anormal o no paramétrica. Para establecer dicho comportamiento, se tiene que evaluar bajo dos reglas de decisión: Si la significancia es ≤ 0.05 el comportamiento será no paramétrico y si la significancia es > 0.05 tendrá un comportamiento paramétrico. Al exponer los datos pre y post test de la eficiencia para contrastar la normalidad de la segunda hipótesis específica, se obtuvo como resultado valores inferiores a 0.05, por lo tanto y aplicando la regla de decisión, se demuestra que tiene un comportamiento no paramétrico. Dado que se tiene que determinar si la eficiencia ha incrementado, para ello se realizará el análisis mediante la prueba de Wilcoxon.

Tabla 3. *Prueba de normalidad de la eficiencia.*

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
EFICIENCIA PRE-TEST	,919	21	,084
EFICIENCIA POST-TEST	,882	21	,016

Contrastación de la hipótesis específica 1

Para la confirmación del análisis del investigador, se presenta a la hipótesis nula: El mantenimiento preventivo no incrementa la eficiencia en un taller de mantenimiento automotriz, Lima 2024 y la hipótesis alterna: El mantenimiento preventivo incrementa la eficiencia en un taller de mantenimiento automotriz, Lima 2024. Como mediante la prueba de normalidad se confirmó que los datos de la eficiencia tienen un comportamiento no paramétrico, se aplicó la prueba de Wilcoxon para verificar la significancia, dicha significancia se tiene que evaluar bajo dos reglas de decisión: Si la significancia es > 0.05 se acepta la hipótesis nula y si la significancia es ≤ 0.05 se acepta la hipótesis altera. Al evaluar los datos pre y post test de la eficiencia, se tuvo como resultado una significancia bilateral de 0.001 por lo tanto y aplicando la regla de decisión, se acepta la hipótesis alterna: El mantenimiento preventivo incrementa la eficiencia en un taller de mantenimiento automotriz, Lima 2024.

Tabla 4. *Contrastación de la eficiencia.*

	EFICIENCIA PRE-TEST EFICIENCIA POST-TEST
Z	-3.844 ^a
Sig. Asintótica (bilateral)	,001

Prueba de normalidad de la hipótesis específica 2

Por último, se realizó el análisis inferencial de la segunda hipótesis específica: El mantenimiento preventivo incrementa la eficacia en un taller de mantenimiento automotriz, Lima 2024. Al contar con 21 datos analizados, se utilizó la prueba estadística de Shapiro Wilk ($n=21<30$) para mediante la prueba de normalidad, aceptar la hipótesis nula si los valores siguen una distribución normal o paramétrica, de ser el caso aceptar la hipótesis alterna si los valores siguen una distribución anormal o no paramétrica. Para establecer dicho comportamiento, se tiene que evaluar bajo dos reglas de decisión: Si la significancia es ≤ 0.05 el comportamiento será no paramétrico y si la significancia es > 0.05 tendrá un comportamiento paramétrico. Al exponer los datos pre y post test de la eficacia para contrastar la normalidad de la primera hipótesis específica, se obtuvo como resultado valores inferiores a 0.05, por lo tanto y aplicando la regla de decisión, se demuestra que tiene un comportamiento no paramétrico. Dado que se tiene que determinar si la eficacia

38

ha incrementado, para ello se realizará el análisis mediante la prueba de Wilcoxon.

Tabla 5. *Prueba de normalidad de la eficacia.*

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
EFICACIA PRE-TEST	,919	21	,084
EFICACIA POST-TEST	,882	21	,016

Contrastación de la hipótesis específica 2

Para la confirmación del análisis del investigador, se presenta a la hipótesis nula: El mantenimiento preventivo no incrementa la eficacia en un taller de mantenimiento automotriz, Lima 2024 y la hipótesis alterna: El mantenimiento preventivo incrementa la eficacia en un taller de mantenimiento automotriz, Lima 2024. Como mediante la prueba de normalidad se confirmó que los datos de la eficacia tienen un comportamiento no paramétrico, se aplicó la prueba de Wilcoxon para verificar la significancia, dicha significancia se tiene que evaluar bajo dos reglas de decisión: Si la significancia es > 0.05 se acepta la hipótesis nula y si la significancia es ≤ 0.05 se acepta la hipótesis altera. Al evaluar los datos pre y post test de la eficacia, se tuvo como resultado una significancia bilateral de 0.001 por lo tanto y aplicando la regla de decisión, se acepta la hipótesis alterna: El mantenimiento preventivo incrementa la eficacia en un taller de mantenimiento automotriz, Lima 2024.

Tabla 6. *Contrastación de la eficacia.*

	EFICACIA PRE-TEST EFICACIA POST-TEST
Z	-3.913 ^a
Sig. Asintótica (bilateral)	,001

Valoración del impacto de la industria automotriz
en la economía mexicana: una aproximación
mediante matrices de contabilidad social*

Assessment of the impact of the automotive industry
in the Mexican economy: An approach through social
accounting matrices

*Carlos Manuel Garcia-Remigio,
Manuel Alejandro Cardenete,
Pilar Campoy-Muñoz
y Francisco Venegas-Martínez***

ABSTRACT

Background and objective: The Mexican automotive industry has become one of the strongest in the world, it generates significant contributions to the gross domestic product, and creates direct and indirect jobs, which promotes the entry of foreign direct investment. This article assesses the impact of the automotive industry on the Mexican economy.

Methodology: The role of the automotive industry in the economic structure and its impact on investment flows are assessed through social accounting matrices. Under the proposed methodology, the classification of sectors and the impact

* Artículo recibido el 5 de agosto de 2019 y aceptado el 16 de enero de 2020. Los autores agradecen los valiosos comentarios y sugerencias de los dictaminadores anónimos. El contenido es responsabilidad única de los autores.

** Carlos Manuel Garcia-Remigio, Instituto Politécnico Nacional, México (correo electrónico: cgarciar1107@alumno.ipn.mx). Manuel Alejandro Cardenete, Universidad Loyola Andalucía, España (correo electrónico: macardenete@uloyola.es). Pilar Campoy-Muñoz, Universidad Loyola Andalucía, España (correo electrónico: mpcampoy@uloyola.es). Francisco Venegas-Martínez, Instituto Politécnico Nacional, México (correo electrónico: fvenegas1111@yahoo.com.mx). Investigación realizada en Sevilla, España, de enero a junio de 2019 en el marco de la estancia predoctoral de la maestría en ciencias económicas.

and employment multipliers are obtained. Subsequently, an investment shock is introduced to analyze its effect on Mexico's main economic indicators.

Empirical results: The classification of sectors indicates that the automotive industry is not strongly linked to the national economy. The accounting multipliers show that the sector has a very weak sensitivity to changes in the rest of the accounts. Job multipliers classify it as an industry with a high labor productivity index. Finally, by simulating an investment shock for expansion, it is shown that the connection with the rest of the economy is stronger and generates greater capital flows with the rest of productive activities.

Limitations: There is only complete and reliable data for social accounting matrices for 2012 in Mexico updated for the automotive sector.

Conclusions: The automotive industry develops in isolation from the rest of the economic activity, however, empirical evidence shows that the impact that this sector has on the rest of the economy in the face of investment flows is stronger, and, in turn, those activities, which are keys within this expansion process, are identified.

Keywords: Mexico; automotive industry; social accounting matrices; accounting multipliers; foreign direct investment. *JEL codes:* C67, C68, F21, L62.

RESUMEN

Antecedentes y objetivo: la industria automotriz mexicana se ha convertido en una de las más fuertes a nivel mundial; genera notables aportaciones al producto interno bruto (PIB) y crea empleos directos e indirectos, al promover la entrada de inversión extranjera directa (IED). El presente trabajo valora el impacto de la industria automotriz sobre la economía mexicana.

Metodología: el desempeño de la industria automotriz en la estructura económica de México y su impacto sobre la economía por flujos de inversión se analizan mediante el uso de matrices de contabilidad social. Con la metodología propuesta se obtienen la clasificación de sectores y los multiplicadores de impacto y empleo. Posteriormente, se introduce un *shock* de inversión para analizar su efecto sobre los principales indicadores económicos del país.

Resultados: la clasificación de sectores indica que la industria automotriz no está fuertemente ligada a la economía nacional. Los multiplicadores contables señalan que el sector presenta sensibilidad muy débil ante cambios en el resto de las cuentas. Los multiplicadores de empleo la catalogan como una industria con alto

índice de productividad laboral. Además, al simular un *shock* de inversión por expansión, se muestra que en esta condición la conexión con el resto de la economía es más fuerte y genera mayores flujos de capital, con las demás actividades productivas.

Limitación: sólo hay datos completos y confiables de matrices de contabilidad social para 2012 en México actualizadas para el sector automotriz.

Conclusiones: la industria automotriz se desarrolla de manera aislada del resto de la actividad económica, sin embargo, la evidencia empírica muestra que el impacto que este sector ejerce sobre el resto de la economía ante flujos de inversión es más fuerte, y, a su vez, se identifican aquellas actividades que son clave dentro de este proceso de expansión.

Palabras clave: México; industria automotriz; matrices de contabilidad social; multiplicadores contables; inversión extranjera directa. *Clasificación JEL:* C67, C68, F21, L62.

INTRODUCCIÓN

En México la industria manufacturera constituye una de las actividades productivas más dinámicas. Sus aportes a la economía del país son: 17% del PIB, 5 472 497 puestos de trabajo —de acuerdo con las estadísticas proporcionadas por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en 2014— y 55.7% del total de inversión extranjera directa (IED) —de acuerdo con información de la Comisión Nacional de Inversiones Extranjeras (CNIE, 2013) en 2012—. Dentro de las manufacturas, el desempeño de la industria automotriz es de suma importancia, pues en el mismo año aportó 14.7% del PIB manufacturero (INEGI y Asociación Mexicana de la Industria Automotriz [AMIA], 2016), razón por la cual esta industria, tanto de ensamblaje como de producción de autopartes, se ha posicionado como un sector clave para la economía. La ubicación geográfica de México es motivo de una amplia dinámica comercial por dos razones: primero, por estar dedicada mayormente a la exportación, y, segundo, por la cercanía con su principal socio comercial y primer mercado de consumo de automóviles y autopartes: los Estados Unidos.

Factores como mano de obra calificada, salarios bajos y reducidos costos de producción constituyen el motivo por el cual las empresas automotrices han optado por traer parte de sus cadenas de producción a territorio mexicano; por ello, la IED destinada a esta industria representa más de un tercio del

Audi anunció la inversión de 2 000 millones de dólares (mdd) para la construcción de su primera y única planta en Puebla, de los cuales se desembolsaron 1 300 millones al finalizar el año. Chrysler anunció una inversión de 1 000 mdd para el periodo 2012-2013 con el propósito de construir una nueva planta en Coahuila, donde, en alianza con Fiat, se armará una van en la plataforma de Ducato;³ de esta cantidad únicamente se invirtieron 862.47 mdd para el primer año. Ford anunció una inversión de 1 370 mdd para ampliar su planta de ensamblaje en Hermosillo, Sonora, de los cuales se confirmaron 1 300 millones al finalizar el año. General Motors invirtió 900 mdd para la producción del nuevo Sonic en San Luis Potosí. Honda arrancó la construcción de una fábrica en Celaya, Guanajuato, donde se invirtieron 800 mdd para el primer año. Mazda invirtió 650 mdd para la continuación de su fábrica de autos en Salamanca, Guanajuato. Nissan invirtió 2 000 mdd para su nueva fábrica en Aguascalientes, misma que se inauguró en 2013. Finalmente, Volkswagen destinó 550 mdd para la ampliación de su planta en Silao, Guanajuato. Estas inversiones suman un total de 8 262.47 mdd, que convertidos a pesos mexicanos para dicho año aportan 109 061.3 millones de pesos.⁴

Una vez descrito el origen de los flujos de capital, se plantea la distribución de la inversión conforme a los requerimientos de insumos por cuentas y actividades. Esto es de acuerdo con una consulta que se realizó a expertos en la industria de ensamblaje de vehículos respecto de la creación y/o ampliación de una planta de ensamblaje. El experto Juan Guillermo Escalante Flores plantea la distribución en la forma que se muestra en el cuadro 4.⁵

III. RESULTADOS EMPÍRICOS (CONSECUENCIAS DE *SHOCKS* EN IED)

El análisis estructural revela que los sectores productivos que conforman la industria automotriz presentan vínculos con el resto de los sectores por

³ A inicios de 2012 se anunció que se invertirían 1 000 mdd durante el periodo 2012-2013, por tal motivo se parte del supuesto de que para 2012 la inversión fue de 862.47 mdd, mientras que el resto (137.53 mdd) se invirtió en el siguiente año.

⁴ Estimaciones propias con base en el promedio anual del tipo de cambio “interbancario 48 horas” de 13.1996 MXN/USD, obtenido del Banco de México para 2012.

⁵ La distribución se realizó con base en la planeación estratégica implementada para una nueva planta de ensamblaje; esta información fue consultada con el experto Juan Guillermo Escalante Flores.

CUADRO 4. *Distribución del shock por inversión en la actividad de ensamblaje*

<i>Cuenta</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Millones de pesos</i>
Resto del mundo (cuenta 34) por importaciones de robótica, procesos automatizados, máquinas herramienta eléctricas y neumáticas, y tecnologías ambientales.	40%	43 624.54
Construcción (cuenta 4) por concepto de materiales para edificación, compra de terrenos, obras para el suministro de agua, gas, energía eléctrica, telecomunicaciones, y otros trabajos especializados.	30%	32 718.39
Resto de las manufacturas (cuenta 5) por compra de máquinas, herramientas eléctricas y neumáticas, computadoras y equipo mobiliario.	15%	16 359.19
Transportes y almacenamiento (cuenta 9).	5%	5 453.06
Información en medios masivos (cuenta 10) como telecomunicaciones, internet, <i>software</i> , sistemas y redes.	5%	5 453.06
Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, así como el suministro de agua (cuenta 3).	5%	5 453.06
Inversión total.	100%	109 061.30

FUENTE: elaboración propia.

debajo de la media. Los valores de *FL* y *BL* permiten clasificar a estos sectores como *independientes* (cuadro 5), pues no se encuentran fuertemente ligados con el resto de las actividades productivas. Los resultados concuerdan con la realidad económica, pues la industria se desarrolla dentro de clústeres (agrupamientos) de producción donde las propias empresas se proveen entre ellas o presentan una relación más fuerte con el extranjero, ya sea mediante importación o exportación tanto de insumos como de productos terminados (Mendoza, 2011). La cuenta del resto de las manufacturas (5) permanece como sector “base”, lo que demuestra que su producción se utiliza principalmente como insumos intermedios para las mismas industrias manufactureras y para el resto de las actividades productivas. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Jaimes, López y Bolívar (2017), que analizan la estructura económica multisectorial mexicana.

El comercio (8) se clasifica como un sector clave, esto debido al fortalecimiento de las empresas (en su mayoría pymes) dedicadas principalmente a exportaciones, las cuales buscan responder a la demanda del mercado internacional. Por tal motivo, este sector se ha convertido en un determinante fundamental para el fortalecimiento de la economía. Por su parte, el sector inmobiliario (12) sigue una tendencia positiva también como sector

CUADRO 5. Clasificación de los sectores productivos de la RAMA-12B

Cuenta	Sectores productivos	2015	2016	Tipo
2	Comercio	1.139	1.134	Clase
12	Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	1.040	1.118	Clase
3	Resto de las manufacturas	2.193	3.769	Eaer
1	Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza	0.366	1.049	Impulsor
3	Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas	0.336	0.12	Impulsor
4	Construcción	0.221	1.015	Impulsor
9	Transporte, comunicaciones y almacenamiento	0.730	1.056	Impulsor
10	Industria extractiva	0.405	1.025	Impulsor
11	Servicios financieros y de seguros	0.479	1.087	Impulsor
13	Servicios profesionales, científicos y técnicos	0.365	1.136	Impulsor
14	Computación	0.200	1.087	Impulsor
15	Servicios de apoyo a las empresas y manejo de desechos y servicios de remediación	0.401	1.145	Impulsor
16	Servicios educativos	0.217	1.157	Impulsor
17	Servicios de salud y de asistencia social	0.212	1.110	Impulsor
18	Servicios de alojamiento, restaurantes y otros servicios recreativos	0.181	1.113	Impulsor
19	Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	0.369	1.094	Impulsor
20	Otros servicios excepto actividades gubernamentales	0.340	1.086	Impulsor
21	Actividades legislativas, gubernamentales, de impartición de justicia y de organismos internacionales y extrajurisdiccionales	0.115	1.126	Impulsor
2	Mining	0.374	0.437	Independiente
6	Industria de automóviles y partes	0.216	0.693	Independiente
7	Industria de partes para vehículos automotores	0.277	0.773	Independiente

FUENTE: elaboración propia.

clave, pues aportó 12.25% del PIB en 2012 (INEGI, 2018), apenas por debajo del comercio y las manufacturas. La descomposición de los multiplicadores muestra que la industria automotriz presenta sensibilidad muy débil ante cambios en el resto de las cuentas y valores muy bajos cuando se contabilizan los efectos (cuadro 6).

El resultado se verifica y concuerda con la revisión de la siguiente literatura respecto de la industria: Jiménez (2006) establece que industrias como la automotriz en México permiten observar la formación de una cadena

CUADRO 6. Descomposición de multiplicadores de la SAMMx-12B

<i>Cuenta</i>	<i>Sectores productivos</i>	<i>Efecto total</i>	<i>Efecto directo</i>	<i>Efecto indirecto</i>	<i>Efecto inducido</i>
21	Actividades legislativas, gubernamentales, de impartición de justicia y de organismos internacionales y extraterritoriales	3.228	1.284	0.121	1.823
16	Servicios educativos	3.116	1.107	0.043	1.966
17	Servicios de salud y de asistencia social	3.100	1.262	0.105	1.733
9	Transportes, correos y almacenamiento	3.027	1.362	0.169	1.496
15	Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	3.021	1.148	0.054	1.820
11	Servicios financieros y de seguros	3.019	1.353	0.130	1.536
13	Servicios profesionales, científicos y técnicos	2.982	1.232	0.076	1.674
19	Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	2.970	1.289	0.122	1.559
3	Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas	2.948	1.397	0.192	1.359
18	Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	2.943	1.237	0.093	1.614
4	Construcción	2.937	1.345	0.160	1.432
20	Otros servicios excepto actividades gubernamentales	2.909	1.225	0.081	1.603
1	Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza	2.901	1.306	0.147	1.448
8	Comercio	2.856	1.192	0.068	1.597
14	Corporativos	2.821	1.201	0.058	1.562
10	Información en medios masivos	2.803	1.267	0.092	1.444
12	Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	2.712	1.083	0.032	1.597
5	Resto de las manufacturas	2.508	1.402	0.156	0.949
7	<i>Fabricación de partes para vehículos automotores</i>	<i>2.361</i>	<i>1.344</i>	<i>0.145</i>	<i>0.872</i>
6	<i>Fabricación de automóviles y camiones</i>	<i>2.180</i>	<i>1.265</i>	<i>0.114</i>	<i>0.800</i>
2	Minería	1.660	1.140	0.055	0.465

FUENTE: elaboración propia.

Tener un control más exacto en los procesos de mantenimiento, periodos de operación y kilometraje, siguiendo las especificaciones técnicas de la maquinaria y vehículos, para dar un mayor rendimiento y evitar daños graves.

Realizar reuniones programadas entre el personal administrativo y operativo con el fin de analizar los problemas más frecuentes que se presentan en parque automotor y mediante una planificación, extender la vida útil de las unidades.

ELABORACION DE UNA PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN
CONFIABILIDAD PARA LA FLOTA DE VEHICULOS DE LA EMPRESA TRANZIT S.A.S
PERTENECIENTE AL SITP.

JORGE LUIS RODRIGUEZ

20122375002

INGENIERO MAURICIO GONZÁLEZ COLMENARES

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

FACULTAD TECNOLÓGICA

INGENIERÍA MECÁNICA

BOGOTÁ, MAYO DE 2018

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1. CONTEXTO MUNDIAL	1
1.2. CONTEXTO LOCAL	1
2. ESTADO DEL ARTE	2
3. JUSTIFICACION	4
4. OBJETIVOS	4
4.1. OBJETIVO GENERAL	4
4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	4
5. CONTEXTO OPERACIONAL	5
5.1. MISION	5
5.2. VISION	5
5.3. OBJETIVOS ESTRATEGICOS	5
5.4. COMPOSICION DE FLOTA	6
5.4.1. Flota de Buses Mercedes Benz Atego 1016	6
5.4.2. Flota de Buses Padron marca Scania, referencia K250 IB 4X2 Euro 5, año modelo 2014	8
6. MARCO TEORICO	11
6.1. DEFINICIONES E INICIOS DE RCM	11
6.2. PREGUNTAS DE PROCESO DE RCM	12
6.2.1. Patrones de falla en función del tiempo	15
6.3. ANALISIS DE MODOS DE FALLA	17
6.4. ESTUDIO DE CRITICIDAD	18
6.4.1. Evaluación de consecuencias	19
6.5. OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO	22
6.6. GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	22
6.7. INDICADORES DE GESTION DE MANTENIMIENTO	23
6.7.1. Disponibilidad	23
6.7.2. Confiabilidad	23

6.7.3. Mantenibilidad	24
7. ANÁLISIS DE VARADAS DE MÓVILES PATIO UVAL TRANZIT DE AÑO 2017	25
7.1. CALCULO DE DISPONIBILIDAD COMPAÑÍA	27
7.2. ANÁLISIS DE EFECTOS Y MODOS DE FALLA	28
7.2.1. Sistema: Transmisión de potencia	28
7.2.2. Sistema: Transmisión de potencia	29
7.2.3. Sistema: Transmisión de potencia	29
7.2.4. Sistema: Neumático	30
7.2.5. Sistema: Dirección	31
7.2.6. Sistema: Dirección	32
7.2.7. Sistema: Dirección	33
7.3. ANÁLISIS DE CRITICIDAD	34
7.3.1. Análisis de costos de varadas	38
7.4. DISPONIBILIDAD REAL DE FLOTA	39
8. CONCLUSIONES	41
9. RECOMENDACIONES	42
ANEXOS	

RESUMEN

En el presente trabajo de grado se realizó una propuesta de plan de mantenimiento basado en RCM en la compañía Tranzit, perteneciente a Sistema Integrado de Transporte Público (SITP), donde se identificó y analizó las fallas presentadas en los vehículos en el periodo de un año, este análisis fue la base de la creación de tareas proactivas de mantenimiento enfocadas a el mejoramiento de la calidad y aumento de la vida útil de los equipos.

INTRODUCCION

La industria del transporte se rige por altos estándares de calidad, competitividad, confiabilidad y seguridad, determinantes en la permanencia de una empresa en el mercado del transporte público.

El área de mantenimiento es de gran influencia en la optimización de la disponibilidad de los vehículos en la operación y debe ayudar a controlar el uso de los recursos monetarios, físicos y de personal en pro de prestar un servicio de calidad a las personas que recurren al sistema para suplir sus necesidades de movilidad.

Las empresas en la industria deben estar apoyadas de estrategias y planes de mantenimiento que les permita eliminar al máximo los tiempos y mano de obra en reparaciones que involucren cambio de refacciones por temas correctivos, los cuales no permiten controlar el tiempo de varada de los móviles, incumpliendo al cliente, es pertinente que el porcentaje de mantenimiento preventivo y predictivo sea mayor al correctivo ya que con esto se disminuyen los costos, pudiendo detener programada y controladamente los vehículos para cada intervención.

La siguiente propuesta estará desarrollada para los vehículos que componen uno de los patios de la empresa, caso particular Patio Uval.

Se propone estructurar el plan de mantenimiento basado en confiabilidad acompañado de rutinas de mantenimiento.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. CONTEXTO MUNDIAL

Al comienzo del 1950 la aviación comercial mundial estaba sufriendo de cada millón de despegues, 60 accidentes en cualquier parte del mundo con más de 100 personas involucradas, la mayoría de los accidentes eran por fallas en los equipos. Por tal razón se empezó a enfatizarse en el control de estas fallas.

En 1960 se dan los inicios del RCM en la Aeronáutica Civil Norteamericana quien influyo en las empresas de aviación comercial, en la cual los mantenimientos de los equipos eran basados en supuestos, a llegar a un proceso sistemático y analítico que hizo seguros los viajes en avión.

Tras 10 años de trabajo en mantenimiento confiable en las aeronaves, se desarrolló el reporte Reliability Centered Maintenance, escrito por Stanley Nowlan y Howard Head de United Airlines y fue publicado en 1978, útil para el manejo de activos de una empresa.

1.2. CONTEXTO LOCAL

Tranzit S.A.S es una empresa ubicada en la zona Usme, dedicada al transporte de pasajeros en la ciudad de Bogotá D.C, es una de las operadoras que integra el SITP que empezó a operar en el año 2012. Cuenta con cuatro patios-talleres: Patio Uval, Patio Aurora, Patio Cerros, Patio Alimentación, los cuales se dividen una cantidad de 808 vehículos.

Patio Uval con 202 móviles modelo 2014, es la flota con menor uso y en la cual el plan de mantenimiento es basado en las indicaciones básicas del fabricante para este caso las marcas Scania y Mercedes Benz, que promueven la realización de sus rutinas de mantenimiento preventivo con ciertas frecuencias de kilometrajes, las cuales no están ajustadas a las condiciones reales de la

geografía y medio ambiente en las rutas que opera la flota, que afectan de forma directa generando fallas en los sistemas de los vehículos como pueden ser, sistema de suspensión, transmisión de potencia entre otros. Fallas que se deben prever y controlar para disminuir su impacto en la operación.

2. ESTADO DEL ARTE

Como antecedente se revisó una tesis de grado de la universidad Tecnológica de Bolívar departamento de Ingeniería Mecánica y Mecatrónica de Cartagena Colombia proyecto titulado “DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN RCM, PARA LOS EQUIPOS Y VEHÍCULOS DE DINACOL S.A.” realizado en el año 2011 para optar por el título de Ingeniero Mecánico, elaborado por Marco Antonio Cárdenas.

El objetivo principal del proyecto fue Realizar un plan de mantenimiento basado en confiabilidad que permita optimizar la operatividad y eficiencia de equipos, máquinas y vehículos de la empresa DINACOL S.A.

Dinacol S.A es una empresa de Cartagena que presta servicios de ingeniería con énfasis en diseño, mantenimiento y revisión de calidad del sector Industrial, Civil y Marítimo.

“La metodología a desarrollar para este trabajo, es mediante un trabajo de campo y observación directa de las actividades de mantenimiento de los equipos, máquinas y vehículos, que se llevan a cabo día a día, además del manejo de los recursos y las técnicas actuales para tal fin; posteriormente, el desarrollo de una propuesta de mejora que facilite la operación y mantención de estos sistemas en DINACOL S.A., además de la toma de decisiones basadas en los costos y otras variables.

Dejando como resultado un crecimiento en el área de construcción y montaje de grandes estructuras, con planes de mantenimiento con estricta ejecución que

disminuye la cantidad de fallas y pudiéndolas atacar de forma prematura en los equipos.

Otro proyecto revisado fue el de la universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Ingeniería Mecánica. Proyecto presentado en Pereira en 2013, para optar por el título de Ingeniero Mecánico. Titulado "DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA FLOTA ARTICULADA DE INTEGRA S.A. USANDO ALGUNAS HERRAMIENTAS DEL MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD (RCM)", elaborado por Juan David Montes Villada

El cual busca "Realizar el diseño de un plan de mantenimiento para la flota articulada de Integra S.A. usando algunas herramientas de mantenimiento centrado en confiabilidad"

Para la realización de este trabajo se llevó a cabo la investigación teórica de RCM, con documentos e información relacionada con el tema, usando herramientas sacada de la teoría de RCM se diseñó un plan de Mantenimiento para la flota, por medio de la aplicación de una matriz de requerimientos, se dividieron y analizaron los sistemas en componentes, modos de falla, causas y efectos de las fallas de los componentes.

Se priorizo la criticidad de los sistemas y subsistemas más relevantes tomando medidas preventivas que puedan disminuir el efecto de las potenciales fallas, por medio de rutinas con periodicidades necesarias.

Se generaron formatos para órdenes de trabajo, se llevó a cabo el control y organización de la información por medio del software Infomate.

3. JUSTIFICACION

El área de mantenimiento busca maximizar la disponibilidad, confiabilidad, de los activos físicos de una empresa alargando la vida útil de los componentes de los vehículos de la flota de patio Uval, para generar el mayor ingreso y cubrir a cabalidad la necesidad de transporte al público.

Razón por la cual se debe desarrollar una implementación de un plan de mantenimiento basado en confiabilidad que lleva a la empresa a un mejoramiento continuo en servicio y competitividad.

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

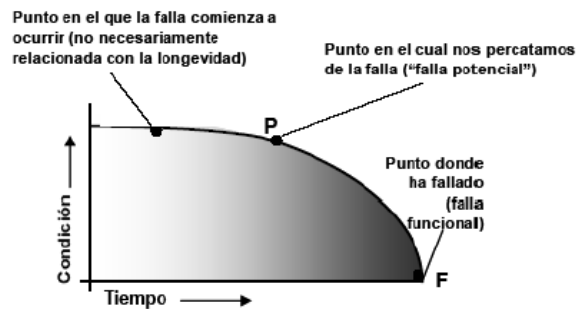
Elaborar una propuesta de plan de mantenimiento basado en confiabilidad para la flota de vehículos de la empresa Tranzit S.A.S perteneciente al SITP.

4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Identificar y analizar las fallas en los sistemas que hacen que los móviles presenten tiempos de inoperatividad.
- Estructurar la propuesta de plan de mantenimiento basado en confiabilidad en la empresa Tranzit S.A.S.
- Implementar rutinas de mantenimiento de acuerdo al plan estructurado.

Patrón E. o de falla aleatorio.

Patrón F. Donde se presenta una alta probabilidad de falla en la etapa prematura del elemento y luego pasa a una zona de probabilidad de falla constante.



Fuente: **SAE JA-1012**

Figura 15. Comportamiento de la falla⁷

6.3. ANALISIS DE MODOS DE FALLA

Es una metodología que permite identificar y analizar modos de falla que han surgido o que pueden llegar a aparecer en los sistemas o equipos a investigar, para el análisis sus efectos y consecuencias, es un método que permite establecer medidas basadas en acciones para mitigar el riesgo y los efectos en procesos de Producción, seguridad, higiene y ambiente.

Este método permite la mejora de la creación de planes de mantenimiento, basados en presupuestos de costo y tiempos establecidos, que permiten elevar el nivel de disponibilidad, confiabilidad en la prestación de servicio que a su vez deja a los clientes satisfechos.

⁷ Norma SAE JA1012, A Guide to the Reliability-Centered Maintenance (RCM) Standard. SAE International. 2002.



Figura 16. Flujo, análisis de falla⁸

6.4. ESTUDIO DE CRITICIDAD

Metodología que ayuda a la organización de sistemas, equipos e instalaciones, de acuerdo a su impacto dentro de un proceso, para apoyar la toma de decisiones⁹.

Se puede expresar como $\text{Criticidad} = \text{Frecuencia} \times \text{Consecuencia}$

De allí se puede mencionar que la frecuencia es la cantidad de fallas presentadas en un sistema objeto de estudio en un periodo de tiempo y la consecuencia está relacionada con el impacto y la flexibilidad operacional, costos de reparación y la seguridad y medio ambiente, calificados de 1 a 5 según sea su impacto, criterios que se llevan a una gráfica y se comparan para saber cuál de los sistemas objeto de estudio tienen mayor impacto en la flota.

⁸ AMEF. Análisis de modos y efectos de falla. [En línea], Disponible en internet: falla.//reliarisk.com

⁹ El análisis de Criticidad, una metodología para mejorar la Confiabilidad Operacional. Reliabilityweb.com. A Culture of Reliability. [En línea], Revisado el 6 de Abril de 2018. Disponible en internet: <https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/el-analisis-de-criticidad-una-metodologia-para-mejorar-la-confiabilidad-o-pe>

6.4.1. Evaluación de consecuencias

Consecuencias asociadas a la Fallas Ocultas	Valor
El modo de falla nunca será oculto y no podrá llevar fallas múltiples	1
La falla siempre será oculta y ocasionará fallas múltiples a gran escala	2
En condiciones normales tiene posibilidad media de ser oculta y ocasionar fallas múltiples	3
Existe posibilidad baja de que el modo de falla no sea detectada y ocasione fallas múltiples	4
Existe una posibilidad alta de que la falla no sea detectada y ocasione fallas múltiples	5

Tabla 1. Consecuencias asociadas a las fallas ocultas.

Fuente: Autor

Consecuencias asociadas a la Seguridad Física	Valor
No se afecta la seguridad física	1
Afecta a una persona, y puede generar incapacidad de carácter temporal	2
Afecta de 2 a 5 personas, y puede generar incapacidad de carácter temporal	3
Afecta a mas de 5 personas con incapacidad temporal, o una con incapacidad permanente	4
Afecta a mas de una persona con incapacidad permanente, o causando la muerte	5

Tabla 2. Consecuencias asociadas a la seguridad física.

Fuente: Autor

Consecuencias asociadas al Medio Ambiente	Valor
No se afecta el medio ambiente	1
Afecta el medio ambiente pero puede ser controlado. No afecta ecosistemas	2
Afecta la disponibilidad de recursos comunitarios o ecosistemas. Es reversible en menos de 6 meses con un costo menor a \$50'000.000	3
Afecta la disponibilidad de recursos comunitarios o ecosistemas. Es reversible en menos de 3 años a un costo menor a \$500'000.000	4
Afecta la disponibilidad de recursos comunitarios o ecosistemas. Es reversible en más de 3 años a un costo mayor a \$500'000.000, o es irreversible.	5

Tabla 3. Consecuencias asociadas al medio ambiente.
Fuente: Autor

Consecuencias asociadas a los costos de reparar	Valor
Los costos de reparación son menores a \$1.000.000	1
Los costos de reparación son mayores a \$1.000.000 y menores de \$10'000.000	2
Los costos de reparación son mayores a \$10'000.000 y menores de \$50'000.000	3
Los costos de reparación son mayores a \$50'000.000 y menores de \$500'000.000	4
Los costos de reparación son mayores a \$500'000.000	5

Tabla 4. Consecuencias asociadas a los costos a reparar.
Fuente: Autor

Consecuencias asociadas a los Clientes	Valor
Los costos del efecto en los clientes son menores a \$1.000.000	1
Los costos del efecto en los clientes son mayores a \$1.000.000 y menores de \$10'000.000	2
Los costos del efecto en los clientes son mayores a \$10'000.000 y menores de \$50'000.000	3
Los costos del efecto en los clientes son mayores a \$50'000.000 y menores de \$500'000.000	4
Los costos del efecto en los clientes son mayores a \$500'000.000	5

Tabla 5. Consecuencias asociadas a los clientes.
Fuente: Autor

Esta metodología permite priorizar sistemas y enfocar el plan de mantenimiento, generando tareas con el fin de disminuir el impacto que puede generar las diferentes fallas al presentarse en los equipos.

Consecuencia	Probabilidad de Falla						
	Todos los días	Entre 1 semana y 1 mes	Entre 1 y 3 mes	Entre 3 y 6 meses	Entre 6 meses y 1 año	Entre 1 y 3 año.	> 3 años
	Extrema	Muy Alto	Alto	Moderado	Bajo	Muy bajo	Remoto
A	10	9	8	7	6	5	4
B	9	8	7	6	5	4	3
C	8	7	6	5	4	3	2
D	7	6	5	4	3	2	1
M	6	5	4	3	2	1	1

Valoración de Criticidad		
Rojo	Alto	Prioridad Alta
Amarillo	Medio	Prioridad Media
Verde	Bajo	Prioridad Baja

Tabla 6. Tabla de criticidad¹⁰

¹⁰ MURILLO, William. Mantenimiento centrado en confiabilidad. Curso digital. CD 2. 2011.

6.5. OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO

El principal objetivo es mantener la disponibilidad de un recurso físico con el menor costo posible, de ser necesario un cambio de alguna refacción se debe buscar que el tiempo de parada sea el mínimo.

Las empresas de transporte consideran el mantenimiento como un gasto innecesario por la gran inversión de dinero y el apoyo se evidencia más en la parte de operaciones, ya que se ve más fácil la rentabilidad.

6.6. GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

Se enfoca en el desarrollo de procesos tales como planificación, programación, ejecución y control.

Planificación es el proceso mediante el cual se determinan los objetivos a lograr en la gestión de Mantenimiento y las estrategias de implementación que llevan a la consecución de los objetivos, basadas en políticas empresariales como son la estimación del costo, entre otros.

Programación se asocia con la estimación de tiempo y recursos, por medio de programas que establecen tiempos de inicio y terminación, para mejorar la disponibilidad de un equipo.

Ejecución se basa en la dirección y coordinación de esfuerzos del personal que realiza las actividades generadas a partir de la programación y planificación para el logro de los objetivos.

Control es el seguimiento de las instalaciones, equipos, personal y sistemas para que operen de forma adecuada, de acuerdo con parámetros de referencia. Además se debe realizar seguimiento y control de indicadores de mantenimiento, los cuales evidencian el porcentaje de consecución de los objetivos, bajo parámetros de políticas de la compañía.

6.7. INDICADORES DE GESTION DE MANTENIMIENTO

6.7.1. Disponibilidad

Según la revista Scientia et Technica Año XII la disponibilidad es "la confianza de que un componente o sistema que sufrió mantenimiento, ejerza su función satisfactoriamente para un tiempo dado. En la practica la disponibilidad se expresa como el porcentaje de tiempo en que el sistema está listo para operar o producir, esto en sistemas que operan continuamente" ¹¹.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{HTP - HMTTOC}{HTP}$$

Ecuación de disponibilidad indicada por tutor Mauricio Colmenares, donde HTP se refiere a las horas totales en producción, HMTTOC horas en Mantenimiento correctivo.

La disponibilidad total de la flota de patio Uval Tranzit fue de 73%, (en anexo se encuentra disponibilidad por móvil)

6.7.2. Confiabilidad

Según la revista Scientia et Technica Año XII confiabilidad "es la confianza que se tiene de que un componente, equipo o sistema desempeñe su función básica, durante un periodo de tiempo preestablecido, bajo condiciones estándares de operación" ¹² se puede medir en porcentaje de probabilidad.

¹¹ MESA, Dairo. ORTIZ, Yesid. PINZON, Manuel. Revista SCIENTIA ET TECHNICA AÑO XII. No 30. Mayo de 2006 utp. Issn 0122-1701. La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas aplicadas al mantenimiento. P. 157 [En línea], Revisado el 2 de Abril de 2018. Disponible en internet: <http://www.redalyc.org/html/849/84920491036/>

¹² Ibit. P. 156

$$\text{Confiabilidad} = \frac{HTP - HMTTOC - HMTTOP}{HTP}$$

Ecuación de disponibilidad indicada por tutor Mauricio Colmenares, donde HTP se refiere a las horas totales en producción, HMTTOC horas en mantenimiento correctivo, HMTTOP horas en mantenimiento preventivo.

La confiabilidad total de la flota de patio Uval Tranzit fue de 60%, (en anexo se encuentra confiabilidad por móvil)

6.7.3. Mantenibilidad

“La mantenibilidad se define como la expectativa que se tiene de que un equipo o sistema pueda ser colocado en condiciones de operación dentro de un periodo de tiempo establecido, cuando la acción de mantenimiento es ejecutada de acuerdo con procedimientos preestablecidos”¹³.

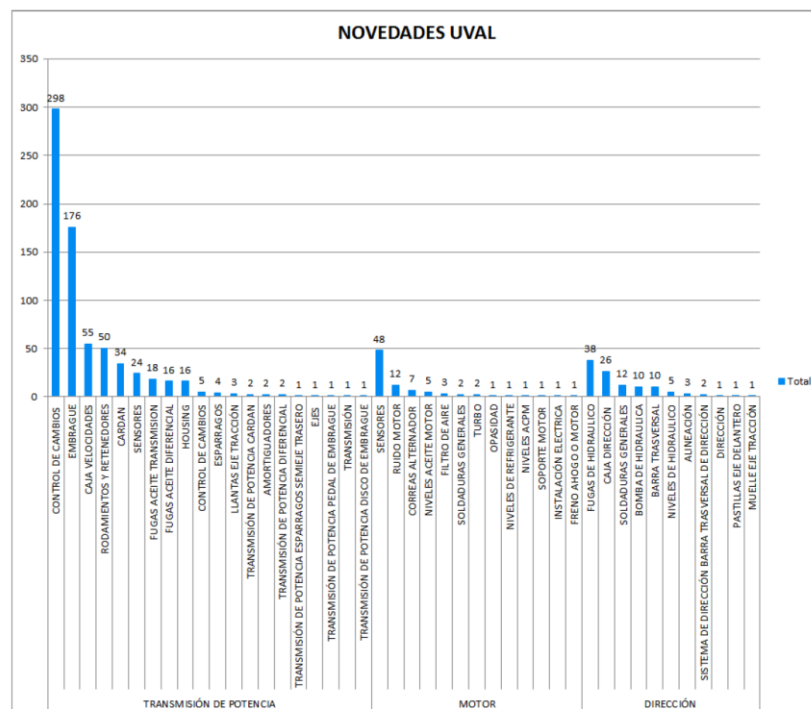
¹³ Ibid. P. 158

7. ANÁLISIS DE VARADAS DE MÓVILES PATIO UVAL TRANZIT DE AÑO 2017

Novedades por sistema	Cantidad de Novedad
TRANSMISIÓN DE POTENCIA	710
CONTROL DE CAMBIOS	298
EMBRAGUE	176
CAJA VELOCIDADES	55
RODAMIENTOS Y RETENEDORES	50
CARDAN	34
SENSORES	24
FUGAS ACEITE TRANSMISION	18
FUGAS ACEITE DIFERENCIAL	16
HOUSING	16
CONTROL DE CAMBIOS	5
ESPARRAGOS	4
LLANTAS EJE TRACCIÓN	3
TRANSMISIÓN DE POTENCIA CARDAN	2
AMORTIGUADORES	2
TRANSMISIÓN DE POTENCIA DIFERENCIAL	2
TRANSMISIÓN DE POTENCIA ESPARRAGOS SEMIEJE TRASERO	1
EJES	1
TRANSMISIÓN DE POTENCIA PEDAL DE EMBRAGUE	1
TRANSMISIÓN	1
TRANSMISIÓN DE POTENCIA DISCO DE EMBRAGUE	1
MOTOR	85
SENSORES	48
RUIDO MOTOR	12
CORREAS ALTERNADOR	7
NIVELES ACEITE MOTOR	5
FILTRO DE AIRE	3
SOLDADURAS GENERALES	2
TURBO	2
OPASIDAD	1
NIVELES DE REFRIGERANTE	1
NIVELES ACPM	1
SOPORTE MOTOR	1
INSTALACIÓN ELECTRICA	1
FRENO AHOGO O MOTOR	1
DIRECCIÓN	109
FUGAS DE HIDRAULICO	38
CAJA DIRECCIÓN	26
SOLDADURAS GENERALES	12
BOMBA DE HIDRAULICA	10
BARRA TRASVERSAL	10
NIVELES DE HIDRAULICO	5
ALINEACIÓN	3
SISTEMA DE DIRECCIÓN BARRA TRASVERSAL DE DIRECCIÓN	2
DIRECCIÓN	1
PASTILLAS EJE DELANTERO	1
MUELLE EJE TRACCIÓN	1
Total Novedades	904

TABLA 7. Varadas de móviles Patio Uval Tranzit de año 2017

Fuente: Autor



GRAFICA 1. Varadas de móviles Patio Uval Tranzit de año 2017

Fuente: Autor

A partir de la información obtenida de la cantidad de móviles con presencia de fallo por sistema del patio Uval en el periodo de un año, se puede saber el tipo de falla que presenta mayor impacto y cantidad de varada, esta información evidencia que la mayor parte de los motivos de inoperatividad de los móviles está representada por el sistema de transmisión de potencia, fallas presentadas en componentes de caja de cambios, embrague y diferencial, los cuales son importantes en la transmisión de la potencia, velocidad y movimiento en los mecanismos motrices de cada móvil, fallas que están haciendo que la disponibilidad, confiabilidad disminuyan y se vea afectada la prestación del servicio de transporte de pasajeros en cuanto a calidad y cobertura. Todo esto a

nivel general conlleva a que el público tenga desconfianza y genera que éste tenga que optar por otros diferentes medios de transporte ya establecidos y en algunos casos improvisados e ilegales. Esta situación deja pérdidas económicas para la compañía, por disminución de tiempo operativo, disminución de recursos de mano de obra y mayor tiempo en consecución de refacciones para poner en funcionamiento las unidades. Toda esta inversión de tiempo y mano de obra destinada mayormente en una sola dirección, lleva a que las demás unidades operativas quedan descuidadas y se acelera el proceso de envejecimiento de la flota.

El análisis criticidad, de modos y efectos de falla permite orientar el proceso de mantenimiento en función de organizar de forma adecuada el impacto que genera cada tipo de falla para tomar las decisiones más óptimas para tener la mayor vida útil en cada unidad con estándares elevados de calidad, según los requerimientos de entes gestores del proceso, en el caso del SITP la interventoría de Transmilenio y políticas de tránsito y transporte de pasajeros.

Se procede a realizar el Análisis de Efectos y Modos de Falla, así como el de criticidad en la Flota de Patio Uval Tranzit.

7.1. CALCULO DE DISPONIBILIDAD COMPAÑÍA

Mes	Flota Comercial	Flota Operativa	Varadas	Disponibilidad	Confiabilidad
Enero	3488	3640	448	104%	88%
febrero	3438	3228	490	94%	85%
Marzo	4202	3944	742	94%	81%
Abril	3411	3300	631	97%	81%
Mayo	4011	3853	676	96%	82%
Junio	3736	3602	676	96%	81%
Julio	3563	3435	583	96%	83%
Agosto	3948	3644	822	92%	77%
Septiembre	5189	4527	795	87%	82%
Octubre	5550	4794	681	86%	86%
Noviembre	5541	4693	644	85%	86%
Diciembre	4186	3524	690	84%	80%
Total disponibilidad y Confiabilidad				93%	83%

Tabla 8. Calculo disponibilidad compañía.

Fuente: Autor.



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**“DISEÑO DE UN PLAN ESTRATÉGICO PARA LA
REPOTENCIACIÓN DEL TALLER AUTOMOTRIZ DE LA
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ, EN FUNCIÓN DE
LOS MANTENIMIENTOS QUE SE DEBEN REALIZAR AL
PARQUE AUTOMOTOR DE LA ESPOCH”**

TRABAJO DE TITULACIÓN:

TIPO: PROYECTO TÉCNICO

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

AUTOR: RAUL DARIO SANCHEZ LEON

DIRECTOR: ING. PAUL ALEJANDRO MONTUFAR PAZ

RIOBAMBA-ECUADOR

2019

RESUMEN

El objetivo del presente proyecto técnico fue el de diseñar un plan estratégico para la repotenciación del taller automotriz de la carrera de ingeniería automotriz, en relación de los mantenimientos que se deben realizar al parque automotor de la ESPOCH. La evaluación del estado actual de la flota vehicular se realizó por medio de inspecciones *in situ* en las unidades, recolectando información de los mismos por medio de fichas técnicas desarrolladas. Se desarrollaron planes de mantenimiento en función de las unidades funcionales tras la evaluación, tomando en cuenta las fichas técnicas de cada vehículo además que se tuvo como referencia los planes propuestos por los manuales de taller de cada marca comercial correspondiente a las unidades vehiculares. Los planes de mantenimiento fueron agrupados en planes maestros en función de los tipos de vehículos presentes en la flota. Se realizó el análisis económico de la aplicación de los planes de mantenimiento creados en función del presupuesto asignado al mantenimiento del año 2018 brindado por la Unidad de Transporte. Con esta información se realizó un plan estratégico en función de las necesidades tecnológicas y de mantenimiento logrando la repotenciación del taller automotriz para ser implementado a largo o corto plazo. Se recomienda revisar la base de datos del sistema SisMAC que posee la institución de la ESPOCH donde se puede comparar los planes de mantenimiento ingresados, con los que se deseen crear en un futuro, así como la evolución del estado de la flota vehicular y el control del mantenimiento en función del kilometraje de los vehículos.

Palabras claves: <TECNOLOGÍA Y CIENCIAS DE LA INGENIERÍA>, <INGENIERIA AUTOMOTRIZ>, <MANTENIMIENTO>, <FLOTA VEHICULAR>, < PLAN DE MANTENIMIENTO>, <PLAN ESTRATÉGICO>, < FICHAS TÉCNICAS>



INTRODUCCIÓN

La condición actual del taller automotriz en función de las necesidades de mantenimiento vehicular que ofrece la institución de la ESPOCH para su propio parque automotor no cuenta con las herramientas y equipos necesarios para cumplir de manera efectiva y eficiente su cometido, siendo así necesario una repotenciación del taller la cual a futuro podría traer beneficios económicos, pues no sería necesario el gasto en mantenimientos realizados externamente.

Mediante normas y manuales automotrices se podrá definir correctamente las actividades de mantenimiento que realiza la institución y por lo tanto los equipos y herramientas que necesitan para las mismas. Se necesitará revisar los registros de los distintos equipos y herramientas con las que cuenta el taller automotriz.

Los procedimientos técnicos a utilizar para la realización de este proyecto técnico son de tipo aplicada, así como el nivel de la investigación, será exploratoria y analítica, de carácter cuántico empleando un método inductivo al revisar de manera particular los mantenimientos vehiculares para diseñar un plan general de mantenimiento con ayuda de la teoría usando elementos estadísticos y bibliográficos

1.2 Planteamiento del Problema

El problema que se abordara en el presente proyecto es, la falta de un taller automotriz adecuado con los equipos y herramientas necesarias para realizar las tareas de mantenimiento que se realizan a la flota vehicular de la Escuela Politécnica de Chimborazo, que da como resultado costos extras debido a que en muchos casos es necesario la contratación externa de servicios de mantenimientos a concesionarias del mercado para cierto tipos de vehículos de la institución.

La falta de un estudio de la gestión del mantenimiento en el taller automotriz de la institución, que imposibilita reconocer cuales son las necesidades reales de equipos y herramientas necesarias en los procesos de mantenimiento vehicular.

También la necesidad de un mejor control y registro de las actividades de mantenimiento que se realizan en el taller, tomando en cuenta las fallas y averías bajo una correcta clasificación entre aquellas corregidas por mantenimiento preventivo y aquellas por correctivo. Las actividades de mantenimiento también necesitan una mayor coordinación entre el equipo técnico y los encargados o conductores de los vehículos.

1.3 Justificación

1.1.1 Justificación teórica

El presente proyecto técnico se realiza con el objetivo de mostrar los distintos tipos de mantenimientos aplicados en las actividades del taller automotriz y la gestión del mantenimiento necesario para lograr el correcto funcionamiento del taller, de los equipos y recurso humano.

1.1.2 Justificación metodológica

Por medio de la presente investigación se busca evaluar las actividades de mantenimiento realizadas taller automotriz respecto a una correcta gestión de mantenimiento de una flota vehicular y los equipos necesarios para tal fin.

1.1.3 Justificación practica

El proyecto técnico se justifica prácticamente mediante la elaboración de planes de mantenimiento de los distintos tipos de vehículos que conforman la flota vehicular de la institución de la ESPOCH. También la propuesta de plan estratégico para la repotenciación del taller para obtener los equipos y herramientas necesarias para cumplir las actividades de mantenimiento a realizarse en el mismo de manera eficiente y satisfactoria.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Diseñar un plan estratégico para la repotenciación del taller automotriz de la carrera de ingeniería automotriz, en función de los mantenimientos que se deben realizar al parque automotor de la ESPOCH.

1.4.2 Objetivos Especificos

- Conocer las actividades y planes de mantenimiento vehicular que ofrece la institución para realizar el diagnóstico de la gestión del mantenimiento que actualmente se realiza en el taller automotriz
- Diseñar un plan de mantenimiento en función de los datos históricos y el estado actual de la flota de vehículos del parque automotor de la ESPOCH para mejorar la disponibilidad de vehículos
- Determinar las necesidades tecnológicas en función de los planes de mantenimiento vehicular para el correcto equipamiento del taller.
- Realizar un plan estratégico en función de las necesidades tecnológicas y de mantenimiento logrando la repotenciación del taller automotriz para ser implementado a largo plazo.

3.1.2 Fichas de los planes de mantenimiento

Los planes de mantenimiento se realizaron en un formato que permite identificar las actividades de mantenimiento a realizarse en función del kilometraje de las unidades vehiculares, este formato son las fichas de planes de mantenimiento, los cuales además facilitan la administración de la información, como en el caso de poder transferir esta información a un software de mantenimiento, como se verá más adelante.

Las actividades de mantenimiento presentadas en cada ficha siguen un modo de proceder, el cual ha sido codificado de la siguiente manera:

- D- PUNTO DE INSPECCIÓN DIARIO
- C- CAMBIO
- I= INSPECCION
- I/C= INSPECCION o CAMBIO DE SER NECESARIO

Según la codificación asignada a la actividad de mantenimiento se ha de proceder adecuadamente, puesto que no en toda tarea es necesario el cambio de un repuesto o insumo, y en algunos casos para el cambio de los mismos es necesario una previa inspección.

Las actividades han sido clasificadas en los diversos tipos de sistemas que poseen las unidades vehiculares con el fin de agrupar las actividades afines a elementos y mecanismos comunes, de tal manera que las mismas no estén dispersas en la fichas y sea de fácil búsqueda al momento de la revisión de las unidades. La clasificación se ha dado de la siguiente manera:

- MOTOR
- EMBRAGUE
- TRANSMISIÓN
- EJE PROPULSOR
- SUSPENSIÓN
- RUEDAS
- DIRECCIÓN
- EQUIPO ELECTRICO

[illegible]

45

3.2 Diseño del Plan estratégico de repotenciación

3.2.1 Antecedentes

El taller automotriz de la facultad de Mecánica de la ESPOCH brinda servicios a la comunidad politécnica, por un lado, está encargado de los mantenimientos de la flota vehicular y por otro lado en sus instalaciones se realizan las prácticas pedagógicas y técnicas de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Automotriz. El mismo está bajo la administración de la Unidad de Transporte, contando con un equipo de trabajo de 3 técnicos, siendo uno de ellos jefe de taller y los demás auxiliares del mismo.

3.2.2 Misión, Visión y Valores

Misión

Brindar servicios de mantenimiento al parque automotor de la ESPOCH, logrando una alta disponibilidad de los vehículos al servicio de la institución por medio de procedimientos técnicos adecuados y con la instrumentación tecnológica necesaria.

Visión

Llegar a ser un taller líder a nivel institucional en los próximos 3 años, al proveer servicios de mantenimiento de alta calidad a la flota vehicular de la ESPOCH con herramientas y equipos con la tecnología acorde al mercado actual automotriz.

Valores

- Compromiso
- Constancia
- Lealtad
- Honestidad
- Diligencia

3.2.3 Diagnóstico: FODA

Tabla 19-3: FODA del taller automotriz

Fortalezas	Debilidades
Equipo de trabajo unido	Falta de equipos y herramientas
Facilidad de obtención de repuestos e insumos con bodega	Falta de planes de mantenimiento
Experiencia laboral del equipo de trabajo	Tiempos de realización de las actividades de mantenimiento
Conocimiento del estado de la flota vehicular	Falta de capacitación del personal del taller
Oportunidades	Amenazas
Comunicación eficiente entre los conductores de las unidades	Comunicación deficiente con la Unidad de Transporte
Presupuesto alto	Burocracia institucional
Comunicación eficiente con la Unidad de Transporte	Decisiones unilaterales
Mejora de la infraestructura del taller	Control inadecuado del servicio de mantenimiento del taller

Realizado por: Autor

3.2.4 Plan de acción - Necesidades tecnológicas del taller automotriz

Dado la condición actual del taller en cuanto a equipos y herramientas que posee, además de tomar en cuenta el plan de mantenimiento desarrollado; se observa en la necesidad de adquirir nuevos equipos y herramientas que permitan la realización de ciertas actividades de mantenimiento, las cuales actualmente no se las puede realizar en el taller automotriz y que se las efectúa por contratación externa, aumentando así el costo del mantenimiento.

Entre los equipos y herramientas que se necesitan para las actividades de mantenimiento, las cuales no posee el taller automotriz, están las siguientes:

- Alincadora automotriz
- Balanceadora de llantas
- Caja de dados 1/2" y 1/4"
- 2 Elevadores de columna
- Limpiadora de inyectores
- Kit centrador de embrague

- Kit purga de frenos
- Compresor de espirales
- Herramienta extracción de rótulas
- Kit cambio de bandas de distribución
- Calibradores
- Relojes comparadores (excentricidad)

La justificación de estos equipos está relacionado con las actividades de mantenimiento a realizarse, que tras un análisis del kilometraje referencial de cada vehículo de la flota se pudo considerar las tareas de mantenimiento a realizarse a largo plazo en función del número total de vehículos de la flota en servicio. En términos económicos se podrían acelerar tiempos de las actividades de mantenimiento y se evitaría la necesidad de contratación externa para realizar ciertos servicios, lo que conlleva un gasto y tiempo necesario.

Tabla 20-3: Justificación de obtención de equipos y herramientas

Equipo/herramienta	Justificación	Frecuencia anual
Alineadora	La alineación de la dirección, permite además de un correcto funcionamiento, el desgaste equilibrado de los neumáticos	66
Balanceadora	En función del estado de los neumáticos	-
Caja de dados 1/2	Facilita la realización de diversas actividades de mantenimiento en relación al montaje y desmontaje de elementos	-
Elevador de columna	Facilita la realización de diversas actividades de mantenimiento. En el taller existen 3 elevadores de los cuales solo 1 está en funcionamiento.	-
Limpiadora de inyectores	La limpieza de inyectores se considera a los 20.000km	18
Centradora de embrague	Facilita el cambio del kit de embrague	4
Kit de purga de frenos	El control de estado de los frenos , así como de su circuito se efectúa cada 10.000 km	66
Herramienta de extracción de rótulas	La comprobación del estado de la dirección es necesario para un desgaste equitativo de los neumáticos	20
Compresor de espirales	Facilita el cambio de espirales del sistema de suspensión	11
Kit de cambio de bandas de distribución	Facilita la extracción de las bandas de distribución así como su montaje.	33
Calibrador de galgas	Necesario para la revisión de holguras en diversos elementos.	-
Relojes comparadores (excentricidad)	Permite comprobar el estado de los discos de frenos	66

Realizado por: Autor



FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“IMPLEMENTACION DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA
MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA METALMECANICA
EMECA SAC, COMAS – DICIEMBRE 2017”**

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR:

SIMÓN VILLEGAS EDUARDO LUIS

ASESOR

Mgtr. CESPEDES BLANCO, CARLOS ENRIQUE

LINEA DE INVESTIGACIÓN

GESTION EMPRESARIAL Y PRODUCTIVA

LIMA – PERÚ

2017

INDICE

Página de jurado	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
PRESENTACION	vi
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Realidad Problemática	2
1.2. Trabajos previos	14
1.3. Teorías relacionadas al tema	18
1.3.1. Variable independiente: Plan de mantenimiento preventivo	18
1.3.2. Variable dependiente: Productividad	23
1.4. Formulación del problema	27
1.4.1. Problema general	27
1.4.2. Problemas específicos	27
1.5. Justificación del estudio	27
1.6. Hipótesis	28
1.6.1. Hipótesis General	28
1.6.2. Hipótesis Secundarias	28
1.6.3. Objetivos General	28
1.6.4. Objetivos Específico	28
II. MÉTODO	29
2.2.2 Variable dependiente: PRODUCTIVIDAD	31
2.3.1 Población.	31
2.3.2 Muestra	31
ANEXO N° 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA	78
ANEXO N° 2: OPERACIONALIZACION DE VARIABLES	79
ANEXO N° 3: JUICIO DE EXPERTOS	80
ANEXO N° 4: FORMATO DE RECOPILACION DE DATOS	81
ANEXO N° 5: ACTAS DEL TURNITIN	86

Resumen

El Sector del transporte de carga pesada a jugado un papel muy importante en el desarrollo de la economía del país, por lo que el mantenimiento de las diferentes unidades de carga es fundamental para garantizar el desarrollo y la comercialización de una gran variedad de productos, el transporte es una de las herramientas más indispensables para el desarrollo del comercio pues es un factor fundamental para la trasportación de bienes o productos a diferentes lugares del país, por lo que el principal objetivo de esta investigación es analizar la influencia de un correcto y constante mantenimiento vehicular en el desarrollo de las empresas dedicadas a la trasportación mediante fletes o encomiendas, para esta investigación se utilizó una metodología mixta en decir tanto cuantitativa como cualitativa, pues el control vehicular en este tipo de empresas es de suma importancia para el uso de los mismos, de esta manera se garantizará el ingreso en las empresas y se medirá mediante informes financieros el crecimiento de dichas empresas.

Palabras Clave: Mantenimiento; Herramientas; Desarrollo; Crecimiento; Transporte.

Abstract

The heavy cargo transportation sector has played a very important role in the development of the country's economy, so the maintenance of the different cargo units is essential to guarantee the development and marketing of a wide variety of products, the Transportation is one of the most indispensable tools for the development of commerce as it is a fundamental factor for the transportation of goods or products to different places in the country, so the main objective of this research is to analyze the influence of correct and constant maintenance vehicle in the development of companies dedicated to transportation by freight or parcels, for this research a mixed methodology was used, meaning both quantitative and qualitative, since vehicle control in this type of companies is of utmost importance for their use. In this way, income in companies will be guaranteed and the growth of said companies will be measured through financial reports.

Keywords: Maintenance; Tools; Development; Growth; Transport.

Resumo

O sector do transporte de cargas pesadas tem desempenhado um papel muito importante no desenvolvimento da economia do país, pelo que a manutenção das diferentes unidades de carga é

essencial para garantir o desenvolvimento e comercialização de uma grande variedade de produtos, o Transporte é um dos mais indispensáveis ferramentas para o desenvolvimento do comércio por ser um fator fundamental para o transporte de mercadorias ou produtos para diversos locais do país, portanto o objetivo principal desta pesquisa é analisar a influência da manutenção correta e constante do veículo no desenvolvimento de empresas dedicadas ao transporte de cargas ou encomendas, para esta pesquisa foi utilizada uma metodologia mista, tanto quantitativa como qualitativa, uma vez que o controle de veículos neste tipo de empresas é de extrema importância para a sua utilização. Desta forma, o rendimento nas empresas será garantido e o o crescimento dessas empresas será medido por meio de relatórios financeiros.

Palavras-chave: Manutenção; Ferramentas; Desenvolvimento; Crescimento; Transporte.

Introducción

El desarrollo económico del Ecuador se ha venido formando por diferentes factores que se denominaron como claves al momento de agilizar las cosas y mejorar las diferentes fuentes de empleo, uno de los sectores que ha aportado inmensurablemente al desarrollo de la economía del país es el sector transportista, al ser un sector dedicado a brindar servicios de transporte ha facilitado el traslado de diferentes productos, materiales, herramientas y pasajeros entre distancias extremadamente largas, minimizando el tiempo de la ejecución de diversas actividades como la construcción, atención médica entre otros. (Bimboza Masaquiza y otros, 2020)

De esta manera se ha generado diferentes empresas dedicadas a la transportación ya sea de pasajeros, productos, carga pesada o carga liviana, estas empresas mantienen un orden esquemático en el que intervienen el nivel directivo, el nivel administrativo y el nivel operativo siendo el último una de las áreas más importantes de la empresa pues está conformado por la maquinaria que se usará para efectuar el giro del negocio y así obtener sus ganancias empresariales. (Díaz, 2018)

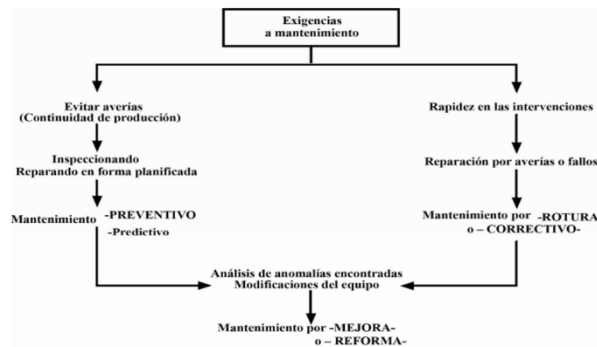
Uno de los factores más importantes que el nivel administrativo debe tener en cuenta es el correcto mantenimiento preventivo de las unidades pues de esta manera se garantiza la seguridad vial y de las personas encargadas de su conducción, por otro lado mediante un correcto mantenimiento se puede aumentar la eficiencia de los vehículos disminuyendo costos por reparaciones extremas y ahorrando un tiempo significativo pues si una unidad se paraliza los productos tendrán un retraso al llegar a su destino. (León Duarte & Martínez Cadena, 2024)

El mantenimiento de los vehículos de carga pesada se puede dividir en diferentes parámetros, como revisiones constantes, mantenimiento carburífero, hidráulico, eléctrico y mecánico, por lo que es fundamental realizar un cronograma en el cual se realizara revisiones constantes para encontrar alguna anomalía que genere posteriormente un gran daño a la unidad, en este cronograma se especificará los tiempos de vida que mantiene el vehículo así como nivel de kilometraje que posee, para de esta manera ir controlando los mantenimientos y las revisiones periódicas, esto interactúa directamente con la actividad que realiza la empresa de transporte, por otro lado también se debe tomar en cuenta la situación geográfica por la cual transita el vehículo pues es uno de los factores primordiales para medir el tiempo de revisión de los diferentes amortiguadores y sistema de frenos. (Paredes Morán, 2016)

Al realizar el mantenimiento vehicular tenemos que fijarnos los diferentes elementos, componentes de la unidad y las funciones que desempeñan cada una de ellas, también se debe mantener un control de desgaste de cada una de las piezas analizadas para determinar el nivel de vida útil que posee y en qué período debe ser sustituida por una pieza nueva, realizando este control prevenimos daños futuros a la unidad y parálisis de la misma. (Alavedra Flores y otros, 2016)

Una empresa dedicada a la trasportación de carga pesada debe verificar las anomalías que son sucesos espontáneos en los vehículos que terminan en el funcionamiento fuera del trabajo normal de un motor causando averías o fallos que son falencias no previsibles si no existe un mantenimiento continuo de las unidades, ocasionando la parálisis de los vehículos por un tiempo indefinido y un retraso en el nivel de entregas de los productos que estaban destinados para ese vehículo. (García Cisneros y otros, Análisis del mantenimiento en vehículos de transporte masivo a través de indicadores de mantenimiento de clase mundial, 2021)

Gráfico 1: Mantenimientos



Fuente: Rey Sacristán, Francisco 2001

Tipos de mantenimiento

Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo es considerado como una revisión constante y planificada, de esta manera el mantenimiento preventivo permite conocer el estado en el cual se encuentra el vehículo, mediante ello se puede prevenir ciertos danos que pueden causar en el futuro esto permite la rectificación de dicha falla antes de que la unidad se paralice de forma indefinida, si consideramos que la empresa de transporte genera dinero con la movilidad de las unidades el que un vehículo este paralizado incurre en una gran pérdida. (Bimboza Masaquiza y otros, 2020)

Por ello la total finalidad del mantenimiento preventivo se basa en encontrar fallas leves ya sea en términos mecánicos, eléctricos o físicos para realizar una corrección mínima, ya que, mediante esta corrección evitamos que el daño se vaya ampliando con el tiempo hasta que genere una paralización de las unidades y por otro lado se tendrá la confianza de que el vehículo no va a sufrir ningún altercado en el momento que se encuentre realizando su actividad de transporte. (García Cisneros & Gondres, Análisis del mantenimiento en vehículos de transporte masivo a través de indicadores de mantenimiento de clase mundial., 2022)

Mantenimiento Correctivo

Según (Rodríguez Pérez y otros, 2013), menciona que el mantenimiento vehicular es propio de la ingeniería mecánica que se realiza con la finalidad de realizar correcciones en ciertas áreas del

vehículo, los parámetros de diagnóstico varían con relación al tipo de unidad que se está revisando y al programa de trabajo que se desempeña con esa unidad puesto que la corrección de algún daño no es la misma entre un vehículo de carga ligera y un vehículo de carga pesada al ser el segundo más exhaustivos por el nivel de esfuerzo que realiza la máquina.

En forma general las empresas dedicadas a la trasportación de carga pesada se acogen al mantenimiento correctivo es decir una vez que la unidad sufra algún daño grave que le impida cumplir con las actividades de trasportación es el momento en el que la empresa activa su protocolo de mantenimiento correctivo ocasionando que el vehículo se paralice de forma indefinida.

Mantenimiento Modificativo

Este tipo de mantenimiento se lo realiza cuando el vehículo es modificado en alguna de sus características para cumplir el trabajo solicitado, al momento de realizar una modificación la unidad necesita tener un control para verificar que la adaptación definitiva se ha acoplado correctamente y que el vehículo no va a sufrir desgastes adicionales por dicha modificación, para este tipo de mantenimiento es necesario realizar un estudio técnico y tecnológico que nos ayude a entender las necesidades de la empresa y la modificación de la unidad. (Salazar Hernández & Garita Rodríguez, 2019)

Mantenimiento centrado en la confiabilidad

Este tipo de mantenimiento se lo hace para medir el grado de desarrollo de la máquina, mediante esta recopilamos información tecnológica de manera que se puede prevenir un mal funcionamiento en el automotor, ya sea este en el ámbito mecánico o eléctrico que son los daños más comunes que los vehículos dedicados a la trasportación de mercadería o carga pesada. (Paredes Morán, 2016)

Mantenimiento Total

Para este tipo de mantenimiento se necesita tiempo y recursos pues se lo realiza cuando existe un daño irreparable al motor en este caso para no desechar la unidad se realiza un mantenimiento total, cambiando diferentes piezas que son fundamentales para el funcionamiento del vehículo, las causas negativas de este tipo de mantenimiento es el tiempo que se demora en realizar este trabajo pues

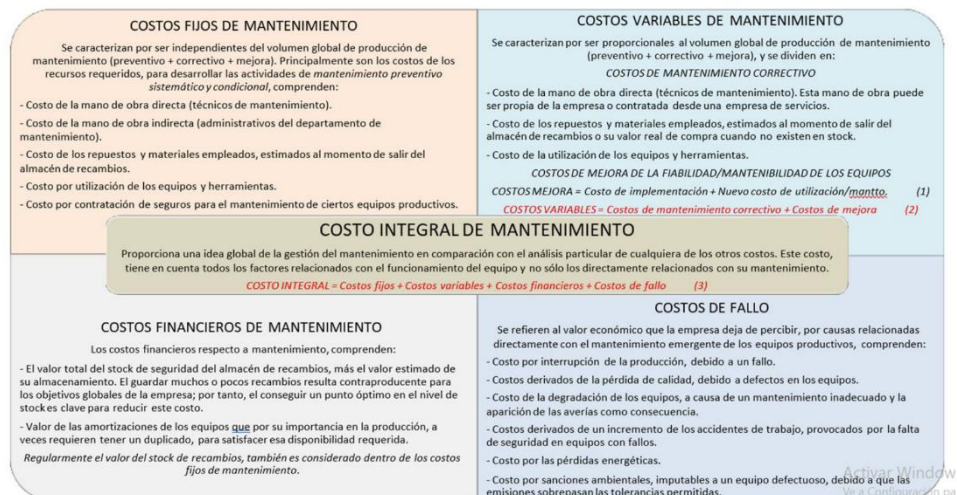
se debe desmontar el motor y desarmarlo por completo para posteriormente implementar piezas nuevas que ayuden a reactivar dicho motor. (Rodríguez Pérez y otros, 2013)

Costos de mantenimientos

El mantenimiento ahora se considera un factor importante en las finanzas empresariales, por lo que se requiere una planificación adecuada para evitar el desperdicio de recursos debido a la improvisación. Es muy útil preparar un plan anual para cada planta basado en informes históricos, incluidos los costos de tecnología y los costos reales de mantenimiento. (Huamani Arone y otros, 2022)

Además de los indicadores necesarios de disponibilidad de equipos, también debemos tener en cuenta los costos asociados y buscar formas de lograr los costos más bajos posibles (ver arriba). En resumen, estos costos son un porcentaje del precio final del producto o servicio, y dependiendo de la empresa, estos costos pueden variar entre un 5-10% del precio final, lo que afecta los factores competitivos de la empresa. Costos de mantenimiento integral y sus sub costo. (Huamani Arone y otros, 2022)

Tabla 1: Costo de mantenimiento



Fuente: Padilla Valdez César Leónidas 2012

Metodología

Para la presente investigación se tomó una metodología mixta es decir tanto cualitativa como cuantitativa en la metodología cualitativa se va a verificar el análisis y el comportamiento de la empresa ante una implementación de mantenimientos planificados a las diferentes unidades de transporte de carga pesada y por otro lado se le utilizó un método cuantitativo pues se logrará medir el beneficio de manejar un plan de mantenimiento en las empresas dedicadas a la trasportación de carga pesada y cuál es su beneficio financiero para el desarrollo de la empresa, esta metodología nos permite analizar desde las dos perspectivas tanto administrativa como financiera y permite generar una proyección de la economía de la empresa por lo que se ve necesario la implementación de un plan de mantenimiento en dichas empresas y mejorar su evolución en el mercado en el que se desempeñan.

Resultado

Una vez realizada la investigación podemos observar que es muy importante cumplir una planificación de mantenimiento siguiendo los siguientes pasos:

- Verificar cómo la empresa implementa planes de mantenimiento y cómo se almacena la información.
- Proporcionar datos de especificaciones técnicas del vehículo a ensayar. Enumere todos los sistemas y elementos que componen el sistema en estudio.
- Organizar conversaciones con operadores de vehículos para analizar cómo realizan funciones de inspección y protocolos de emergencia cuando el vehículo queda atascado por falla mecánica. Realizar un estudio detallado del funcionamiento del sistema.
- Recoger datos sobre el vehículo a probar. Identificar errores funcionales y técnicos.
- Determine la condición de error o la causa de cada error. Prepare y edite varios formatos para el monitoreo del estado del vehículo.
- Examinar las consecuencias de cada falla y categorizarlas como críticas, importantes y tolerables. Desarrollar medidas preventivas para evitar o minimizar los daños a los vehículos.



La productividad desde una perspectiva humana: Dimensiones y factores

Mirza Marvel Cequea¹, Carlos Rodríguez Monroy¹, Miguel Angel Núñez Bottini²

¹Universidad Politécnica de Madrid (Spain), ²UNEXPO (Venezuela)

mm.cequea@alumnos.upm.es, crmonroy@etsii.upm.es, mnunez@unexpo.edu.ve

Received August, 2010

Accepted October, 2011

Resumen

Objeto: El propósito de este artículo es realizar una revisión de la literatura, tanto de los fundamentos teóricos, como de investigaciones empíricas, con la finalidad de establecer relaciones entre las variables relativas al factor humano y su impacto en la productividad.

Diseño/metodología/enfoque: La estrategia empleada corresponde a un diseño no experimental descriptivo, que consiste en el establecimiento de tres criterios para la revisión de la literatura, a fin de acotar el tema a trabajos que relacionan la productividad con el factor humano. Para ello se indagó en bases de datos y revistas relacionadas con temas afines, además de consultar tesis doctorales y libros publicados, referentes a la influencia del factor humano en la productividad. Se revisaron unos 250 documentos de los cuales se seleccionaron los considerados más relevantes para la investigación.

Aportaciones y resultados: Como resultado de esta exploración podemos destacar la clasificación de los factores en dos dimensiones que se manifiestan en las personas cuando actúan en las organizaciones: dimensión psicológica y dimensión psicosocial. Entre los factores humanos incluidos en estas dimensiones se encuentran: los factores individuales (la motivación, las competencias, la satisfacción laboral, la identificación, el

compromiso y la implicación con la organización), los factores grupales (la participación, la cohesión y la gestión de conflictos) y los factores organizacionales (la cultura organizacional, el clima organizacional y el liderazgo). Todos estos factores tienen impacto en la productividad de la organización y son abordados en el presente trabajo de investigación.

Valor añadido: Las variables seleccionadas se emplearán para la formulación de un modelo que incorpore los factores humanos identificados y considere el fenómeno en forma integral. El mismo será abordado mediante Análisis Multivariante, con la posible aplicación de Ecuaciones Estructurales, a fin de evaluar las relaciones causales que pudiesen existir entre los factores y la productividad.

Palabras clave: Productividad, factor humano, perspectiva humana, dimensiones psicológicas, dimensiones psicosociales.

Códigos JEL: M41, M54

Title: The productivity from a human perspective: Dimensions and factors

Abstract

Purpose: The purpose of this paper is to review the literature, for both theoretical foundations and empirical research, in order to establish relationships between the variables related to human factors and their impact on productivity.

Design/methodology/approach: The strategy employed corresponds to a descriptive non-experimental design, which is the establishment of three criteria for the literature review, in order to narrow down the topic to research works relating productivity with the human factor. This was investigated in databases and journals dealing with related topics, in addition to consulting doctoral theses and published books concerning the influence of human factors on productivity. About 250 papers which were considered the most relevant for the research were selected.

Findings: As a result of this exploration the classification of the factors in two dimensions that are manifested in people when they act in organizations was highlighted: the psychological and the psychosocial dimension. Human

factors included in these dimensions are: individual factors (motivation, skills, job satisfaction, identification, commitment and involvement with the organization), group factors (participation, cohesion and management conflict) and organizational factors (organizational culture, organizational climate and leadership). All these factors have an impact on the productivity of the organization and are addressed in this research.

Originality/value: The selected variables were used to formulate a model that incorporates the human factors identified and considers the phenomenon in a comprehensive manner. It will be addressed through multivariate analysis, with the possible application of structural equations in order to assess the causal relationships that may exist between factors and productivity.

Keywords: productivity, human factor, human perspective, psychological dimensions, psychosocial dimensions

Jel Codes: M41, M54

1. Introducción

Las organizaciones son entes sociales únicos e irrepetibles, conformadas por individuos, creadas intencionalmente para la obtención de determinados objetivos o metas, mediante el trabajo humano y del usufructo de los recursos materiales (Díez, Redondo, Barriero & López, 2002; Delgadillo, 2003), que se caracterizan por una serie de relaciones entre sus componentes y es productiva cuando alcanza sus metas, utilizando los recursos a un mínimo costo (Robbins & Judge, 2009; Dávila, 2001; Grandas, 2000).

Para conseguir sus metas y objetivos, los individuos se organizan como sistemas de transformación a fin de convertir unos medios o recursos en bienes o servicios. Por consiguiente, el leitmotiv de toda sociedad es satisfacer unas necesidades o alcanzar unas metas, ya que, los hombres y mujeres que la conforman, sienten necesidades y buscan satisfacerlas mediante el acto social de cooperación y participación, donde comparten unos fines o sistema de valores (Parra, 1998).

En una organización las personas tienen comportamientos individuales y grupales, con lo cual, obtienen resultados individuales y como grupo. Por lo tanto, las

personas necesitan de las organizaciones para satisfacer sus necesidades y las organizaciones necesitan a las personas para funcionar y obtener sus resultados.

Es por ello que las organizaciones deben conciliar las necesidades y deseos de las personas como seres individuales y de los grupos, con las necesidades y expectativas organizacionales. Esto lo logra mediante la coordinación de individuos y grupos, a fin de obtener la colaboración requerida (Murillo, Calderón & Torres, 2003; Bueno, 2001; Parra, 1998; Vroom & Deci, 1992).

El objetivo principal de este estudio consiste en analizar las dimensiones humanas e identificar los factores humanos que inciden en la productividad, mediante la revisión de la literatura existente sobre productividad, procurando comprender y explicar las relaciones existentes.

A fin de analizar los factores humanos que inciden en la productividad y sus dimensiones se propuso realizar una revisión de la literatura que recientemente ha abordado el tema de la productividad y la influencia de los factores humanos sobre la misma.

Teniendo presente, que entender la complejidad del factor humano es un reto para el futuro de las organizaciones y que se deberán incorporar procesos que comprendan y atiendan todas las dimensiones de las personas que la integran, dando un salto significativo en la relación organización-individuos.

García y Leal (2008) señalan la necesidad de asumir el concepto de "Factor Humano", que presenta al hombre como actor, "que hace algo", lo cual rescata el valor de la persona humana, ya que los recursos son medios gerenciados por las personas o administrados por el factor humano. En resumen, es el factor humano quien le da sentido a la función empresarial.

Coincidiendo con lo planteado por García y Leal (2008), Parra (1998) y Parra (2007), en lo adelante al referirnos al factor humano, lo haremos no como recursos o medios, si no, como el principal actor de la función empresarial. Por este motivo, es el interés de la presente investigación, estudiar los factores humanos que inciden en la productividad, considerando a las personas como los actores principales de su obtención y mejora.

En resumen, de acuerdo al objetivo planteado, en este artículo se realizará una revisión de la literatura sobre factor humano y productividad, se realizará un análisis de las dimensiones humanas y de los factores subyacentes en cada dimensión. Con base a los aportes de los autores revisados se intentará desarrollar

un marco referencial preliminar y se introducirán proposiciones que intenten sustentar la relación o incidencia de los factores humanos en la productividad.

2. Metodología para la revisión de la literatura

Los trabajos incluidos en la revisión de la literatura abarcaron aquellos que relacionaban la productividad con el factor humano. Se indagó en bases de datos y revistas relacionadas con temas como gerencia, negocios, administración de empresas, ciencias sociales, capital humano, entre otros. También se consultaron tesis doctorales y libros publicados, referentes a la influencia del factor humano en la productividad.

Los resultados de la búsqueda inicial, realizada en el primer semestre de 2010 en Google Académico se muestran en la Tabla 1. En total, en forma automática se recuperaron 14.191 documentos, dentro de los cuales se encontraron artículos y publicaciones diversas sobre productividad laboral en la educación, en la banca, en el sector salud, en la industria agroalimentaria, en el sector construcción en el sector del cuero y calzado, en el sector maderero y en el sector turismo, entre otros.

Criterio de búsqueda	Cantidad aproximada de documentos
Factor humano	2.770
Motivación	825
Competencias	2.350
Satisfacción laboral	963
Identificación, compromiso e implicación	524
Cohesión	164
Conflicto	720
Participación	2.460
Cultura organizacional	1960
Liderazgo	723
Clima organizacional	732

Tabla 1. Resultado de búsqueda en Google Académico primer semestre de 2010

Estas publicaciones, en su mayoría, trataban aspectos muy amplios relacionados con el tema de interés, por lo que se procedió a seleccionar aquellos documentos que en su resumen o introducción contemplaran el estudio de la influencia del factor seleccionado sobre la productividad, o bien que en sus Palabras Clave estuviese contenido el factor y productividad. A fin de refinar la búsqueda se adoptaron los criterios siguientes:

- El primer criterio de selección lo constituyó el propósito de la investigación. Para que un trabajo fuese revisado tenía que incluir en su objetivo estudiar

la relación, la influencia o el impacto del factor humano en el desempeño organizacional o la productividad.

- El segundo criterio de selección se estableció de acuerdo al ámbito de las publicaciones. Consistió en incluir estudios relacionados con el tema de la revisión, independientemente de la forma de difusión y del tipo de publicación. Por lo que, se han buscado trabajos publicados en la literatura científica y libros, además de trabajos no publicados, tales como ponencias en congresos y tesis doctorales.
- El tercer criterio de selección se fijó con base a la operacionalización de la búsqueda. Se establecieron como palabras clave para la búsqueda en las bases de datos: factor humano, productividad, motivación, competencias, participación, identificación, compromiso, implicación, cohesión, clima organizacional, liderazgo y cultura organizacional, de acuerdo con lo reportado por Cequea, Rodríguez-Monroy y Núñez (2010a).

En total se revisaron en detalle unos 250 documentos de los cuales se extrajeron los considerados más relevantes para la investigación, de acuerdo a los criterios antes señalados.

3. Revisión teórica sobre las perspectivas humanas de la productividad

La productividad de la organización es el primer objetivo de los directivos y su responsabilidad (Robbins & Judge, 2009). Los recursos son administrados por las personas, quienes ponen todos sus esfuerzos para producir bienes y servicios en forma eficiente, mejorando dicha producción cada vez más, por lo que toda intervención para mejorar la productividad en la organización tiene su génesis en las personas (Singh, 2008).

Las personas forman parte de una organización cuando su actividad en ésta contribuye directa o indirectamente, a alcanzar sus propias metas personales, bien sea material o inmaterial (Vroom & Deci, 1992; Parra, 1998). De acuerdo con Vroom, citado por Chiavenato (2009), son “tres los factores que determinan la motivación de una persona para producir”: los objetivos individuales, la relación percibida entre la alta productividad y la consecución de los objetivos individuales, y la percepción de la capacidad personal de influir en el propio nivel de productividad Chiavenato (2009: página 252).



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
INSTITUTO DE POSTGRADO Y EDUCACIÓN CONTINUA

DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO
APLICANDO LA METODOLOGÍA DE MANTENIMIENTO
BASADO EN LA CONFIABILIDAD (RCM) PARA EL VEHÍCULO
HIDROCLEANER VACTOR M654 DE LA EMPRESA ETAPA EP

Proyecto de investigación presentado ante el Instituto de Postgrado y Educación Continua de la ESPOCH, como requisito parcial para la obtención del grado de Magister en:

“GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL”

AUTOR: ING. SERGIO RAÚL VILLACRÉS PARRA

TUTOR: ING. M.SC. LUIS FELIPE SEXTO CABRERA

Riobamba – Ecuador

2016

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Introducción

La empresa pública cuenca, fue creada en febrero de 1948, mediante Ordenanza; como Empresa Municipal de Electricidad, Agua Potable y Teléfonos –EMLAT-, que asumió la responsabilidad de los servicios de luz y energía eléctrica, agua potable y teléfonos. En 1964, la ordenanza fue derogada por la Municipalidad, sumiendo la administración de estos servicios la Dirección Financiera del Municipio de Cuenca.

Ante el crecimiento de la ciudad, en aquella época Cuenca tenía 80.000 habitantes y ocupaba una superficie de aproximadamente 1.000 hectáreas, y para satisfacer las necesidades de la población, se dota de obras como agua potable, alcantarillado y telefonía.

En enero de 1968, el Concejo de Cuenca, amparado en el Art. 194 de la Ley de Régimen Municipal, que facultaba a las Municipalidades constituir Empresas Públicas para garantizar una adecuada prestación de servicios públicos, aprueba la ordenanza para la creación de la Empresa Pública Municipal de Teléfonos, Agua Potable y Alcantarillado ETAPA EP. Siendo una empresa con atribuciones, funciones, autonomía financiera y personería jurídica. Actualmente, son más de 40 años, que la empresa ETAPA EP ha brindado varios servicios, siempre con el enfoque de cumplir con las demandas de la ciudadanía cuencana.

1.2 Problema de investigación

1.2.1 *Planteamiento del problema*

La Empresa Pública Municipal de Telecomunicaciones Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento ETAPA EP, de la ciudad de Cuenca; es una empresa que fue fundada en febrero de 1948. Para el normal desarrollo de las actividades de los diferentes

departamentos; la empresa posee una flota vehicular cuya gestión de mantenimiento es controlado por el sistema de mantenimiento asistido por computador SisMAC, en el cual se registran hasta la fecha ciento veinte y nueve (129) vehículos; de los cuales diez (10) son del tipo hidrocleaner.

Estos equipos son importantes para la empresa por el servicio que prestan a la comunidad, realizando las funciones de succionar los desechos que existan en pozos y sumideros; y de limpiar tuberías con su sistema de alta presión. La mayoría de los hidrocleaners sobrepasan los veinte (20) años de operación, según los responsables de mantenimiento de estos vehículos, por lo que podría considerarse que están por finalizar su vida útil.

En el año 2010 se adquirió un nuevo hidrocleaner, cuyo código institucional es M654, el problema que presenta este vehículo, es el considerable número de fallas en los equipos que constituyen el hidrocleaner, del cual según los registros históricos de mantenimiento obtenidos del software SisMAC, se tienen registradas 12 fallas durante el periodo de operación correspondiente al año 2014.

Para los responsables de mantenimiento, el tener 12 fallas anuales, es considerado como un número significativo de fallas; lo cual ha impedido contar con el vehículo para atender emergencias como lo son reboces de pozos y sumideros, cuyas aguas residuales contienen agentes biológicos que son nocivos para la salud del ser humano y para el medio ambiente.

Al realizar el análisis del plan de mantenimiento preventivo actual, se evidencian que una de las causas que genera este problema son las deficiencias en la planificación de las actividades de mantenimiento preventivo que deben ejecutarse en el vehículo de M654, debido a que el actual plan de mantenimiento preventivo constan las tareas más básicas de lubricación, además de que el mismo fue elaborado sin seguir una metodología establecida, por lo cual resulta imperioso desarrollar un plan adecuado de mantenimiento a través de la metodología denominada “Mantenimiento Basado en Confiabilidad (RCM)”, que minimice las fallas y sus efectos.

1.2.2 *Formulación del problema*

¿El desarrollo de un plan de mantenimiento aplicando la metodología de Mantenimiento Basado en la Confiabilidad (RCM) para los equipos críticos de un vehículo de la flota de Hidrocleaners de la empresa ETAPA EP permitirá reducir el número de fallas?

1.2.3 *Sistematización del problema*

Los problemas secundarios derivados del problema principal, están planteados en las siguientes preguntas:

¿Cómo el personal responsable del mantenimiento del vehículo Hidrocleaner Vactor M654 analiza y evalúa las fallas registrados en el software de mantenimiento SisMAC?

¿Cuáles son los equipos críticos del vehículo Hidrocleaner Vactor M654, que los responsables de mantenimiento han determinado?

¿Qué metodología emplean los responsables del mantenimiento para determinar las funciones y las fallas funcionales del vehículo Hidrocleaner Vactor M654?

¿Qué metodología emplean los responsables del mantenimiento para determinar las actividades de mantenimiento del vehículo Hidrocleaner Vactor M654?

1.2.4 *Justificación de la investigación*

La Empresa Pública ETAPA E.P. de la ciudad de Cuenca nació en 1948, para brindar los servicios de: luz eléctrica, telefonía, agua potable y alcantarillado a los habitantes de la ciudad de Cuenca. En la actualidad la ciudadanía de Cuenca recibe telefonía, agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales, como los principales servicios que la empresa ETAPA EP brinda.

El servicio que presta ETAPA E.P. a la ciudad de Cuenca comprende:

- a. Recolección, conducción y disposición final de aguas residuales
- b. Construcciones de nuevas redes de alcantarillado para cubrir la demanda creciente.
- c. Operación y mantenimiento de las redes de alcantarillado
- d. Construcción y mantenimiento de sumideros, cámaras de inspección y demás estructuras hidráulicas.

El servicio de alcantarillado cuenta con una flota de camiones hidrocleaner cuyas funciones principales como se han mencionado anteriormente son: succionar los desechos que existan en pozos y sumideros y de limpiar tuberías con su sistema de alta presión.

Tomándose en cuenta que las aguas residuales contienen agentes biológicos como son microorganismos, hongos, parásitos, etc. que son nocivos para la salud del ser humano y para el medio ambiente; resulta de vital importancia asegurar la disponibilidad de los hidrocleaners para que cumplan sus funciones.

Con el propósito de evitar, por ejemplo: que un pozo o un sumidero reboce, causando contaminación ambiental y poniendo en peligro la salud de las personas, también se debe tomar en cuenta que el camión hidrocleaner almacena las aguas residuales succionadas y una falla en el sistema de succión, descarga o de almacenaje tendría también un gran impacto en el medio ambiente y en la salud de los seres humanos, por lo cual es imprescindible formular un plan de mantenimiento a través de una metodología como es el mantenimiento centrado en confiabilidad RCM que minimice la ocurrencia de fallas en este vehículo, considerado como importante, por las funciones que este realiza.

1.3 Objetivos

1.3.1 *Objetivo general*

Desarrollar un plan de mantenimiento aplicando la metodología de Mantenimiento Basado en la Confiabilidad (RCM) para los equipos críticos de un vehículo de la flota de Hidrocleaners de la empresa ETAPA EP, para reducir la tasa de fallos.

1.3.2 *Objetivos específicos*

Para alcanzar el objetivo general, se han planteado los siguientes objetivos específicos:

1. Determinar la tasa de fallos de un vehículo Hidrocleaner en un periodo de tiempo determinado en su contexto operacional, para obtener un KPI internacional normalizado que permita evaluar la situación actual.

2. Realizar un análisis de criticidad para identificar los equipos críticos de un vehículo Hidrocleaner a los que se aplicarán la metodología RCM.
3. Aplicar la metodología del Mantenimiento Basado en Confiabilidad (RCM) según los criterios de la norma SAE-JA- 1011, para obtener la información necesaria para llenar la hoja de información y la hoja de decisión del RCM, que será la base para definir el plan de mantenimiento.
4. Proponer un plan de mantenimiento aplicable a los equipos catalogados como críticos de un vehículo Hidrocleaner, según los resultados de la metodología RCM, que reduzca la tasa de fallos.

1.4 Hipótesis

El desarrollo de un plan de mantenimiento aplicando la metodología de Mantenimiento Basado en Confiabilidad (RCM) para los equipos críticos de un vehículo Hidrocleaner, reduce la tasa de fallos.

Variable No. 1: Plan de mantenimiento (desarrollado con la metodología RCM)

Variable No. 2: Tasa de fallos.

1.5 Delimitación

La investigación se desarrolló en la flota de vehículos de la empresa ETAPA EP, empresa que se dedica a la provisión de servicios de telefonía, agua potable y alcantarillado; así como los servicios de reparación y mantenimiento asociados a estos. El trabajo se ha enfocado en la flota de camiones hidrocleaner, específicamente se ha tomado como caso de estudio al camión hidrocleaner M-654, para el cual se ha realizado un análisis de criticidad, para identificar los equipos críticos del vehículo; a los cuales se aplicará la metodología RCM (Mantenimiento basado en confiabilidad) para la determinación del plan de mantenimiento.

La evaluación se realiza a través de la estimación de la ocurrencia de fallas de un periodo de tiempo determinado, y la evaluación del impacto del fallo en el área operativa, económica, de seguridad humana y medio ambiente. La determinación de una jerarquía de criticidad de los sistemas, equipos, etc. servirá como un instrumento para la toma de decisiones, así como para el direccionamiento del esfuerzo y los recursos (AGUERO Y CALIXTO, 2007).

Una vez que se han definido la frecuencia de fallo y el grado de impacto que presente en las diferentes áreas de interés que se analizan, se determina el grado de criticidad a través de la siguiente expresión matemática:

Tabla 6-2: Criterios y cuantificación

Criterios para determinar la criticidad	Cuantificación
<u>Frecuencia de fallas:</u>	
* Mayor a 4 fallas/mes	4
* 2-4 fallas/mes	3
* 1-2 fallas/mes	2
* Mínimo 1 falla/mes	1
<u>Impacto operacional:</u>	
* Parada inmediata de toda la empresa	10
* Parada de la planta(recuperable en otras plantas)	8
* Impacto en los niveles de producción o calidad	6
* Repercute en costos operacionales adicionales (insdisponibilidad)	3
* No genera ningún efecto o impacto significativo sobre las demás operaciones.	1
<u>Flexibilidad operacional:</u>	
* No existe opción de producción y no hay forma de recuperarlo	5
* Hay opción de producción a la capacidad mínima permisible	4
* Hay opción de repuesto compartido	3
* Función de repuesto disponible	1
<u>Costo de mantenimiento:</u>	
* Mayor o igual a \$ 3.000,00	2
* Menor a \$ 3.000,00	1
<u>Impacto en la seguridad humana y ambiente:</u>	
* Afecta a la seguridad humana tanto externa como interna	8
* Afecta el ambiente produciendo daños irreversibles	6
* Afecta las instalaciones o personas causando daños severos	4

Fuente: AGUERO Y CALIXTO, 2007

Realizado por: Sergio Villacrés

$$\text{Críticidad total} = \text{Frecuencia} \times \text{Consecuencia}$$

Ecuación 2-2

$$\text{Críticidad total} = \text{Frecuencia} \times [(\text{Impacto Operacional} \times \text{Flexibilidad}) + \text{Costo Mantenimiento} + \text{Impacto SEH}]$$

Ecuación 3-2

Una vez que se obtiene el valor total de criticidad, se determina el grado de criticidad de los elementos analizados, a través de la matriz que se indica en la figura 3-2.

F R E C U E N C I A	4	Despac.				
	3				Congel.	
	2	Clasific.				
	1	Recepc.		Preserv.		
		(3-12)	(13-24)	(25-36)	(37-48)	(49-60)
CONSECUENCIAS						

Figura 3-2 Matriz de criticidad.
Fuente: AGUERO Y CALIXTO, 2007

La matriz de criticidad, se expresa una gama de colores que representan un grado de criticidad:

	Riesgo Alto
	Riesgo Medio Alto
	Riesgo Medio Bajo
	Riesgo Bajo

Figura 4-2 Matriz de criticidad.
Fuente: AGUERO Y CALIXTO, 2007

2.7 Metodología de estudio

2.7.1 Tipo de investigación

El enfoque de este trabajo de investigación es del tipo mixto, que aborda aspectos cuantitativos, al realizar la estimación de la tasa de fallos para un periodo de tiempo considerado, así como la determinación de los costos de mantenimiento de un vehículo hidrocleaner M654 de la empresa ETAPA EP. La parte cualitativa, corresponde a la selección de un caso de estudio, a través de un análisis de criticidad.

2.7.2 Método de investigación

El método empleado para llevar a cabo el presente trabajo de investigación, será deductivo: de lo general a lo particular. Se aplicarán técnicas de investigación como:

- Entrevistas al personal técnico y administrativo, relacionado con la administración de los vehículos de la empresa ETAPA EP.
- Análisis cuantitativo de los datos registrados en el software para gestión de mantenimiento SisMAC, para determinar la tasa de fallos en el periodo 2014 y 2015.
- Entrevistas a especialistas el área de mantenimiento del tipo de activo considerado para este estudio.
- Aplicación de criterios metodológicos internacionales del RCM (Mantenimiento Basado en Confiabilidad), a los equipos críticos del vehículo hidrocleaner M654.

La metodología de RCM, es la descrita en la norma *SAE-JA 101* y *SAE-JA 1012*.

El presente trabajo de investigación se desarrolla a través de la aplicación del método que aquí se describe y consta de los siguientes puntos:

1. Determinar la tasa de fallos de un vehículo Hidrocleaner en un periodo de tiempo determinado en su contexto operacional, para obtener un KPI internacional normalizado que permita evaluar la situación actual. Para determinar la tasa de fallos del Hidrocleaner Vactor M654, se recurrirá a los datos ingresados durante el periodo 2014 en el software de gestión de mantenimiento denominado SisMAC, y

adicionalmente se revisará los registros manuales que el personal del taller de mecánica automotriz de ETAPA EP. En función de esta información se procederá a cálculo de la tasa de fallos, a través de un análisis cuantitativo.

2. Realizar un análisis de criticidad para identificar los equipos críticos de un vehículo Hidrocleaner a los que se aplicarán la metodología RCM. El vehículo objeto de este estudio, está compuesto por diferentes equipos y sistemas que interactúan entre sí. Este trabajo de investigación se va a centrar en los equipos o sistemas más críticos del vehículo, para lo cual se definirán de manera conjunta con los técnicos de la empresa ETAPA EP, los criterios que deben constar en la matriz de criticidad, para lo cual se realizarán entrevistas.

Una vez elaborada la matriz, se procederá a la aplicación de la misma, para determinar la criticidad de cada equipo y sistema, lo cual permitirá la determinación de los equipos más críticos, los mismos que serán objeto de la aplicación de la metodología RCM.

3. Aplicar la metodología del Mantenimiento Basado en Confiabilidad (RCM) según los criterios de la norma SAE-JA- 1011, para obtener la información necesaria para llenar la hoja de información y la hoja de decisión del RCM, que será la base para definir el plan de mantenimiento.

Esta fase exige una activa participación del personal de la empresa ETAPA E.P. por lo cual se iniciará definiendo las personas que integran el grupo de trabajo de RCM, luego de lo cual se capacitará al mismo en la metodología del mantenimiento centrado en la confiabilidad RCM, una vez que se cuente con el grupo de trabajo debidamente capacitado se procederá a definir los siguientes aspectos del camión Vactor M654:

- a. Descripción del funcionamiento del Hidrocleaner Vactor M654
- b. El contexto operacional del camión Vactor M654.
- c. Las funciones
- d. Las fallas funcionales
- e. Modos de Fallo

- f. Fallas Funcionales
- g. Efecto de la falla

Toda la información será registrada en la hoja de información RCM, que se observa en la **tabla 5-2**.

4. Proponer un plan de mantenimiento aplicable a los equipos catalogados como críticos de un vehículo Hidrocleaner, según los resultados de la metodología RCM, que reduzca la tasa de fallos. Una vez que se haya recopilado y registrado la información generada por el grupo natural de trabajo se procederá a determinar las tareas de mantenimiento que constituirán el plan de mantenimiento que será analizado para ver su efectividad en lo referente a reducir la tasa de fallos.

CAPÍTULO III

3. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA RCM

3.1 Breve descripción de la empresa ETAPA EP

La Empresa Pública Municipal de Telecomunicaciones Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento ETAPA EP, tiene operaciones en la ciudad de Cuenca y en ciertas áreas rurales de la provincia del Azuay, los servicios que presta son (ETAPA EP, 2015):

- Agua potable
- Alcantarillado
- Saneamiento
- Gestión Ambiental
- Telefonía
- Internet Residencial
- Internet Móvil
- Televisión digital

Cuenta con una flota de aproximadamente 129 vehículos los cuales en su mayoría facilitan el transporte de personal, herramientas y equipos necesarios para ejecutar las diferentes operaciones de empresa.

3.2 Flota de vehículos

La flota vehicular de ETAPA E.P. está compuesta por: camionetas, camiones, maquinaria pesada, motos e Hidrocleaner que suman un total de 129 vehículos, que contribuyen al desempeño de los diferentes servicios que brinda la empresa ETAPA E.P.

En las tablas: *tabla 1-3*, *tabla 2-3*, *tabla 3-3*, *tabla 4-3* se presenta la lista de los vehículos, en donde se indican el departamento al que corresponden, así como la descripción de sus características más relevantes.

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	10-04-2012	A
Dependencia		Aprobado	Pág	
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA		SUBDIRECTOR ACADEMICO	i(51)	

Resumen – Trabajo de grado

AUTORES	CRISTIAN CAMILO VILLAMIZAR DE LA CRUZ		
FACULTAD	INGENIERIA		
PLAN DE ESTUDIOS	INGENIERIA MECANICA		
DIRECTOR	FERNANDO JESUS REGINO		
TÍTULO DE LA TESIS	ELABORACION DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA FLOTA VEHICULAR DE LA EMPRESA MULTISERVICIOS SAN MARTIN.		
RESUMEN (70 palabras aproximadamente)			
LAS LABORES REALIZADAS FUERON ENFOCADAS PRINCIPALMENTE AL PLAN ESTRATÉGICO DE SEGURIDAD VIAL QUE CONLLEVA A LA PLANIFICACIÓN DE ACCIONES, MECANISMOS, ESTRATEGIAS Y MEDIDAS QUE SE DEBEN ADOPTAR PARA REDUCIR ACCIDENTES O PARADAS DE LOS VEHÍCULOS Y EQUIPOS. PARA ELLO SE IMPLEMENTARON FORMATOS DE CONTROL EN LOS CUALES SE LLEVA REGISTRO DEL KILOMETRAJE DE CADA VEHÍCULO Y DE LAS INSPECCIONES GENERALES, ESTOS FORMATOS SE MODIFICARON Y MEJORARON PARA LLEVAR UN DIAGNÓSTICO Y UN SEGUIMIENTO DEL ESTADO DEL VEHÍCULO.			
CARACTERÍSTICAS			
PÁGINAS: 50	PLANOS: 0	ILUSTRACIONES:14	CD-ROM:1



Vía Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552
Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88 - Fax: Ext. 104
info@ufpso.edu.co - www.ufpso.edu.co

**Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para la flota vehicular de la empresa
Multiservicios San Martín.**

Autor:

Cristian Camilo Villamizar De La Cruz

**Trabajo de grado en modalidad pasantía, presentado como requisito para optar por el
título de ingeniero mecánico**

Director

MSc. Fernando Jesús Regino

Universidad Francisco De Paula Santander Ocaña

Facultad de ingenierías

Ingeniería mecánica

Ocaña 2019

Índice

1. Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para la flota vehicular de la empresa Multiservicios San Martín	1
1.1 Descripción breve de la empresa.....	1
1.1.1 Misión.....	2
1.1.2 Visión.....	2
1.1.3 Objetivo de la empresa.....	2
1.1.4. Estructura organizacional de la empresa.....	3
1.1.5 Descripción de la dependencia y/o proyecto al que fue asignado:	3
1.2 Diagnóstico inicial de la dependencia asignada.....	4
1.2.1 Planteamiento del problema.	4
1.3 Objetivos de la pasantía.....	5
1.3.1 General.....	6
1.3.2 Específicos.....	6
1.4 Descripción de las actividades a desarrollar en la empresa	7
2. Enfoques referenciales	8
2.1 Enfoque conceptual.	8
2.2 enfoque legal	12
3. Informe de cumplimiento de trabajo.....	16
Para dar cumplimiento al trabajo se muestran las siguientes fases.....	16
3.1 Reconocer el área de mantenimiento, los vehículos y maquinaria presentes en la empresa.	16
3.2 Solicitar información del jefe de mantenimiento respecto a la forma en que se llevan los mantenimientos.....	17
3.3 Realizar un inventario de los vehículos.....	17
3.4 Clasificar cada tipo de vehículo según su marca y tipo de servicio que presta.	19
3.5 Digitar todos los mantenimientos de vehículos y maquinaria hechos en los últimos meses a la base de datos del software SISCOM 40	19
3.6 Consultar mediante libros, catálogos y manuales para reconocer las recomendaciones de mantenimiento dadas por los fabricantes.	21
3.7 Implementar un control de mantenimiento preventivo por medio de tablas dinámicas de Excel.	22
3.8 Elaborar una relación de la cantidad de mantenimientos correctivos contra los preventivos realizados mensualmente.....	25

3.9 Hacer una relación de la cantidad de mantenimientos programados y la cantidad de mantenimientos realizados.....	27
3.10 Elaborar estrategias y mejoras en los procedimientos llevados a cabo en el mantenimiento de la empresa.....	28
4. Diagnostico final.....	30
5. Conclusiones	32
6. Recomendaciones.....	34
Referencias.....	35
Apéndices.....	36
Apéndice A.....	36
Apéndice B.....	39
Apéndice C.....	40

Resumen

Las labores realizadas en la empresa Multiservicios San Martín SAS, fueron enfocadas principalmente al plan estratégico de seguridad vial que conlleva a la planificación de acciones, mecanismos, estrategias y medidas que se deben adoptar para reducir accidentes o paradas de los vehículos y equipos. Se le realizó una inspección general a cada vehículo para recolectar información y dar un diagnóstico del estado inicial de estos, y de esta forma identificar cuales mantenimientos se debían realizar ya sean correctivos o preventivos. Para ello se implementaron formatos de control en los cuales se lleva registro del kilometraje de cada vehículo y de las inspecciones generales, estos formatos se modificaron y mejoraron para llevar un diagnóstico y un seguimiento del estado del vehículo.

Diariamente se mantuvo la información actualizada y la recolección de toda esta de manera física y digital, el registro de estos mantenimientos se soportaban por medio de facturas, la cual se almacena en una base de datos llamado Siscom40 para luego proceder a archivarlas.

En pro de mejorar continuamente se generaron indicadores mensuales en los que se median la cantidad de mantenimientos correctivos, preventivos y planeados con el fin de observar y concluir que procedimiento o seguimiento se estaba haciendo de manera correcta o incorrecta, para finalmente reforzar la operación de transporte en el modo que sea más segura, cumpliendo con los requisitos solicitados por el cliente y demostrando con pruebas lo trabajado y dicho anteriormente.

Fuente. Multiservicios San Martín S.A.S.

3.4 Clasificar cada tipo de vehículo según su marca y tipo de servicio que presta.

Se debe reconocer que tipo de servicio cumple cada vehículo, ya sea en el transporte de personas o cargas líquidas o secas para ello se requiere del inventario manejado por el área de operaciones de maquinaria y vehículos pesados y el área de logística de transporte especial, en lo que se le pide la placa, que clase de vehículo es, datos del conductor y propietario, tarjeta de propiedad y tipo de servicio que presta cada uno de estos.

Esto se hace con el fin de tener una referencia de qué tipo de mantenimientos se le debe hacer a cada grupo de vehículos, ya sea basado en el tiempo o kilometraje recorrido, tipo de filtros, aceites, llantas, grasas, correas, entre otros.

3.5 Digitar todos los mantenimientos de vehículos y maquinaria hechos en los últimos meses a la base de datos del software SISCOT 40

Para lograr hacer esta tarea se realizó una capacitación a cada área de la empresa, para poder manejar el software SISCOT 40 basado al tema de importancia de cada área correspondiente. Luego de ello se recolectaron todos los soportes de las facturas de mantenimientos realizados y repuestos comprados en los últimos 6 meses, esta tarea se realizó inicialmente con los vehículos propios de la flota Multiservicios y los que conforman sociedad con la empresa, al igual que se realizó la ardua labor de contactar a cada propietario de los vehículos que eran externos y trabajaban con la empresa, luego de recolectar la mayor cantidad de facturas, se ingresó cada factura con su respectiva información de placas, fechas, centros de servicios, precios entre otros datos. Con el fin de llevar a la empresa a un proceso de mejora y crecimiento manejando un mejor control y orden.

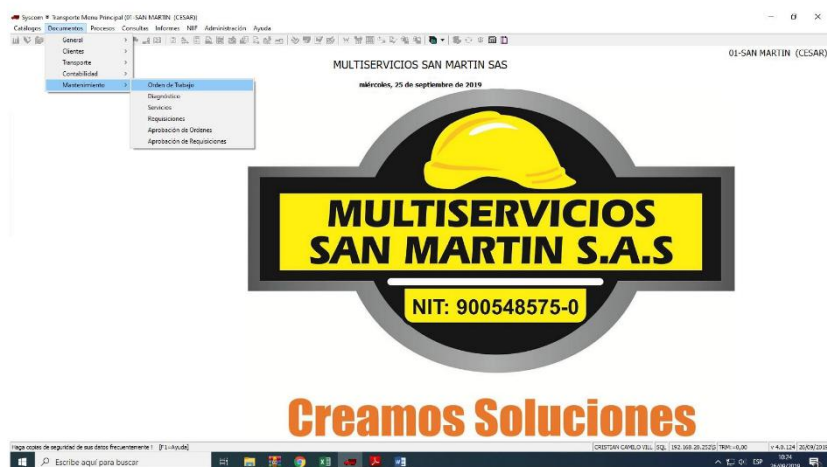


Figura 3 interfaz software Siscom, ingreso a ventana orden de trabajo donde se archivan los soportes de mantenimientos.

Fuente. Multiservicios San Martin SAS

Item	IdConcepto	Descripción	TipoServ	IdOperario	Cantidad	Unidad	Unitario	ValorTotal	CódtMnt	TipoMnt
2	0001	MANTENIMIENTO GENERAL	INTERNA	CS01	1,00	0	0,00	0,00	0001	PREVENTIVO

Total Unidades: 0,00 Total Servicios: 0,00

Figura 3 interfaz orden de trabajo (Siscom) ejemplo de datos ingresados.

Fuente. Multiservicios San Martin SAS.

Consolidado Vehículo SSZ918						
DESDE: 01/ene/2019		HASTA: 30/sep/2019		Fecha: 26/sep/2019		
N. ORDEN 404		PLACA SSZ918		Hora: 10:31 am		
				Page 2 of 2		
				FECHA APERTURA: 11/07/2019		
FEC.	SISTEMA	SERVICIO	C. SERVICIO	REPUESTO Y SERV	REQ	T. COSTO
16/07/2019	ELECTRICO	TENSIONADA DE FRENOS	5.000,00			5.000,00
11/07/2019	ELECTRICO	MALLA PERSIANA	130.000,00			130.000,00
11/07/2019	ELECTRICO	POSTURA DE MALLA PERSIANA	100.000,00			100.000,00
11/07/2019	ELECTRICO	BAJADA DE QUINTA RUEDA Y REFORZADA	200.000,00			200.000,00
						455.000,00
N. ORDEN 442		PLACA SSZ918		FECHA APERTURA: 16/08/2019		
FEC.	SISTEMA	SERVICIO	C. SERVICIO	REPUESTO Y SERV	REQ	T. COSTO
16/08/2019	OTROS	MANTENIMIENTO GENERAL				
16/08/2019	OTROS	SERVICIOS EXTERNOS		ENJUAGUE + BATEA	19	70.000,00
16/08/2019	OTROS	SERVICIOS EXTERNOS		ASEO A CABINA + ACPM	19	27.000,00
						97.000,00
N. ORDEN 466		PLACA SSZ918		FECHA APERTURA: 22/08/2019		
FEC.	SISTEMA	SERVICIO	C. SERVICIO	REPUESTO Y SERV	REQ	T. COSTO
22/08/2019	OTROS	MANTENIMIENTO GENERAL				
04/09/2019	OTROS	SERVICIOS EXTERNOS		ENGRASE GENERAL	64	30.000,00
04/09/2019	OTROS	SERVICIOS EXTERNOS		GRADUADA DE FRENOS	64	5.000,00
						35.000,00
N. ORDEN 475		PLACA SSZ918		FECHA APERTURA: 10/08/2019		
FEC.	SISTEMA	SERVICIO	C. SERVICIO	REPUESTO Y SERV	REQ	T. COSTO
08/08/2019	OTROS	MANO DE OBRA				
03/09/2019	OTROS	REPUESTOS				
10/08/2019	OTROS	MANTENIMIENTO GENERAL				
04/09/2019	OTROS	REPUESTOS		PASADOR MUELLE	74	25.000,00
04/09/2019	OTROS	REPUESTOS		BUJE MUELLE	74	25.000,00
04/09/2019	OTROS	SERVICIOS EXTERNOS		CAMBIO DE BUJE DEL MUELLE DE CABEZOTE	74	25.000,00
04/09/2019	OTROS	SERVICIOS EXTERNOS		CALIBRADA Y REFORZADA DE QUINTA RUEDA	74	160.000,00
04/09/2019	OTROS	SERVICIOS EXTERNOS		REFORZAR Y SOLDAR BALANCIN	74	40.000,00
						275.000,00
N. ORDEN 488		PLACA SSZ918		FECHA APERTURA: 10/09/2019		
FEC.	SISTEMA	SERVICIO	C. SERVICIO	REPUESTO Y SERV	REQ	T. COSTO
10/09/2019	OTROS	REPUESTOS				
11/09/2019	OTROS	REPUESTOS		LLANTAS 295/80 R22.5	120	1.703.444,00
						1.703.444,00

Figura 4 Reporte de informe Siscom de mantenimientos realizados (tomando como referencia el vehículo con placa SSZ918).

Fuente. Multiservicios San Martín SAS.

3.6 Consultar mediante libros, catálogos y manuales para reconocer las recomendaciones de mantenimiento dadas por los fabricantes.

Para poder construir el plan de mantenimiento preventivo se procedió a buscar la información básica sobre los cambios y cuidados necesarios que se debe tener a la hora de

operar un vehículo, dependiendo de la marca, tipo de lubricante, tipo de vehículo, durabilidad y referencias de filtros, sacando un promedio sin salir de la especificaciones de los proveedores de cuando se realizaba cada mantenimiento dependiendo de la tarea realizada por cada automotor, la información se encontró en los manuales prestados por los conductores y los descargados por medio de la internet, luego de obtener tal información se continua a la modificación y mejoramiento de los formatos en Excel con los respectivos cambios y cuidados que requiere el automotor en su respectivo tiempo o recorrido, con alarmas de colores creadas a través de funciones que nos avisa cuanto se está próximo a vencer o realizar los mantenimientos preventivos, esto se logra actualizando constantemente los kilometrajes de cada vehículo los cuales se logra obtener por medio de las inspecciones generales realizadas cada mes, o por medio de las facturas de los mantenimientos, inspecciones pre-operacionales entre otros. (García, 2014)(Services & Corporation, 2005)(SENA, 1991)(Crowcon, 2007)

3.7 Implementar un control de mantenimiento preventivo por medio de tablas dinámicas de Excel.

Al contar con un gran número de vehículos al pendiente se hace imprescindible contar con una herramienta que nos esté informando constantemente de cuando este próximo a vencer o ya este vencido el tiempo o kilometraje en que se debe realizar el mantenimiento, para esto se utilizó el programa de Excel implementado con fórmulas sencillas de resta y con rango de tolerancias que de forma dinámica advierten en qué estado se encuentra el vehículo a su tiempo del próximo mantenimiento preventivo a realizarse, Con colores que representa el estado en que se encuentran actualmente, se elaboró una macro con códigos similares a una programación en visual Basic que nos ayuda a mantener actualizada la información de una manera rápida y sencilla indicándonos en modo de alerta que mantenimiento ha vencido una vez se digite el

kilometraje que presenta el vehículo en ese momento y que se debe realizar en el menor tiempo posible.

Tal código de macro fue implementado con ayuda del jefe de mantenimiento encargado en su momento partiendo del formato de control de mantenimiento preventivo ya creado en Excel.

FORMULARIO_DE_CONTROL

**CONTROL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
SERVICIO ESPECIAL**

PLACA

TIPO DE VEHICULO

☐ CAMIONETA ☐ BUS

☐ BUSETA ☐ MICROBUS

KM ACTUAL

KM ULTIMO ENGRASE

KM ULTIMO CAMBIO DE ACEITE

ULTIMO CAMBIO DE ULTIMO CAMBIO FILTRO DE COMBUSTIBLE

ULTIMO CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE

ULTIMO CAMBIO DE FILTRO DE AIRE

REVISION DE FRENOS

REVISION DE LLANTAS

ULTIMO CAMBIO DE ACEITE DE LA TRANSMISION

REVISION DE ALINEACION Y BALNEO

Figura 5 Panel de control de mantenimiento preventivo servicio especial.
Fuente. Multiservicios San Martin SAS.

FORMULARIO_DE_CONTROL

CONTROL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRACTOCAMIONES

PLACA

KM ACTUAL

KM ULTIMO ENGRASE

KM ULTIMO CAMBIO DE ACEITE

ULTIMO CAMBIO DE ULTIMO CAMBIO FILTRO DE COMBUSTIBLE

ULTIMO CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE

REVISION DE FILTRO DE AIRE

GRADUACION FRENO

VERIFICACIÓN DE DESGASTE EN FRENO

VERIFICACIÓN DE ALINEAMIENTO Y BALANCEO DE

VERIFICAR Y AJUSTAR LA TENSIÓN DE LAS








Figura 6 Panel de control de mantenimiento preventivo tracto camiones.
Fuente. Multiservicios San Martin SAS.

CONTROL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO											CODIGO: 2-4-1	
SECCION TRANSPORTISTAS											VALORES EN	
PLACA	KM ACTUAL	ULTIMO CAMBIO DE ACEITE	RECAMBIO DE ACEITE	ULTIMO CAMBIO DE ACEITE	RECAMBIO DE ACEITE	ULTIMO CAMBIO DE ACEITE	RECAMBIO DE ACEITE	ULTIMO CAMBIO DE ACEITE	RECAMBIO DE ACEITE	ULTIMO CAMBIO DE ACEITE	GRADUACION	RECAMBIO DE ACEITE
100001	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
100002	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
100003	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
100004	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
100005	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
100006	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
100007	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
100008	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
100009	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
100010	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
100011	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
100012	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
100013	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
100014	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
100015	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
100016	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
100017	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
100018	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
100019	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
100020	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
100021	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
100022	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
100023	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
100024	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
100025	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
100026	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
100027	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
100028	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
100029	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
100030	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
100031	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
100032	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
100033	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
100034	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
100035	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
100036	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
100037	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
100038	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
100039	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
100040	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
100041	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
100042	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
100043	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
100044	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
100045	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
100046	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
100047	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
100048	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
100049	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
100050	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000

Figura 7 Formato Excel de control de mantenimiento preventivo.
Fuente. Multiservicios San Martin SAS.

		MULTISERVICIOS SANMARTIN S.A.S				VERDE:BUENO
		AREA DE MANTENIMIENTO				AMARILLO:PROXIMO A VENCER
		INSPECCIONES GENERALES				ROJO:VENCIDO
PLACA	NOMBRE DEL CONDUCTOR	TIPO DE VEHICULO	INSPECCION (KM)	FECHA DE INSPECCION	FECHA DE PROX. INSP.	ESTADO
STA798	DANIEL TARAZONA	TRACTOCAMION		24/07/2019	24/09/2019	2,00
WLR881	HECTOR SILVA	TRACTOCAMION	121147	09/08/2019	09/10/2019	13,00
SS2022	MARIO QUINTERO SANTANA	TRACTOCAMION	567803	01/08/2019	01/10/2019	5,00
SXR966	CARLOS HUMBERTO PRADA	TRACTOCAMION	350753	01/08/2019	01/10/2019	5,00
TGN656	DAVINSON RINCON	DOBLETROQUE	139381	12/08/2019	12/10/2019	16,00
SX5587	WILLIAM AGREDO	TRACTOCAMION		14/08/2019	14/10/2019	18,00
SX5889	FREDY	TRACTOCAMION		14/08/2019	14/10/2019	18,00
SUF298	LUIS ANGEL V.	TRACTOCAMION	729409	14/08/2019	14/10/2019	18,00
XMC804	HERLIN JESUS CASTELLANOS	TRACTOCAMION		14/08/2019	14/10/2019	18,00
SXT683	MARIO ARO	BUSETA		15/08/2019	15/10/2019	19,00
SXT711	WILSON QUINTERO	BUSETA		15/08/2019	15/10/2019	19,00
WMB401	FELIX MORENO	BUSETA	286801	15/08/2019	15/10/2019	19,00
SRP046	INOCENCIO GONZALES	DOBLETROQUE		21/08/2019	21/10/2019	25,00
TDY304	JOHAN CARVAJALINO	DOBLETROQUE	80236	20/08/2019	20/10/2019	24,00
SXS113	PEDRO MANZANO	VOLQUETA	267884	21/08/2019	21/10/2019	25,00
XMC973	PEDRO MANZANO	VOLQUETA		21/08/2019	21/10/2019	25,00
SS2259	DEIVIS QUINTERO	TRACTOCAMION	593885	20/08/2019	20/10/2019	24,00
SRM047	RICARDO	TRACTOCAMION	525409	22/08/2019	22/10/2019	26,00
SPL220	DIONEL GARCIA	DOBLETROQUE		21/08/2019	21/10/2019	25,00
SXR116	DUVAN RODRIGUEZ	DOBLETROQUE		21/08/2019	21/10/2019	25,00
XJA483	ARLEY SALCEDO	DOBLETROQUE		21/08/2019	21/10/2019	25,00
WEL915	RAMIRO LOPEZ MONCADA	TRACTOCAMION	330632	27/08/2019	27/10/2019	31,00

Figura 8 Formato Excel de control de inspecciones generales.

Fuente. Multiservicios San Martín SAS. (2019).

3.8 Elaborar una relación de la cantidad de mantenimientos correctivos contra los preventivos realizados mensualmente.

Mensualmente se hará un conteo de los mantenimientos correctivos y preventivo que se ejecutan en la flota vehicular de la empresa en donde se tendrá un porcentaje y una relación en cada tipo de mantenimiento en donde a través de indicadores nos demuestre el porqué de estos porcentajes. Y concluir porque las razones de estos resultados y que factores contribuyeron a esto.

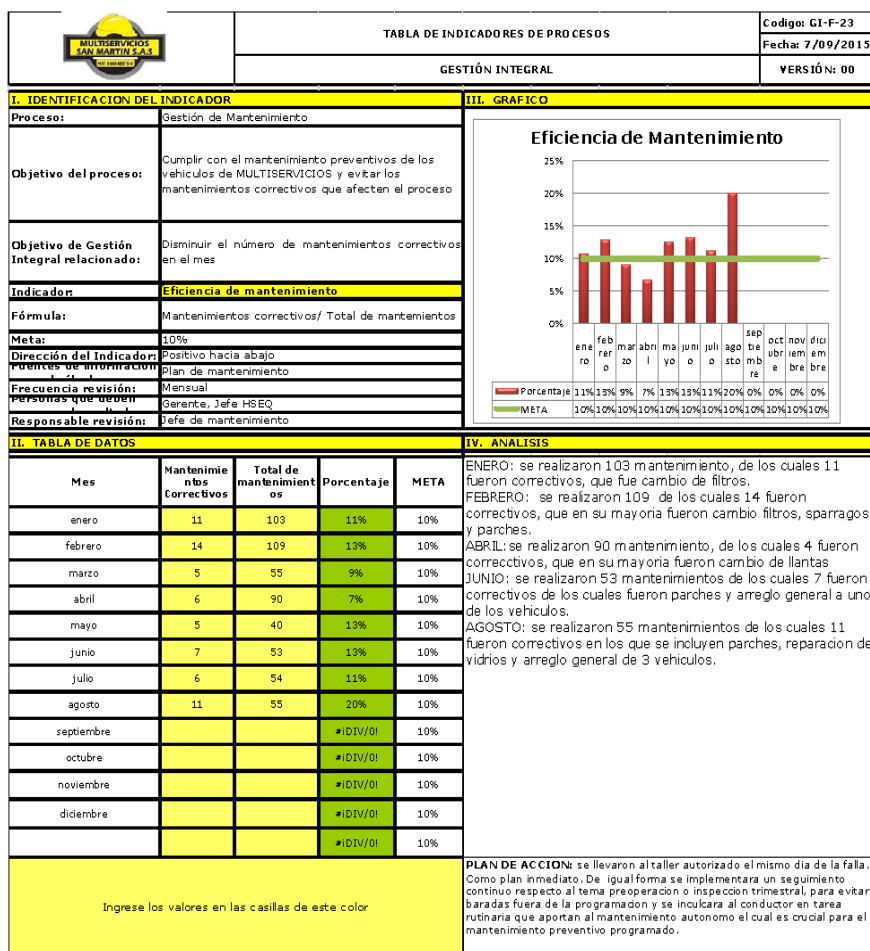


Figura 9 Indicador de mantenimientos correctivos vs total mantenimientos.

Fuente. Multiservicios San Martín SAS

3.9 Hacer una relación de la cantidad de mantenimientos programados y la cantidad de mantenimientos realizados.

La cantidad de mantenimientos realizados al mes varían según la cantidad de mantenimientos que se realicen sin programación alguna, los únicos mantenimientos que se tienen programado en un lapso de tiempo relativamente largo son los preventivos o correctivos ya planeados; la manera en que esa cantidad de mantenimientos realizados aumente o disminuya depende de las paradas por mantenimientos correctivos de los vehículos o que por ciertas razones no se puedan realizar tales mantenimientos preventivos como la disponibilidad de tiempo de los conductores o por simple error en la fecha del encargado de programar esos mantenimientos, por tal razón se elaboran los indicadores y en ellos se muestran los porcentajes y razones de tales porcentajes.

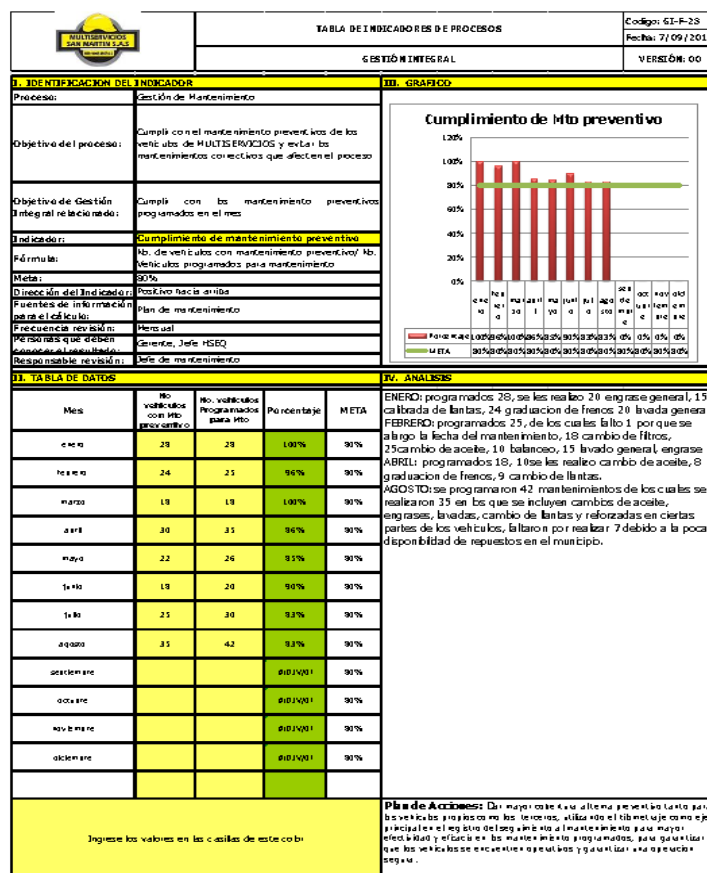


Figura 10 Indicador de mantenimientos preventivos vs mantenimientos programados.
Fuente. Multiservicios San Martín SAS.

3.10 Elaborar estrategias y mejoras en los procedimientos llevados a cabo en el

mantenimiento de la empresa.

A través de los indicadores se logra concluir las razones principales por las que los vehículos no llevan los mantenimientos que se tienen programados o cuales de estos presentan