



**Fundación Universitaria Los Libertadores**

**Facultad de Ingeniera**

**Especialización en Gestión de activos**

**PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PROCESO DE RECAMBIO O  
MANTENIMIENTO MAYOR A LOS EQUIPOS MONTACARGAS ELÉCTRICOS DE  
LA EMPRESA AUTOMONTACARGAS GILCAR.**

**PROPOSAL FOR THE IMPLEMENTATION OF A REPLACEMENT OR MAJOR  
MAINTENANCE PROCESS FOR THE ELECTRIC FORKLIFTS OF THE COMPANY  
AUTOMONTACARGAS GILCAR.**

Proyecto para optar al grado de Especialista en  
Gestión de activos

Andrés Fernando Curtidor Cruz

Wilmer Smith Estupiñan Hidalgo

Bogotá-Colombia

2022

## Índice.

### Contenido

<b>1. INTRODUCCIÓN.</b> .....	8
<b>2. JUSTIFICACIÓN.</b> .....	10
<b>3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	11
<b>4. OBJETIVOS.</b> .....	11
<b>4.1. Objetivo General:</b> .....	11
<b>4.2. Objetivo Específicos:</b> .....	11
<b>5. MARCO TEÓRICO.</b> .....	12
<b>5.1. ¿Qué es Mantenimiento?</b> .....	12
<b>5.2. Políticas de Mantenimiento.</b> .....	13
<b>5.3. Tipos de Mantenimiento.</b> .....	14
<b>5.4. Reparación General (Overhaul) dentro del Mantenimiento.</b> .....	17
<b>5.5. Gestión de Activos.</b> .....	20
<b>5.6. Ciclo de Vida del Activo.</b> .....	20
<b>5.7. Mantenimiento dentro de la Gestión de Activos.</b> .....	21
<b>5.8. Toma de decisiones dentro de la Gestión de Activos.</b> .....	21
<b>6. ESTADO ACTUAL DE LA EMPRESA AUTOMONTACARGAS GILCAR.</b> .....	22
<b>6.1. Manejo del mantenimiento (FBM)</b> .....	22
<b>6.2. Proceso de mantenimiento</b> .....	23
<b>6.2.1. Organigrama de la empresa.</b> .....	23
<b>6.2.2. Organigrama de mantenimiento.</b> .....	25
<b>7. METODOLOGÍA.</b> .....	26
<b>7.1. Histórico de Mantenimiento.</b> .....	30
<b>7.2. Resultados económicos.</b> .....	36
<b>7.3. Análisis de la información.</b> .....	40
<b>7.4. Estrategia de toma de decisiones.</b> .....	41
<b>7.4.1. Desempeño disminuido (medido en función de la cantidad de fallas registradas para un periodo de un mes).</b> .....	42
<b>7.4.2. Desempeño disminuido (medido en función de la inoperatividad de un equipo por paro no programado calculado en horas continuas).</b> .....	43

<b>7.4.3. Costos de mantenimiento (medido en función del costo de mano de obra fija + repuestos + insumos).</b> .....	43
<b>7.4.4. Afectación a imagen (medido en función de la cantidad de encuestas y reportes negativos).</b> .....	44
<b>7.4.5. Análisis de resultados.</b> .....	44
<b>8. CONCLUSIONES.</b> .....	46

## Índice de tablas.

Tabla 1. Clasificación de equipos por clase.....	26
Tabla 2. Clasificación equipos eléctrico. ....	27
Tabla 3. Histórico de fallas. ....	31
Tabla 4. Cantidad correctivos por equipo. ....	32
Tabla 5. Análisis general de correctivos por sistema.....	33
Tabla 6. Distribución de correctivos por clase de equipo. ....	34
Tabla 7. Distribución de correctivos en equipos eléctricos. ....	35
Tabla 8. Distribución de fallas en equipos eléctricos por sistema. ....	36
Tabla 9. Equipos con mayores costos registrados. ....	40
Tabla 10. Matriz de impacto definida para desempeño disminuido (medido en fallas por mes). 42	
Tabla 11. Matriz de impacto definida para desempeño disminuido (medido en horas de inoperatividad). ....	43
Tabla 12. Matriz de impacto definida para el costo de mantenimiento correctivo (medido en costo / horas). ....	43
Tabla 13. Matriz de impacto definida para la afectación a la imagen (medido en cantidad de encuestas negativas). ....	44

## Índice de graficas.

Gráfica 1. Tipos de Mantenimiento. Fuente: Autor.....	14
Gráfica 2. Ciclo de vida del Activo. Fuente: <a href="https://rms.com.co/wp-content/uploads/2019/09...">https://rms.com.co/wp-content/uploads/2019/09...</a>	20
Gráfica 3. Representación gráfica del Modelo Conceptual de la Gestión de Activos del IAM. Fuente: <a href="https://predictiva21.com/modelos-conceptuales-gestion-activos/">https://predictiva21.com/modelos-conceptuales-gestion-activos/</a> .....	21
Gráfica 4. Representación gráfica de la toma de decisiones dentro de la gestión de activos. Fuente: <a href="https://predictiva21.com/modelos-conceptuales-gestion-activos/">https://predictiva21.com/modelos-conceptuales-gestion-activos/</a> .....	22
Gráfica 5. Organigrama compañía. Fuente: Gilcar SAS.....	24
Gráfica 6. Organigrama de mantenimiento. Fuente: Gilcar SAS. ....	25
Gráfica 7. Agrupación de equipos por costos de operación. Fuente: Autores .....	37
Gráfica 8. Agrupación de equipos por horas de operación. Fuente: Autores .....	38
Gráfica 9. Agrupación de equipos costo por horas de operación. Fuente: Autores.....	39

## **Índice de fotos.**

Foto 1. Montacargas eléctricos pasillo angosto. Reach (Izq) / Retráctil (Der).....	27
Foto 2. Stock Picker.....	28
Foto 3. Montacargas eléctricos contrabalanceados. Triciclo (Der). ....	28
Foto 4. Estibadores y apiladores. Estibador OA (Izq), Estibador OP (Cent), Apilador (Der).....	29
Foto 5. Arrastradores. Operario Sentado (Izq), Operario a Pie (Der).....	30

## 1. INTRODUCCIÓN.

El sistema de gestión de activos se encarga de alinear las áreas de la organización de acuerdo con los objetivos, procesos y actividades propios del negocio, inicialmente el concepto fue concebido como las actividades desarrolladas por el equipo técnico cuando se realizaban las intervenciones de las máquinas, sin embargo, esta definición amplió el campo de aplicación a diversas áreas de la organización, pasando por recursos humanos, ingeniería de operaciones, financiera, almacén y la alta dirección, todas ellas en busca de obtener el mayor valor de los equipos productivos.

Actualmente, las empresas están enfocadas en realizar un análisis continuo de cómo generar el mayor valor a partir de sus activos, conocer cuáles son los requerimientos técnicos, normativos, legales, ambientales, que deben cumplir las organizaciones para establecerse en el mercado y así crecer de la mano con las tendencias mundiales y económicas de cada país.

El presente proyecto de investigación surge de la necesidad de la empresa Automontacargas Gilcar SAS, la cual consiste en identificar el estado actual de la organización frente a estas nuevas tendencias, así mismo definir las estrategias que le permitirán realizar una gestión acorde a los requerimientos de sus clientes frente a la necesidad de cambio de equipo o reparación general (overhaul) en pro de prestar un mejor servicio. Es así, que este documento presenta un análisis y síntesis de los resultados encontrados a partir de las técnicas metodológicas aplicadas para empezar a desarrollar la toma de decisiones empezando por la revisión documental de las hojas de vida de los equipos y de esta manera dar un primer paso enfocado en la posible aplicación a futuro de un sistema de gestión de activos que cubra todos los procesos de la organización.

**Palabras clave:** Montacargas eléctrico, Costos, Mantenimiento Correctivo, Matriz, Reparación general, reemplazo, estrategia, metodología.

## **ABSTRACT**

The asset management system is responsible for aligning the areas of the organization according to the objectives, processes and activities of the business itself, initially the concept was conceived as the activities developed by the technical team when the interventions of the machines were performed, however, this definition expanded the field of application to various areas of the organization, through human resources, operations engineering, financial, warehouse and senior management, all in search of obtaining the greatest value from productive equipment. Currently, companies are focused on a continuous analysis of how to generate the greatest value from their assets, to know what are the technical, regulatory, legal, environmental requirements that organizations must meet to establish themselves in the market and thus grow hand in hand with global and economic trends in each country.

This research project arises from the need of the company Automontacargas Gilcar SAS, which is to identify the current status of the organization against these new trends, as well as to define the strategies that will allow it to perform a management according to the requirements of its customers in the need for equipment replacement or general repair (overhaul) in order to provide a better service. Thus, this document presents an analysis and synthesis of the results found from the methodological techniques applied to begin to develop the decision making process starting with the documentary review of the equipment life sheets and thus take a first step focused on the possible future application of an asset management system that covers all processes of the organization.

**Key words:** Electric Forklifts, Costs, Corrective maintenance, Matrix, Overhaul, Replacement, Strategy, Methodology

## **2. JUSTIFICACIÓN.**

La empresa Automontacargas Gilcar se encuentra en la búsqueda de un procedimiento objetivo que le permita establecer estrategias más adecuadas para realizar la gestión de sus equipos montacargas (eléctricos), esto alineado con las necesidades de sus clientes de tener equipos en óptimas condiciones y que se acomoden a su operación durante la mayor cantidad de tiempo posible.

Este proyecto de investigación presenta una metodología con la cual se establecerán los lineamientos y herramientas que le permitan a la empresa Automontacargas Gilcar tomar la decisión del momento adecuado para realizar un reemplazo de equipo o de ejecutar una reparación general del mismo, esto con el fin de evitar o mitigar impactos negativos a la operación interna de cada cliente y a su vez la relación comercial con ellos.

Para ello se realizará el análisis de la información registrada por la organización durante los últimos tres años, esto con la finalidad de analizar costos, cantidad de varadas y averías, para determinar cuáles son los factores claves de desempeño que serán evaluados en la herramienta de decisión.

### **3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La empresa Automontacargas Gilcar es una empresa colombiana con cerca de 30 años de historia comprometida con la industria nacional, su actividad principal consiste en el alquiler de equipos montacargas eléctricos y de combustión para la movilización de cargas, enfocado principalmente en empresas del sector logístico y productivo del país, con cobertura en doce (12) ciudades. La compañía se ha consolidado como uno de los proveedores líderes en el mercado, sin embargo, esta no cuenta con una estrategia que le permita determinar el tiempo óptimo de operación de un equipo montacargas antes de ser reemplazado o ejecutado un proceso de reparación general (ejecución overhaul). Lo cual genera:

- Sobrecostos en mantenimiento.
- Desplazamiento recurrente del personal técnico.
- Perdida de disponibilidad del personal técnico.
- Deterioro de la imagen frente a los clientes.
- Afectación de los indicadores de mantenimiento.

### **4. OBJETIVOS.**

#### **4.1. Objetivo General:**

Determinar el periodo de recambio o mantenimiento mayor (overhaul) para los equipos montacargas eléctricos que se encuentran en operación de la empresa Automontacargas Gilcar, basados en el ciclo de vida del activo.

#### **4.2. Objetivo Específicos:**

- Identificar la diferencia entre recambio y mantenimiento mayor (overhaul), estableciendo los criterios para que la empresa determine (tome decisión) cual actividad debe realizar.

- Analizar el histórico de fallas y costos de mantenimiento que la empresa tiene registrados para los equipos montacargas eléctricos y establecer los criterios de viabilidad de recambio o mantenimiento mayor (overhaul).
- Realizar una matriz que permita evaluar los límites operacionales y ayude a identificar la mejor opción entre recambio o mantenimiento mayor (overhaul).

## **5. MARCO TEÓRICO.**

Para realizar el análisis de caso de la empresa Automontacargas Gilcar es necesario resaltar el tema central de la investigación, la cual consiste en brindar a la compañía una guía que le permita tomar proactivamente la mejor decisión frente a la ejecución de un mantenimiento mayor (overhaul) o realizar un recambio de un equipo montacargas eléctrico, desde una óptica operacional y económica. Sin embargo, para llegar al resultado de la investigación se hace necesario dar un vistazo a las definiciones, estrategias, métodos y estado del arte en lo relacionado con la disciplina del mantenimiento.

### **5.1. ¿Qué es Mantenimiento?**

Raúl R. Prado define el mantenimiento<sup>1</sup> como las actividades necesarias para mantener equipos, maquinaria e instalaciones en una condición particular o volverlos a dicha condición.

De acuerdo con la UNE13306-2018, esta define el mantenimiento<sup>2</sup> como la combinación de todas las acciones técnicas, administrativas y gerenciales durante el ciclo de vida de un elemento, destinadas a conservarlo o devolverlo a un estado en el cual pueda desempeñar la función requerida.

---

<sup>1</sup> Raúl R. Prado. Manual de Gestión de Mantenimiento a la Medida. Guatemala, Piedra Santa. 1996, P 19. ISBN: 84-8377-399-6.

<sup>2</sup> ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN. (2018). UNE-E 13306:2018 Mantenimiento. Terminología del mantenimiento.

## 5.2. Políticas de Mantenimiento.

De acuerdo con Jezdimir Knezevic, define la Política de Mantenimiento<sup>3</sup>:

Con respecto a la relación entre el instante de producción del fallo, TTF (Time to Failure, tiempo hasta el fallo), y el instante de ejecución de la tarea de mantenimiento, TTM (Time to Maintenance, tiempo para el mantenimiento), existen las siguientes políticas de mantenimiento:

- 1) Política de mantenimiento basada en la producción del fallo (Failure-based Maintenance, FBM), en que las tareas de mantenimiento correctivo se inician tras la producción del fallo, es decir, tras la presentación de anomalías en la función o las prestaciones.
- 2) Política de mantenimiento basada en la vida del sistema (Life-based Maintenance, LBM), donde se realizan tareas de mantenimiento preventivo a intervalos fijos predeterminados durante la vida operativa del sistema.
- 3) Política de mantenimiento basada en la inspección (Inspection-based Maintenance, IBM), donde se realizan tareas de mantenimiento condicional en forma de inspecciones a intervalos fijos del tiempo de operación, hasta que se requiere la realización de una tarea de mantenimiento preventivo.
- 4) Política de mantenimiento basada en el examen (Examination-based Maintenance, EBM), donde se realizan tareas de mantenimiento condicional en forma de exámenes, según la condición observada en el elemento o sistema, hasta que se necesita la ejecución de una tarea de mantenimiento preventivo.
- 5) Política de mantenimiento basada en la oportunidad (Opportunity-based Maintenance, OBM), donde se lleva a cabo un mantenimiento correctivo sobre el elemento averiado, así como tareas de mantenimiento preventivo en los elementos restantes del grupo de elementos designado.

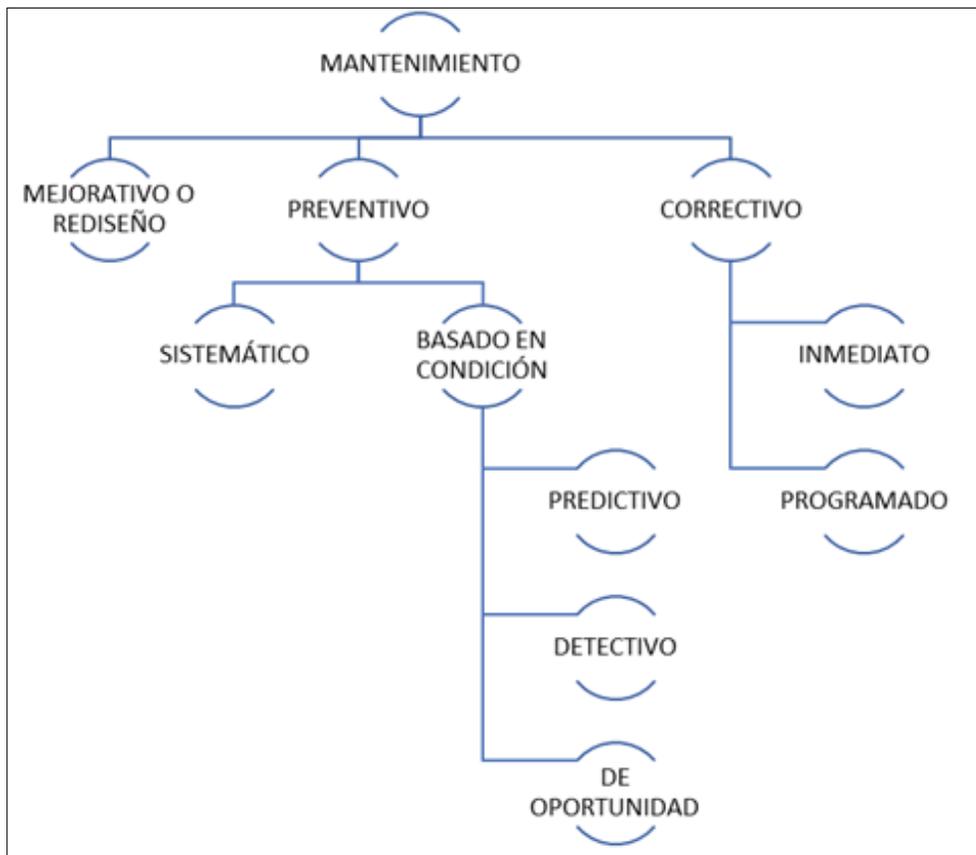
---

<sup>3</sup> JEZDIMIR KNEZEVIC (1996). Mantenimiento. Isdefe, España

Dentro de cada política de mantenimiento, excepto la FBM, la programación de las tareas de mantenimiento condicional y preventivo se determina mediante una estrategia específica, determinada por el usuario del elemento o sistema.

### 5.3. Tipos de Mantenimiento.

Diversos autores mencionan los tipos de mantenimiento en la literatura existente y no se han puesto de acuerdo en definir si son tipos o estrategias de mantenimiento como tal, sin embargo, si se coincide en la forma de aplicar o clasificar. A continuación, se explican las más comunes y utilizadas en la mayoría de las industrias.



**Gráfica 1. Tipos de Mantenimiento. Fuente: Autor.**

*Mantenimiento correctivo:* Este mantenimiento se toma y se efectúa a un equipo cuando la falla se ha producido ya, para restablecerlo a su estado normal; se considera importante si se aplica en

equipos no críticos o secundarios, donde la seguridad o producción y el medio ambiente no se vea comprometida. Este mantenimiento también llamado a la rotura consiste en el reacondicionamiento o sustitución de partes en un equipo una vez que han fallado, es la reparación de la falla (falla funcional), ocurre de urgencia o emergencia. Comprende todo aquel mantenimiento, que se lleva a cabo con el fin de corregir (reparar) una falla en el equipo.

*Mantenimiento preventivo:* El mantenimiento Preventivo es el mantenimiento efectuado con la intención de reducir la probabilidad de fallo de un bien o la degradación de un servicio prestado. Este mantenimiento consiste en programar intervenciones o cambios de algunos componentes o piezas según intervalos predeterminados (estadísticamente) o según eventos regulares (horas de servicio, número de piezas producidas, kilómetros recorridos, vacaciones colectivas). Su objetivo es reducir la probabilidad de falla o pérdida de rendimiento de una maquina o instalación, planificando intervenciones que se ajusten al máximo de la vida útil del elemento intervenido.

*Mantenimiento por condición:* En este mantenimiento se establece la medida e interpretación periódica o continua de un componente para determinar las condiciones de funcionamiento y la necesidad de mantenimiento de los equipos. El control del nivel de condición de los equipos puede ser subjetivo (basado en los sentidos) y objetivo (mediante medidas periódicas o continuas de uno o varios parámetros).

*Mantenimiento predictivo:* El mantenimiento predictivo es aquel que utiliza datos extrapolados o tendencias para determinar la vida de servicio de un componente de una máquina sin que presenten problemas. El mantenimiento predictivo también es aquel que se realiza mediante la utilización de indicadores y/o registradores, con alarmas o sin ellas, para medir los parámetros fundamentales de mantenimiento óptimo de las máquinas. El mantenimiento predictivo se basa en el monitoreo periódico de ciertos parámetros de operación de la maquina o instalaciones

consideradas críticas, grafica sus tendencias, establece límites de advertencia y detecta los equipos que inician su deterioro, para de esa forma tomar acciones de corrección o reemplazo.

*Mantenimiento detectivo o búsqueda de fallas:* consiste en la inspección de las funciones ocultas, a intervalos regulares, para ver si han fallado y reacondicionarlas en caso de falla (falla funcional).

*Mantenimiento mejorativo o rediseño:* consiste en la modificación o cambio de las condiciones originales del equipo o instalación. No es tarea de mantenimiento propiamente dicha, aunque esta tarea la hace mantenimiento. Se realiza si ello constituye una ventaja técnica y/o económica y si permiten reducir, simplificar o eliminar operaciones de mantenimiento.

*Mantenimiento de oportunidad:* Aprovechando la parada de los equipos por otros motivos y según la oportunidad calculada sobre bases estadísticas, técnicas y económicas, se procede a un mantenimiento programado de algunos componentes predeterminados de aquéllos

*Mantenimiento sistemático:* Es el mantenimiento preventivo efectuado de acuerdo con un plan establecido según el tiempo o el número de unidades fabricadas. Servicios de mantenimiento preventivo donde cada equipo, después de un período de funcionamiento, para que sean hechas mediciones, ajustes y si es necesario, cambio de piezas en función de un programa preestablecido a partir de la experiencia operativa y recomendaciones de los fabricantes.

*Mantenimiento de ronda o de vigilancia:* es un tipo de mantenimiento preventivo que se define como “la vigilancia regular del material, a base de rondas de frecuencia corta que entrañan pequeños trabajos, cuando es necesario”. Su fin es encontrar fallos menores que a la larga pudieran provocar otros fallos mayores.

*Mantenimiento proactivo:* Es una filosofía dirigida a la detección y corrección de las causas que generan el desgaste y que conducen a la falla de las máquinas. Ocurrida la reparación oportuna

de los defectos de la máquina, el análisis de los datos disponibles determinará la causa principal de los síntomas presentados. Entonces se revisará o se rediseñará la instalación de las máquinas para eliminar la causa de daño

#### **5.4. Reparación General (Overhaul) dentro del Mantenimiento.<sup>4</sup>**

Se puede decir que el Overhaul, es el tratamiento que se realiza a las piezas, equipos, partes de un motor, maquinaria o automóvil. El resultado final es que cada parte tratada quede en óptimas condiciones como si fuese cero kilómetros.

*¿Qué es el Mantenimiento Cero Horas (Overhaul)?*

El overhaul mantenimiento, es un proceso general donde el objetivo es que los sistemas y equipos de una empresa estén en las condiciones idóneas para prestar el servicio que se espera de ellos. De hecho, se le llama «cero horas» porque la intención es restaurar la maquinaria a su estado de fábrica (o lo más cerca posible).

Lo más importante en el mantenimiento overhaul son las inspecciones regulares, que ayudan a prevenir todo tipo de daños (simples o complejos). Este es un punto para destacar, ya que, a diferencia del mantenimiento reactivo, en el overhaul no se espera hasta que la maquinaria comienza a fallar.

Incluso, puede hablarse del mantenimiento cero horas como un tipo de acción preventiva. El tiempo promedio de overhauling de una línea de producción varía, pero es común que las organizaciones lo realicen al menos una vez al año. En caso de que los equipos sean antiguos, puede que el mantenimiento se planifique en un margen de tiempo más corto.

*Características del Mantenimiento Overhaul*

---

<sup>4</sup> <https://blog.comparasoftware.com/mantenimiento-cero-horas/>

- Por su complejidad, es frecuente ver que las empresas contraten proveedores externos para el mantenimiento cero horas.
- Se anticipa a posibles daños en los equipos, pues la maquinaria se inspecciona, aunque siga estando operativa.
- Cuando los activos han comenzado a mostrar signos de envejecimiento o baja productividad, el overhauling se enfoca en detener el proceso y extender la vida útil en lugar de hallar motivos para reemplazar la maquinaria.
- Un programa de mantenimiento cero horas puede hacer que una máquina recupere su capacidad productiva al 100%.
- El overhauling puede conjugarse con tecnologías predictivas para obtener mediciones más exactas. Para esto, se necesita un Software de Mantenimiento.

#### *Beneficios del Mantenimiento Cero Horas*

Las ventajas del mantenimiento cero horas no son estándar. Algunas empresas pueden beneficiarse más de él que otras. En términos generales, mientras más costosa sea una línea productiva, más conveniente será recurrir al overhauling para no tener que reemplazar equipos demasiado pronto.

#### *Optimización de Costos*

Como no se espera hasta que los equipos de la empresa comiencen a exhibir fallas, el overhauling ayuda a evitar gastos a largo plazo en reparaciones y sustitución de piezas. Además, el mantenimiento cero horas evita que el negocio tenga que invertir en nueva maquinaria.

#### *Disminución de Labores Manuales*

Otra forma de ahorrar en costos de mantenimiento es prescindiendo de mano de obra. Con el overhauling predictivo, por ejemplo, los encargados del mantenimiento pueden saber qué

componentes necesitan ser reparados o inspeccionados. Esto significa menos personal de mantenimiento haciendo tareas no esenciales.

### *Mejoras en el Rendimiento de los Equipos*

Como dijimos antes, el mantenimiento cero horas puede hacer que un activo vuelva a funcionar como si estuviera nuevo o casi nuevo. Esto es muy atractivo para las empresas, y en especial para las compañías donde la producción exige invertir en máquinas costosas (como las plantas procesadoras de alimentos, la industria de la manufactura, etc.).

### *Etapas del Mantenimiento Cero Horas*

1. **Inspección:** En esta fase, la maquinaria es inspeccionada cuidadosamente bajo condiciones de producción (es decir, estando operativa). Con esto, los técnicos pueden notar errores de funcionamiento fácilmente.
2. **Desarticulación:** El segundo paso es desarticular o desensamblar la maquinaria. No es una tarea que pueda delegarse a cualquier empleado de mantenimiento, al contrario: alguien especializado debe hacerlo para desarmar el equipo dejando las piezas intactas.
3. **Reparación:** Con el equipo desarticulado, se procede a hacer las reparaciones o reemplazo de componentes que el personal de mantenimiento diagnostique. Este no siempre es un procedimiento continuo. Si las piezas no están disponibles en el inventario, la fase de reparación se puede extender días hasta que las piezas son despachadas por un proveedor.
4. **Ensamblaje:** Cuando se haya completado la sustitución de partes o el proceso de reparación pertinente, la maquinaria debe ensamblarse de nuevo con el mismo cuidado puesto en su desarticulación. Si una pieza es mal enroscada o se pasa por alto, el rendimiento del equipo no será bueno y es posible que surjan más fallas.

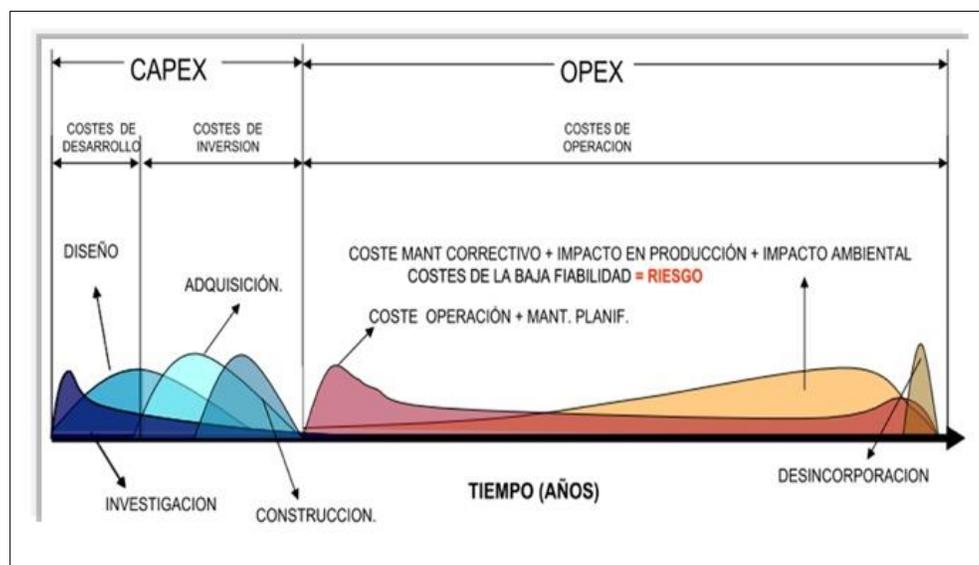
5. Pruebas: El paso final es probar el rendimiento de la maquinaria para estar seguros de que los problemas de funcionamiento se solucionaron. Si no es así, el proceso debe comenzar de nuevo en la fase de inspección.

### 5.5. Gestión de Activos.

De acuerdo con lo establecido en la norma, la cual define la gestión de activos<sup>5</sup> como la actividad coordinada de una organización para obtener valor a partir de los activos.

### 5.6. Ciclo de Vida del Activo.

De acuerdo con lo establecido en la norma, la cual define el ciclo de vida del activo<sup>6</sup> como etapas de la gestión de un activo. A continuación, se presenta de manera estándar la gráfica el ciclo de vida el activo.



Gráfica 2. Ciclo de vida del Activo. Fuente: <https://rms.com.co/wp-content/uploads/2019/09>.

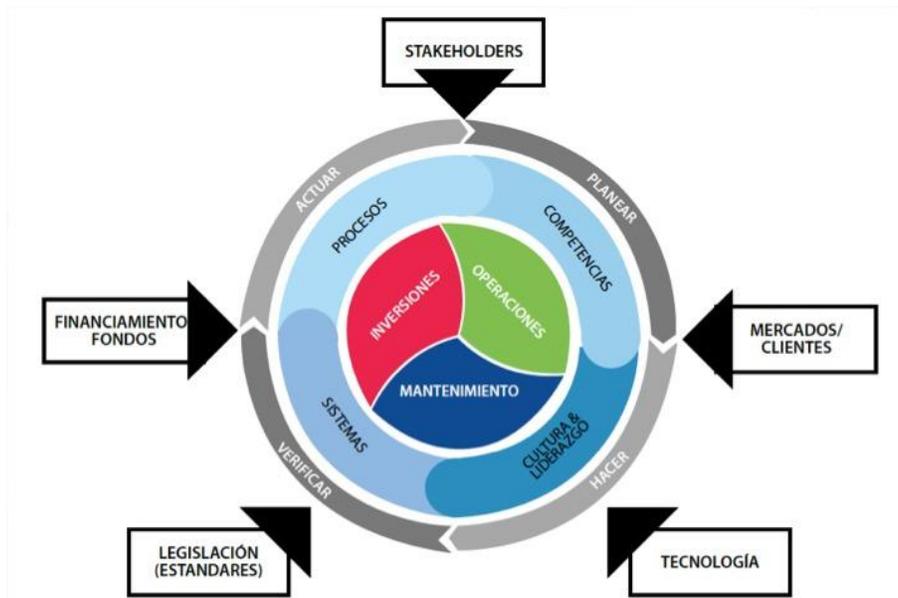
Para el caso de la empresa Automontacargas Gilcar, la cual es objeto de la presente investigación, los datos de estudio son los registrados en la etapa de operación y mantenimiento.

<sup>5</sup> INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. (2014). ISO-E 55.000 Gestión de activos – Aspectos generales, principios y terminología

<sup>6</sup> INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. (2014). ISO-E 55.000 Gestión de activos – Aspectos generales, principios y terminología.

### 5.7. Mantenimiento dentro de la Gestión de Activos.

En la actualidad muchas personas relacionan la Gestión de Activos con una evolución del mantenimiento y la gestión de este, sin embargo, la Gestión de Activos va más allá y se involucra también en el proceso de toma de decisiones, incorporación, operación, reacondicionamiento y desincorporación de los equipos productivos, así las cosas, el mantenimiento en la gestión de activos es apenas una parte dentro del ciclo de vida útil del activo, la siguiente gráfica resume la injerencia de mantenimiento dentro de la gestión de activos.



Gráfica 3. Representación gráfica del Modelo Conceptual de la Gestión de Activos del IAM. Fuente:

<https://predictiva21.com/modelos-conceptuales-gestion-activos/>

### 5.8. Toma de decisiones dentro de la Gestión de Activos.

La toma de decisiones dentro de la gestión de activos corresponde a un proceso en el cual las organizaciones evalúan las variables que afectan el ciclo de vida productivo del portafolio de equipos, así como determina la mejor opción para dar cumplimiento a las metas y objetivos organizacionales, tomando en consideración el costo, el riesgo la oportunidad y el beneficio.



**Gráfica 4. Representación gráfica de la toma de decisiones dentro de la gestión de activos. Fuente:**

<https://predictiva21.com/modelos-conceptuales-gestion-activos/>

## **6. ESTADO ACTUAL DE LA EMPRESA AUTOMONTACARGAS GILCAR.**

### **6.1. Manejo del mantenimiento (FBM)**

Actualmente la empresa basa su estrategia de mantenimiento en la ejecución de actividades preventivas, actividades correctivas y actividades correctivas programadas. A continuación, se presentan los detalles y características de cada intervención:

*Mantenimiento Preventivo:* Son todas las actividades encaminadas a mantener y conservar la productividad y operación de los equipos montacargas. Dependiendo de la operación y el tipo de equipo esta puede ser realizada basada en tiempo (mensual) o en horas de operación, adicionalmente y dependiendo del estado de la infraestructura de la bodega de operación, afectará la periodicidad de la programación de las actividades.

*Correctivo Programado:* Surge de un mantenimiento preventivo con algún pendiente urgente, que no alcanza a ser atendido en el siguiente mantenimiento preventivo y debe ser programado con prioridad. Las ordenes de trabajo de preventivos que presenten pendientes dará origen a

programar un mantenimiento correctivo programado y se genera la respectiva requisición (RQ), esta será enviada máximo en las siguientes 24 horas al área de compras y almacén, quienes informaran si la parte o las partes solicitadas están disponibles o es necesaria la consecución en el mercado interno o es de importación. De acuerdo con esta información se hará la programación de la actividad.

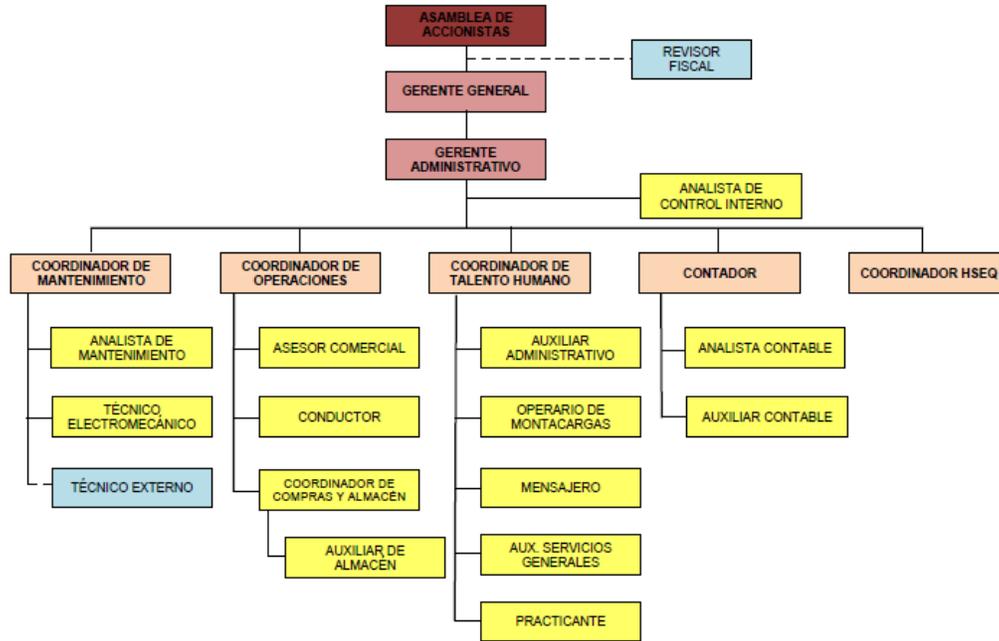
*Correctivo No programado:* Surge en el momento en el cual el equipo se vara y es reportado por el cliente, quien solicita atención inmediata porque esta sin su herramienta de trabajo. En este caso, la solicitud de los repuestos e insumos necesarios para atender la falla es inmediata y debe atenderse en el menor tiempo posible la falla del equipo.

De acuerdo con lo anterior, la estrategia de mantenimiento de la empresa automontacargas Gilcar está basada en una política FBM (Failure-based Maintenance), es decir, las tareas de mantenimiento correctivo se inician tras la identificación del fallo o tras la presentación de anomalías en la función o las prestaciones de los equipos. Esta estrategia afecta negativamente la organización, debido a que los equipos montacargas se encuentran en arrendamiento en las instalaciones de las empresas clientes, por lo cual, a los tiempos de paro no programados se les deben sumar los tiempos de atención y los de desplazamiento de los técnicos, generando una oportunidad de mejora para el proceso de mantenimiento.

## **6.2. Proceso de mantenimiento**

### **6.2.1. Organigrama de la empresa.**

Actualmente la empresa se encuentra dividida en cuatro (4) niveles administrativos, dentro de los cuales se encuentra la coordinación de mantenimiento, quien es la encargada del diseño, implementación y aplicación de la estrategia de mantenimiento.

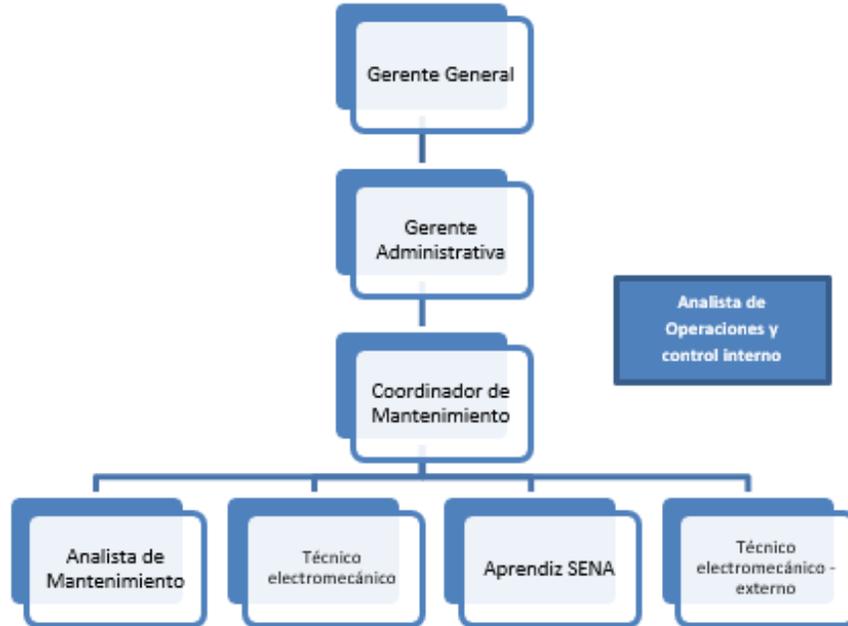


Actualizado por: Liliana Huertas Gómez Cargo: Gerente Administrativa Fecha: 02/05/2022

**Gráfica 5. Organigrama compañía. Fuente: Gilcar SAS.**

De acuerdo con la gráfica anterior, la coordinación de mantenimiento se encuentra bajo la dirección de la gerencia administrativa y al mismo nivel de la coordinación de operaciones, coordinación de talento humano, contador y coordinador de HSEQ. (Por sus siglas en ingles Health, Safety, Environment, Quality).

## 6.2.2. Organigrama de mantenimiento.



Gráfica 6. Organigrama de mantenimiento. Fuente: Gilcar SAS.

### **Gerente General**

Como órgano superior de la compañía, será quien apruebe los lineamientos que debe desarrollar esta área, para que cumpla con las expectativas y se satisfagan las necesidades de nuestros clientes, garantizando un servicio de calidad, oportuno y confiable.

### **Gerente Administrativa**

Sera la encargada de hacer que se cumpla lo establecido en este programa y de la mano con el Analista de Operaciones y Control interno, velar porque se esté aprovechando de la mejor manera el software de mantenimiento y el cumplimiento en general de los objetivos.

### **Coordinador de mantenimiento**

Encargado de asegurar el cumplimiento de los objetivos del área, organizando los recursos asignados con el fin de atender eficientemente al cliente. Sus funciones se encuentran debidamente relacionadas en el manual de funciones TH-M-186.

### **Analista de Mantenimiento**

Apoyar la ejecución de las tareas del área de mantenimiento, con el fin de asegurar el nivel de satisfacción del cliente y el cumplimiento de los objetivos del área.

### **Técnico electromecánico - Técnico electromecánico externo**

Encargado de efectuar la revisión, reparación y limpieza de los equipos montacargas de la empresa. Es el personal capacitado para la intervención de los equipos y que estarán a disposición de los coordinadores de mantenimiento, para poder llevar a cabo el cronograma y programa de mantenimiento.

### **Analista de Operaciones y Control Interno**

Asegurar el desarrollo de los procedimientos de mantenimiento y presentar informes semanales a la gerencia administrativa de los posibles hallazgos que hayan encontrado en el desarrollo de programa de mantenimiento. Asegurar el uso adecuado del software de mantenimiento. No hace parte integral del área de Mantenimiento, pero es quien audita internamente que el proceso se desarrolle con éxito.

## **7. METODOLOGÍA.**

Actualmente la empresa automontacargas Gilcar cuenta con 249 equipos en operación, los cuales se encuentran clasificados por clase de la siguiente manera:

<b>Clase</b>	<b>Cantidad por</b>
<b>Montacargas</b>	<b>clase</b>
M. Eléctrica	216
M. Combustión	33

**Tabla 1. Clasificación de equipos por clase.**

De acuerdo con la tabla anterior, el 13,25% de los equipos son de combustión interna y el 86,74% de los equipos son eléctricos. Debido al impacto que tiene en la operación el uso de

equipos eléctricos se hace necesario implementar una estrategia que permita al área de mantenimiento tomar decisiones frente al comportamiento e histórico de fallas que se identifican en la operación para este tipo de equipos, sin embargo, antes de realizar este análisis se hace necesario clasificar los equipos eléctricos por tipo o aplicación.

<b>Clasificación por Tipo</b>	<b>Cantidad por Tipo</b>
Pasillo - Reach	90
Contrabalanceado - Combustión	33
Stock Picker	36
Estibador OA	25
Estibador OP	15
Contrabalanceado - Eléctrico	6
Apilador	6
Arrastrador OS	2
Pasillo - Retráctil	1
Arrastrador OP	1
Contrabalanceado - Triciclo	1

**Tabla 2. Clasificación equipos eléctrico.**



**Foto 1. Montacargas eléctricos pasillo angosto. Reach (Izq) / Retráctil (Der).**

*Pasillo Angosto:* Son equipos destinados a operar en interiores, es decir, bodegas de almacenamiento de gran superficie y altura. Su objetivo es movilizar cargas de gran volumen y peso hasta 1.5 toneladas, dependiendo del modelo y especificaciones del equipo, su alcance va desde piso hasta los 11.25 metros de altura. Dependiendo de la estantería su aplicación puede ser profundidad doble o sencilla.



**Foto 2. Stock Picker.**

*Stock Picker:* Son equipos destinados a operar en interiores, es decir, bodegas de almacenamiento de gran superficie y altura. su objetivo es movilizar cargas de hasta 900 kilos, adicionalmente transportar al operario para realizar el posicionamiento de la carga, identificar y registrar las posiciones en rack, dependiendo del modelo y especificaciones del equipo, su alcance va desde piso hasta los 10 metros de altura.



**Foto 3. Montacargas eléctricos contrabalanceados. Triciclo (Der).**

*Contrabalanceadas:* Son equipos destinados a operar en interiores, es decir, bodegas de almacenamiento de gran superficie. Su objetivo es movilizar cargas de gran peso de hasta 3 toneladas, dependiendo del modelo y especificaciones del equipo, su alcance en altura va desde piso hasta los 5,6 metros de altura.



**Foto 4. Estibadores y apiladores. Estibador OA (Izq), Estibador OP (Cent), Apilador (Der).**

*Estibadores:* Son equipos destinados a operar en interiores, es decir, bodegas de almacenamiento de gran superficie. Su objetivo es movilizar estibas de hasta 1,5 toneladas, dependiendo del modelo y especificaciones del equipo, puede transportar hasta 2 estibas de manera simultánea, son equipos diseñados únicamente para en transporte la altura va desde piso hasta los 30 centímetros de altura.

*Apiladores:* Son equipos destinados a operar en interiores, es decir, bodegas de almacenamiento de gran superficie. Su objetivo es movilizar estibas de hasta 500 kilos, a diferencia de los estibadores, cuenta con una torre que le permite elevar cargas hasta 2,80 metros dependiendo del modelo y especificaciones del equipo.



**Foto 5. Arrastradores. Operario Sentado (Izq), Operario a Pie (Der).**

*Arrastradores:* Son equipos destinados a operar en interiores, es decir, bodegas de almacenamiento de gran superficie. Su objetivo es arrastrar plataformas rodantes de hasta 5 toneladas, dependiendo del modelo y especificaciones del equipo, son equipos diseñados únicamente para el transporte y movilización.

### **7.1. Histórico de Mantenimiento.**

A continuación, se presenta el histórico de mantenimientos correctivos presentados por los equipos propiedad de la empresa Automontacargas Gilcar SAS a lo largo de los años 2019, 2020, 2021 y lo corrido del 2022, con lo cual se busca:

- Identificar los equipos críticos según la cantidad de averías.
- Identificar malos actores en los equipos eléctricos.
- Identificar los equipos con mayor tasa de fallas.
- Identificar sistemas con mayor cantidad de eventos históricos.

<b>Año de Operación</b>	<b>Cantidad de fallas</b>
2019	974

<b>Año de Operación</b>	<b>Cantidad de fallas</b>
2020	1138
2021	1083
2022 <sup>7</sup>	611
<b>Total</b>	<b>3806</b>

**Tabla 3. Histórico de fallas.**

De acuerdo con la tabla anterior, para el periodo de análisis se presentaron en total 3806 eventos de tipo correctivo, es decir, en promedio 951,5 por año.

<b>Correctivos por Equipo</b>						
G441 = 82	G056 = 25	G460 = 15	G325 = 10	G246 = 7	G090 = 4	G554 = 2
G258 = 65	G477 = 25	G447 = 15	G115 = 10	G473 = 7	G487 = 4	G148 = 2
G231 = 53	G255 = 25	G011 = 15	G379 = 10	G436 = 7	G150 = 4	G431 = 2
G401 = 53	G118 = 24	G393 = 15	G145 = 10	G503 = 7	G294 = 4	G491 = 2
G238 = 52	G453 = 24	G445 = 15	G500 = 10	G091 = 7	G497 = 4	G463 = 2
G452 = 52	G227 = 23	G147 = 15	G088 = 10	G327 = 7	G484 = 4	G129 = 2
G171 = 46	G440 = 23	G369 = 15	G242 = 10	G329 = 7	G365 = 4	G402 = 2
G144 = 45	G173 = 23	G326 = 14	G468 = 9	G363 = 6	G515 = 4	G243 = 2
G392 = 42	G146 = 23	G470 = 14	G476 = 9	G513 = 6	G412 = 4	G251 = 2
G069 = 42	G371 = 22	G172 = 14	G504 = 9	G506 = 6	G330 = 4	G449 = 2
G439 = 37	G480 = 22	G349 = 13	G462 = 9	G236 = 6	G367 = 4	G084 = 2
G071 = 36	G230 = 21	G220 = 13	G159 = 9	G087 = 6	G339 = 4	G386 = 1
G135 = 35	G202 = 21	G471 = 13	G264 = 9	G405 = 6	G542 = 3	G522 = 1
G478 = 35	G509 = 21	G486 = 13	G073 = 9	G444 = 6	G374 = 3	G547 = 1

<sup>7</sup> **Nota:** Para el año 2022 se tienen datos del primer cuatrimestre del año, lo que proyecta un incremento de eventos de tipo correctivo respecto a los años inmediatamente anteriores.

Correctivos por Equipo						
G525 = 34	G361 = 20	G481 = 13	G485 = 9	G345 = 6	G244 = 3	G096 = 1
G446 = 33	G366 = 19	G234 = 13	G408 = 9	G511 = 6	G235 = 3	G223 = 1
G430 = 32	G490 = 19	G341 = 13	G450 = 9	G252 = 6	G370 = 3	G041 = 1
G391 = 32	G482 = 19	G454 = 13	G428 = 8	G357 = 6	G083 = 3	G493 = 1
G037 = 32	G053 = 18	G248 = 12	G403 = 8	G348 = 6	G510 = 3	G249 = 1
G429 = 32	G354 = 18	G200 = 12	G438 = 8	G507 = 5	G427 = 3	G206 = 1
G085 = 30	G228 = 18	G451 = 12	G364 = 8	G351 = 5	G514 = 3	G410 = 1
G094 = 30	G421 = 18	G382 = 12	G461 = 8	G346 = 5	G072 = 3	G217 = 1
G437 = 30	G054 = 18	G324 = 12	G499 = 8	G247 = 5	G028 = 3	G042 = 1
G226 = 30	G241 = 18	G411 = 12	G426 = 8	G425 = 5	G092 = 3	G528 = 1
G225 = 30	G167 = 17	G494 = 11	G362 = 8	G163 = 5	G245 = 3	G250 = 1
G368 = 29	G495 = 17	G221 = 11	G508 = 7	G287 = 5	G136 = 3	G533 = 1
G232 = 29	G199 = 17	G162 = 11	G343 = 7	G002 = 5	G409 = 3	G212 = 1
G055 = 29	G455 = 17	G229 = 11	G331 = 7	G108 = 5	G498 = 3	G016 = 1
G390 = 28	G404 = 16	G492 = 11	G140 = 7	G328 = 5	G539 = 2	G389 = 1
G239 = 27	G353 = 16	G475 = 11	G128 = 7	G472 = 5	G517 = 2	G555 = 1
G469 = 26	G398 = 16	G213 = 11	G407 = 7	G209 = 5	G512 = 2	G149 = 1
G479 = 26	G406 = 16	G518 = 11	G529 = 7	G344 = 4	G359 = 2	G008 = 1
G360 = 26	G448 = 16	G263 = 11	G422 = 7	G218 = 4	G527 = 2	G224 = 1
G423 = 25	G397 = 15	G381 = 11	G553 = 7	G358 = 4	G089 = 2	G340 = 1

**Tabla 4. Cantidad correctivos por equipo.**

En la tabla anterior se presenta el histórico de mantenimientos correctivos por equipo, sin embargo, es imperativo realizar un análisis general de eventos correctivos, seguido de un análisis por clase de equipo (eléctrico y combustión) y finalmente un análisis por tipo de equipo.

<b>Sistema Afectado</b>	<b>Cantidad Correctivos</b>
Sistema Eléctrico	1016
Sistema Hidráulico	544
Sistema Mecánico	490
Sistema Motriz	484
Electrónico / Control	393
Carrocería, Chasis, Aditamentos	134
Sistema Frenos	116
Motor - Eléctrico	112
Sin Identificación	96
Tren de Potencia	94
Sistema Dirección	90
Sistema Refrigeración	77
Motor - Combustión	76
Seguridad	46
Sistema Gas	38
<b>Total</b>	<b>3806</b>

**Tabla 5. Análisis general de correctivos por sistema.**

En la tabla anterior se analiza de manera general la totalidad de correctivos que se presentaron entre el 2019 y lo corrido del 2022, obteniendo que el 76,90% de los eventos se presentaron en 5 sistemas principalmente:

- El 26,69% de los eventos correctivos afectan el sistema eléctrico.
- El 14,29% de los eventos correctivos afectan el sistema hidráulico.
- El 12,87% de los eventos correctivos afectan el sistema mecánico.
- El 12,72% de los eventos correctivos afectan el sistema motriz.

- El 10,33% de los eventos correctivos afectan el sistema electrónico y de control.
- El 23,10% restante corresponde a eventos que afectaron los demás sistemas.

<b>Clase de Equipo</b>	<b>Cantidad por Clase</b>
M. Combustión	806
M. Eléctrico	3000
<b>Total</b>	<b>3806</b>

**Tabla 6. Distribución de correctivos por clase de equipo.**

De acuerdo con la tabla anterior, los correctivos están distribuidos por clase de equipo de la siguiente manera:

- 21,18% de eventos correctivos presentes en equipos de combustión.
- 78,82% de eventos correctivos presentes en equipos eléctricos.

Se destaca que la flota de equipos montacargas de combustión representa el 13.25% del total general de equipos, y el porcentaje de actividades correctivas es del 21.18%. De acuerdo con esta información, se toma la decisión de no considerar dentro del análisis estos equipos debido a que su tasa de fallas es más alta (24,4 fallas por equipo), que la de un equipo eléctrico (13,88 fallas por equipo).

Así las cosas, y tomando en consideración la información presentada anteriormente, los equipos eléctricos se constituyen como el principal eje para identificar y trabajar sobre la propuesta planteada en el presente documento, hecho por el cual, a continuación, se realiza el análisis detallado de los eventos correctivos para los equipos eléctricos.

<b>Tipo o Aplicación</b>	<b>Cantidad correctivos</b>
Pasillo	2039
Contrabalanceada Eléctrica	430
Estibador	305

<b>Tipo o Aplicación</b>	<b>Cantidad correctivos</b>
Stock Picker	192
Apilador	27
Arrastrador	7
<b>Total</b>	<b>3000</b>

**Tabla 7. Distribución de correctivos en equipos eléctricos.**

De acuerdo con la tabla anterior, los correctivos están distribuidos por tipo de equipo de la siguiente manera:

- 67,97% de eventos correctivos presentes en equipos de pasillo.
- 14,33% de eventos correctivos presentes en equipos contrabalanceados.
- 10,17% de eventos correctivos presentes en equipos estibadores.
- 6,40% de eventos correctivos presentes en equipos stock picker.
- 0,90% de eventos correctivos presentes en equipos apiladores.
- 0,23% de eventos correctivos presentes en equipos arrastradores.

Expuesto lo anterior, se concluye que los equipos pasillo y contrabalanceada eléctrica corresponden a los malos actores de la flota, debido a que representan un 82,3% del total de fallos registrados.

<b>Sistema</b>	<b>Apilador</b>	<b>Arrastrador</b>	<b>Contra. Eléctrica</b>	<b>Estibador</b>	<b>Pasillo</b>	<b>Stock Picker</b>
Carrocería, Chasis, Aditamentos	2		30	6	30	3
Electrónico / Control			19	34	315	19
Motor - Eléctrico		1	4	7	88	12
Seguridad			11		24	5

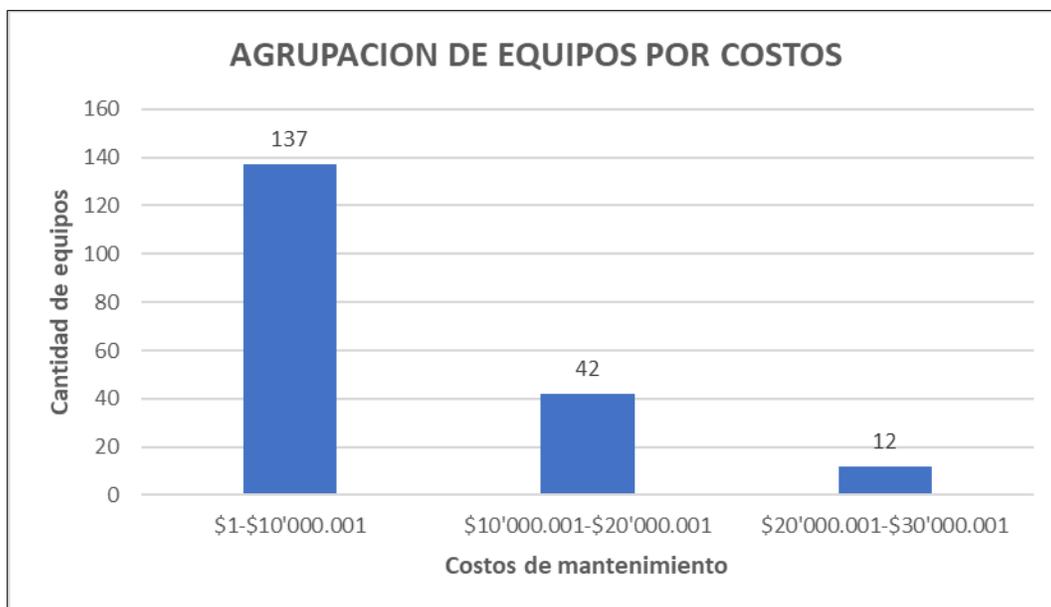
<b>Sistema</b>	<b>Apilador</b>	<b>Arrastrador</b>	<b>Contra. Eléctrica</b>	<b>Estibador</b>	<b>Pasillo</b>	<b>Stock Picker</b>
Sin Identificación	1		12	10	53	2
Sistema Dirección			11	3	31	21
Sistema Eléctrico	8		129	103	525	56
Sistema Frenos	2	2	33	2	26	10
Sistema Hidráulico			103	3	295	8
Sistema Mecánico	4	3	44	38	322	17
Sistema Motriz	10	1	29	92	274	32
Tren de Potencia			5	7	56	7
<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>7</b>	<b>430</b>	<b>305</b>	<b>2039</b>	<b>192</b>

**Tabla 8. Distribución de fallas en equipos eléctricos por sistema.**

Según los datos de la anterior tabla, el sistema eléctrico, el sistema motriz, el sistema mecánico, el sistema hidráulico y el sistema electrónico / control evidencian la mayor cantidad de fallas con 821, 438, 428, 409 y 387 respectivamente. Esto indica que la estrategia de mantenimiento debe estar encaminada principalmente a mitigar las fallas de estos sistemas a nivel general y en los equipos identificados como malos actores.

## **7.2. Resultados económicos.**

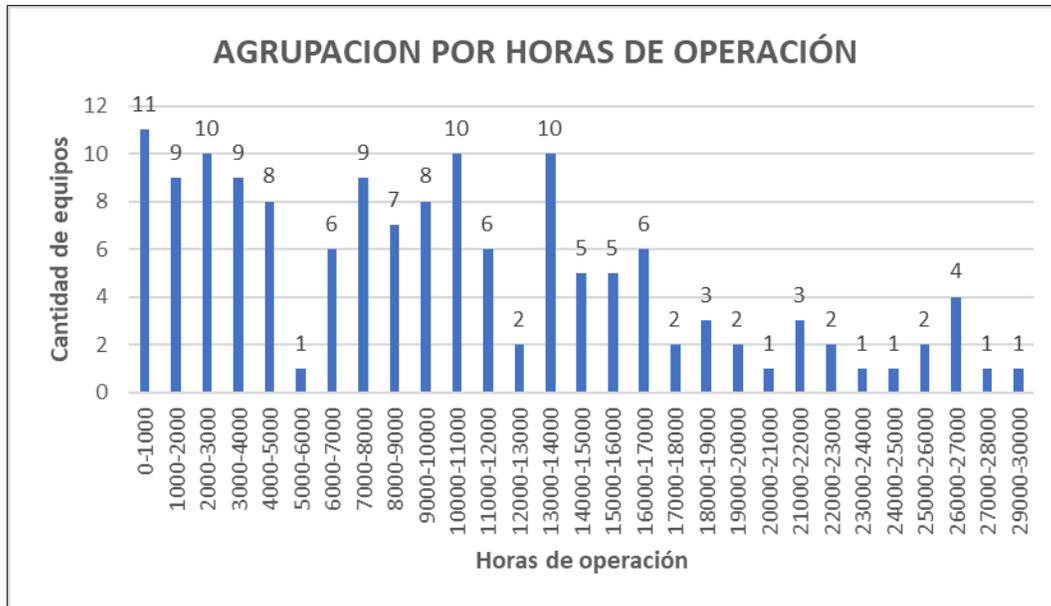
Se obtuvo de parte de la empresa Automontacargas Gilcar el histórico de costos asociados a las actividades de mantenimiento durante los años 2019 al 2022 (primer cuatrimestre), Los resultados se presentan a continuación:



**Gráfica 7. Agrupación de equipos por costos de operación. Fuente: Autores**

De acuerdo con la gráfica anterior es posible identificar que:

- De los 202 equipos eléctricos se evidenció que 6 reportan un costo cero (0), esto debido a que fueron equipos adquiridos recientemente por la empresa.
- De los 202 equipos eléctricos se evidenció que 5 reportan valores superiores a 30 millones de pesos, esto debido a que fue identificado un error en el registro contable del costo de ingreso de un parte número en el inventario, por lo tanto, estos equipos no son contemplados en el análisis.
- Los 191 equipos restantes se presentan en la gráfica anterior distribuidos de la siguiente manera:
  - o De los 191, 137 tienen un costo de operación entre \$1 y \$10.000.000 de pesos.
  - o De los 191, 42 tienen un costo de operación entre \$10.000.001 y \$20.000.000 de pesos.
  - o De los 191, 12 tienen un costo de operación entre \$20.000.001 y \$30.000.000 de pesos.



**Gráfica 8. Agrupación de equipos por horas de operación. Fuente: Autores**

Para la gestión operacional y de mantenimiento la empresa Automontacargas Gilcar, lleva un control de las horas de trabajo de cada equipo, esto debido a que cada cliente posee una operación diferente y específica a la medida de su negocio. Por lo anterior, para este caso de estudio se ha tomado como referencia un valor de 29400 horas de trabajo como vida útil de un equipo, estimando el trabajo de una maquina 12 horas al día durante 350 días en un año, por siete años.

Para este análisis se tiene que:

- Existen 145 equipos que registran menos de las horas de vida útil definidas
- Los otros 57 equipos se encuentran fuera de este rango, porque ya les realizaron overhaul para seguir operando o presentan novedades en la recolección y registro de la información. Al ser las horas de trabajo la variable de vida útil, no se presentan esos equipos en la gráfica anterior.



**Gráfica 9. Agrupación de equipos costo por horas de operación. Fuente: Autores**

En la gráfica anterior es posible observar el costo en pesos por cada hora de operación registrada, se debe aclarar que este costo solo incluye los repuestos e insumos consumidos en las actividades de mantenimiento, en este análisis no se incluyen los costos de mano de obra, transporte y desgaste de herramientas usados en esas actividades por parte de los técnicos. Estos últimos no se analizan debido a que son costos fijos que dependen de la cantidad de personal necesario para mantener en condiciones de funcionamiento los montacargas, es decir, es un valor que no se tiene en cuenta porque es constante en y no va en función de las horas de trabajo ni de las actividades realizadas.

Como recomendación a la gestión de activos se debe llevar un control y registro de las horas de mantenimiento y su costo, esto con la finalidad de integrar de forma adecuada el costo de ciclo de vida útil del activo, de acuerdo con lo anterior, se recomendará a Automontacargas Gilcar que despliegue una estrategia administrativa para tasar estos costos, de forma que se pueda conocer el costo real de un equipo por cada hora de trabajo.

### 7.3. Análisis de la información.

A continuación, se presenta el listado de equipos montacargas que han registrado los mayores costos de acuerdo con el histórico de mantenimiento y salidas de almacén registrado por la empresa Automontacargas Gilcar.

<b>Equipo</b>	<b>Costos de mantenimiento</b>
G173	\$ 102.277.348
G241	\$ 101.302.993
G461	\$ 99.575.060
G409	\$ 88.585.397
G371	\$ 54.957.284
G366	\$ 42.640.851
G437	\$ 41.796.382
G069	\$ 40.444.900
G362	\$ 32.839.396
G392	\$ 31.005.135

**Tabla 9. Equipos con mayores costos registrados.**

Realizando un análisis de la tabla anterior, es posible identificar múltiples variables asociadas a mantenimiento, la primera de ellas corresponde a la inversión económica realizada a un equipo para mantenerlo en operación, la cual dependerá del tiempo de operación acumulado para cada activo, condiciones de operación, estado general de los componentes de desgaste, y fallas asociadas a su deterioro.

Se debe mencionar que el factor económico es determinante en la decisión de reparar un equipo o cambiarlo, influyen también factores operativos, relación con los clientes y disponibilidad de recurso técnico, sin embargo, es importante aclarar que no necesariamente el equipo que más

veces falle es el equipo que mas costos de mantenimiento represente para la organización, esto debido a que un equipo puede fallar una única vez y generar una parada de mas de 3 días lo cual representa una afectación económica, operativa y en la relación con los clientes.

#### **7.4. Estrategia de toma de decisiones.**

De acuerdo con los registros presentados anteriormente, tanto del tema de costos de mantenimiento como en lo relacionado a la cantidad de correctivos registrados para el periodo de análisis, es posible identificar los equipos montacargas que son susceptibles a completar las horas de vida útil establecidas antes de pasar por un periodo de recambio o mantenimiento mayor (overhaul). Para ello es necesario realizar la evaluación en varios aspectos que impactan la toma de decisiones y pueden convertirse en factores concluyentes a la hora de realizar un recambio de equipo o un overhaul.

A continuación, se presentan los factores para tener en cuenta para medir el impacto en la organización y que permitirán definir la opción más adecuada, en un balance entre el costo, el riesgo, la oportunidad y el beneficio frente a la decisión de cambio u overhaul.

La matriz de toma de decisiones se ha definido en función del impacto de cada una de las variables respecto a la organización, clientes y operación, de acuerdo con:

- **Impacto muy bajo:** La afectación de la organización (recursos, tiempo e imagen) fue nula o imperceptible, la operación del cliente no tuvo afectación (paradas de equipo, recurrencia en fallas).
- **Impacto bajo:** La organización se vio afectada por hasta 2 reportes de correctivos, desplazamientos de técnicos, tiempo de reparación para reestablecer la condición operativa y costos de mantenimiento hasta \$9.700 COP por hora. La operación del cliente se vio afectada por parada de equipo hasta 6 horas.

- **Impacto moderado:** La organización se vio afectada por más de 6 reportes de correctivos, desplazamientos de técnicos, tiempo de reparación para reestablecer la condición operativa y costos de mantenimiento hasta a \$18.350 COP por hora. La operación del cliente se vio afectada por parada de equipo hasta 24 horas.
- **Impacto alto:** La organización se vio afectada por más de 6 reportes de correctivos, desplazamientos de técnicos, tiempo de reparación para reestablecer la condición operativa y costos de mantenimiento superiores a \$18.351 COP por hora. La operación del cliente se vio afectada por parada de equipo por más de 24 horas.
- **Impacto muy alto:** La organización se vio afectada por más de 6 reportes de correctivos, desplazamientos de técnicos, tiempo de reparación para reestablecer la condición operativa y costos de mantenimiento superiores a \$18.351 COP por hora. La operación del cliente se vio afectada por parada de equipo por más de 24 horas. Adicionalmente se ve afectada la relación comercial con el cliente, se generan descuentos a factura y se presenta deterioro de la imagen de la organización.

**7.4.1. Desempeño disminuido (medido en función de la cantidad de fallas registradas para un periodo de un mes).**

DESEMPEÑO DISMINUIDO (FALLAS)				Muy Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy Alto
Recurrencia Fallas / mes	Niveles de Evaluación	Niveles de Criticidad	Valor de evaluación	0,05	0,1	0,5	0,7	1
	0 fallas	Ninguna	0,1	0,005	0,01	0,05	0,07	0,1
	1 - 2 fallas	Baja	0,2	0,01	0,02	0,1	0,14	0,2
	3 - 6 fallas	Media	0,5	0,025	0,05	0,25	0,35	0,5
	> 6 fallas	Alta	1	0,05	0,1	0,5	0,7	1

**Tabla 10. Matriz de impacto definida para desempeño disminuido (medido en fallas por mes).**

En la tabla anterior se presenta la primera variable a calcular para determinar el impacto de la cantidad de mantenimientos correctivos sobre la decisión acerca del desempeño de un activo durante un periodo de operación de un mes.

**7.4.2. Desempeño disminuido (medido en función de la inoperatividad de un equipo por paro no programado calculado en horas continuas).**

DESEMPEÑO DISMINUIDO (HORAS INOPERATIVIDAD)				Muy Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy Alto
Inoperatividad (Horas)	Niveles de Evaluación	Niveles de Criticidad	Valor de evaluación	0,05	0,1	0,5	0,7	1
	0 horas	Ninguna	0,1	0,005	0,01	0,05	0,07	0,1
	1 - 6 horas	Baja	0,2	0,01	0,02	0,1	0,14	0,2
	6 - 24 horas	Media	0,5	0,025	0,05	0,25	0,35	0,5
	> 24 horas	Alta	1	0,05	0,1	0,5	0,7	1

Tabla 11. Matriz de impacto definida para desempeño disminuido (medido en horas de inoperatividad).

En la tabla anterior se presenta la segunda variable a calcular para determinar el impacto de la cantidad de horas de inoperatividad continuas ocasionadas por mantenimientos correctivos, la cual infiere en la decisión por paradas no programadas y prolongadas.

**7.4.3. Costos de mantenimiento (medido en función del costo de mano de obra fija + repuestos + insumos).**

COSTOS DE MANTENIMIENTO				Muy Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy Alto
Costos Correctivos (Horas)	Costos totales Mtto / hora	Niveles de Criticidad	Valor de evaluación	0,05	0,1	0,5	0,7	1
	\$1 - \$6,250	Ninguna	0,1	0,005	0,01	0,05	0,07	0,1
	\$6,250 - \$9,700	Baja	0,2	0,01	0,02	0,1	0,14	0,2
	\$9,700 - \$18,350	Media	0,5	0,025	0,05	0,25	0,35	0,5
	> \$18,351	Alta	1	0,05	0,1	0,5	0,7	1

Tabla 12. Matriz de impacto definida para el costo de mantenimiento correctivo (medido en costo / horas).

En la tabla anterior se presenta la tercera variable a calcular para determinar el impacto a la organización respecto a los costos de mantenimientos por hora incurrida en la puesta en operación de un equipo, así como insumos y repuestos. Los valores asignados a salarios son calculados de acuerdo con un rango salarial del personal técnico entre \$1.500.000 y \$2.500.000.

**7.4.4. Afectación a imagen (medido en función de la cantidad de encuestas y reportes negativos).**

AFECTACION A LA IMAGEN				Muy Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy Alto
Afectación Imagen	Encuestas Satisfacción (- )	Niveles de Criticidad	Valor de evaluación	0,05	0,1	0,5	0,7	1
	0 negativas	Ninguna	0,1	0,005	0,01	0,05	0,07	0,1
	1 - 5 Negativas	Baja	0,2	0,01	0,02	0,1	0,14	0,2
	6 - 9 Negativas	Media	0,5	0,025	0,05	0,25	0,35	0,5
	> 10 Negativas	Alta	1	0,05	0,1	0,5	0,7	1

**Tabla 13. Matriz de impacto definida para la afectación a la imagen (medido en cantidad de encuestas negativas).**

En la tabla anterior se presenta la cuarta y última variable a calcular para determinar el impacto a la organización respecto a la afectación de la imagen. Medido en la cantidad de encuestas negativas o desfavorables respecto a la prestación del servicio, la cual afecta la relación con los clientes.

La herramienta para la toma de decisión evalúa 4 factores relevantes que afectan tanto a la organización como a los clientes, y a su vez permiten medir la gestión de mantenimiento y el nivel de servicio prestado por los equipos montacargas, estos factores ayudarán a definir las mejores acciones frente a la rotación de equipos o ejecución de actividades de reparación u overhaul.

**7.4.5. Análisis de resultados.**

Finalmente, para tomar una decisión sobre la continuidad en operación de un equipo o la posibilidad de realizar un overhaul es necesario analizar de manera conjunta los resultados obtenidos para cada equipo respecto a los 4 factores de decisión, de la siguiente manera:

$$A_p = D_f + D_t + CM + AI$$

**Donde:**

$A_P$  = Análisis ponderado (Sumatoria resultados)

$D_f$  = Desempeño del equipo, medido en función de la cantidad de fallas.

$D_t$  = Desempeño del equipo, medido en la cantidad de horas continuas inoperativo.

CM = Costos de Mantenimiento.

AI = Afectación de la imagen, medida en la cantidad de encuestas de satisfacción negativas.

**Resultados:**

Si  $A_P \leq 2.5$  el equipo es susceptible a la ejecución de un overhaul (reparación general).

Si  $A_P > 2.5$  es necesario realizar un cambio de equipo.

## **8. CONCLUSIONES.**

- De acuerdo con el análisis realizado en el presente documento, identificaron las variables que influyen de manera directa en la gestión futura del equipo y su desempeño operacional, adicionalmente se establecieron los criterios y parámetros para determinar el momento cuando es necesario realizar un recambio de equipo o un mantenimiento mayor (overhaul).
- De acuerdo con la base de datos de mantenimientos correctivos y salidas de almacén suministradas por la empresa Automontacargas Gilcar se identificaron los equipos con mayor cantidad de fallas registradas en el periodo de referencia, adicionalmente se calcularon los costos asociados a repuestos y consumibles para cada equipo durante los últimos 3 años, con lo cual fue posible establecer como factores de decisión el desempeño del equipo en función de la cantidad de fallas, el desempeño del equipo en función de la inoperatividad, costos de mantenimiento y la afectación de la imagen como criterios decisivos al momento de realizar recambio o mantenimiento mayor (overhaul).
- Para llevar a cabo una toma de decisiones más asertiva respecto a la mejor opción entre recambio o mantenimiento mayor (overhaul) de un equipo, fue necesario dividir el análisis de 4 factores relevantes que afectan de manera directa el desempeño del activo, por lo cual fue necesario realizar 4 matrices que miden el impacto de cada uno de estos factores. Finalmente, el ponderado define el lineamiento recomendado para la organización.