

ANÁLISIS DEL IMPACTO REFLEJADO EN LA EFICIENCIA POR LA MIGRACIÓN A
MONTACARGAS ELÉCTRICOS EN LAS ÁREAS DE MANUFACTURA Y LOGÍSTICA EN
LA PLANTA CORONA SOPO

PRESENTADO POR:

LUISA FERNANDA OVIEDO ARROYAVE

YENIFFER REY MONTAÑEZ

FACULTAD INGENIERIA

BOGOTÁ D.C.

2023



Especialización mercadeo y ventas

Proyecto de investigación

Análisis del impacto reflejado en la eficiencia por la migración a montacargas eléctricos en las áreas de manufactura y logística en la planta corona sopo

Luisa Fernanda Oviedo Arroyave

Yeniffer Rey Montañez

Director

Pablo Emilio Carreño

Colombia, Bogotá D.C.

2023

Aprobación

Director(a) de Trabajo de grado

Codirector(a) de Trabajo de grado

Firma

[Nombres Completos]

[Títulos]

Firma

[Nombres Completos]

[Títulos]

Jurados del trabajo de grado

Jurado

Jurado

Firma

[Nombres Completos]

[Títulos]

Firma

[Nombres Completos]

[Títulos]

Jurado

Firma

[Nombres Completos]

[Títulos]

[Fecha de sustentación]

Resumen

La sostenibilidad se posiciona como un factor clave en el desarrollo operacional de las organizaciones, por lo cual se han enfocado en trabajar con tecnologías que posibiliten las eficiencias por el uso de energías más limpias pero que a su vez permitan a la organización la reducción de costos en un mediano o largo plazo. Corona es una compañía que trabaja de manera constante en la reducción de los impactos ambientales generados por sus operaciones y se encuentra en la búsqueda de nuevas alternativas en el uso de energías para disminuir el porcentaje de emisiones de CO₂. En la actualidad Corona utiliza para sus operaciones logísticas y de manufactura montacargas de combustión en el modelo de renta lo cual garantiza la continuidad de sus operaciones teniendo en cuenta que el proveedor debe cumplir con un indicador del 95% en la disponibilidad de los equipos. Sin embargo, los tiempos de recarga y las emisiones de los montacargas actuales presentan una oportunidad puesto que la migración a equipos eléctricos garantiza una autonomía de hasta un turno y medio de trabajo y disminuye las emisiones de CO₂ hasta en 7 toneladas métricas si se compara con un equipo de combustión. Este proyecto tiene como objetivo analizar el impacto reflejado en la eficiencia por la migración a montacargas eléctricos en las áreas de manufactura y logística en la planta Corona Sopo. Para el desarrollo y la evaluación del proyecto se llevó a cabo una investigación de tipo descriptivo en la cual se realizaron 16 entrevistas a personal operativo y administrativo con el fin de validar la aceptación y facilidad en el uso de los equipos objeto del cambio de tecnología; igualmente, se obtuvo información sobre los costos y el detalle de la operación con la flota actual de montacargas.

Luego de analizar la información aportada por la compañía y el resultado de las entrevistas realizadas se evidencio que la migración a montacargas eléctricos de batería de litio representa una

ventaja en diferentes aspectos que impactan la operación tales como disminución de ruidos y mejora en los tiempos de recarga teniendo en cuenta los desplazamientos en la planta.

Finalmente, el cambio de tecnología contribuye a Corona en el desarrollo de sus objetivos de sostenibilidad teniendo en cuenta que el cambio de montacargas genera eficiencias de tipo ambiental pues se disminuyen las emisiones de CO₂ a la atmosfera y se optimiza el proceso de manufactura y logística por la relación costo – beneficio de la migración, dado que solo se requiere un 1% se sobre costo por el desarrollo de este proyecto.

Palabras clave: montacargas, emisiones CO₂, baterías de litio, montacargas eléctricos, eficiencias energéticas, impacto ambiental.

Abstract

Sustainability is a key factor in operations for all organization and they have focused on working with technologies that enable efficiencies using cleaner energy and allowed cost reductions in the medium or long term. Corona is a company that works constantly to reduce the environmental impacts generated by its operations and is searching for new alternatives in the use of energy that reduces the percentage of CO₂ emissions. Currently, Corona uses combustion forklifts for its logistics and manufacturing operations in the rental model. This model guarantees the continuity of its operations and a 95% of availability of the equipment. However, the recharging times and emissions of current forklifts represent an opportunity as the migration to electric ones which battery last up to one and a half shifts of work and decreases CO₂ emissions up to 7 metric tons compared to combustion equipment. The objective of this project is to analyze the impact reflected in efficiency due to the migration to electric forklifts in the manufacturing and logistics areas at the Corona Sopo plant. For the development and evaluation of the project, a descriptive investigation was conducted and included 16 interviews to operational and administrative personnel in the plant. The interviews validated the level of acceptance and cultural enrollment in the technology migration; Likewise, information was obtained on the costs and details of the operation with the current forklifts fleet.

After analyzing all the relevant information, it is possible to conclude that the migration reduces costs and improve operator and forklift productivity and align with Corona Sustainability objectives. Furthermore, considering all the efficiencies generated by the diminish in CO₂

emissions and that moving to Electric Forklift only increases rental cost in 1% and can have a return in productivity in a short-term basis.

Keywords: forklift, CO2 emissions, Lithium batteries, electric forklift, efficiencies, sustainability

Tabla de contenido

Aprobación	3
Resumen	4
Abstract	6
Tabla de contenido	8
INTRODUCCIÓN	10
JUSTIFICACIÓN	11
1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	13
1.1 Objetivo general	13
1.2 Objetivos específicos	13
2. METODOLOGIA	14
2.1 Tipo de Investigación	14
2.2 Cuadro Metodológico	19
3. MARCO REFERENCIAL	20
3.1 Marco Teórico	20
3.2 Marco Conceptual	23
3.3 Marco Legal	24
4. DESARROLLO DEL PROYECTO	25

Análisis de recolección de información	26
Análisis comparativo de montacargas de combustión y eléctrico.....	33
CONCLUSIONES.....	36
RECOMENDACIONES	37
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	38

INTRODUCCIÓN

Las operaciones logísticas se han visto beneficiadas a lo largo de la historia por el uso de montacargas puesto que este tipo de equipos hacen más eficientes las operaciones y garantizan un mejor manejo de la logística en centros de distribución y en operaciones en plantas productivas. Existen múltiples ventajas en el uso de montacargas, tales como se describe en el artículo de Gas País “Manipulación de grandes cargas, velocidad de Acción, aprovechamiento del espacio, seguridad del operador y reducción de costo” (PAÍS, 2022). Con base en el tipo de operación, en la actualidad se utilizan montacargas de combustión interna (diésel, Gasolina, GLP) o eléctricos.

Las operaciones tanto de manufactura como logísticas en la planta Corona Sopo, enfrentaron el dilema de buscar eficiencias de tipo operativo y ambiental en los procesos en los cuales se utilizan equipos montacargas. El reto radicó en garantizar una completa transición de un modelo de combustión a uno eléctrico y garantizar la inversión inicial que el mismo representa para La Compañía y para sus proveedores. Lo anterior se suma a la situación de mercado que ha generado retrasos en tiempos de entrega y disponibilidad de equipos a nivel mundial.

En este proyecto se demostró que la transición, en el mediano plazo, generó eficiencias por el cambio de tecnología y contribuyó en el aspecto ambiental en las operaciones logísticas y de manufactura de la planta Corona Sopo.

JUSTIFICACIÓN

El cambio climático es una realidad que empieza a mostrar sus efectos en el planeta, es por esta razón, que las grandes economías del mundo han empezado a tomar acciones para aportar a la sostenibilidad. Se ha identificado que los gases efecto invernadero son una de las principales causas del cambio climático y como se menciona en un artículo del periódico El Colombiano “actualmente en el mundo se producen 46,44 billones de toneladas de gases de efecto invernadero y Colombia produce 236 millones de ellas” (COLOMBIANO, 2021). El crecimiento de la economía y las diferentes industrias han demandado la optimización de procesos productivos y logísticos, por lo cual el uso de equipos montacargas es cada vez más común; sin embargo, esto ha incrementado las emisiones de CO₂ en los procesos por cuenta de la combustión del tipo de equipos usados actualmente y como lo detalla el IDEAM en el reporte de Emisiones per Cápita “la mayor parte de las emisiones de gases de efecto invernadero del mundo, han tenido su origen en los países desarrollados, que las emisiones per cápita en los países en desarrollo son todavía relativamente reducidas y que la proporción del total de emisiones originada en esos países aumentará para permitirles satisfacer a sus necesidades sociales y de desarrollo” (IDEAM, 2022). Es por esta razón, que esta investigación cobra sentido para mostrarle a compañías como Corona los beneficios que puede traer en términos ambientales la implementación de nuevas tecnologías de cargue y descargue en los procesos productivos. Es así, que este proyecto se realizó con el fin de obtener un análisis detallado del efecto en términos ambientales y económicos en el proceso de migración de equipos de combustión a equipos eléctricos en la planta Corona Sopo. La planta cuenta con una flota de 24 equipos montacargas de combustión interna que fueron migrados a una tecnología eléctrica de batería de litio, generando de un manera verificable y medible,

mejoramiento en los procesos logísticos, disminución en la huella de carbono, reducción de contaminación por la menor utilización de productos derivados del petróleo y ahorro en tiempos de proceso por eficiencias como resultado de la carga de oportunidad de los equipos. Considerando lo anterior, fue relevante entender el efecto que tienen los procesos de cargue y descargue de Corona con sus diferentes variables; igualmente, que este estudio permita replicar en el futuro este modelo en las demás plantas de la compañía, se perfila como un proyecto de alto impacto para la organización.

1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Objetivo general

Analizar el impacto reflejado en la eficiencia por la migración a montacargas eléctricos en las áreas de manufactura y logística en la planta Corona Sopo.

1.2 Objetivos específicos

- Establecer las eficiencias generadas en el proceso como resultado de la migración.
- Determinar el impacto ambiental y económico por el cambio de tecnología.
- Comparar la eficiencia energética entre un montacargas de combustión y un montacargas de batería de litio.
- Generar una matriz para la evaluación de ambas tecnologías (combustión y eléctrica).

2. METODOLOGIA

2.1 Tipo de Investigación

Se utilizó una investigación **aplicada con nivel descriptivo** con el objetivo de examinar y obtener información sobre el efecto de la migración de los montacargas de combustión a eléctricos y así mismo por medio de un instrumento de recolección de información poder generar y concluir los posibles efectos que pueda causar en el área operativa la transición de maquinaria en la planta Corona Sopo.

- Población y muestra

Las personas que hicieron parte de este estudio son personal administrativo del área de producción y de centros logísticos y operadores de montacargas de la planta Corona ubicada en el municipio de Sopo Cundinamarca que tienen conocimiento del proceso, operación y tiempos de autonomía de los equipos objeto de este análisis.

Figura 1

Vista área Parque Industrial Corona Sopo



Fuente: Corona

Se seleccionó la muestra anteriormente descrita puesto que este grupo cuenta con explícito conocimiento del manejo de los equipos montacargas y han gestionado el conocimiento a través de la experiencia en el uso de la tecnología actual.

La planta actualmente cuenta con 24 equipos que son maniobrados individualmente por los operarios, para efectos de la investigación se realizaron entrevistas al 50% de la población (12 operarios). De igual forma, como se explicó anteriormente el proyecto se enfocó en analizar las eficiencias por el cambio de tecnología, por lo cual resulta relevante entender el impacto económico y de operación de los equipos desde la perspectiva del personal administrativo del área de producción y de centros logísticos. Para garantizar esta información se realizaron entrevistas a 4 administrativos de los 8 involucrados en el proceso.

- Métodos e instrumentos para la recolección de datos

Para garantizar el correcto entendimiento de las eficiencias generadas por el cambio de tecnología se llevaron a cabo dos tipos de entrevistas a los usuarios involucrados en la administración y manejo de los equipos montacargas en la planta, esto con el objetivo de tener una visión 360 de los beneficios obtenidos en el proyecto por el cambio de tecnología.

En la figura 2 se muestra el formato de entrevista de recolección de información de eficiencias personal administrativo del área de producción y de centros logísticos.

Figura 2

Formato de entrevista aplicada a personal administrativo

Entrevista para validación y entendimiento de la operación de equipos montacargas de la Planta Corona-Sopo	
Nombre del Empleado
Fecha de Diligenciamiento
Por favor marque con una X según su selección de respuesta	
1 Indique a que área pertenece	
Logística (centro distribución)	<input type="checkbox"/>
Manufactura	<input type="checkbox"/>
2 Cual es el tiempo de uso del equipo por turno	
Entre 4 y 6 horas	<input type="checkbox"/>
Entre 6 y 8 horas	<input type="checkbox"/>
Mas de 8 horas	<input type="checkbox"/>
3 Cuantas veces por turno es necesario recargar el equipo	
1-2 veces	<input type="checkbox"/>
Mas de 2 veces	<input type="checkbox"/>
4 En promedio, cuantas veces a la semana se realizan paros de operaciones por fallas en el equipo	
1-2 veces	<input type="checkbox"/>
Mas de 2 veces	<input type="checkbox"/>
5 Indique si el proveedor actual de montacargas realiza mantenimientos preventivos a los equipos	
Si	<input type="checkbox"/>
No	<input type="checkbox"/>
6 Confirme el tipo de combustible que usa el equipo a su cargo	
Diesel	<input type="checkbox"/>
Gasolina	<input type="checkbox"/>
7 Cuanto tiempo tarda en abastecer de combustible el equipo	
Menos de 1 hora	<input type="checkbox"/>
Entre 1 y 2 horas	<input type="checkbox"/>
Mas de 2 horas	<input type="checkbox"/>
6 Tiene experiencia en el manejo de montacargas eléctricos	
Si	<input type="checkbox"/>
No	<input type="checkbox"/>
7 Indique que alternativas de mejora pueden tener los equipos que tiene a su cargo	
<input style="width: 100%; height: 50px;" type="text"/>	

Fuente: Elaboración Propia

En la figura 3 se muestra el formato de entrevista de recolección de información de manipulación de equipos a los operadores de montacargas.

Figura 3.

Formato de entrevista aplicada a personal Operativo

Entrevista para validación y entendimiento de la operación de equipos montacargas de la Planta Corona-Sopo	
Nombre del Empleado
Fecha de Diligenciamiento
Por favor marque con una X según su selección de respuesta	
1 Indique a que área pertenece	
Logística (centro distribución)	<input type="checkbox"/>
Manufactura	<input type="checkbox"/>
2 Con cuantos turnos de trabajo cuenta el área	
1 Turno	<input type="checkbox"/>
2 Turnos	<input type="checkbox"/>
3 Turnos	<input type="checkbox"/>
3 Confirme si desde el área se realizan mediciones de los niveles de emisiones de CO2	
Si	<input type="checkbox"/>
No	<input type="checkbox"/>
4 Considera que el proceso de migración de equipos contribuye al area en términos ambientales, de eficiencia en procesos y economicos.	
Si	<input type="checkbox"/>
No	<input type="checkbox"/>
Explique	
<input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>	
5 Confirme el listado y el precio de arrendamiento de los equipos a su cargo	
<input style="width: 100%; height: 30px;" type="text"/>	
6 Indique el precio promedio por hora de los equipos a su cargo (valor del equipo/ Horas de trabajo)	
<input style="width: 100%; height: 30px;" type="text"/>	
7 Indique que alternativas de mejora pueden tener los equipos que tiene a su cargo	
<input style="width: 100%; height: 50px;" type="text"/>	

Fuente: Elaboración Propia

En la figura 4 se describe el paso a paso a realizar para la aplicación del instrumento de investigación elegido (entrevista).

Figura 4

Procedimiento para la aplicación y análisis de entrevistas



Fuente: Elaboración Propia

2.2 Cuadro Metodológico

Tabla 1

Cuadro metodológico

Objetivos Específicos	Actividades	Metodología	Mecanismos de Recolección de datos
Establecer las eficiencias generadas en el proceso como resultado de la migración	<ol style="list-style-type: none"> 1. Evaluar los tiempos de procesos (logístico y manufactura) con los equipos actuales 2. Documentar tiempos de recarga de los equipos actuales 3. Definir los tiempos de autonomía de los equipos con la tecnología actual 	Se realizará la respectiva documentación de los tiempos obtenidos para garantizar el cálculo de eficiencias en tiempos de proceso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Entrevista de recolección de información de manipulación de equipos a los operadores de montacargas 2. Entrevista de recolección de información a jefes de distribución
Determinar el impacto ambiental y económico por el cambio de tecnología	<ol style="list-style-type: none"> 1. Calcular el nivel de emisiones de gases CO2 producidas por la flota actual 2. Elaborar un indicador de productividad entre la tecnología actual y la nueva en términos de emisiones 3. Realizar un comparativo en términos económicos y de tarifas de alquiler mensual de los equipos actuales Vs equipos nuevos 	Se realizará la respectiva documentación de las emisiones de ambas tecnologías y el análisis económico respectivo para validar la viabilidad financiera del proyecto	<ol style="list-style-type: none"> 1. Entrevista de recolección de información de manipulación de equipos a los operadores de montacargas 2. Entrevista de recolección de información a jefes de distribución
Comparar la eficiencia energética entre un montacargas de combustión y un montacargas de batería de litio.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar un comparativo de consumos energéticos de los equipos actuales Vs equipos nuevos 	Validación de información de horas de uso de los equipos	
Generar una matriz para la evaluación de ambas tecnologías (combustión y eléctrica).	<ol style="list-style-type: none"> 1. Elaboración de una matriz para realizar una ponderación y evaluar las dos tecnologías con bases en aspectos como costos de renta, mantenimiento, emisiones, ergonomía 	Recolección de información de costos de renta, mantenimiento, emisiones, ergonomía	

Fuente: Elaboración Propia

3. MARCO REFERENCIAL

3.1 Marco Teórico

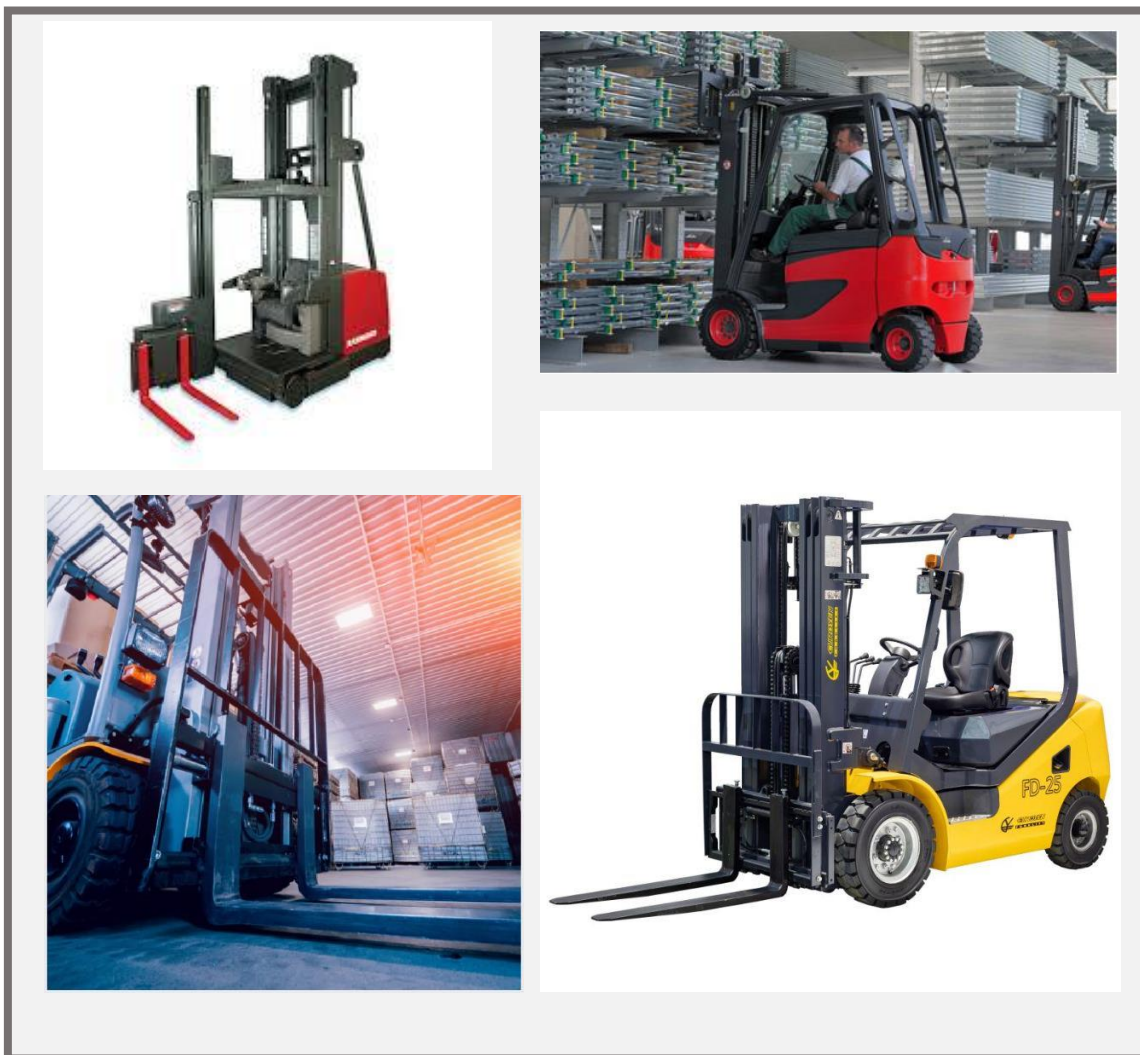
Los montacargas son utilizados para levantar y mover mercancía pesada a distintos lugares del área de operación. Son equipos que se manejan por contrapeso y el funcionamiento del mismo está diseñado por un sistema hidráulico como se menciona en la página de Finning Cat (CAT, 2022) la parte delantera se encarga de levantar y transportar el peso, tiene dos barras planas que se le conocen como horquillas que se encuentran en un soporte que lo desliza verticalmente consiguiendo un movimiento de elevación o descenso de la carga; las horquillas pueden adaptarse a las distintas medidas que tenga la mercancía desplazándose lateralmente. Adicionalmente, en la página web de Montacargas SSML se menciona lo siguiente: “La historia nos remonta a mediados del siglo XIX donde Waterman, un ingeniero inventor, creó el primer montacargas de la historia, aunque probablemente muy poco parecido a lo que conocemos hoy en día, este se había inspirado en los sistemas de poleas de las grúas” (SSML Montacargas, 2022). Años más adelante aproximadamente en 1912 continuó la evolución de estos equipos movidos por carros eléctricos y años después se dieron los primeros montacargas de carga vertical y horizontal.

Actualmente en el mercado existen distintos tipos de montacargas adaptados para las diferentes necesidades de cada industria garantizando un óptimo rendimiento en el movimiento de material pesado. Por lo cual existen en el mercado equipos con diversas características en términos de uso

de energías, entre ellos equipos de combustión y eléctricos. En la figura 5, se muestran algunos de los tipos de montacargas más usados en el mercado.

Figura 5

Imágenes de referencia de equipos montacargas



Fuente: TRONEX Soluciones de Ingeniería

En la tabla 2 se detallan algunas de las ventajas y desventajas de los equipos montacargas de combustión y eléctricos.

Tabla 2

Ventas y desventajas de equipos montacargas

	<i>Ventajas</i>	<i>Desventajas</i>
Equipos montacargas de combustión	<ul style="list-style-type: none"> • Baja inversión • Cambios rápidos de combustible • Larga vida útil del equipo 	<ul style="list-style-type: none"> • Importantes emisiones de CO2 • Alto ruido a su ejecución
Equipos montacargas eléctricos	<ul style="list-style-type: none"> • Bajos niveles de ruido • Bajos niveles de emisiones de gases contaminantes • Distintas formas de cargar baterías que se ajustan a las operaciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Alto costo de inversión • Tiempos largos de recarga • Alto costo de cambio de baterías si se da por desgaste prematuro

Fuente: Elaboración Propia

- Equipos eléctricos de batería de litio

Este tipo de equipos está cobrando relevancia en la industria de montacargas, tal y como lo describe Tronex Soluciones de Ingeniería puesto que cuentan con una “Tecnología que revoluciona la

industria y que ofrece la mejor solución para operaciones de dos y tres turnos de trabajo con cargas de oportunidad” (Ingeniería, 2022)

A continuación, se mencionan las principales ventajas sobre el uso de montacargas eléctricos con baterías de litio:

- a) Mayor autonomía de los equipos y ciclos más largos de trabajo
- b) Almacenamiento de energía eficiente
- c) No se requieren estaciones de carga
- d) Aumentan los niveles de productividad de los centros de operaciones
- e) Tiempos de carga más cortos
- f) Menos contaminante

3.2 Marco Conceptual

GLP: “(Gas licuado de Petróleo) es un combustible que proviene de la mezcla de dos hidrocarburos principales: el propano y butano y otros en menor proporción. Es obtenido de la refinación del crudo del petróleo o del proceso de separación del crudo o gas natural en los pozos de extracción.” (GASNOVA, 2022)

DIOXIDO DE CARBONO (CO₂): “Es el principal gas de efecto invernadero que se emite a raíz de las actividades del ser humano. Las actividades del ser humano están alterando el ciclo del carbono: tanto porque suman más CO₂ a la atmósfera como influenciando la capacidad de los

disipadores naturales (como los bosques) para eliminar el CO₂ de la atmósfera e influyendo sobre la capacidad de las tierras para almacenar carbono” (EPA, 2022)

3.3 Marco Legal

Dentro de la normatividad para la óptima operación de los equipos, se establecen requisitos para la capacitación y certificación de los operadores de montacargas y de esta manera mitigar riesgos y establecer controles que puedan reducir los accidentes laborales provocados por la manipulación de los mismos.

Normas Aplicables:

OSHA STANDARD 29 CFR 1926.178: “Norma internacional de la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional – OSHA”, (OSHA, 2022)

ANSI/ASME B56: “Norma internacional del American National Standards Institute que es un estándar de seguridad para vehículos industriales motorizados”. (ANSI, 2020)

LEY 1715 DE 2014: Ley del Congreso de la República de Colombia “Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional” (PÚBLICA, s.f.)

4. DESARROLLO DEL PROYECTO

Desde hace seis años Corona cuenta con una flota de equipos montacargas alquilados por diferentes proveedores, la decisión se tomó para minimizar costos ocultos en el manejo de equipos y para garantizar el manejo eficiente de la operación de estos. Actualmente la compañía tiene un modelo de servicio en el cual contrata los equipos con un número de horas de operación estipuladas y cobros por hora adicionales, en este modelo el proveedor garantiza la operación en un mínimo del 95% de disponibilidad de equipos, equipo de standby, mantenimientos preventivos, mantenimientos correctivos por desgaste natural y técnicos especializados dispuestos para garantizar la operatividad de los equipos.

El proceso de migración representa una mejora en eficiencias de proceso teniendo en cuenta que las distancias en la planta son grandes y que el punto de tanqueo de los equipos actuales se encuentra retirado de las operaciones; en ese sentido la migración genero entre otros los siguientes beneficios.

- Disminución de la contaminación auditiva teniendo en cuenta que los motores eléctricos son silenciosos.
- Eliminación de ciclos de carga, los equipos eléctricos requieren dos horas de carga para garantizar como mínimo un turno completo de trabajo (la autonomía puede llegar a ser de un turno y medio).
- Los equipos usan una batería de litio que permite cargas fraccionadas lo cual facilita los ciclos de carga y maximiza los tiempos de trabajo.

- Eliminación de tiempos en cambio de envases de GLP y deja pruebas hidrostáticas y desplazamientos a tanque estacionario.
- Los equipos cuentan con un cargador con pantalla digital que informa el requerimiento de energía y el nivel de carga exacto de la batería, lo cual facilita la trazabilidad al consumo energético.

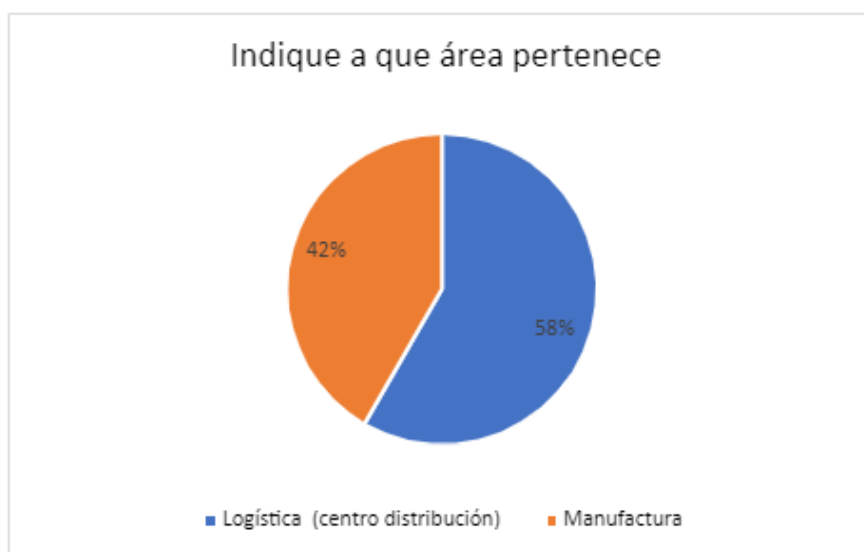
Análisis de recolección de información

Para este proyecto se desarrollaron 16 entrevistas a personal administrativo y operativo de la operación lo cual permitió realizar un análisis detallado para el análisis y definición de las eficiencias generadas por el cambio de tecnología. En las siguientes graficas se detalla el resultado de la investigación.

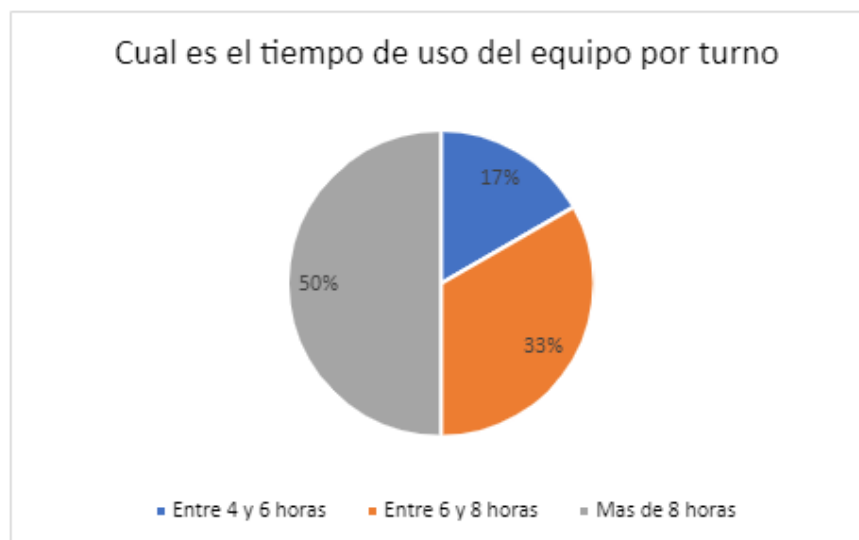
- Resultados de las entrevistas a personal operativo

Figura 6

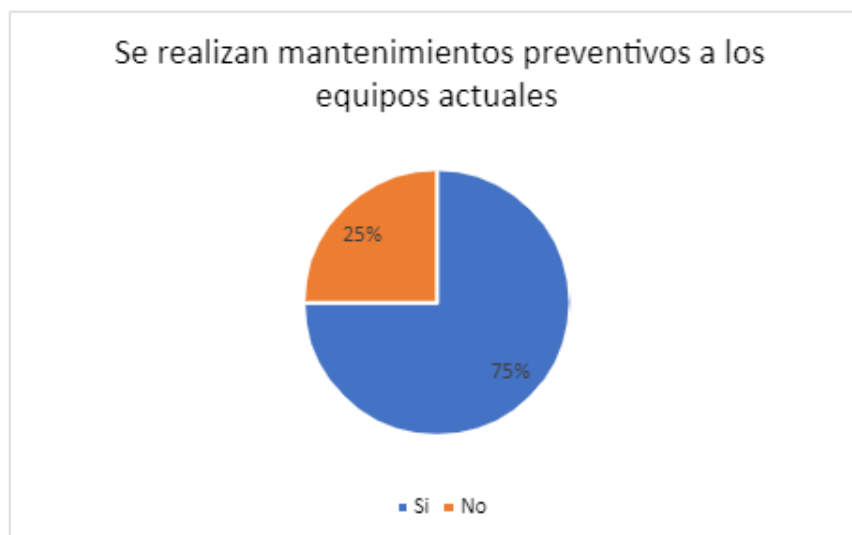
Tabulación entrevistas



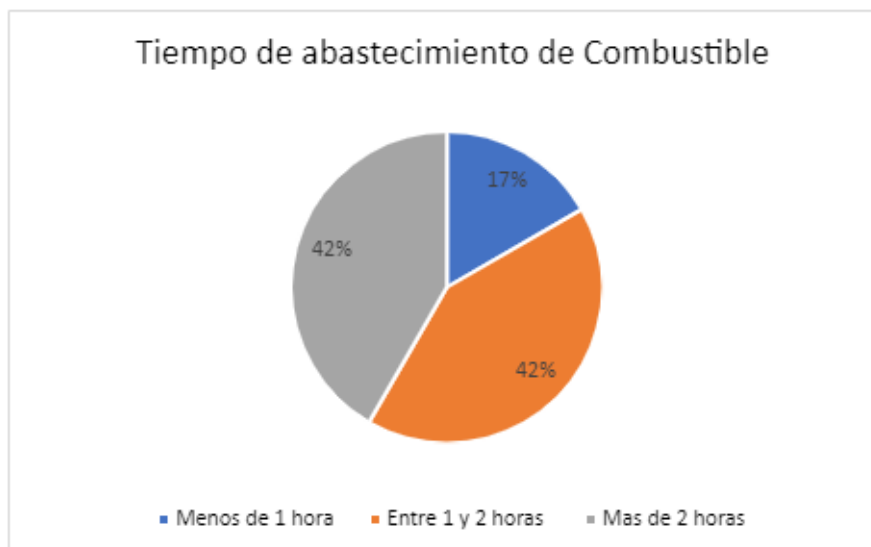
Fuente: Propia

Figura 7*Tabulación entrevistas*

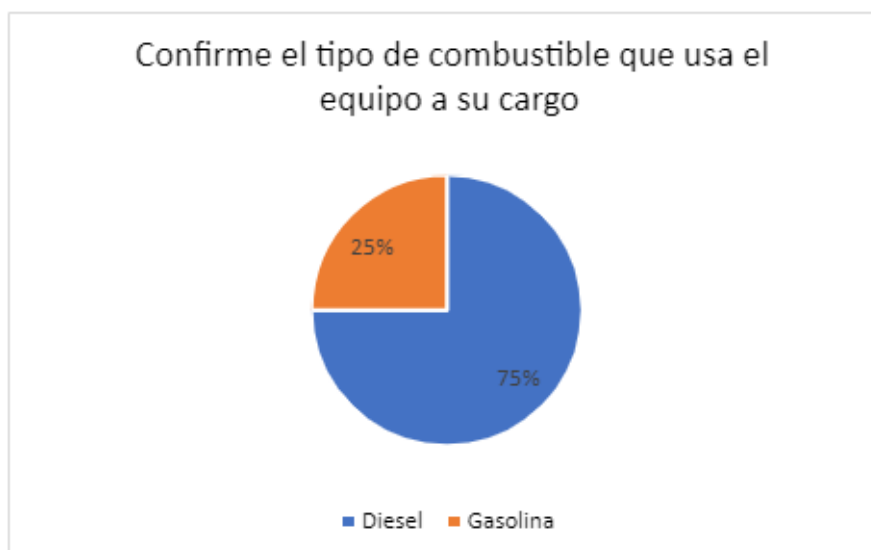
Fuente: Propia

Figura 8*Tabulación entrevistas*

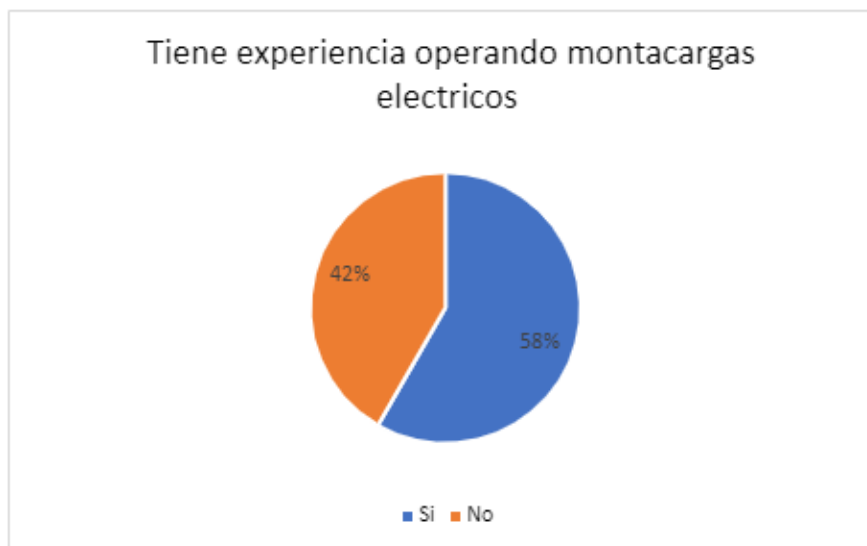
Fuente: Propia

Figura 9*Tabulación entrevistas*

Fuente: Propia

Figura 10*Tabulación entrevistas*

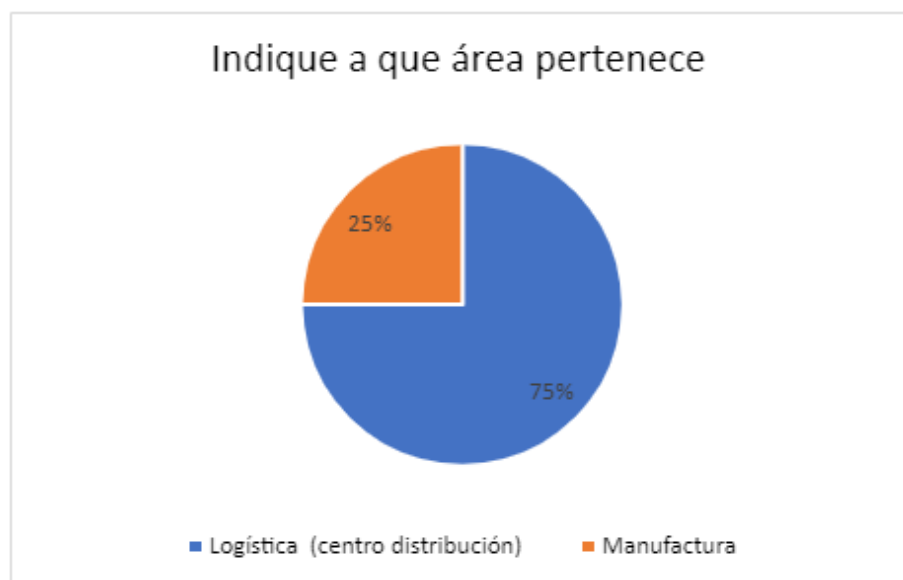
Fuente: Propia

Figura 11*Tabulación entrevistas*

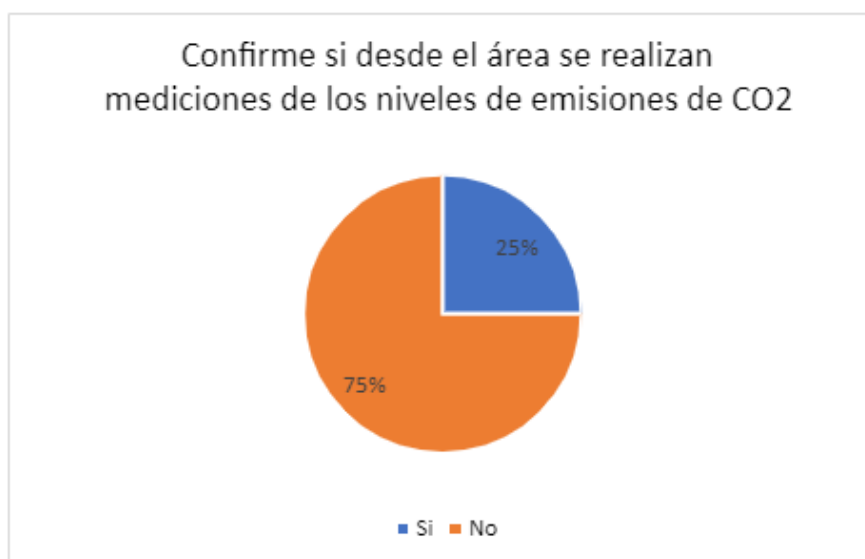
Fuente: Propia

Con base en los resultados obtenidos en las entrevistas realizadas al personal operativo se observa que el cambio de tecnología trae muchas ventajas para la operación teniendo en cuenta que se disminuiría el tiempo de recarga de los equipos y teniendo en consideración que la operación requiere los equipos de más de 8 horas; adicionalmente, en la actualidad el abastecimiento de combustible gasta más de una hora en el 59% de los casos. Así mismo, el proceso de transición puede ser mucho más eficiente puesto que el 58% de los operarios entrevistados conoce y puede manejar equipos eléctricos lo que facilitaría la curva de aprendizaje y la estabilización del proceso con la nueva tecnología.

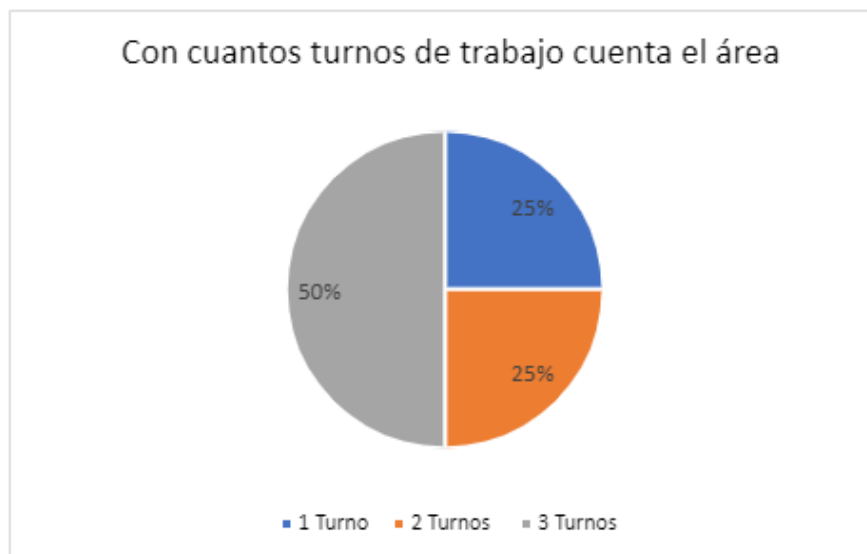
- Resultados de las entrevistas a personal administrativo

Figura 12*Tabulación entrevistas*

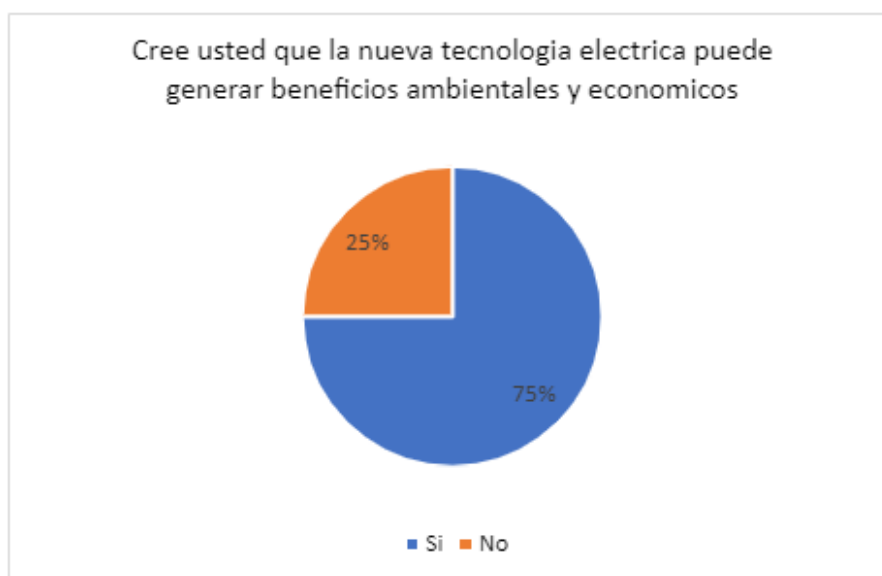
Fuente: Propia

Figura 13*Tabulación entrevistas*

Fuente: Propia

Figura 14*Tabulación entrevistas*

Fuente: Propia

Figura 15*Tabulación entrevistas*

Fuente: Propia

Para Corona y el área ambiental de la organización este tipo de proyectos acompaña la estrategia de sostenibilidad corporativa. Actualmente, se realizan mediciones para garantizar que se tiene controlado el nivel de emisiones CO₂ y tal como lo muestran los resultados de las entrevistas realizadas para el desarrollo de este proyecto el 75% del personal administrativo está informado y reconoce la importancia de estas mediciones dentro de las áreas de logística y manufactura. Adicionalmente, como se ha mencionado anteriormente este proyecto contribuye al mejoramiento de la productividad en la operación de los montacargas teniendo como base la disminución de los tiempos de recarga e inactividad de los equipos.

A continuación, presentamos en la tabla 3 un cuadro comparativo en el cual se documentan los beneficios obtenidos por el cambio de tecnología.

Tabla 3

Comparativo de impactos

Descripción	Combustión actual	Eléctrico
Operación montacargas hora/día	8	8
Operación montacargas mes	25	25
Días trabajados por año	300	300
Operación anual en horas	2160	2160
Consumo de combustible / hora Gal	1,6	
Consumo de energía kw/hora	0	10,87
Consumo combustible /año galones	4600	0
Consumo de energía / día Kw	0	18,3
Consumo GLP (Gal/mes) - 1 montacargas	320	0
Costo GLP (\$GAL)	\$ 6.463	
Costo energía (\$/Kw)		400
Total costo combustible mes - 1 montacargas	\$ 2.068.160	\$ 183.000
Costo alquiler montacargas	\$ 2.750.000	\$ 4.650.795
TOTAL COSTO DE OPERACIÓN MENSUAL POR EQUIPO	\$ 4.818.160	\$ 4.833.795
Inversión	\$ 15.635	

Fuente: Cotización de equipos montacargas AM&M

En la tabla 4 se evidencia los costos de operación mensual por la migración de equipos.

Tabla 4

Costos totales de implementación

Cantidad de equipos	Equipos de combustión		Equipos eléctricos		Inversión total
	Valor unitario	Valor total	Valor unitario	Valor total	
24	\$ 4.818.160	\$ 115.635.840	\$ 4.833.795	\$ 116.011.080	\$ 375.240

Fuente: Elaboración propia

Análisis comparativo de montacargas de combustión y eléctrico

La vida útil de los montacargas puede verse afectada por diferentes factores como las condiciones de operación y estados de las instalaciones donde van a ser operados; igualmente, las rutinas de mantenimiento preventivo juegan un papel fundamental para garantizar mayor tiempo de vida útil de los equipos. Se estima que los equipos eléctricos tienen una vida que puede ser de hasta 12.000 horas para los equipos eléctricos y en el caso de los equipos de combustión puede llegar a 10.000 horas. Con respecto a las eficiencias energéticas según el artículo de (Vargas, 2022) un montacargas de batería de Litio trabajando a 3 turnos de 8 horas emite aproximadamente 7 toneladas métricas menos de CO₂ a la atmósfera que un montacarga de combustión.

Como palanca para garantizar la eficiencia en costos Corona ha definido utilizar el modelo de renta de equipos. En este modelo la compañía presenta eficiencias económicas teniendo en cuenta que

el proveedor seleccionado para la prestación del servicio garantiza la disponibilidad de los equipos y se establece un ANS del 95% para las operaciones y un equipo de standby por cada 10 equipos en operación. En la tabla 5 se detalla las actividades a cargo del proveedor.

Tabla 5

Actividades a cargo del proveedor de montacargas

Causa	Subcausa	Cobro	No Cobro
Daños por mala operación (Uso del operario)	Golpes	X	
	Choques		
	Sobrecargar el equipo		
	Empujar otros equipos		
	Utilizar el equipo en actividades para las cuales no está diseñado		
Daños por condiciones locativas del cliente	Mal estado de los pisos	X	
	Anchos de pasillos que no cumplen		
	Mala iluminación Obstáculos		
Daños por no permitir realizar mantenimientos preventivos		X	
Desgaste natural			X
Mantenimientos preventivos			X
Daños por una mala reparación			X

Fuente: Elaboración propia

Tal como lo describe el trabajo de grado (Morán, 2015). Para evaluar las eficiencias y consumos energéticos se presentan un resumen de los costos generados en cada una de las tecnologías:

Tabla 6

Costos de operación

COMBUSTIBLE / ENERGÍA	C. I.	Eléctrico
Costo del combustible Galón / Kwh [\$]:	1,48	0,07
Tanques / Baterías por turno:	1,00	1,00
Galones tanque / Kwh batería:	8,00	32,00
Turnos por día:	2,00	2,00
Combustible por día (galones / Kwh):	16,00	64,00
Días por año:	300,00	300,00
Costo anual del combustible/energía [\$]:	7104,00	1344,00

Fuente: Trabajo de grado análisis comparativo de costos

Para evaluar los impactos y validar la mejor opción se consolidó la información en la tabla 7 donde se observa que la mejor opción resultan ser los montacargas eléctricos teniendo en cuenta que generan ahorros y disminución de costos operativos por los tiempos de carga y autonomía de los equipos, que para el caso de los montacargas eléctricos pueden ser hasta 2 turnos de 8 horas.

Tabla 7

Matriz de decisión

	Ponderación	Calificación		Calificación Ponderada	
		Combustión	Electrico	Combustión	Electrico
Valor de Renta	40%	2	1	0,8	0,4
Vida util	20%	1	4	0,4	1,6
Frecuencia del Matenimiento	10%	2	4	0,8	1,6
Emisiones	20%	1	4	0,4	1,6
Ruido	10%	1	3	0,4	1,2
Total	100%			3	6

Calificación de 1- 5 siendo 1 menos favorable y 5 más favorable

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

- Teniendo en cuenta las ventajas y desventajas que trae la migración de tecnología se observa que los montacargas eléctricos resultan ser más “uso-eficientes” en términos de autonomía, tiempos de recarga y emisiones de CO2
- Teniendo en cuenta que Corona utiliza el modelo de arrendamiento de equipos, en términos económicos la migración representa un sobre costo \$375.240 que no alcanza a ser el 1% del valor mensual que se paga con la actual flota de montacargas y que teniendo en cuenta las eficiencias generadas en términos de productividad se estima mitigar el sobre costo en el corto plazo
- En términos de disponibilidad de los equipos, se observa que la meta establecida por el proveedor del 95% es bastante factible teniendo en cuenta que los equipos eléctricos requieren una frecuencia de mantenimiento menor por la naturaleza de sus componentes y aunque el mantenimiento no es responsabilidad de Corona, la falta de disponibilidad de los equipos puede afectar la productividad de la planta.
- En términos generales se observa que el proyecto es viable en términos económicos y ambientales y contribuye a las metas de sostenibilidad de la compañía.

RECOMENDACIONES

- Con base en el análisis de la investigación es recomendable que Corona siga manejando el modelo de renta de equipos montacargas teniendo en cuenta que el modelo genera eficiencias por mantenimiento y disponibilidad de los equipos.
- Teniendo en cuenta que la migración a equipos eléctricos no representa un mayor sobrecosto para la organización es recomendable extender el modelo a las demás plantas de la compañía.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ANSI, A. N. (2 de diciembre de 2020). *ANSI B56.1-2020: Safety Standard for Low, High Lift Trucks*. Obtenido de <https://blog.ansi.org/2020/12/ansi-b56-1-2020-itsdf-safety-standard-trucks/#gref>
- CAT, F. (2022). *¿Que es un montacargas?* Obtenido de https://www.finning.com/es_BO/company/news-events/product-customer-stories/-que-es-un-montacargas-.html#:~:text=El%20montacargas%20tiene%20dos%20barras,elevaci%C3%B3n%20y%20descenso%20de%20la
- COLOMBIANO, E. (10 de marzo de 2021). *PERIODICO EL COLOMBIANO*. Obtenido de <https://www.elcolombiano.com/colombia/nuevo-plan-de-colombia-para-reducir-emisiones-de-carbono-JL14796816>
- EPA, A. d. (2022). *Emisiones de dióxido de carbono*. Obtenido de <https://espanol.epa.gov/la-energia-y-el-medioambiente/emisiones-de-dioxido-de-carbono>
- GASNOVA. (2022). *¿Qué es el GLP?* Obtenido de <https://www.gasnova.co/sobre-el-glp/que-es-el-glp/>
- IDEAM. (2022). *Emisiones de GEI per cápita*.
- Ingeniería, T. S. (2022). *Baterías de litio para montacargas eléctricos*.
- Morán, F. H. (2015). *Análisis comparativo de costos para la selección de montacargas eléctricos vs. montacargas con motores de combustión interna*.

OSHA, A. d. (2022). *El manejo seguro del montacargas*. Obtenido de

<https://www.osha.gov/sites/default/files/publications/OSHA3949SP.pdf>

PAÍS, G. (2022). *¿Como aumentar el rendimiento de la operación de montacargas?* Obtenido de

<https://gaspais.com.co/como-aumentar-el-rendimiento-de-la-operacion-de-montacargas/>

PÚBLICA, F. (s.f.). *Ley 1715 de 2014*. Obtenido de

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=57353>

SSML Montacargas. (22 de abril de 2022). Obtenido de <https://curso-montacargas.com/sabes->

[quien-fue-el-inventor-del-montacargas/](https://curso-montacargas.com/sabes-quien-fue-el-inventor-del-montacargas/)

Vargas, S. (27 de 10 de 2022). *Montacargas de cero emisiones: reduzca su huella de carbono* .

Obtenido de <https://www.manufactura-latam.com/es/noticias/montacargas-de-cero-emisiones-reduzca-su-huella-de-carbono>