

**Propuesta de un manual de mantenimiento enfocado en la empresa X-Cargo en
los motocarros con el fin de asegurar su disponibilidad**

Catherine Yazmín Mormino Fonseca

Juan Sebastián Valencia Alarcón

Universitaria Agustiniana

Facultad de Ingeniería

Programa de Ingeniería Industrial

Bogotá D.C.

2024

**Propuesta de un manual de mantenimiento enfocado en la empresa X-Cargo en los
motocarros con el fin de asegurar su disponibilidad**

Catherine Yazmín Mormino Fonseca

Juan Sebastián Valencia Alarcón

Director

Laura Liliana Linares Romero

Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Industrial

Universitaria Agustiniana

Facultad de Ingeniería

Programa de Ingeniería Industrial

Bogotá D.C.

2024

Resumen

El objetivo central del documento es establecer una propuesta de un manual de mantenimiento basada en la elaboración de procedimientos estandarizados en la empresa X-Cargo, permitiendo así tener una trazabilidad e identificación de mantenimientos preventivos y correctivos. El desarrollo del mismo dentro de la empresa conlleva grandes expectativas con respecto a la disminución de costos, tiempos de inactividad y conservación de los activos de la empresa, ya que implica que no solo el personal que conforma el área de mantenimiento incluyendo al personal que apoya en la conducción de vehículos, se apoyen en este documento para desarrollar sus actividades diarias de una manera más eficiente.

Se realizó un análisis de la situación actual empresarial de X-Cargo por medio de revisión de documentos, observación de los procesos y entrevistas con el personal que conforman el área de mantenimiento; logrando identificar mejoras mediante la implementación de procedimientos estandarizados para áreas de:

- Mantenimiento: Estandarizar, mejorar y organizar todo el procedimiento de intervención con los motocarros.
- Operación: Contribuyendo a que se disminuya el tiempo de inactividad, creando mayor confianza en la seguridad de los conductores y también en los consumidores.
- Compras: Disminución en pérdidas monetarias con respecto al tema de compra de repuestos constantemente, ya que realizando mantenimiento preventivo se podrá determinar el tiempo de vida útil de los componentes del motocarro.

Palabras clave: estandarizar, mantenimiento, identificar, desarrollo

Abstract

The main objective of the document is to establish a proposal for a maintenance manual based on the development of standardized procedures in the X-Cargo company, thus allowing traceability and identification of preventive and corrective maintenance. The development of the same within the company entails great precautions with respect to the reduction of costs, downtime and conservation of the company's assets, since it implies that not only the personnel that make up the maintenance area, including the personnel that supports the driving of vehicles, rely on this document to develop their daily activities in a more efficient way.

An analysis of X-Cargo's current business situation was carried out through document review, observation of processes and interviews of the personnel that make up the maintenance sector; Identifying improvements through the implementation of standardized procedures for areas of:

- Maintenance: Standardize, improve and organize the entire intervention procedure with the motor tanks.
- Operation: Contributing to a reduction in downtime, creating greater confidence in the safety of drivers and also in consumers.
- Purchasing: Reduction in monetary losses with respect to the issue of constant purchase of spare parts, since by carrying out preventive maintenance it will be possible to determine the useful life of the components of the motorcycle. By implementing standardized procedures for areas of:

Keywords: standardize, maintenance, identify, development.

Tabla de Contenido

Tabla de Contenido De Figuras.....	7
Tabla De Contenido De Tablas	8
Introducción	9
1 Problema de investigación	11
1.1 Antecedentes de la organización.....	11
1.2 Descripción del problema	14
1.2.1 Árbol de problemas.....	19
1.3 Pregunta Orientadora	20
2 Objetivos	21
2.1 Objetivo general.....	21
2.2 Objetivos específicos	21
3 Justificación	22
4 Marco de referencia	23
4.1 Marco teórico.....	23
4.2 Marco conceptual	27
4.3 Marco legal	31
4.4 Tipo de investigación	33
4.5 Variables del problema	33
4.5.1 Plan de acción y actividades	35
4.6 Instrumentos de recolección de la información	38
4.7 Tamaño poblacional y muestra.....	39
4.8 Cronograma	39
5 Identificación de Programas de Mantenimiento Preventivo y Correctivo en Motocarros de X-Cargo: Asegurando Disponibilidad y Eficiencia Operativa.....	42
5.1 Reconocimiento de los motocarros	42
5.1.1 Reconocimiento de los motocarros en las operaciones	44
5.2 Historial de mantenimientos realizados a los motocarros	48
5.3 Determinar vida útil de los motocarros	50

6	Establecimiento de Parámetros y Modelos de Rendimiento para la Evaluación del Estado del Vehículo en Mantenimiento: Garantizando Calidad y Seguridad.	53
6.1	Regulares tiempos de entrega de motocarros por parte del área mantenimiento	53
6.2	Inspección periódica de motocarros y pautas establecidas	55
6.3	Checklist para Garantizar Calidad y Seguridad en los mantenimientos preventivo, correctivo y predictivo	61
7	Mantenimiento Preventivo para Motocarros Eléctricos: Prolongando su Vida Útil y Reduciendo Costos.	65
7.1	Parámetros de evaluación de rendimiento del motocarro eléctrico.....	65
7.1.1	Evaluación del rendimiento	66
7.2	Evaluación de costos, gastos y reducción de tiempos de inactividad	68
7.2.1	Evaluación de costos y gastos	68
7.2.2	Reducción de tiempos de inactividad	70
8	Conclusiones	73
9	Referencias.....	75
10	ANEXOS.....	82

Tabla de Contenido De Figuras

Figura 1. Promedio semanal Falabella	15
Figura 2. Promedio semanal Deprisa	15
Figura 3. Promedio semanal Mercado Libre	16
Figura 4. Estado de mantenimiento Vehículo	18
Figura 5. Árbol de problemas.....	19
Figura 6. Costos totales de mantenimiento	25
Figura 7. Total de activos.....	42
Figura 8. Total de motocarros	43
Figura 9. Activos totales de Mercado Libre.....	45
Figura 10. Estados de los motocarros Mercado Libre.....	46
Figura 11. Estado de los motocarros Falabella	47
Figura 12. Activos totales de operación Deprisa	48
Figura 13. Cumplimiento ordenes de mantenimiento	49
Figura 14. Porcentaje de importancia de los sistemas.....	52
Figura 15. Formato mantenimiento preventivo.....	61
Figura 16. Formato mantenimiento correctivo.....	62
Figura 17. Formato mantenimiento predictivo.....	63

Tabla De Contenido De Tablas

Tabla 1. Aspectos legales de mantenimiento de vehículos	32
Tabla 2. Variables para identificar para procesos de propuesta del manual	34
Tabla 3. Plan de acción y actividades de la propuesta	36
Tabla 4. Cronograma de actividades	40
Tabla 5. Total de activos	42
Tabla 6. Estado de los motocarros	43
Tabla 7. Operaciones de motocarros en X-Cargo	44
Tabla 8. Activos totales de mercado libre	45
Tabla 9. Activos totales de Falabella	46
Tabla 10. Activos totales de Deprisa.....	47
Tabla 11. Tabla de estados	49
Tabla 12. Tabla de niveles de importancia.....	50
Tabla 13. Factores de los motocarros eléctricos	51
Tabla 14. Rango de tiempos de entrega de motocarros, por parte del área de Mantenimiento	53
Tabla 15: Promedio en días mantenimiento por componentes	54
Tabla 16. mantenimiento del motocarro según el Kilometraje	55
Tabla 17. Efecto de fallas.....	56
Tabla 18. Fallas en los componentes de los motocarros	58
Tabla 19. Eficiencia energética (KWh/Km).....	67
Tabla 20. Costo de mantenimiento por Km	67
Tabla 21. Tasa de fallos por operación	68
Tabla 22. Costos indirectos de mantenimiento para motocarros	69
Tabla 23. Seguros y permisos de motocarros.....	70
Tabla 24. Herramientas de diagnóstico y/o monitoreo de motocarros.....	72

Introducción

X-Cargo es una empresa especializada en los envíos de última milla, comprometida con la eficiencia logística y la sostenibilidad ambiental. Su flota de motocarros eléctricos reduce significativamente la huella de carbono, ofreciendo una alternativa ecológica para la entrega de productos desde los centros de distribución hasta el cliente final. Con un enfoque en la tecnología y el cuidado del medio ambiente, optimizando sus rutas de entrega para garantizar un servicio rápido, seguro y responsable, ayudando a las empresas a cumplir con las expectativas de sus clientes, mientras contribuyen al bienestar del planeta. Esta se encuentra en una competencia constante, donde la eficiencia y la puntualidad son elementos fundamentales para el éxito. Sin embargo, en medio de una búsqueda inmutable por satisfacer las demandas del mercado, la compañía X-Cargo se enfrenta a una serie de desafíos que afectan directamente su capacidad para cumplir con sus responsabilidades de entrega de manera oportuna y rentable, afectando a las operaciones que la conforman. Uno de los problemas más evidentes a los que se enfrenta la empresa X-Cargo es la gestión del mantenimiento de su flota.

Las demoras en las entregas, el desgaste prematuro de la vida útil de los vehículos y pérdidas en tiempo y economía, son puntos recurrentes que afectan a la empresa X-Cargo en el sector de mantenimiento, unida a la operatividad del mismo. Estos problemas pueden atribuirse a una variedad de factores, que van desde la falta de un programa de mantenimiento preventivo adecuado, hasta la ausencia de conocimiento del personal que conforma la misma área (problema actual).

Al seguir protocolos de mantenimiento preventivo y correctivo establecidos en el manual de mantenimiento, X-Cargo puede evitar reparaciones costosas y paradas no

planificadas, maximizando el rendimiento de los vehículos y asegurando entregas más rápidas y confiables. Además, prolongar la vida útil de la flota disminuye la necesidad de invertir en nuevos equipos, lo que contribuye a un uso más eficiente de los recursos (importancia del mantenimiento).

1 Problema de investigación

1.1 Antecedentes de la organización

La problemática específica está centrada en el daño prematuro de los motocarros, resultado de un manejo inadecuado en la gestión de mantenimiento. Por ello, el proyecto se enfocará en proponer un manual de mantenimiento que regule los procedimientos de asistencia del área encargada. La empresa X-Cargo se encuentra concentrada en la actividad económica del sector transporte de última milla en específico la última parte del proceso de entrega de pedido al cliente final en la ciudad de Bogotá, sus oficinas principales se encuentran en la Zona Industrial Montevideo, y tiene como activos fijos de transporte, 48 motocarros eléctricos, 18 furgonetas eléctricas, 7 furgones, 5 motocarros Piaggio, distribuidos en distintas operaciones a las cuales le presta el servicio de última milla a tres diferentes empresas que son: Falabella, Deprisa y Mercado Libre.

El proceso de mantenimiento es importante e indispensable en la operación de asistencia de mantenimiento a los vehículos dentro y fuera de las instalaciones de X-Cargo; Para dicho proceso, se tomarán en cuenta diversos aspectos entre los cuales está la acción rápida de la asistencia y tipo de mantenimiento, para lograr una exitosa operación en la entrega de paquetería, Según Valenzuela (2020):

Esta reducción en los costos viene asociada directamente a un aumento en la disponibilidad de la línea productiva, factor importante para el área de Planificación y Confiabilidad ya que este parámetro es el principal indicador de desempeño utilizado por la gerencia de la empresa para medir el desempeño del área. Es por esto por lo que una mayor utilización de estrategias de mantenimiento preventivo podría tener una alta repercusión en la gestión realizada por dicha área, (p. 98).

Con lo mencionado anteriormente se muestra de forma sintética la relevancia de la propuesta del manual ya que muestra la relación que se tiene entre mantenimiento y costo – beneficio, de acuerdo no solo al nivel de productividad sino la reducción de fallas y tiempos muertos.

identificando cómo el mantenimiento disminuirá los tiempos de inactividad presentes de los motocarros en la empresa X-Cargo, junto con los factores limitantes en la vida útil de un activo, Evaluando así la relación con los tiempos de inactividad que se pueden llegar a generar si se disminuye dicha problemática como lo expresa Guerrero, (2014) este nos describe “Factores físicos: Desgaste producido por el uso del activo y el deterioro causado por otros motivos distintos del uso y relacionado con el tiempo” (p. 21).

igualando así el proceso de análisis crítico que nos da a entender Martínez & Vega (2006):

La clasificación de un componente como crítico supondrá la exigencia de establecer alguna tarea eficiente de mantenimiento preventivo que permitirá atajar sus posibles causas de fallo. El análisis de criticidad es, en esencia, un análisis de confiabilidad del sistema considerado y suele consumir un importante nivel de recursos, (p. 31).

Y esto se puede explicar de una mejor manera con la ponencia de Garzón & Asmar (2008):

El gran fin del mantenimiento preventivo es prolongar la vida útil de los equipos ya que estos generan la forma directa de rentabilidad. Cuando no existe un plan de mantenimiento y solo se ejecuta el mantenimiento correctivo, es difícil determinar la cantidad de repuestos y recursos que se necesitan, así como el tiempo requerido para arreglar dicho inconveniente, (p. 23).

Llegando así a un cierre entre estas dos brechas y nivelando su nivel de importancia en la compañía como se evidencia en el trabajo de Pardo (2022): “destacar que el mantenimiento se conoce como la combinación de todas las acciones técnicas, administrativas y de gestión para compensar la degradación de un activo durante su ciclo de vida”. (p. 3).

Finalmente, se identificarán los beneficios que el mantenimiento de los elementos que conforman la empresa puede proporcionar. Estos beneficios serán demostrados a través del análisis del trabajo realizado en cada uno de estos elementos ya que:

La creación de manuales de procedimientos se ha ido incrementando cada vez más en las organizaciones, debido a los beneficios que se logran con su implementación, estos beneficios van desde facilitar la inducción para el nuevo personal, hasta la obtención de información que permite tomar decisiones y crear nuevos métodos de trabajo que aumentan la eficiencia de las operaciones y del personal de la empresa (Rodríguez, 2018, p. 12).

Es fundamental considerar lo anterior, ya que evidencia de manera concreta la importancia de desarrollar una propuesta de un manual de mantenimiento. Como resultado del trabajo previamente mencionado, se ha formulado un plan de mantenimiento preventivo que busca mejorar las condiciones de calidad del proceso.

Cabe resaltar que existen diversos efectos para llevar a cabo dicha mejora eficientemente, de acuerdo con el tipo de empresa y al sector que pertenece. El estudio realizado permite clasificar los tipos de mantenimiento y evaluar su pertinencia según el sector industrial en el que se encuentra ubicada. Los resultados sugieren que la aplicación de una metodología de estandarización en los procesos puede impulsar la propuesta de nuevos mantenimientos, un claro ejemplo de este es la investigación de Parada (2021):

La recuperación y el aprovechamiento de materiales actualmente cuentan con un gran potencial en tanto que permite la reutilización, la obtención de nuevas materias primas para la elaboración de nuevos productos a tiempo que contribuye de manera significativa a la preservación y sostenibilidad (p. 75).

1.2 Descripción del problema

La empresa X-Cargo enfrenta un desafío crítico en lo que respecta al mantenimiento de su flota de vehículos. Debido a que se ha dado lugar a una serie de problemas operativos, donde con frecuencia los vehículos experimentan tiempos de inactividad imprevistos por averías mecánicas, lo que da como resultados retrasos en las entregas y clientes insatisfechos. Además, los costos de reparación son elevados a causa de la falta de mantenimiento preventivo, lo que ha impactado negativamente a la empresa que esta asociada con Falabella, Deprisa y Mercado Libre, X-Cargo se encarga de entregar paquetería de última milla de las empresas mencionadas con anterioridad.

El contenido de la (figura 1), muestra como es la operatividad de los motocarros durante la semana, se relacionó que la mayoría de los vehículos de Falabella demostraron tener un porcentaje mayor del 60% a lo largo de la semana y en donde se identificó que el día sábado no salió a operación; de igual forma cabe aclarar que en dicho trabajo se laboran 8 horas diarias. Lo cual se establece en la siguiente gráfica como una relación de costo-beneficio, en la operación de Falabella.

Figura 1. Promedio semanal Falabella



Nota: se realiza el promedio de la operación de Falabella (*Fuente, X-Cargo S.A.S*)

La (figura 1) presenta la distribución de la operatividad semanal de los motocarros. Los datos obtenidos muestran que los vehículos de Falabella mantienen un índice de utilización superior al 60% en la mayoría de los días de la semana, con excepción de los sábados. Considerando una jornada laboral estándar de 8 horas, se puede inferir una relación costo-beneficio favorable para la operación de Falabella.

Figura 2. Promedio semanal Deprisa



Nota: se realiza el promedio de la operación de Deprisa (*Fuente, X-Cargo S.A.S*)

La (figura 2) muestra que los motocarros presentan un alto nivel de operatividad promedio, alcanzando el 90% durante la semana, excepto los sábados. Considerando una

jornada laboral de 8 horas diarias, esta información puede relacionarse con los costos operativos, estableciendo una interacción entre costo y beneficio en las operaciones de Deprisa

Figura 3. Promedio semanal Mercado Libre



Nota: se realiza el promedio de la operación de Mercado Libre (*Fuente, X-Cargo S.A.S*)

en la (figura 3) se realizó el proceso de identificación de la operatividad de los motocarros en el transcurso de una semana, donde se identificó que el mayor promedio de operatividad fue el día martes con un 34% y el menor porcentaje fue el día viernes con 19%, y el día sábado no tiene operatividad del 0%; se determina que la jornada laboral es de un promedio de 6 horas a 8 horas diarias. Estos se relacionan con una relación costo-beneficio, en la operación de Mercado Libre.

La seguridad también se ve comprometida, ya que los vehículos pueden no estar en condiciones para un funcionamiento óptimo, aumentando los riesgos de accidentalidad tanto para los conductores como para los usuarios que se encuentran en la carretera. La falta de documentación para la realización de los mantenimientos dificulta aún más la capacidad de la empresa para identificar los patrones de fallas y mejorar los procesos.

Uno de los retos más persistentes es la frecuente ocurrencia de demoras en las entregas debido a los menoscabos inesperados en los vehículos de la flota. Teniendo un impacto negativo en la cadena de suministros, afectando la satisfacción del cliente y generando costos adicionales en la empresa en forma de compensaciones a los consumidores, penalización por retraso, pérdidas de clientes y baja en los indicadores. Adicional a esto se evidencia un desgaste exponencial y prematuro de la vida útil de los vehículos, por distintos motivos como lo son la carga pesada que estos pueden llegar a tener, entornos adversos (clima, huecos, polvo, etc.) que contribuyen al desgaste de los componentes de los vehículos como lo son frenos, transmisiones y neumáticos, etc. y cómo los conductores conducen el vehículo; lo que tiene como resultado una necesidad más constante de reparaciones costosas y la depreciación acelerada de los activos que constituyen la empresa. Teniendo como evidencia que la falta de personal afecta los indicadores de cumplimiento en el área de mantenimiento, con respecto al arreglo de los motocarros.

En la siguiente imagen se ve el estado de mantenimiento de los motocarros de la operación de X-Cargo, junto con su código interno de la empresa, fecha de plazo estipulada para el mantenimiento de cada vehículo, el tipo de mantenimiento que se le realizará (se aclara que la cantidad de X es la cantidad de mantenimientos que se les ha realizado), número de placa, nombre del operario, el estado del proceso de mantenimiento del vehículo y los días de plazos que tiene este para realizar entrega del vehículo. Adicional a eso se encuentra dividido por meses y se ve la cantidad de mantenimientos que se han realizado a lo largo de este año 2024.

Figura 4. Estado de mantenimiento Vehículo

		ESTADO DE MANTENIMIENTO - VEHICULOS								
ENERO										
CANTIDAD	CODIGO OMXA	FECHA ASIGNADA	FECHA FIN PLAZO	SEGMENTO	CORRECTIVO	PREVENTIVO	NUMERO PLACA	TECNICO ASIGNADO	ESTADO	DIAS VENCIDO
1	OMXC 45309	18/01/2024	30/01/2024	B	X		106NAN	JEFFERSON	REALIZADO	TERMINADO
2	OMXC 45310	19/01/2024	30/01/2024	D	X		JYN639	JEFFERSON	REALIZADO	TERMINADO
3	OMXC 45310	19/01/2024	30/01/2024	E	X		JYN642	JOSE	REALIZADO	TERMINADO
4	OMXC 45313	22/01/2024	22/01/2024	A	X		194NAN	DANIEL	REALIZADO	TERMINADO
5	OMXC 45314	23/01/2024	25/01/2024	A	X		026NAN	JOSE	REALIZADO	TERMINADO
6	OMXC 45315	24/01/2024	27/01/2024	B	X		JYN646	JEFFERSON	VENCIDO	-50
7	OMXC 45316	25/01/2024	30/01/2024	A	X		109NAN	ANDRES M.	REALIZADO	TERMINADO
8	OMXC 45317	26/01/2024	26/01/2024	B	X		098NAN	JEFFERSON	REALIZADO	TERMINADO
9	OMXC 45315	27/01/2024	1/02/2024	A	X		188NAN	JEFFERSON	REALIZADO	TERMINADO
10	OMXC 45320	29/01/2024	31/01/2024	B	X		151NAN	OMAR	REALIZADO	TERMINADO
11	OMXC 45321	30/01/2024	2/02/2024	B	X		084NAN	JEFFERSON	VENCIDO	-44
12	OMXC 45322	31/01/2024	2/02/2024	A		X	JYN629	JEFFERSON	REALIZADO	TERMINADO
13	OMXC45322	31/01/2024	14/02/2024	C	XX		JYN629	JEFFERSON	REALIZADO	TERMINADO
14	OMXC45322	31/01/2024	14/02/2024	D	XX		JYN642	JOSE	REALIZADO	TERMINADO
15	OMXC45322	31/01/2024	14/02/2024	E	XX		JYN613	JEFFERSON	VENCIDO	-32
16	OMXC45322	31/01/2024	14/02/2024	F	XX		JYN646	JEFFERSON	VENCIDO	-32
17	OMXC45322	31/01/2024	5/02/2024	G	XX		106NAN	JEFFERSON	REALIZADO	TERMINADO
FEBRERO										
18	OMXC 45210	1/02/2024	10/02/2024	C	XX		084NAN	DANIEL	REALIZADO	TERMINADO
19	OMXC 45325	3/02/2024	8/02/2024	A	X		JYN638	JOSE	VENCIDO	-38

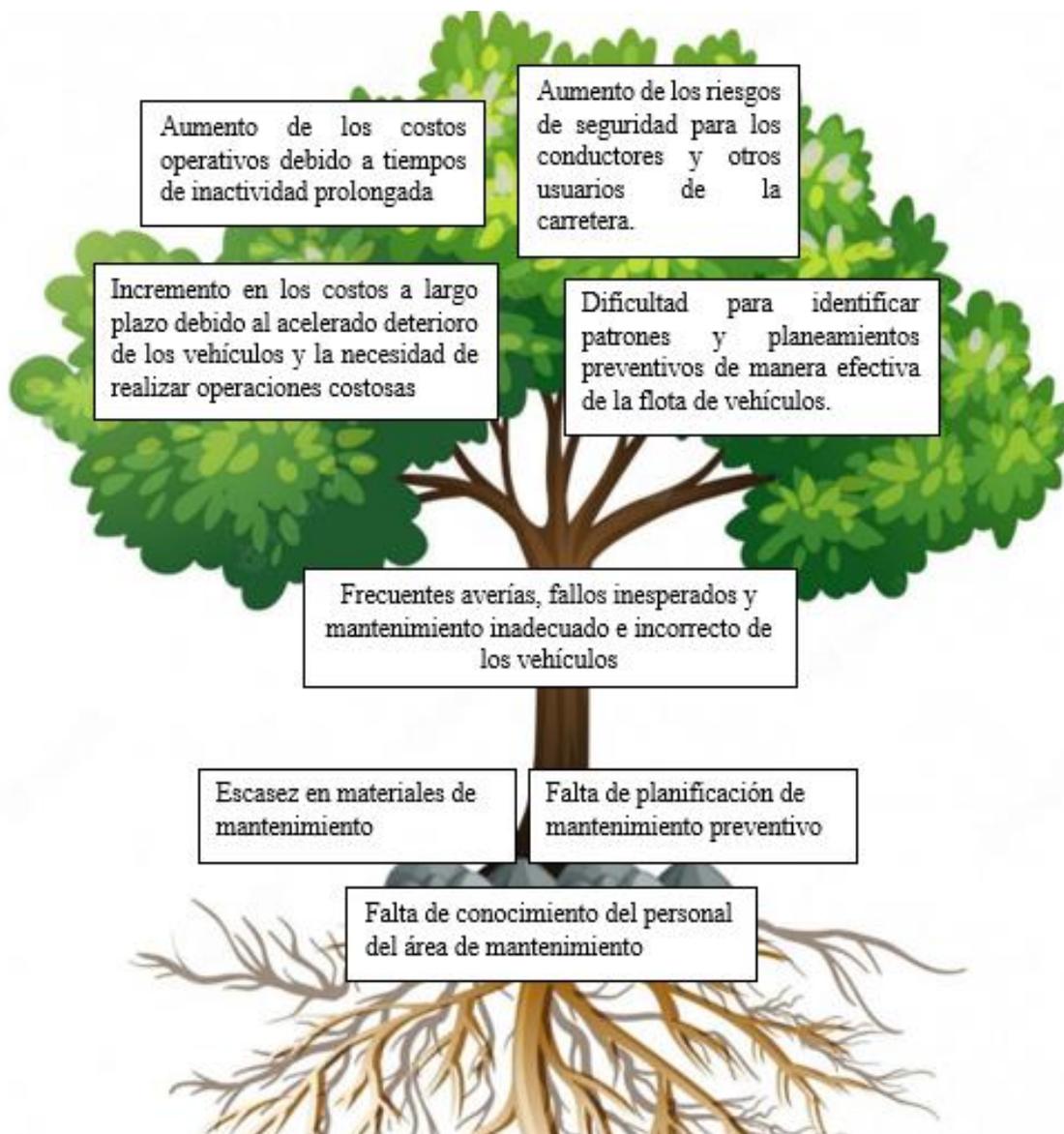
Nota: Las X son la cantidad de mantenimientos preventivos y correctivos realizados al motocarro (fuente: X-Cargo S.A.S) ver ([Anexo A](#))

Impactando a largo plazo la reputación de la empresa y su capacidad para competir en un mercado que es cada vez más exigente, la rentabilidad empresarial al momento de realizar requerimientos de inversiones más frecuentes no solo en la adquisición de nuevos vehículos para su expansión, sino también en las herramientas y repuestos requeridos para la operación del área de mantenimiento.

1.2.1 Árbol de problemas

En la siguiente imagen podemos evidenciar un árbol de problemas el cual es usado para comprender de una manera más clara y estructurada las causas y efectos de un problema en específico. En donde las raíces del árbol representan las causas, el tronco el problema y las hojas los efectos; en este caso de la empresa X-Cargo.

Figura 5. Árbol de problemas



Nota: (Fuente: Propia)

1.3 Pregunta Orientadora

¿De qué manera se podría aumentar la disponibilidad operativa, reducir los tiempos de inactividad y minimizar costos en la empresa X-Cargo mediante una propuesta para elaborar procesos estandarizados y optimización del servicio?

2 Objetivos

2.1 Objetivo general

Proponer un manual de mantenimiento enfocado en la empresa X-Cargo, los cuales establezcan mantenimientos predictivos, preventivos y correctivos con el fin de asegurar la disponibilidad de los motocarros, reduciendo el tiempo de inactividad.

2.2 Objetivos específicos

- Identificar los procedimientos de mantenimiento preventivo y correctivo para los motocarros de la empresa X-Cargo, garantizando una ejecución consistente y eficiente de las tareas de mantenimiento para su personal, realizando programas de inspección periódica a los vehículos con criterios y pautas específicas para asegurar su disponibilidad.

- Definir los parámetros y modelos de rendimiento que se utilizarán para evaluar el estado del vehículo antes y después de realizar cualquier tipo de mantenimiento, con el fin de garantizar que se cumplan los niveles de calidad y seguridad requeridos.

- Proponer prácticas de mantenimiento preventivo que ayuden a prolongar la vida útil del motocarro, reduciendo así la necesidad de reparaciones correctivas costosas o la sustitución prematura del equipo.

3 Justificación

La ingeniería industrial es parte vital en el análisis, control y estandarización de procesos. Todo ello para lograr un eficaz aprovechamiento de los recursos materiales e instalaciones y así lograr un crecimiento en la productividad de la empresa.

La industria para ser competitiva debe distribuir con eficiencia y calidad; por lo que es de vital importancia realizar procesos de reorganización de recursos, diseñando una planificación y control de los diferentes procesos (estandarización de procesos), para aumentar su productividad, mejorar la calidad de la empresa y entregar productos en los tiempos establecidos, la elaboración de un manual de mantenimiento detallado para motocarros representa una herramienta clave para optimizar los procesos de asistencia técnica. Este servirá como guía para el personal de mantenimiento y conductores, asegurando la correcta ejecución de las tareas de mantenimiento y contribuyendo a la reducción de los tiempos de inactividad y a la mejora de la eficiencia operativa

En este caso la línea de mantenimiento y conductores de la empresa X-Cargo, es un sector que requiere aumentar su eficiencia debido a que hay variaciones constantes en el número de asistencias que se realizan diariamente. De las cuales llevarán a cabo tres tareas que forman parte de la ingeniería industrial como analizar, plantear y evaluar opciones de solución. Por medio de las siguientes herramientas: AMEF (análisis modal de fallos y efectos), toma de tiempos, metodología del semáforo; Se llevó a cabo un estudio de viabilidad económica para evaluar el índice de rentabilidad, con el propósito de seleccionar la alternativa que generara un mayor incremento en la operación.

4 Marco de referencia

4.1 Marco teórico

La estandarización de los procesos es un factor importante para la elaboración del proyecto debido a que gracias a este se puede crear patrones y guías para aumentar la producción y optimizar demás sectores de la empresa; demostrando así su importancia a lo largo de la historia, según Sydle (2021): “La estandarización de los procesos no es algo reciente. Todavía a finales del siglo XIX, el ingeniero Frederick Taylor comenzó a analizar el trabajo de los obreros en las fábricas, identificando las tareas que podían ser estandarizadas” (párr. 7).

Se da como inicio el mantenimiento de las máquinas o capital de la empresa para evitar no solo pérdidas monetarias, sino también la reputación de la empresa con dicho proceso el cual nació, según Struve (2016): “A finales del siglo XVIII y comienzos del XIX, durante la revolución industrial. Es entonces cuando se inician los trabajos de reparación de las máquinas y se comienzan a manejar los conceptos de competitividad de costos y se manifiestan las primeras preocupaciones por las fallas o averías” (párr. 2).

La propuesta de un manual de mantenimiento representa un avance significativo en la mejora de los procesos de mantenimiento. Este documento, detalla los procedimientos preventivos y correctivos, contribuye de manera directa a la profesionalización del personal de mantenimiento y a la mejora de la eficiencia operativa. Como lo podemos evidenciar en la siguiente citación:

Un manual de procedimientos de mantenimiento es un documento que establece las pautas y directrices a seguir para llevar a cabo de manera correcta y eficiente las labores de mantenimiento en un determinado entorno o sector. Este manual se utiliza como una herramienta de referencia para el equipo encargado de realizar las tareas de mantenimiento,

ofreciendo instrucciones claras y detalladas sobre cómo llevar a cabo cada una de las actividades. Guía completa: Manual de procedimientos de mantenimiento para un mejor rendimiento (s.f).

Mostrando así la importancia de cómo la empresa X-CARGO se puede llegar a beneficiar con una reducción de costos en el área de mantenimiento ya que según Consuman (2021): “Y las estadísticas demuestran que una empresa puede ahorrar en mantenimiento hasta un 18% si lo hace de forma preventiva”. (párr. 3).

Pero porque hacerlo de forma preventiva y no correctiva, bueno según lo que nos dice Acuña L. & Del Castillo J. (2023): “los servicios de mecánica de montaje y arenado, eran servicios en los cuales se presentaba altos costos ya sea por [...] falta de mantenimientos preventivos” (p. 55). Estos autores nos indican que una de las mayores consecuencias de los costos elevados en las operaciones son la falta de mantenimiento preventivo.

¿Pero cuáles son estos costos? Bueno, el SENA (Servicio Nacional de Aprendizaje) junto con FEDEMETAL en su documento “Manual de Mantenimiento” (1991) nos indica que los costos totales de mantenimiento se dividen en dos: “Costos directos de mantenimiento (C.D.M.) y costo por parada de equipo (C.P.E.)” (p. 23) como se puede evidenciar en la (figura 6).

Figura 6. Costos totales de mantenimiento



Nota: COSTOS TOTALES DE MANTENIMIENTO. SENA (1991). (P. 23)

- **COSTOS DIRECTOS DE MANTENIMIENTO:** se definen como el valor del conjunto de bienes y servicios que se consumen para adelantar una tarea de mantenimiento. Se encuentran conformados por los costos de suministros y los costos de mano de obra que incluyen los costos de operación.
- **COSTOS DE SUMINISTROS:** son todos aquellos costos de los elementos físicos que son imprescindibles durante una tarea de mantenimiento. Resulta conveniente aclarar que dos los suministros no son repuestos ya que suministro una palabra genérica que incluye tanto a los repuestos específicos [...].
- **COSTOS DE MANO DE OBRA:** se refiere al salario más las prestaciones sociales devengados por los técnicos del departamento asignados a una labor de mantenimiento [...].
- **COSTOS DE PARADA DEL EQUIPO:** Al hallarse una máquina o equipo en estado improductivo se incurrirá en unos costos debido a la tarifa horaria que tenga la máquina. En ocasiones la obsolescencia de equipos hace imposible conseguir repuestos y es necesario practicar modificaciones a la máquina; esto puede ocasionar que la máquina disminuya su capacidad productiva y a esta pérdida se le denomina costo por falla. Debido a que algunos de

los costos a los que hemos hecho mención se basan en el tiempo de duración de una tarea de mantenimiento y en la estimación del costo actual de un repuesto, es muy difícil dar valores exactos. Deben cuestionarse permanentemente los costos del departamento de mantenimiento, sin descuidar los costos que, por una buena o deficiente atención, se estén generando en el sector de producción, (SENA, 1991, p. 23).

Estos costos pueden ser controlados con una buena gestión en las flotas de los motocarros, según Vega M. (2014) nos cuenta que algunas de las medidas a mejorar es el control y seguimiento de rutas, las estandarizaciones de la flota o vehículo de transportes, mejoras en la planificación de rutas, certificación en buenas prácticas, desarrollo de indicadores de gestión, evaluación y control de las flotas internas y externas de la organización (p. 15). El poder tener en cuenta estas medidas en la gestión de flotas dándonos una mejor disponibilidad de los activos.

Lo que nos indica Rigol, Hidalgo & Batista nos dicen que la disponibilidad se entiende como: “la capacidad de los vehículos para realizar la función requerida bajo condiciones específicas en un período de tiempo determinado” (p. 12). Los autores nos indican que para saber la disponibilidad de un vehículo es necesario realizar un KPI, este KPI nos ayudara a observar mediante valores numéricos si la capacidad se encuentra en parámetros o si hay algún fallo para así poder entrar a realizar un análisis, observar cual es la falla y poder realizar las respectivas correcciones a tiempo, antes de que se vuelva un problema crítico para la organización.

4.2 Marco conceptual

- **Manual de mantenimiento**

Se entiende por manual de mantenimiento un procedimiento escrito para realizar correcciones a un equipo, pero según Botero (1991): “El mantenimiento es un conjunto de actividades que deben realizarse a instalaciones y equipos, con el fin de corregir o prevenir fallas, buscando que éstos continúen prestando el servicio para el cual fueron diseñados” (p. 8).

Dentro de la operación de la flota de motocarros de X-Cargo, la disponibilidad de cada vehículo, según el escritor Rodríguez (2016):

La semejanza entre los indicadores de disponibilidad y de disposición es que ambos se refieren al estado en el cual el vehículo funciona cumpliendo con los parámetros requeridos. La diferencia entre ambos se concreta en que la disposición precisa que el medio de transporte o flota se encuentre listo para cumplir una misión que se asigne, o sea, que el equipo se encuentre activo. (p. 71).

En la empresa se tiene que dar el contexto y la relación que se puede generar con indicadores en el proceso de mantenimiento de su flota específicamente los motocarros y como esta se puede ver beneficiada, según el escritor Mora (*s.f.*):

El trabajar con indicadores, exige el disponer de todo un sistema que abarque desde la toma de datos de la ocurrencia del hecho, hasta la retroalimentación de las decisiones que permiten mejorar los procesos.

- **Niveles de referencia**

El acto de medir se realiza con base en la comparación y para ello se necesita una referencia contra la cual contrarrestar el resultado del indicador. Existen varios niveles: el histórico, el estándar, el teórico, el que requieren los usuarios, los de la competencia, los por política, los de consenso y los planificados.

- **Responsabilidad**

Quién debe actuar de acuerdo al comportamiento del indicador con respecto a las referencias escogidas.

- **Puntos de lectura e instrumentos**

Se debe definir quién hace, organiza las observaciones y define las muestras y con qué instrumentos.

- **Periodicidad**

Es fundamental saber con qué frecuencia se deben hacer las lecturas: diaria, semanal o mensualmente.

- **Sistema de información**

Debe garantizar que los datos obtenidos en las mediciones se presenten adecuadamente (agilidad y oportunidad) al momento de la toma de decisiones, para lograr realizar la realimentación rápida en las actividades.

- **Consideraciones de gestión**

Se necesita acumular el conocimiento generado por la experiencia en las actividades o procesos y describir los beneficios generados por la implantación de indicadores como herramientas para la mejora continua de los procesos en la organización. (p. 27).

La implementación de KPI impulsa la mejora continua de la gestión de la flota, optimizando los procesos y generando un impacto positivo en los resultados financieros de la empresa, especialmente en el área administrativa, según el autor Mora (*s.f.*)

Es importante anotar que se debe identificar, calcular e implementar indicadores de gestión logísticos más detallados de los procesos con el fin de conocer la gestión y comportamiento de esas actividades dado que los estados de pérdidas y ganancias dan información macro y no reflejan realmente lo que está sucediendo al interior de cada proceso logístico en lo relacionado con el eficiencia y productividad y la optimización de los recursos asignados.

En síntesis, las organizaciones deberían configurar un sistema de indicadores de gestión aplicados a su operación específica, y que mida los indicadores claves de desempeño y definir estrategias de reducción de los costos logísticos y optimización de sus recursos para no sólo conocer exhaustivamente la operación logística sino aumentar la competitividad de sus empresas a nivel interno y externo. (p. 26).

Se realizará un análisis de la relación entre la gestión de flotas y los diversos costos asociados al mantenimiento, con el objetivo de establecer estrategias de reducción, según Mora (2009): “mantenimiento, e implican los valores que se pagan por usar todos los instrumentos que se requieren para llevar a cabo las tareas proactivas” (p. 467).

Por consiguiente, se puede perfeccionar, la relación de componentes administrativos, según Ayulo (2023): “los costos fijos involucran a costos de mano de obra, repuestos, materiales, herramientas de evaluación, entre otros; sin importar la cantidad de mantenimiento o correctivos que se realice” (p. 37).

La importancia de esta propuesta queda evidenciada por los datos presentados. En este apartado, se explicará cómo estructurarla para su eficaz implementación dentro de la organización, como se puede ver expuesta por López (2008):

- Especificar las actividades diarias que cada equipo necesita.
- Verificar si las actividades previstas y las tareas a ser ejecutadas se desarrollaron satisfactoriamente.
- Garantizar el uso necesario de los recursos, evitando excesos o faltas.
- Compatibilizar las necesidades del mantenimiento con las características de los equipos de acuerdo a los procedimientos de mantenimiento y los recursos disponibles.
- Garantizar el cumplimiento de las actividades en forma lógica y sin restricciones de naturaleza técnica, operacional o administrativa.

- Dar seguimiento a todas las etapas comprendidas en el mantenimiento. (p.48).

El desempeño de los empleados del área de mantenimiento es un factor determinante en la eficiencia de la flota de motocarros. Por esta razón, se propone la implementación de un manual de mantenimiento, que además de aspectos técnicos, considere la capacitación y el desarrollo del personal, según López (2008)

El rendimiento laboral de los trabajadores en la empresa es muy bajo, esto se debe principalmente a, mala coordinación con otras áreas, falta de compromiso por parte del personal, tiempos de espera de materiales, trabajos realizados por terceros, y pérdidas por descuidos, con esto se puede establecer que la principal tarea es capacitar y comprometer al personal para crear una cultura de compromiso con respecto al trabajo y a la calidad de sus tareas. Esta formación se la debe apuntar a los aspectos técnicos y humanos ya que los dos están relacionados directamente con las tareas de mantenimiento, es por ello que invertir en capacitación recoge frutos en corto tiempo, al mejorar la calidad de trabajos, optimización del tiempo, mejora en las técnicas y destrezas del operario, cumplimiento así todos los cronogramas de producción establecidos. (p.60).

En la industria se ven reflejados diferentes tipos de mantenimientos en los cuales tenemos: El mantenimiento correctivo se refiere a las acciones realizadas para reparar un equipo tras haber sufrido una falla, con el objetivo de restaurar su funcionamiento en el menor tiempo posible. Por otro lado, el mantenimiento preventivo incluye actividades planificadas y programadas, como inspecciones y lubricación, que tienen como fin prevenir posibles fallas en los equipos. El mantenimiento predictivo es aquel que utiliza técnicas de monitoreo y diagnóstico, esto permite el anticipo de fallos. Finalmente, el mantenimiento programado es un enfoque contemporáneo basado en la premisa de que los componentes de los equipos se desgastan de manera predecible y a intervalos regulares, permitiendo planificar las intervenciones antes de que ocurran fallas.

- Costos mantenimientos

Se muestra como el factor de costo – beneficios, dirigidos para el área de mantenimiento puede tener un equilibrio al interior de la empresa, como indica Botero (1991):

Un punto importante es definir el costo óptimo del mantenimiento; esto no se logra sino mediante una revisión permanente de los costos, lo cual es posible si se tiene la información correcta y oportuna. Para esto deben definirse tareas claras y prácticas tanto para la cuantificación del costo de parada de equipo como para la evaluación del costo del mantenimiento preventivo, reparaciones en el mantenimiento correctivo, reparaciones mayores, montajes y diseños para el mejoramiento o alteración de maquinaria; es decir, la tarifa de la máquina. (p. 73).

Controles de procesos y plazos de entregas

Muestra cómo el diseño de estos proporciona supervisión y gestiona actividades en el proceso empresarial, ayudando a su vez los plazos de entrega en la empresa, según Botero (1991):

Órdenes de Trabajo y Órdenes de Servicio: son peticiones escritas de servicios para cumplir por el departamento de mantenimiento. Establecen, tanto para mantenimiento como para la dirección, la información que señala la realización de un trabajo. Proporcionan los datos sobre los cuales se preparan las demandas de material, se entregan instrucciones de trabajo individual y se hacen asignaciones de tareas al personal y al equipo. (p. 93).

4.3 Marcó legal

En la siguiente tabla, se proporciona un punto de partida para analizar los aspectos legales (regulaciones, leyes y normativas), relevantes relacionados con el tema de los mantenimientos de los vehículos, junto con las responsabilidades de la empresa prestadora del servicio.

Tabla 1. Aspectos legales de mantenimiento de vehículos

Aspectos legales de mantenimiento de vehículos					
JERARQUÍA	NÚMERO	AÑO	TÍTULO	ARTÍCULOS QUE APLICAN	DESCRIPCIÓN O ALCANCE DE LA NORMA
Constitución	Constitución política de Colombia	1991	De la finalidad social del estado y de los servicios públicos	Artículo 365	Se muestra como los servicios públicos tienen el deber de asegurar a todos los habitantes su prestación eficiente de servicios.
Ley	Ley 769 código nacional de tránsito	2002	Luces exteriores	Artículo 86	Dentro del perímetro urbano es importante que las luces funcionen de la forma más eficaz.
Ley	Ley 769 código nacional de tránsito	2002	Utilización señal de parqueo	Artículo 65	El vehículo debe de utilizar una señal luminosa intermitente para no poner en riesgo a las personas de la vía pública.
Ley	Ley 769 código nacional de tránsito	2002	Condiciones tecno mecánicas, de gases y operación	Artículo 28	Para que el vehículo se encuentre en circulación debe de tener un correcto funcionamiento de frenos, sistemas de dirección, sistemas de suspensión, espejos, cumplir con las normas de emisión de gases.
Ley	Ley 769 código nacional de tránsito	2002	Norma para dispositivos sonoros.	Artículo 104	Para que el vehículo se encuentre en circulación debe de tener un correcto funcionamiento de frenos, sistemas de dirección, sistemas de suspensión, espejos, cumplir con las normas de emisión de gases.

Nota: Se definen las normas, leyes y regulaciones para la propuesta del manual de mantenimiento. Fuente: propia

4.4 Tipo de investigación

La investigación que se realizará tendrá un enfoque en la estandarización de procedimientos ligados a la propuesta de un manual de mantenimiento en la empresa X-Cargo en la operación de motocarros, por lo cual el proceso de indagación se basará en una investigación cuantitativa, con estudios numéricos y porcentuales de datos primarios y secundarios. Iniciará con una revisión junto con un proceso descriptivo para identificar situaciones, actividades y funciones exactas del personal encargado del mantenimiento de los motocarros, debido a que actualmente se encuentra un bajo nivel de operatividad en los vehículos.

Co-Relacionándose así con variables que se tendrán en una secuencia temporal de estudio longitudinal (observación en diferentes intervalos de tiempo), donde se identificará cuántos vehículos se tienen en total en la compañía, especificando a qué operación pertenece cada uno, cuántos están funcionales, cuáles se encuentran sin operar y cuántos se encuentran en proceso de mantenimiento. Adicionalmente a eso, se determinará cuáles son los procesos de mantenimiento preventivo y correctivo, identificando así qué vehículos necesitan dicho proceso con mayor prioridad bajo una fecha estipulada.

4.5 Variables del problema

La siguiente tabla presenta un resumen de las variables del problema identificadas en el sector de mantenimiento como áreas críticas que requieren atención y análisis detallado para así abordar sus desafíos y oportunidades en la empresa X-Cargo, específicamente relacionadas con la intervención de sus motocarros.

Tabla 2. Variables para identificar para procesos de propuesta del manual

VARIABLES PARA IDENTIFICAR PARA PROCESOS DE PROPUESTA DEL MANUAL			
VARIABLE DE CARACTERIZACIÓN	INDICADORES	VALORES FINALES	TIPO DE VARIABLE
Definir estándares y parámetros (preoperacional) que se utilizarán para evaluar el estado de los componentes del vehículo.	Realización de proceso preoperacional de forma diaria seccionada. Se aclara que este proceso de inspección no es a profundidad	<ul style="list-style-type: none"> ● Sistemas electrónicos ● Sistema de frenos ● Neumáticos ● Suspensión 	Discreta
Establecer programas de inspección periódica de los vehículos.	Se diseñó un sistema de seguimiento que registra la fecha de cada ingreso de vehículo al taller de mantenimiento, permitiendo establecer un cronograma de inspecciones preventivas basado en el historial de mantenimiento de cada unidad.	<ul style="list-style-type: none"> ● Fecha de ingreso ● Fecha de salida o plazo 	Discreta
Establecer los procedimientos de mantenimiento preventivo y correctivo del motocarro.	Número de intervenciones realizadas al motocarro en documentos históricos, identificando así las partes cambiadas; para así clasificar los procesos de mantenimiento preventivo y correctivo.	<ul style="list-style-type: none"> ● Mantenimiento correctivo ● Mantenimiento preventivo 	Discreta

Nota: Se definen las variables para la propuesta de efectividad de un manual de mantenimiento en la empresa X-Cargo en la operación de motocarros (fuente: Propia)

4.5.1 Plan de acción y actividades

En el siguiente cuadro se muestra una guía detallada de la propuesta para abordar los desafíos identificados para el proceso de mantenimiento de los motocarros de la empresa X-Cargo, con el principal objetivo de mejorar la eficiencia, la calidad de servicio y la satisfacción del cliente a través de acciones específicas.

Esperando que este plan de acción y actividades proporcione una ruta práctica y orientada a resultados para los motocarros, así como a los miembros que la conforman, creando una mejora continua en el proceso.

Tabla 3. Plan de acción y actividades de la propuesta

Plan de acción y actividad de la propuesta				
OBJETIVO	MEDICIÓN	ACCIÓN	IMPORTANCIA	SECCIÓN
Proponer un manual de mantenimiento para mejorar el rendimiento y gestión de la flota de la empresa X-Cargo, mediante la estandarización de procedimientos, la optimización de recursos y la reducción de tiempos de inactividad. Buscando proporcionar una guía estructurada para el mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos, con el fin de asegurar su disponibilidad operativa	100%	1. Realizar un censo de caracterización de las organizaciones de acciones que definan un mantenimiento preventivo y correctivo; mediante las intervenciones históricas realizadas a los motocarros.	Alta	Clasificación
		2. Realizar un check list donde se evidencie la operatividad de la flota.	Alta	Operatividad

		3. Proponer una guía metodológica de lineamientos generales en la vida útil de los elementos que conforman un motocarro.	Alta	Utilidad
		4. Identificación de los procesos de mantenimiento realizados al vehículo evaluando el tema de costos que presenta la operación.	Alta	Costos

Nota: plan de acción para la propuesta del manual de mantenimiento en la empresa X-Cargo en la operación de motocarros (fuente: Propia)

Para desarrollar la propuesta de un manual de mantenimiento basado en procedimientos estandarizados, se consultaron diversas fuentes de información confiables y pertinentes. Estas fuentes incluyen libros especializados en mantenimiento preventivo y predictivo, normativas y estándares de la industria, así como estudios de casos y mejores prácticas de empresas líderes en el sector. Además, se realizaron entrevistas con las personas que conforman el sector de mantenimiento de la empresa X-Cargo y se revisaron los documentos internos de la empresa afines con los procesos de mantenimiento existentes. La recopilación y análisis de esta información contribuye con la identificación de los procedimientos más eficaces y relevantes para la propuesta de un manual de mantenimiento, con el objetivo de garantizar la eficiencia, la seguridad y la calidad en todas las actividades de mantenimiento realizadas en la empresa.

4.6 Instrumentos de recolección de la información

Se utilizarán métodos de recolección cuantitativa de fuentes primarias y secundarias, por medio de las siguientes formas:

- Bitácoras de mantenimiento en donde se verán las actividades diarias realizadas por el personal de mantenimiento al motocarro, que pueden ser físicas o digitales.
- Encuestas a conductores para identificar cómo se encuentran los estados de los vehículos después del proceso de mantenimiento realizado a los motocarros por el personal correspondiente.
- Revisión de registros y bases de datos recopiladas de las entradas y salidas del motocarro del área de mantenimiento.

4.7 Tamaño poblacional y muestra

X- Cargo siendo una mediana empresa se caracteriza por contar con una cantidad de trabajadores que oscila entre los 51 y 200, la mayoría de los cuales trabajan de forma presencial. Esto permite llevar a cabo un estudio por estratificación, dividiendo la población en subpoblaciones. Los sujetos de estudio estarán principalmente situados en el área de operación, específicamente en el manejo de los motocarros.

Las operaciones de manejo de los motocarros se encuentran divididas en tres grupos, como se observa en la (tabla 7), la operación que decidimos escoger es la de Mercado Libre ya que esta operación es la que más motocarros eléctricos tiene actualmente con un total de 21 vehículos y por ende nuestra muestra sean los conductores de motocarro de la operación de Mercado Libre.

4.8 Cronograma

El cronograma planteado demuestra la relevancia de una adecuada planificación y gestión de proyectos para la elaboración de una propuesta de procedimientos estandarizados. Este instrumento facilita la organización, seguimiento y evaluación del progreso de las actividades, asegurando el cumplimiento de los objetivos establecidos.

Tabla 4. Cronograma de actividades

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES													OBJETIVO ESPECIFICO
ACTIVIDADES	SEMANA												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Reconocimiento de los motocarros de la operación													OBJETIVO ESPECIFICO 1
Solicitar historial de mantenimientos realizados a los motocarros													
Determinar vida útil del vehículo													
Estandarizar tiempos de entrega de los vehículos por parte de mantenimiento													OBJETIVO ESPECIFICO 2
Proponer programas de inspección periódica a los vehículos con criterios y pautas específicas													

<p>Identificación de tipos de mantenimientos a realizar (preventivo, correctivo y predictivo), mediante un check list que garanticen y cumplan los niveles de calidad y seguridad requeridos.</p>												
<p>Definir los parámetros y modelos de rendimiento que se utilizarán para evaluar el estado del vehículo antes y después de realizar cualquier tipo de mantenimiento</p>												
<p>Evaluación de costos, gastos y reducción de tiempos de inactividad</p>												
<p>OBJETIVO ESPECIFICO 3</p>												

Nota: Se definen las actividades a realizar, para la propuesta de un manual de mantenimiento en la empresa X-Cargo en la operación de motocarros (fuente: Propia)

5 Identificación de Programas de Mantenimiento Preventivo y Correctivo en Motocarros de X-Cargo: Asegurando Disponibilidad y Eficiencia Operativa

5.1 Reconocimiento de los motocarros

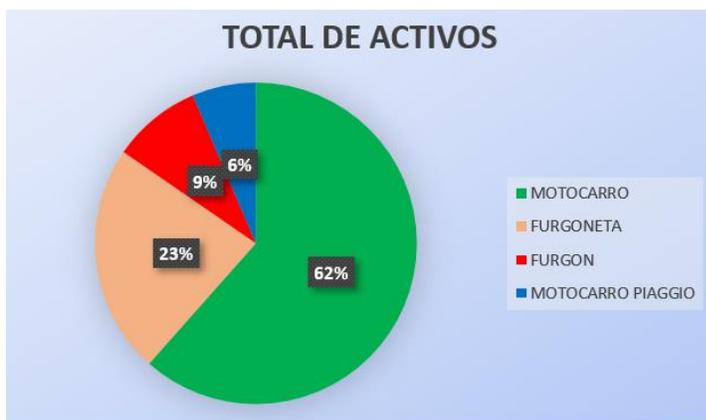
La flota vehicular objeto de estudio, se encuentra conformada por un total de 78 activos, donde se presenta una composición diversa en cuanto a los tipos de vehículos utilizados. Como se observa en la (tabla 5), los motocarros constituyen el segmento más numeroso, seguidos por las furgonetas y los furgones.

Tabla 5. Total de activos

TOTAL DE ACTIVOS	
TIPO DE VEHÍCULO	CANTIDAD
Motocarro	48
Furgoneta	18
Furgón	7
Motocarros Piaggio	5
TOTAL ACTIVOS	78

Nota: se realiza un conteo de los activos totales que X-Cargo tiene (fuente: propia)

Figura 7. Total de activos



Nota: Se realiza el porcentaje de los activos totales que X-Cargo tiene (fuente: propia)

En la (figura 7) se ve los porcentajes de los activos totales siendo los motocarros con un 62% la mayor cantidad de activos que contiene la compañía seguida por las furgonetas, Furgones y Motocarros Piaggio con 23%, 9%, y 6% respectivamente dándonos a entender que la empresa cuenta con una gran cantidad de motocarros.

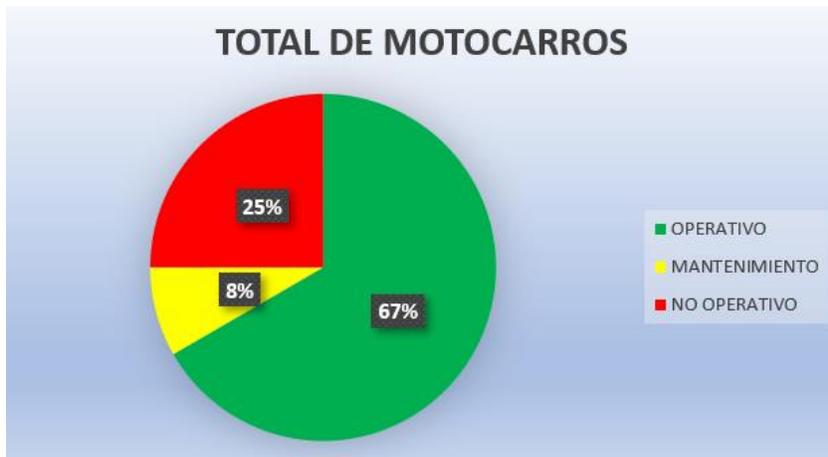
De igual forma en la (tabla 6 y la figura 7) se identifican los estados de los motocarros divididos en (no operativos, mantenimiento y operativos)

Tabla 6. Estado de los motocarros eléctricos

ESTADO DE LOS MOTOCARROS ELECTRICOS	
ESTADO	CANTIDAD
Operativo	32
Mantenimiento	4
No operativo	12
TOTAL MOTOCARROS	48

Nota: se realiza un conteo de los motocarros y se divide según su estado en (operativos, mantenimiento, no operativos), (fuente: propia)

Figura 8. Total de motocarros



Nota: se realiza el porcentaje de los motocarros según su estado (fuente: propia)

Después de haber realizado dicha identificación se elaboró un gráfico, junto con una tabla en donde se evidencia el porcentaje de tipos de vehículos que usa dicha operación y el estado en el que se encuentran los motocarros teniendo como resultado que el 67% de los motocarros se encuentran operativos, el 8% en mantenimiento y el 25% están no operativos, dando por entender que la operación de mantenimiento es deficiente.

5.1.1 Reconocimiento de los motocarros en las operaciones

Luego de realizar la recolección y análisis de información, que tiene la empresa X-Cargo, se identificaron las operaciones que se encuentran en la actividad de envío de última milla, estableciendo así cuál es su nivel de operatividad.

En la (tabla 7) se evidencia cuáles son las operaciones que utilizan motocarros en la empresa X-Cargo.

Tabla 7. Operaciones de motocarros en X-Cargo

Operaciones de motocarros en X-Cargo		
Mercado libre	Falabella	Deprisa

Nota: se realiza una verificación de las operaciones en X-Cargo que utilizan motocarros (fuente: propia).

La información presentada en la (tabla 8) resulta fundamental para comprender la composición de la flota vehicular de Mercado Libre. El desglose por tipo de vehículo permite identificar los activos más numerosos los cuales son motocarros, seguidos de furgonetas. Esta información será utilizada a lo largo de este estudio para analizar diversos aspectos relacionados con la eficiencia operativa de la flota.

Tabla 8. Activos totales de mercado libre

ACTIVOS TOTALES DE MERCADO LIBRE	
TIPO DE VEHÍCULO	CANTIDAD
Furgoneta	13
Motocarros	21
Vehículos totales	34

Nota: se realiza un conteo de los activos totales en la operación de Mercado Libre (fuente: elaboración propia)

Figura 9. Activos totales de Mercado Libre

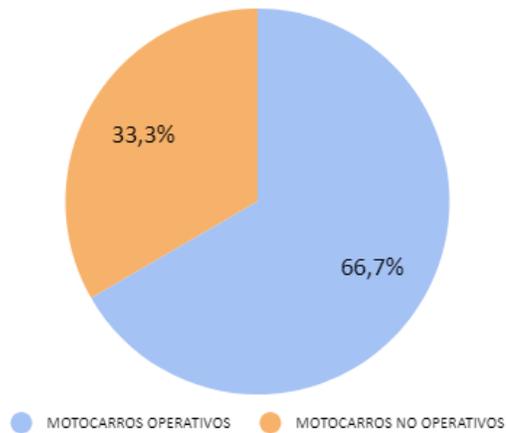


Nota: Fuente: Propia

Posteriormente, basándose en la información proporcionada por la empresa se elaboró un diagrama (figura 9) donde se expusieron los siguientes valores, con un porcentaje de motocarros en un 62% y de las furgonetas en un 38% dándonos a entender que Mercado Libre prefiere utilizar motocarros para su operación que las furgonetas.

Figura 10. Estados de los motocarros Mercado Libre

ESTADOS DE LOS MOTOCARROS MERCADO LIBRE



Nota: Porcentaje de motocarros operativos y no operativos de la operación mercado librea

Con base en la información previamente analizada, los motocarros en la operación de Mercado Libre se clasifican en dos categorías: operativos y no operativos. El total corresponde a 14 motocarros operativos (66.7%) y 7 no operativos (33.3%).

Tabla 9. Activos totales de Falabella

Activos totales de Falabella	
Vehículo	Total
Motocarros	10
Vehículos Totales	10

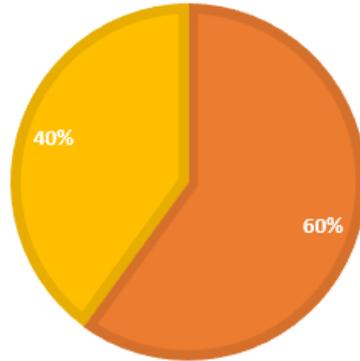
Nota: Se realiza el conteo de los motocarros en la operación Falabella.

Al ver la (tabla 9) se puede apreciar que Falabella utiliza solo motocarros en su operación

Figura 11. Estado de los motocarros Falabella

ESTADOS DE LOS MOTOCARROS FALABELLA

■ MOTOCARROS OPERATIVOS ■ MOTOCARROS NO OPERATIVOS



Nota: Fuente: Propia

Teniendo en cuenta la información previamente analizada, los motocarros en la operación de Falabella se dividen en dos categorías: operativos y no operativos. Los valores correspondientes son de 6 y 4; con un porcentaje de 60% y 40% lo que se puede observar es que el mantenimiento para la operación de Falabella es deficiente.

Tabla 10. Activos totales de Deprisa

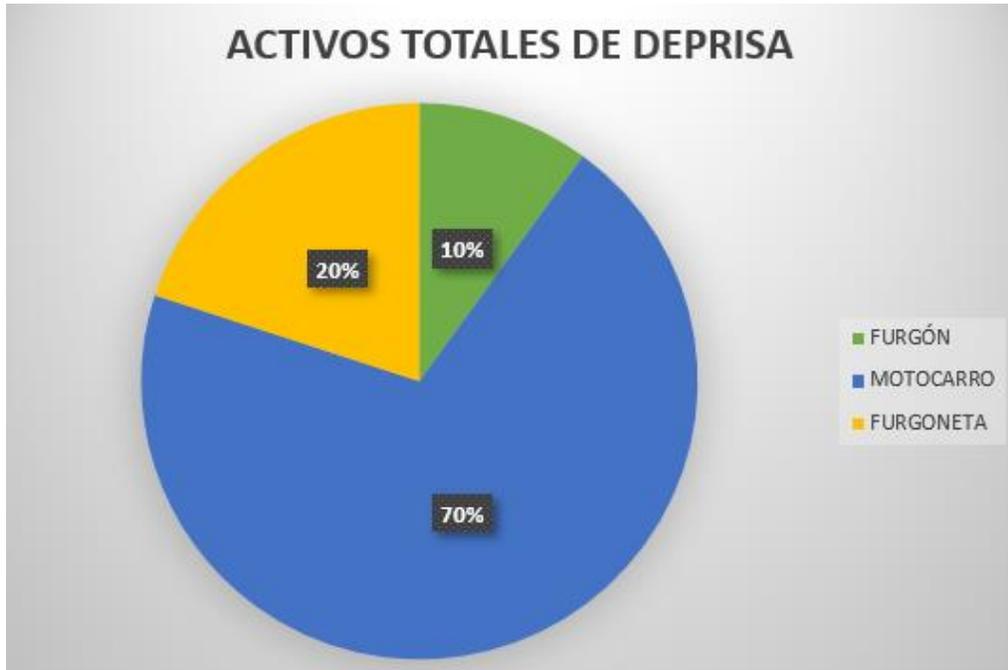
Activos totales de Deprisa	
Vehículo	Total
Furgón	1
Motocarro	7
Furgonetas	2
Vehículos totales	10

Nota: Fuente: Propia

La (tabla 10), presenta un desglose de los vehículos que conforman la flota de la operación de Deprisa, la cual dispone de 10 vehículos y en su variedad se encuentra: 1 furgón,

7 motocarros y 2 furgonetas. Este inventario refleja con predominancia a los motocarros, que representan la mayor parte de la flota.

Figura 12. Activos totales de operación Deprisa



Nota: fuente: propia

Seguido de esto y basándose en la información proporcionada por la empresa se elaboró un diagrama de torta (figura 12), donde se expusieron los siguientes valores, con un porcentaje de motocarros en un 70%, de las furgonetas en un 20% y furgones del 10%. Los motocarros en la operación Deprisa se encuentran todos operativos dándonos así un 100% de operatividad en dicha operación.

5.2 Historial de mantenimientos realizados a los motocarros

En la actualidad, el área de mantenimiento gestiona el control de los trabajos de mantenimiento, tanto correctivo como preventivo, mediante un formato específico ver ([Anexo B](#)). En dicho formato se detallan el tipo de mantenimiento (correctivo y preventivo), la placa

del vehículo, el técnico asignado y el estado (realizado, pendiente o vencido), como se muestra en la (tabla 11).

Tabla 11. Tabla de estados

TABLA DE ESTADOS	
ESTADO	CANTIDAD
REALIZADO	25
PENDIENTE	12
VENCIDO	6

Nota: Se realiza un conteo de los estados (fuente: elaboración propia).

Figura 13. Cumplimiento ordenes de mantenimiento



Nota: Fuente: Propia

Los resultados presentados en la (figura 13) evidencian que la mayor parte de las tareas 58% se encuentran realizadas, mientras que el 28% está pendiente y el 14% se encuentra vencidas. Esta se relaciona con el ([Anexo C](#))

- **Realizados:** Nos indica que más de la mitad de los mantenimientos han sido completados y nos muestra que hay un avance significativo en las tareas a realizar.

- **Pendientes:** Este nos indica que hay un número considerable de mantenimientos pendientes por realizar y es importante priorizar estos mantenimientos para evitar acumulación en el futuro

- **Vencidos:** Este, aunque es bajo nos indica que hay mala ejecución o problemas en la planificación de los mantenimientos lo cual afecta la eficiencia del área de mantenimiento.

Por consiguiente, se puede sugerir, la prelación de actividades vencidas, planeación de tareas pendientes y la evaluación continua con fines de mejora.

5.3 Determinar vida útil de los motocarros

Para determinar la vida útil de los vehículos, se realizó el proceso de identificación de factores relacionados con el motocarro; este proceso se establece por medio de una encuesta ([Anexo C](#)) realizada a los conductores de motocarros en la operación de Mercado Libre, en la encuesta se relaciona la relevancia de los componentes por medio de una tabla del 1 al 5, en donde 1 es el nivel de importancia más bajo y 5 el nivel de importancia más alto.

Tabla 12. Tabla de niveles de importancia

Tabla de niveles de importancia	
Nivel de importancia	Importancia
1	Muy bajo
2	Bajo
3	Medio
4	Alto
5	Muy alto

Nota: Se establece los niveles de relevancia fuente: propia

Después de realizar la tabla de niveles de importancia, se dividirá cada uno de los sistemas eléctricos, de frenado, de suspensión y mecánico que conforman los motocarros y los componentes que lo constituyen, junto con su respectivo nivel de importancia como se muestra en la (tabla 13).

Tabla 13. Factores de los motocarros eléctricos

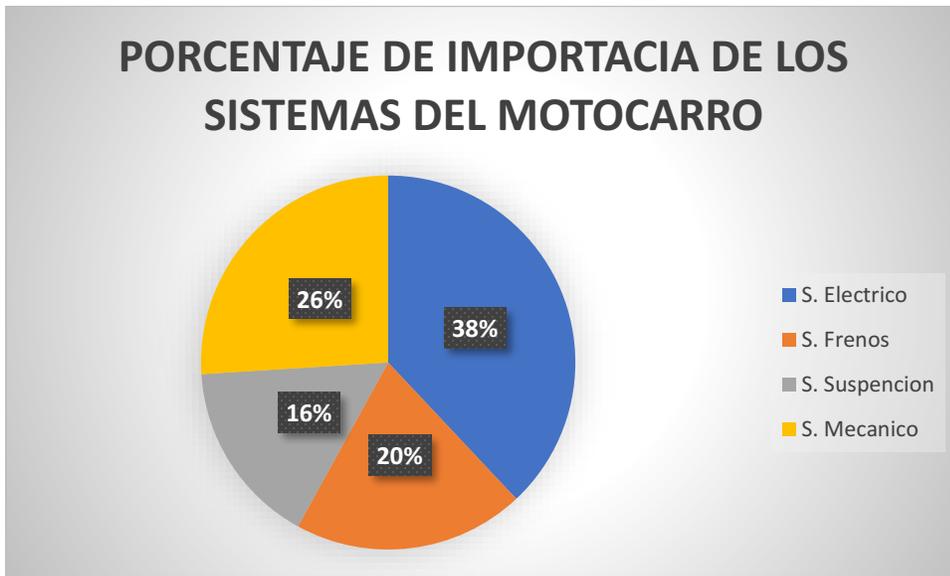
FACTORES DE LOS MOTOCARROS ELECTRICOS		
Tipo de sistema	componente	Nivel de importancia
Sistema eléctrico	Luces stop	4
	Farola	4
	Direccionales	2
	Batería	5
	Bocina	1
	Interruptores	3
Sistema de frenos	Delantero	5
	Trasero	5
Sistema de suspensión	Delantero	4
	Trasero	4
Sistemas mecánicos	Acelerador	4
	Caja de cambios	4
	Motor	5
TOTAL		50

Nota: esta información se relaciona con encuesta realizada Ver ([Anexo C](#)) fuente: propia

Dentro de este proyecto se elaboró la (tabla 13), en la cual dividen los sistemas y se calculan los valores totales de cada sistema dándonos 19 puntos para el sistema eléctrico, 10

puntos para el sistema de frenos, 8 puntos para el sistema de suspensiones y 13 puntos para el sistema mecánico, dándonos 50 puntos en total.

Figura 14. Porcentaje de importancia de los sistemas



Nota: Se realiza el porcentaje de cada sistema (fuente: propia)

Dentro de este proyecto por medio de la (figura 14) analizan cada sistema del motocarro eléctrico y como era de esperar los conductores priorizan el sistema eléctrico con un 38% destacando su importancia ya que los motocarros son eléctricos, después sigue sistema mecánico con un 26% que resalta los temas de eficiencia y movilidad para los conductores. El análisis de la (tabla 13) revela que el sistema de frenos, a pesar de su menor complejidad, obtuvo la puntuación más alta, lo cual resalta su importancia en la valoración general. El sistema de suspensión, por su parte, contribuyó con un 16.7% al puntaje total.

Las conclusiones que podemos llegar a tener son las siguientes:

- Los conductores priorizan el sistema eléctrico antes que el sistema mecánico.
- Los conductores prefieren la seguridad ante la comodidad como se muestra en el sistema de frenado.

6 Establecimiento de Parámetros y Modelos de Rendimiento para la Evaluación del Estado del Vehículo en Mantenimiento: Garantizando Calidad y Seguridad.

6.1 Regulares tiempos de entrega de motocarros por parte del área mantenimiento

Con el propósito de establecer tiempos de entrega precisos, se realizó una evaluación conjunta con el personal de mantenimiento, durante la cual se determinó el rango de tiempo necesario para intervenir en cada sistema del motocarro, teniendo en cuenta la importancia de cada uno.

Tabla 14. Rango de tiempos de entrega de motocarros, por parte del área de Mantenimiento

RANGO DE TIEMPO POR COMPONENTE		
Tipo de sistema	Componente	Tiempo (Días) MIN - MAX
Sistema eléctrico	Luces stop	1 - 2
	Farola	1 - 2
	Direccionales	1 - 2
	Batería	2 - 3
	Bocina	2 - 3
	Interruptores	2 - 3
Sistema de frenos	Delantero	1 - 3
	Trasero	1 - 3
Sistema de suspensión	Delantero (barras)	2 - 3
	Trasero (amortiguadores)	2 - 3
Sistemas mecánicos	Acelerador	2 - 3
	Caja de cambios	2 - 3
	Motor	2 - 4

Nota: Se establece un rango de días de demora para el mantenimiento (fuente: propia).

Tabla 15: Promedio en días mantenimiento por componentes

Promedio mantenimiento en días		
Tipo de sistema	Componente	tiempo medio en días
Sistema eléctrico	Luces stop	1,5
	Farola	1,5
	Direccionales	1,5
	Batería	2,5
	Bocina	2,5
	Interruptores	2,5
Sistema de frenos	Delantero	2
	Trasero	2
Sistema de suspensión	Delantero	2,5
	Trasero	2,5
Sistemas mecánicos	Acelerador	2,5
	Caja de cambios	2,5
	Motor	3

Nota: se establece el tiempo medio para los mantenimientos (fuente: propia)

De acuerdo con los datos de la Tabla 14, se ha establecido un estándar de tiempo máximo para las intervenciones de mantenimiento en cada componente del motocarro, con el fin de garantizar la eficiencia de las operaciones.

Tabla 16. mantenimiento del motocarro según el Kilometraje

mantenimiento del motocarro según el Kilometraje		
<i>Investigación</i>	<i>Km</i>	<i>Tiempo (meses)</i>
Conductor	3.000	2
Mantenimiento	3.500	3
Promedio	3.250	2.5

Nota: se establece tres lecturas de Km para realizar el mantenimiento (fuente: propia)

Se definió un kilometraje intermedio y un tiempo estimado para la realización del mantenimiento preventivo en los motocarros, basándose en investigaciones previas y en las opiniones de los conductores y del personal encargado del área de mantenimiento:

- Conductor: En una conversación sostenida con un conductor de motocarro, este planteó que el mantenimiento debería realizarse cada 3.000 km, lo cual estima que, en promedio, se cumple cada dos meses.
- Mantenimiento: En una conversación sostenida con el personal de mantenimiento, se planteó que los mantenimientos se están realizando cada 3.500 km o cuando se cumplen tres meses.

Considerando el uso intensivo de los motocarros en el transporte de paquetería, lo cual implica recorridos prolongados y un desgaste acelerado, los operadores y el equipo de mantenimiento coinciden en que el kilometraje es el parámetro más confiable para establecer los intervalos de mantenimiento. Estos vehículos pueden superar fácilmente los 3.500 km en menos de dos meses.

6.2 Inspección periódica de motocarros y pautas establecidas

Para la planificación del plan de mantenimiento preventivo, se utilizó la metodología AMEF, ya que esta permite determinar cuáles son las posibles fallas y de qué manera se

presentan. Una vez establecido el listado de información de cada uno de los componentes del motocarro, se procedió con el análisis correspondiente.

Posteriormente, tras conocer cada uno de los componentes, se llevó a cabo el proceso de identificación y valoración de los efectos causados, utilizando una escala del 1 al 10, donde 1 indica ningún efecto y 10 representa un efecto muy peligroso. Los resultados de este análisis se presentan en la (Tabla 17).

Tabla 17. Efecto de fallas

Efecto de fallas		
Nivel	Efecto	Severidad del Daño
10	Muy peligroso	Puede poner en peligro al operador, afecta la seguridad de la operación y/o involucra NO conformidades, la falla se presenta SIN AVISO
9	Peligroso	Puede poner en peligro al operador, afecta la seguridad de la operación y/o involucra NO conformidades, la falla se presenta CON AVISO
8	Muy alto	Interrupción Total, productos o servicios NO conformes, inoperables, clientes muy molestos e insatisfechos
7	Alto	Interrupción menor, buena parte de los productos y servicios NO conformes, clientes inconformes
6	Moderado	Interrupción menor, productos y servicios con imperfecciones, algunos clientes inconformes
5	Bajo	Interrupción menor, Algunos productos o servicios defectuosos, algunos clientes con insatisfacción
4	Muy bajo	Interrupción menor, devoluciones de productos y servicios, defectos percibidos por clientes
3	Pequeño	Interrupción menor, productos y servicios reprocesados, defectos de baja incidencia.
2	Muy pequeño	Interrupción mínima, defectos de producto o servicio imperceptibles detectados exclusivamente por expertos

1	Ninguno	Productos y servicios conformes, clientes satisfechos
---	---------	---

Nota: Tabla tomada a partir del video de Josué Arturo Hurtado Casas (2020).

Con el objetivo de identificar y evaluar los modos de falla de los componentes, se aplicó la metodología AMEF a los datos de la (Tabla 17). La información sobre las fallas más frecuentes fue obtenida a través de entrevistas con el personal de mantenimiento. Los resultados de este análisis, que incluyen la clasificación de los efectos y su severidad, se presentan en la (Tabla 18).

Tabla 18. Fallas en los componentes de los motocarros

Fallas en los componentes de los motocarros								
Sistema	Componentes	Fallas	Efecto potencial	Severidad	Causas potenciales	Ocurrencia	Control actual	Detección
Sistema eléctrico	Luces stop	- Bombillo dañado - Cable roto - Conectores y enchufes defectuosos - Interruptor de luz defectuoso - Fusible roto	- Comparendo - Accidente - Pérdida valor del vehículo	5	- No se tiene parámetros establecidos	7	- No tiene plan de mantenimiento	2
	Farola	- Impactos - Batería	- Comparendo - Accidente	6	- No se tiene parámetros establecidos	7	- No tiene plan de mantenimiento	2
	Direccionales	- Cable de luz desgastado	- Comparendo - Accidente	5	- No se tiene parámetros establecidos	7	- No tiene plan de mantenimiento	2
	Batería	- Golpes o impactos - Descarga profunda - Sobrecarga	- Incumplimiento a la operación - Inactividad del vehículo	9	- No se tiene parámetros establecidos	10	- No tiene plan de mantenimiento	2
	Bocina	- Distorsión en el sonido	- Accidentes	6	- No se tiene parámetros establecidos	6	- No tiene plan de mantenimiento	2
	Interruptores	- Cables desgastados - Conexiones	- Accidentes	8	- No se tiene parámetros	8	- No tiene plan de	2

		defectuosas			establecidos		mantenimiento	
Sistema de frenos	Delantero	- Manguera de frenos desgastada	- Accidentes - Comparendo	10	- No se tiene parámetros establecidos	10	- No tiene plan de mantenimiento	10
	Trasero	- Reducción de frenado - Pedal bajo						
Sistema de suspensión	Delantero (barras)	- Fuga hidráulica - Torcida - Desgastado	- Accidentes - Acortamiento de vida útil del vehículo	8	- No se tiene parámetros establecidos	8	- No tiene plan de mantenimiento	10
	Trasero (amortiguadores)							
Sistema mecánico	Acelerador	- Movimiento repetitivo - Problemas en el cableado - Desgaste de resorte	- Accidentes - Inactividad del vehículo	10	- No se tiene parámetros establecidos	10	- No tiene plan de mantenimiento	10
	Caja de cambios (semiautomática)	- Problemas de cableado - Rodamiento defectuoso - Discos de embrague desgastados - Fuga de valvulina - Falta de lubricación	- Accidentes - Inactividad del vehículo	8	- No se tiene parámetros establecidos	8	- No tiene plan de mantenimiento	10

	Motor	<ul style="list-style-type: none"> - Sobre calentamiento - Falta de lubricación - Fugas de aceite 	<ul style="list-style-type: none"> - Accidente - Inactividad del vehículo 	10	<ul style="list-style-type: none"> - No se tiene parámetros establecidos 	10	<ul style="list-style-type: none"> - No tiene plan de mantenimiento 	10
--	-------	--	---	----	---	----	--	----

Nota: Tabla adaptada de varios autores: Carle Solé, Vedamotos, Técnico de cargueros, GREENLANDMX & motoiservices.

6.3 Checklist para Garantizar Calidad y Seguridad en los mantenimientos preventivo, correctivo y predictivo

Identificando cada una de las fallas establecidas y los sistemas que componen el motocarro, como se puede observar en la (Tabla 18), se elaboró un formato de mantenimiento en el que se detalla cómo se llevará a cabo la identificación de cada uno de los mantenimientos a establecer, los cuales incluyen mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo.

Figura 15. Formato mantenimiento preventivo

SISTEMA	FORMATO MANTENIMIENTO PREVENTIVO			REALIZADO		TIEMPO
	COMPONENTE	ACTIVIDAD A REALIZAR	FRECUENCIA	SI	NO	
Sistema eléctrico	Luces Stop	- Limpieza	Semanal			Diario
		- Revisión cable de luces	Quincenal			Semanal
		- Revisión de conectores	Quincenal			Quincenal
	Farola	- Limpieza de la farola	Mensual			Mensual
		- Revisión cable de luces	Quincenal			Bimensual
	Direccionales	- Revisión stich de direccionales	Semanal			Trimestral
		- Ciclos de carga completa	Diario			Semestral
	Bateria	- Limpiar los conectores	Semanal			Anual
		- Revisión de bornes en buen estado (negativo y positivo)	Quincenal			
		- Revisión cable de la bocina	Mensual			
Interruptores	- Revisión estado de los cables	Mensual				
Sistema de frenos	Delantero	- Limpieza	Quincenal			
		- Lubricación	Mensual			
		- Revisión de pastillas	Quincenal			
		- Revisión estado de chupas	Bimensual			
	Trasero	- Limpieza	Mensual			
		- Cambio de resortes	Trimestral			
		- Lubricación	Mensual			
		- Revisión de bandas (sin cortes profundos)	Mensual			
		- Verificación estado del tensor	Bimensual			
		- Cambio de aceite	Mensual			
Sistema de suspensión	Delantero (barras)	- Revisión de laminas	Bimensual			
		- Revisión de retenes (juntas de goma)	Mensual			
	Trasero (amortiguadores)	- Cambio de aceite	Mensual			
Sistema mecánico	Acelerador	- Limpieza polea de mando del acelerador	Mensual			
		- Lubricación	Mensual			
		- Revisión conexión del acelerador	Quincenal			
		- Revisión de interruptores	Mensual			
	Caja de cambios (semi-automática)	- Limpieza de interruptores y cableado	Trimestral			
		- Limpieza	Bimensual			
	Motor	- Chequeo de aceite	Quincenal			
		- Calibración de balbulas	Trimestral			

Nota: Se realiza un formato de mantenimiento preventivo ([Anexo D](#)) Fuente: propia

En esta imagen se muestra cada uno de los componentes de los sistemas que se identificaron en la (Tabla 13), con su respectiva actividad de mantenimiento o inspección a realizar. La frecuencia de dichas actividades varía desde diaria hasta anual, y se registrará mediante dos opciones: "sí" y "no".

Figura 16. Formato mantenimiento correctivo

FORMATO MANTENIMIENTO CORRECTIVO				
SISTEMA	COMPONENTE	FALLAS	ACCIÓN	ACCIÓN
Sistema eléctrico	Luces Stop	- Bombillo dañado	Sustituir ▼	Reparar
		- Cable roto	Sustituir ▼	Sustituir
		- Fusible roto	Sustituir ▼	
		- Conectores o enchufes defectuosos	Reparar ▼	
	Farola	- Impactos	Sustituir ▼	
		- Batería	Sustituir ▼	
	Direccionales	- Cable de luz roto	Reparar ▼	
	Batería	- Sobre carga	Sustituir ▼	
	Bocina	- Sonido distorsionado	Reparar ▼	
		- Cable roto	Reparar ▼	
Interruptores	- Conexión defectuosa	Reparar ▼		
	- Cable roto	Reparar ▼		
Sistema de frenos	Delantero	- Manguera de frenado rota	Sustituir ▼	
		- Fuga de liquido de frenos	Reparar ▼	
		- Chupas rotas o desgastadas	Sustituir ▼	
	Trasero	- Resortes rotos	Sustituir ▼	
		- Bandas rotas o ralladas	Sustituir ▼	
		- Pastillas en mal estado	Sustituir ▼	
	- Tensor roto	Sustituir ▼		
Sistema de suspensión	Delantero (barras)	- Barras dobladas	Sustituir ▼	
	Trasero (amortiguadores)	- Amortiguador dañado	Sustituir ▼	
Sistema mecánico	Acelerador	- Cable desgastado o roto	Reparar ▼	
	Caja de cambios (semi-automática)	- Interruptores rotos	Sustituir ▼	
		- Fuga de valvulina	Reparar ▼	
		- Discos de embrague rotos o desgastados	Sustituir ▼	
	Motor	- Obstrucción de filtros	Sustituir ▼	

Nota: Se realiza un formato de mantenimiento correctivo Ver ([Anexo D](#)) Fuente: propia

En esta imagen se muestra cada uno de los componentes de los sistemas que se identificaron en la (Tabla 13), donde se desglosan las fallas que pueden presentar y la acción que se debe tomar de acuerdo con estas, la cual se divide en dos opciones: "reparar" o "sustituir".

Figura 17. Formato mantenimiento predictivo

FORMATO MANTENIMIENTO PREDICTIVO				
SISTEMA	COMPONENTE	FALLAS	ACCIÓN PREVENTIVA	HERRAMIENTAS /TÉCNOLOGÍAS
Sistema eléctrico	Luces Stop	- Bombillo dañado	- Este componente se encuentra en constante vibración lo que causa posibles desgastes y rupturas de conectores, enchufes y bombillos	
		- Cable roto		
		- Fusible roto		
		- Conectores o enchufes defectuosos		
	Farola	- Impactos	- Debido a que este componente se encuentra en constante exposición con el ambiente se puede ver desgaste notorios, como lo son: disminuciones de intensidad o un parpadeo irregular.	
		- Bateria		
	Direccionales	- Cable de luz roto	- Debido a que este componente se encuentra en constante exposición con el ambiente se puede ver desgaste notorios, como lo son: disminuciones de intensidad o un parpadeo irregular.	
Bateria	- Sobre carga	- Debido a que el vehículo esta en constante uso se puede generar afectos adversos, por lo cual se debe de realizar la medición de voltaje y carga de este	- Volímetro - Hidrómetro	
Bocina	- Sonido distorsionado	- Debido a que este componente se encuentra en constante exposición con el ambiente se puede ver desgaste notorios, de igual forma el uso que se le da ha este es constante, por lo que puede generar fallas	- Volumen - Potencia - Sonómetro	
	- Cable roto			
Interruptores	- Conexión defectuosa	- Este al estar en constante funcionamiento por parte del operario y medio ambiente, puede generar fallas	N.A	
	- Cable roto			

Nota: Se realiza un formato de mantenimiento predictivo Ver ([Anexo D](#)) Fuente: propia

La tabla con cada uno de los sistemas, componentes y fallas identificó la acción preventiva, enfocándose en los principales factores de daño o desgaste de los componentes. Esto dio paso al reconocimiento de las herramientas y tecnologías necesarias, las cuales establecerán un tiempo determinado para la próxima inspección.

7 Mantenimiento Preventivo para Motocarros Eléctricos: Prolongando su Vida Útil y Reduciendo Costos.

El mantenimiento preventivo es una de las maneras más efectivas para mejorar el rendimiento de los motocarros eléctricos. por medio de actividades adecuadas el mantenimiento preventivo puede prolongar la vida útil del vehículo, minimizando las reparaciones costosas.

7.1 Parámetros de evaluación de rendimiento del motocarro eléctrico

Los parámetros y modelos de rendimiento son fundamentales para la organización ya que con esta podemos mejorar la toma de decisiones puesto que estos nos ayudan a identificar tareas de mantenimiento más críticas, nos ayuda a monitorear el desempeño, a optimización de los costos, aumentar la eficiencia operativa y a la mejora continua a lo largo del tiempo. Los parámetros a evaluar para el motocarro eléctrico serán:

A. Rendimiento de la batería: En el rendimiento de la batería se establecen como parámetros:

- Capacidad de carga: Medir porcentaje de carga antes y después del mantenimiento a la batería.
- Ciclos de carga: llevar registro de ciclos de carga que la batería ha soportado y cuál es la vida útil que le queda a la batería.

B. Eficiencia: En la eficiencia energética se tomarán como parámetros:

- Consumo energético: Registrar el consumo de energía por Kilómetro recorrido (KWh/Km) antes y después del mantenimiento.
- Autonomía: Evaluar la distancia recorrida por el motocarro con un ciclo completo de carga.

C. Motor: En el motor se tomará como parámetro:

- Temperatura: Toma de temperatura y verificar que se encuentre entre los límites normales.

- Potencia: Medir la fuerza en la salida del motor con cargas normales y máximas

D. Sistemas de frenos: Para el sistema de frenos se toman los siguientes factores:

- Estado de los componentes: Revisar el desgaste de las Guayas del sistema de frenado, estado del líquido de frenos y grosor de las pastillas o bandas de frenos del motocarro.

- Eficiencia del frenado: Evaluar distancia y tiempos de frenado antes y después del mantenimiento.

E. Sistema de suspensión: Para el sistema de suspensión se toman factores como:

- Desgastes de componentes: Revisar el grosor y estado de los componentes buscando signos de desgaste, deformaciones o fatigas de los mismos.

- Pruebas de rebote: Evaluar el control de movimiento vertical para la reducción del rebote.

- Pruebas de carga: Evaluar la capacidad de carga máxima de carga para el aseguramiento de la no deformación o daño de los componentes

F. Condición de las ruedas: Los puntos a evaluar en las ruedas son:

- Neumáticos: Se evaluará la presión y desgaste de los neumáticos

- Alineación: Evaluar la alineación y balanceo de la rueda

7.1.1 Evaluación del rendimiento

A. Comparación de datos históricos: Nos permitirá identificar tendencias y cambios a lo largo del tiempo comparando los datos actuales como el consumo energético, eficiencia de frenado con datos pasados del mismo vehículo.

B. Rendimiento de referencia: identifica áreas de mejora para maximizando la competitividad y eficiencia utilizando datos de rendimiento de motocarros similares para la comparación.

C. Indicadores claves de desempeño: Proporciona una visión clara facilitando la toma de decisiones de manera informada, algunos KPI pueden ser:

- Eficiencia energética (KWh/Km): energía consumida por kilómetro

Tabla 19. Eficiencia energética (KWh/Km)

Eficiencia energética (KWh/Km)							
Placa	Batería inicial	Batería final	Energía consumida	kilómetros recorridos por día	Jornada laboral	Consumo batería por kilometro	Batería consumida por Km
192 NAN	67 W – (100%)	54 W – (20%)	Carga inicial – carga final	70 km	8 horas	Energía consumida/distancia recorrida	0.2 KWh/Km

Nota: ejemplo de la eficiencia energética para una jornada de 8 horas (Fuente: Propia)

- costo de mantenimiento por Km: Dinero a gastar por Km recorrido

Tabla 20. Costo de mantenimiento por Km

COSTO DE MANTENIMIENTO POR KM			
Km recorrido al mes	Repuestos	Lubricantes	Mano de obra
3500 km	\$300.000	\$7.000	\$5.662
Costo total mantenimiento = \$300.000 + \$7.000 + \$5.662 = \$312.662			
Costo mantenimiento por kilómetro = \$312.662 / 3.500km = \$89,332			

Nota: se realiza un análisis del valor de los componentes a utilizar los precios son adaptados de Mercado libre

- Tasa de fallos por operación: frecuencia de fallos durante un tiempo determinado.

la buena implementación de los modelos de rendimiento nos proporciona datos que nos permitirán la tomar decisiones informadas sobre el mantenimiento, rendimiento y costos, estas herramientas nos ayudarán al aseguramiento el correcto funcionamiento y al igual que el alargamiento de la vida útil del vehículo.

Tabla 21. Tasa de fallos por operación

Tasa de fallos por operación		
Placa	Numero de mantenimiento correctivos	Tiempo ocurrencia del fallo
106 NAN	3	64 horas (una semana)
Tasa de fallos = $3 / 64 = 0,04$ fallos por hora		

Nota: Ejemplo de los fallos de un motocarro cada hora (fuente: propia)

7.2 Evaluación de costos, gastos y reducción de tiempos de inactividad

7.2.1 Evaluación de costos y gastos

A. Mantenimiento

a. Directos: Son todas las reparaciones y reemplazo de las piezas asociados al mantenimiento correctivo o preventivo según corresponda.

b. Indirectos: La mano de obra, herramienta o material adicional para el mantenimiento.

Tabla 22. Costos indirectos de mantenimiento para motocarros

Costos indirectos de mantenimiento	
Costos	Precio
Mano de obra	\$1.300.000 salario \$164.000 Auxilio de transporte
Bocina	\$20.000
Farola	\$125.000
Stop	\$94.200
Acelerador	\$64.000
Frenos	\$120.000
Instalación eléctrica	\$390.000
Amortiguadores	\$108.900
Barras de suspensión	\$ 430.000
Motor	\$ 199.000
Sonómetro	\$ 94.900
Voltímetro	\$138.165
Luxómetro	\$280.000
Hidrómetro	\$114.999
Resortes	\$12.000

Nota: Se hace una investigación de componentes que se utilizan para realizar el mantenimiento del motocarro

B. Operatividad

a. Consumo de energía: Evaluar el costo por kWh, calcular en función de consumo de energía del motocarro por Km y la distancia recorrida.

b. Seguros y permisos: Costos de seguros, licencias, procedimientos y otros gastos administrativos asociados al motocarro.

Tabla 23. Seguros y permisos de motocarros

Seguros y permisos de motocarros	
Seguros y permisos	Precio
SOAT	\$347.700
Tecno mecánica	\$309.999
Seguro todo riesgo	\$599.000

Nota: Se busca información sobre el precio de los respectivos permisos y seguros (Fuente: propia).

C. Costo de oportunidad

a. Análisis de inactividad: Costo asociado a la inactividad del motocarro por daños, reparaciones o mantenimientos incluyendo la pérdida eventual de ingresos.

7.2.2 Reducción de tiempos de inactividad

En la logística de la flota de los motocarros es un aspecto crítico la reducción de los tiempos de inactividad, ya que si estos no se controlan impactan directamente en la eficiencia y rentabilidad de la operación. La inactividad puede surgir de diversas fuentes ya sea un mantenimiento programado o una reparación inesperada, el mitigar o controlar estos tiempos no solo nos permite mejorar la disponibilidad del vehículo, sino que también nos ayuda a mejorar el rendimiento de la flota, las estrategias a implementar serán:

A. Mantenimiento programado: Garantizar el funcionamiento óptimo de los vehículos, prevenir fallas, reducir costos por reparaciones imprevistas y alargar su vida útil, mejorando así la eficiencia operativa y la seguridad.

a. Programación efectiva: Implementación de un calendario que no interfiera con las operaciones diarias y programar mantenimientos en periodos de baja actividad como se ve en el ([Anexo A](#))

b. Revisiones regulares: Realizar inspecciones con regularidad para la identificación de problemas menores antes de que se vuelva un daño de reparación mayor.

B. Capacitación al personal: Con el objetivo de optimizar las habilidades y el desempeño del personal, así como de establecer procedimientos adecuados de mantenimiento para los vehículos, se busca prevenir fallas o daños derivados de una operación inadecuada.

a. Formación adecuada: capacitar al personal de mantenimiento para que puedan identificar daños y realicen la respectiva corrección.

b. Procedimientos: Desarrollar procedimientos claros para el mantenimiento y operación de los motocarros.

C. Inventario de repuestos: Asegurar la disponibilidad de piezas y componentes necesarios para el mantenimiento y reparación de los vehículos. Un control adecuado del inventario permite reducir tiempos de inactividad, evitar retrasos en las reparaciones.

a. Eficiencia en el inventario: Mantener inventario de piezas esenciales para la reducción de tiempos de espera durante las reparaciones, un ejemplo claro es si un motocarro presenta una falla en el sistema de frenos, tener discos de freno y pastillas de repuesto en stock asegura que la reparación se realice de manera inmediata, evitando demoras y optimizando la disponibilidad operativa del vehículo.

b. Relación con proveedores: disponer de relaciones con proveedores que ofrezcan entregas eficientes y ágiles de componentes críticos, Por ejemplo, contar con acuerdos con proveedores de repuestos de motocicletas que aseguren entregas rápidas de piezas clave como

cadenas, pastillas de freno o aceites, permite realizar reparaciones de manera oportuna, minimizando tiempos de espera y evitando interrupciones de la operación de última milla.

D. Monitoreo y diagnóstico: Utilizando tecnologías de diagnóstico y monitoreo en tiempo real, como sensores o software especializado, se puede detectar anomalías en el motor, sistema de frenos, suspensión, entre otros, antes de que se conviertan en problemas graves.

a. Tecnología de monitoreo: Implementación de elementos de monitoreo, que proporcionen datos, estos equipos pueden ser los observados en la (tabla 24).

b. Herramientas de diagnóstico: Herramientas que nos ayuden a anticiparnos a fallos potenciales basado en patrones de uso y datos históricos.

Tabla 24. Herramientas de diagnóstico y/o monitoreo de motocarros

Herramientas de diagnóstico y/o monitoreo	
Herramientas	Precio
Sonómetro	\$ 94.900
Voltímetro	\$138.165
Luxómetro	\$280.000
Hidrómetro	\$114.999
Resortes	\$12.000

Nota: Se hace una investigación de herramientas de monitoreo para el funcionamiento de los motocarros (fuente: propia)

8 Conclusiones

La evaluación exhaustiva de la flota vehicular de X-Cargo, enfocada en los motocarros, ha evidenciado la importancia de estos vehículos en las operaciones de la empresa. Constituyendo el 62% del total de activos, los motocarros son cruciales para la eficiencia y disponibilidad operativa, especialmente en actividades de envío de última milla. Sin embargo, el análisis también reveló que un 25% de los motocarros se encuentran fuera de servicio, lo que subraya la necesidad de mejorar los programas de mantenimiento preventivo y correctivo.

El mantenimiento preventivo se destaca como una estrategia clave para prolongar la vida útil de los motocarros eléctricos y minimizar los costos operativos. La implementación de parámetros y modelos de rendimiento, como la capacidad de carga de la batería, eficiencia energética, estado del motor, eficiencia del sistema de frenos y condición de las ruedas, permite una toma de decisiones informada y optimización del desempeño de los motocarros. Estos parámetros son esenciales para monitorear y mejorar continuamente la operatividad y eficiencia de los vehículos.

El uso de metodologías como el Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF) ha permitido identificar y priorizar las fallas potenciales en los componentes críticos de los motocarros. Este enfoque sistemático asegura que los problemas se aborden proactivamente, reduciendo la posibilidad de fallas graves y mejorando la seguridad y rendimiento del vehículo. Además, la creación de checklists para mantenimientos preventivo, correctivo y predictivo proporciona una estructura clara para la gestión de las actividades de mantenimiento, asegurando que todas las áreas críticas sean inspeccionadas y mantenidas adecuadamente.

La evaluación de costos directos e indirectos, junto con el análisis de la operatividad y los costos de oportunidad, ofrece una perspectiva integral de los gastos asociados al mantenimiento de los motocarros. La reducción de tiempos de inactividad mediante una programación efectiva del mantenimiento, capacitación del personal y un inventario eficiente de repuestos asegura la disponibilidad y rendimiento de la flota. Estas estrategias no solo optimizan los costos operativos, sino que también mejoran la eficiencia y competitividad de la empresa.

El mantenimiento preventivo no solo prolonga la vida útil de los motocarros, sino que también garantiza una operación más eficiente y rentable. La implementación de prácticas basadas en datos y el monitoreo constante del rendimiento de los vehículos permiten identificar áreas de mejora y optimizar los procesos de mantenimiento. Esto se traduce en una mayor disponibilidad de los vehículos, reducción de costos y mejora en la calidad del servicio, lo que a su vez incrementa la satisfacción del cliente y fortalece la posición competitiva de la empresa en el mercado.

9 Referencias

- Acuña, L & Del Castillo, J. (2023). Aplicación de la teoría de restricciones para reducir los costos de los servicios de mantenimiento en SIMA S.A., Chimbote 2023 (Trabajo de grado, Universidad César Vallejo). Recuperado de: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/127767/Acu%C3%B1a_CLO-Del%20Castillo_VJA-SD.pdf?sequence=1
- Antonio Ramírez, D.N. y Vega Sáenz E. (2006). Implementación del programa de mantenimiento preventivo en procampeon Ltda. (Proyecto de grado, Universidad libre). Recuperado de: <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/26296/PROYECTO%20FINAL%20..pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Botero C. (1991). Fundamental: Manual de mantenimiento. Bogotá, Colombia, (Repositorio, SENA servicio nacional de aprendizaje). Recuperado de: [Manual_de_Mantenimiento.pdf \(sena.edu.co\)](Manual_de_Mantenimiento.pdf (sena.edu.co)).
- Carle Solé. (20 de febrero 2023). Baterías de litio: Posibles riesgos y cómo prevenirlos. Recuperado de: <https://blog.toyota-forklifts.es/baterias-litio-riesgos-y-prevencion#:~:text=El%20principal%20riesgo%20inherente%20en,incluso%20llegar%20a%20la%20combusti%C3%B3n.>
- CDA la playa. RTM Motocarros particular. Recuperado de: https://www.cdalaplaya.com/tienda/tecnicomecanica/motocarro-particular/?srsltid=AfmBOor_zwx_plAsAgsqTTdO5dWtkNMGyrX30CVBhdQgghJwBVSqBqrb

- Constitución política de Colombia 1991 (1991). ARTÍCULO (365), Recuperado de: [Microsoft Word - Documento1 \(sdp.gov.co\)](#)
- Cucaita Aponte, H. A. (2020). Plan de mantenimiento preventivo de maquinaria en la empresa Industrias Real S.A. (Trabajo de grado, Universitaria Agustiniiana). Recuperado de: <https://repositorio.uniagustiniana.edu.co/bitstream/handle/123456789/1226/CucaitaAponte-HelverAndres-2020%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- DESTDVD. Sonometro Decibelometro Medidor De Sonido Ruido Nivel De Db. Mercado Libre. Recuperado de: https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-465069314-sonometro-decibelometro-medidor-de-sonido-ruido-nivel-de-db- JM#polycard_client=search-nordic&position=2&search_layout=grid&type=item&tracking_id=2be5148b-a2a4-40f0-b442-8861f4ab908d
- FREDYRB. Phmetro Suelos Ph Digital Nuevo Modelo. Mercado Libre. Recuperado de: https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-632283594-phmetro-suelos-ph-digital-nuevo-modelo- JM#is_advertising=true&position=1&search_layout=grid&type=pad&tracking_id=2f286a85-6455-4940-8832-2dfce7e168c8&is_advertising=true&ad_domain=VQCATCORE_LST&ad_position=1&ad_click_id=YTA2Mjc0NWUtNTM0MC00NjAxLWlzMDgtMDhiMmI4NDMwMWQ0
- Garcia O. (2006). El mantenimiento General, Administración de empresas, (Autoestio, Universidad Pedagógica y tecnológica de Colombia). Recuperado de: [Microsoft PowerPoint - 14.ppt \[Modo de compatibilidad\] \(uptc.edu.co\)](#)
- Garzón Otalora, H. y Asmar Ramirez, J. (2008). Diseño e implementación de un plan de mantenimiento preventivo y redistribución de planta en la empresa nutripharma Bogotá. (Proyecto

de grado, Universidad libre). Recuperado de:

<https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/24695/DISE%c3%91O%20E%20IMPLEMENTA%20DE%20UN%20PLAN%20DE%20MANTENIMIENTO%20Y%20RE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- GREENLANDMX. (2019). Mantenimiento de los cables: embrague y acelerador. GREENLANDMX. Recuperado de: <https://www.greenlandmx.es/blog/mantenimiento-de-los-cables-embrague-y-acelerador>
- Guía completa: Manual de procedimientos de mantenimiento para un mejor rendimiento (s.f.) Recuperado de: [Guía completa: Manual de procedimientos de mantenimiento para un mejor rendimiento - Mantenimientos , industriales , automotriz \(software-mantenimiento.com\)](#)
- Honda (2022). 10 beneficios que te dan los seguros para moto. Honda Sueña hazlo real. Recuperado de: <https://motos.honda.com.co/honda-te-cuenta/blog/seguros-para-moto>
- INGRIDJHOANCASTILLO. Stop Completo Motocarro Re205d Con Direccionales Y Luz De Re. Mercado Libre. Recuperado de: https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-649696698-stop-completo-motocarro-re205d-con-direccionales-y-luz-de-re- JM#polycard_client=search-nordic&position=3&search_layout=stack&type=item&tracking_id=3a84ddb5-2f1e-4624-8b1e-18551bbc7a1a
- Jesús Guerrero, G.R. (2014). Los procedimientos de control interno para activos fijos y su incidencia en el cumplimiento del plan estratégico del honorable gobierno provincial de tungurahua (Trabajo de grado, Universidad técnica de Ambato). Recuperado de: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/21270/1/T2690i.pdf>

- Josue Arturo Hurtado Casas. (7 de diciembre 2020). AMEF Análisis de Modo y Efecto de Fallas + ejemplo cálculo del NPR explicación fácil de entender. Recuperado de: [AMEF Análisis de Modo y Efecto de Fallas + ejemplo cálculo del NPR explicación fácil de entender](#)
- KEEWAYBENELLI. Pito 12v Par Universal Moto Motocarro 70mm. Mercado Libre. Recuperado de: https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-559623920-pito-12v-par-universal-moto-motocarro-70mm- JM#polycard_client=search-nordic&position=6&search_layout=stack&type=item&tracking_id=e225152e-3595-499f-9e95-ccce306c7393
- LACASADELMOTOCARRO. Farola Led Moto Y Motocarro. Mercado Libre. Recuperado de: https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-2629807170-farora-led-moto-y-motocarro- JM#polycard_client=search-nordic&position=16&search_layout=stack&type=item&tracking_id=1ec63037-3426-4a8e-9a60-c66d09ea9702
- Morales G. (2017). La Estandarización: la Base de la Productividad Personal, Empresarial y de un País. PulsoPyme. Recuperado de: <https://pulsopyme.com/la-estandarizacion-la-base-la-productividad-personal-empresarial-pais/#:~:text=El%20Padre%20de%20la%20Estandarizaci%C3%B3n,cumplir%20la%20fecha%20de%20entrega.>
- MOTO3. Amortiguador Trasero Motocarro 175 Re205d Torito 4s. Mercado Libre. Recuperado de: https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-2687177856-amortiguador-trasero-motocarro-175-re205d-torito-4s- JM#polycard_client=search-nordic&position=6&search_layout=stack&type=item&tracking_id=fe13eca5-3210-4453-a425-36d04d1b114e

- Motoiservices. (24 de mayo 2018). Mantenimiento de tus suspensiones. Recuperado de: <https://motoiservices.com/claves-del-mantenimiento-de-tus-suspensiones/>
- Palacias N. (2024). Desarrollo de modelo de stock de inventarios para los repuestos más solicitados en la empresa Clean Water Technology Colombia SAS en la ciudad de Bogotá. Bogotá, Colombia (Trabajo de grado, Universitaria Agustiniana). Recuperado de: [PalaciosMahecha-NicolásFelipe-2024.pdf \(uniagustiniana.edu.co\)](#)
- PARA MOTOS DL SAS. Motor Arranque Motocarro Ayco 300 Vaisand 300 Natsuki 250. Mercado Libre. Recuperado de: https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-884904779-motor-arranque-motocarro-ayco-300-vaisand-300-natsuki-250- JM#polycard_client=search-nordic&position=3&search_layout=stack&type=item&tracking_id=b705104b-bd6b-4b5e-b150-67ab9e93f04c
- Parada Reyes, Y. S. (2021). Propuesta para la estandarización del proceso productivo de la empresa Soluciones en Ingeniería y Logística S.A.S (SILOG). (Trabajo de grado, Universitaria Agustiniana). Recuperado de: <https://repositorio.uniagustiniana.edu.co/bitstream/handle/123456789/1809/ParadaReyes-YulySolangie-2021.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Pardo Prieto, V. (2022). Proceso de gestión de mantenimiento para equipos del departamento de Química: Thermo Trace GCMS (Proyecto de grado, Universidad de los Andes). Recuperado de: <https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/0f6b9864-814c-404d-98d2-19a954fdbfb0/content>
- Rama Legislativa (6 de agosto de 2002). Por la cual se expide el Código Nacional de Tránsito Terrestre y se dictan otras disposiciones. [Decreto 2002]. Recuperado de:

https://www.movilidadbogota.gov.co/web/sites/default/files/ley-769-de-2002-codigo-nacional-de-transito_3704_0.pdf

- RUSBELVILLABONBALANTA. Guaya De Choke Para Motocarro Piaggio Ape City. Mercado Libre. Recuperado de: https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-1459601765-guaya-de-choke-para-motocarro-piaggio-ape-city- JM#polycard_client=search-nordic&position=13&search_layout=stack&type=item&tracking_id=a7d7e5e4-3854-48a6-9379-246646a9da70
- Seguros mundiales. Tarifas SOAT 2024. Recuperado de: <https://soatmundial.com.co/tarifas-soat/>
- Struve, C. (28 de Mayo de 2016). Evolución de la gestión de mantenimiento. Recuperado de: <https://www.fractal.com/es/blog/2016/05/28/evolucion-de-la-gestion-de-mantenimiento>
- SUPERMALLCO1. Compra internacional. Multímetro Digital De Alta Precisión Totalmente Automático A. Recuperado de: https://www.mercadolibre.com.co/multimetro-digital-de-alta-precision-totalmente-automatico-a/p/MCO36540942?pdp_filters=item_id:MCO2597053556#is_advertising=true&searchVariation=MCO36540942&position=3&search_layout=grid&type=pad&tracking_id=00c879ac-49f2-4347-aa17-33ccc0bf7aed&is_advertising=true&ad_domain=VOCATCORE_LST&ad_position=3&ad_click_id=ZDk1NjhjMjEtY2QyYy00M2RiLWJiNjYtZDE4YzZkMWYxNGUy
- SYDLE (20 de Julio de 2021). Estandarización de procesos: ¿cómo aplicarla y cuál es la mejor herramienta para ello? Recuperado de: <https://www.sydle.com/es/blog/estandarizacion-de-procesos-60f723cfb2503757979bb13b>

- Técnico de cargueros. (16 de octubre 2023). ¿Cómo hacerle MANTENIMIENTO a los FRENOS de un Moto Carguero? FACIL - GUIA DEFINITIVA. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=DvKgPXmYIps>
- Valenzuela Hermosilla, M. N. (2020). planificación de mantenimiento preventivo en máquina papelera en base a confiabilidad (Trabajo de grado, Universidad de Chile). Recuperado de: <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/179185/Planificacion-de-mantenimiento-preventivo-en-maquina-papelera-en-base-a-confiabilidad.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- VEDAMOTORS. (07 de noviembre de 2022). ¿Problemas con el embrague de la moto? ¡Aprenda a diagnosticar las principales causas! Recuperado de: <https://vedamotors.com.br/es/problemas-con-el-embrague-de-la-moto-aprenda-a-diagnosticar-las-principales-causas/>
- Vega, M. (2014). GESTIÓN DE FLOTA PARA UNA EMPRESA DISTRIBUIDORA DE PIZZAS (Tesis de maestría, Universidad de Chile). Recuperado de: [TESIS FINAL MARCELO VEGA 12-05-2014](#)
- WYEPES30. Medidor Digital Luxometro Unit Ut383. Mercado Libre. Recuperado de: https://www.mercadolibre.com.co/medidor-digital-luxometro-unit-ut383/p/MCO24731924?pdp_filters=item_id:MCO1351234435#is_advertising=true&searchVariation=MCO24731924&position=1&search_layout=grid&type=pad&tracking_id=618a7b80-9bb3-486a-8981-6b77ff855237&is_advertising=true&ad_domain=VQCATCORE_LST&ad_position=1&ad_click_id=MTQ4ZTA0MTMtMGVhZC00ZjE0LWFmNTAtMDFiYzY3YjAwYmFi

10 ANEXOS

Anexo

A:

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1Uj_4Wau1dUKpe_jWOetDNKIBcKPCVIJ0/edit?usp=sharing&oid=102671192901479220560&rtpof=true&sd=true

Anexo

B:

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1WNt9pv4OX0gLD7D4W-ASLkiw0d6PAoT6/edit?usp=drive_link&oid=112785640677956713848&rtpof=true&sd=true

Anexo C:

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSd0GLKvmyOgbL2_2rJcd5PVzHVRJR6mtczUn81u25ULRPktGQ/viewform?usp=sf_link

Anexo D: [ANEXO - Hojas de cálculo de Google](#)