



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la  
Producción**

**“Implementación de herramientas Lean Manufacturing para  
reducir los retrabajos en los equipos reacondicionados del área  
de taller de una empresa que presta el servicio de renta de  
equipos montacargas”**

**PROYECTO DE TITULACIÓN**

**Previo a la obtención del Título de:**

**MAGÍSTER EN MEJORAMIENTO DE PROCESOS**

**Presentada por:**

**María de los Ángeles Caiza Jaime**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**Año: 2023**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, a la Virgen, a mi director de proyecto, el Dr. Kleber Barcia Villacreses, a la oportunidad y apoyo de la empresa en donde laboro, a las personas que colaboraron de una u otra forma para la realización de este trabajo, y especialmente a mi hijo, familia y amigos por poner cada uno un aporte muy valioso para este proyecto.

## **DEDICATORIA**

Este proyecto realizado con esfuerzo y ahincó está dedicado a mis padres, mi hijo, familiares y todas las personas que estuvieron dentro del proceso acompañándome y dándome soporte para culminarlo.

# **TRIBUNAL DE TITULACIÓN**

---

**Kleber Barcia V, Ph.D.  
DIRECTOR DE PROYECTO**

---

**Maria Laura Retamales G., MSc.  
VOCAL**

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

“La responsabilidad del contenido de este proyecto de titulación, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

---

María de los Ángeles Caiza  
Jaime

## RESUMEN

El presente proyecto consistió en la reducción de los retrabajos que se presentaban en el proceso de reacondicionamiento de equipos para la renta en un taller, una vez entregados a los clientes, por medio de un modelo combinado entre Kaizen, algunos aspectos de la metodología DMAIC, y aplicando las herramientas de mejora continua de Lean Manufacturing.

La empresa objeto de estudio es una multinacional con una filial en Ecuador del sector comercial y de servicios, que se dedica a proveer equipos de almacenamiento y movimiento de materiales para las necesidades intralogísticas de los clientes. La línea de negocio de renta realiza el proceso de reacondicionamiento de los equipos en su área de taller en donde pasa por diferentes procesos de diagnóstico, pedido de importación de repuestos, reacondicionamiento, alistamiento y liberación antes de ser entregados.

El objetivo del proyecto es plantear mejoras para reducir del 31% al 21% los retrabajos en el proceso de reacondicionamiento de equipos para alquiler durante el primer mes de entregado al cliente a través de la implementación de herramientas de Lean Manufacturing.

Se inició con el diagnóstico de la situación inicial para visualizar cada una de las actividades dentro del área de taller con el enfoque de la herramienta Gemba Walk y la revisión del layout del área de taller. En base a los procesos observados se realizó el levantamiento del flujo en el proceso de reacondicionamiento de equipos para la renta en Taller mediante un VSM. Para el análisis de las potenciales causas se aplicó la herramienta de diagrama de causa- efecto y la herramienta 5 ¿por qué?. Posteriormente mediante una matriz de propuesta de mejoras se escogieron las acciones de mejora a realizar. Finalmente se realizó un plan de implementación de mejoras y la validación los resultados con los indicadores de porcentaje de equipos entregados con fallas mensual y promedio de días en la que los equipos que presentan fallas.

Como resultado el desarrollo de las mejoras se obtuvo una reducción del 31.21% en el tiempo del ciclo de trabajo del proceso ya que tenían un promedio total en minutos de 2707 y después de las mejoras realizadas un promedio total de 1861 minutos. El porcentaje de retrabajo en equipos entregados con fallas mensual posterior a las mejoras realizadas de los dos siguientes meses se redujo a un 19%, siendo este de un 31% previo a la implementación de este proyecto, por lo que se cumplió el objetivo requerido de reducir el 10% de los retrabajos.

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
<b>CAPÍTULO 1 .....</b>	<b>1</b>
<b>1. GENERALIDADES.....</b>	<b>1</b>
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Definición del problema .....	4
1.2.1 Herramienta 3W+2H.....	5
1.3 Objetivos .....	6
1.3.1 Objetivo general .....	6
1.3.2 Objetivos específicos.....	6
1.4 Descripción de la metodología.....	6
<b>CAPÍTULO 2 .....</b>	<b>8</b>
<b>2. METODOLOGÍA.....</b>	<b>8</b>
2.1 Diagnóstico de la situación inicial (Gemba Walk y layout del taller) .....	8
2.1.1 Revisión de los retrabajos.....	11
2.1.2 Levantamiento del proceso mediante un VSM.....	13
2.2 Análisis de las causas .....	16
2.2.1 Diagrama Ishikawa .....	16
2.2.2 Matriz de Causa-Efecto .....	17
2.2.3 Método de verificación de causas.....	19
2.2.4 Análisis de Causas con la herramienta 5 ¿Por qué?:.....	24
2.3 Matriz de Propuestas de Mejoras .....	26
2.4 Análisis de Mejoras.....	26
2.4.1 Matriz de priorización de las mejoras:.....	26
2.4.2 Análisis económico:.....	27
2.5 Plan de Implementación de Mejoras.....	30
2.6 Implementación de las Propuestas de Mejora .....	32
2.6.1 Realizar la capacitación a los técnicos de mecánica básica en equipos a combustión .....	32
2.6.2 Ampliación del taller y delimitación en el área de los procesos del reacondicionamiento de los equipos .....	36
2.6.3 Estandarización de criterios de calidad, elaboración de formatos de diagnóstico y liberación y elaboración de instructivo de reacondicionamiento .....	45
<b>CAPÍTULO 3 .....</b>	<b>50</b>
<b>3. RESULTADOS.....</b>	<b>50</b>
3.1 Indicador de porcentaje de equipos entregados con fallas mensual .....	52

3.2	Indicador de promedio de días en la que un equipo entregado presenta fallas..	53
3.3	Control visual.....	54
3.4	Impacto financiero del proyecto .....	54
<b>CAPÍTULO 4</b>	.....	<b>56</b>
<b>4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	.....	<b>56</b>
4.1	Conclusiones.....	56
4.2	Recomendaciones.....	57

## **BIBLIOGRAFÍA**

## **ANEXOS**

## ABREVIATURAS

AV	Actividades que agregan valor
DMAIC	Definir, medir, analizar, mejorar, controlar
LTR	Servicio de renta largas
NAV	Actividades que no agregan valor
NAVN	Actividades que no agregan valor, pero son necesarias
SIPOC	Suppliers, Input, Process, Output, Customers
STR	Servicio de rentas cortas
VSM	Mapa de flujo de valor
SEM	Semana

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Metas cumplidas versus meta por cumplir de las líneas de negocio de la empresa del año 2022 .....	1
Figura 1.2 Sipoc- Proceso de reacondicionamiento de equipos para alquiler .....	3
Figura 1.3 Plano del área de taller de equipos rentados .....	3
Figura 1.4 Costo de inoperatividad de equipos alquilados por mes del año 2022 .....	4
Figura 1.5 Flujo del modelo metodológico del proyecto .....	7
Figura 2.1 Organigrama del área de Taller .....	9
Figura 2.2 Equipos entregados con fallas de enero a junio 2022 .....	12
Figura 2.3 Promedio de días de fallo desde la entrega de enero a junio 2022 .....	12
Figura 2.4 Pareto por tipo de fallas de enero a junio 2022 .....	13
Figura 2.5 VSM reacondicionamientos de equipos para la renta junio-2022 .....	15
Figura 2.6 Diagrama Ishikawa .....	17
Figura 2.7 Cronograma de capacitación técnica-2022 .....	20
Figura 2.8 Layout del área total de rental.....	21
Figura 2.9 Gráfica de caja de año de vida útil 0 a 5 de los equipos con fallos en el reacondicionamiento.....	22
Figura 2.10 Mapa de Procesos definidos en el sistema de gestión ISO9001:2015 .....	24
Figura 2.11 Matriz de priorización de las mejoras.....	27
Figura 2.12 Cronograma de capacitación técnica 2022 .....	32
Figura 2.13 Plano de flujo de proceso de Tailandia .....	36
Figura 2.14 Plano de diseño de la ampliación del área de taller .....	38
Figura 2.15 Plano del diseño de área de la cabina de pintura -bodega 10 .....	39
Figura 2.16 Plano de diseño de la ampliación del área de taller .....	39
Figura 2.17 Organigrama reestructurado con ampliación del taller .....	40
Figura 2.18 Bodega 10-11 con ampliación ejecutada.....	43
Figura 2.19 Área de lavado.....	43
Figura 2.20 Cabina de Pintura .....	44
Figura 2.21 Máquina de prensado de manguera.....	44
Figura 2.22 Máquina de prensado de ruedas.....	44
Figura 2.23 Check list de diagnóstico .....	47
Figura 2.24 Check list de reacondicionamiento y calidad .....	48
Figura 2.25 Distribución de actividades .....	48
Figura 2.26 Tablero planificador de la producción.....	49
Figura 3.1 VSM futuro reacondicionamientos de equipos para la renta junio-2022 .....	51
Figura 3.2 Control visual mensual.....	54

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Número de atenciones en los diferentes procesos de taller a los equipos de enero a junio-2022.....	2
Tabla 2: Porcentaje de retrabajos de equipos entregados en menos de 1 mes en el año 2022 .....	5
Tabla 3: Identificación del problema.....	5
Tabla 4: Clasificación de los cargos de los técnicos .....	10
Tabla 5: Comparación de Ecuador versus unidades de negocios de América Latina en la designación de espacios en el área del taller.....	11
Tabla 6: Escala de tiempos en minutos del VSM junio-2022.....	15
Tabla 7: Matriz de causa y efecto .....	18
Tabla 8: Método de verificación de causas potenciales .....	19
Tabla 9: Porcentaje de flota por tipo de equipo.....	20
Tabla 10: Etapas de un reacondicionamiento definido por casa matriz.....	23
Tabla 11: Análisis de causas 5 ¿Por qué?.....	25
Tabla 12: Matriz de Propuestas de Mejora.....	26
Tabla 13: Flujo de caja de inversión de mejoras 1 y 3.....	28
Tabla 14: Flujo de caja de inversión de ampliación del taller.....	29
Tabla 15: Rendimiento financiero de inversión de la ampliación de taller.....	30
Tabla 16: Plan de implementación de mejoras.....	31
Tabla 17: Cursos para homologación de conocimientos del área de taller con casa matriz .....	33
Tabla 18: Ejemplos de posibles causas de fallo.....	35
Tabla 19: Planificación de ampliación del área de taller.....	42
Tabla 20: Tiempos promedios de reacondicionamiento por modelo de equipo .....	46
Tabla 21: Reducción de tiempos promedios de reacondicionamiento después de la mejora .....	50
Tabla 22: Comparativo de porcentaje de eficiencia.....	52
Tabla 23: Porcentaje de retrabajos del mes de noviembre y diciembre del año 2022 .....	52
Tabla 24: Promedio de días en la que un equipo entregado presenta fallas del mes de noviembre y diciembre del año 2022 .....	53
Tabla 25: Rendimiento financiero de inversión total del proyecto.....	54
Tabla 26: Flujo de caja de inversión del proyecto .....	55

# CAPÍTULO 1

## 1. GENERALIDADES

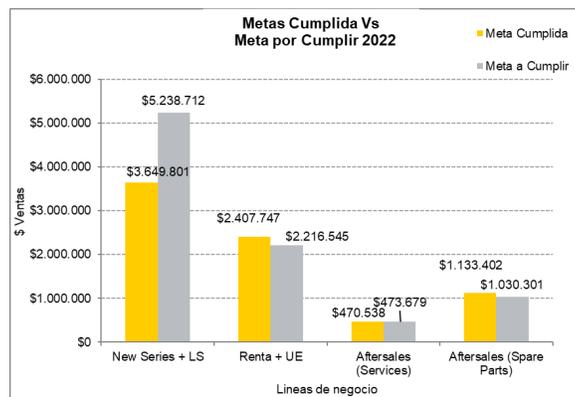
### 1.1 Antecedentes

La empresa multinacional de este estudio cuenta con una filial en Ecuador que se encuentra presente desde hace 20 años, la cual está enfocada en proveer soluciones en todas las áreas intralogísticas en las industrias. La empresa en estudio provee equipos de almacenamiento y movimiento de materiales, para satisfacer las necesidades intralogísticas de sus clientes. La empresa tiene cuatro líneas de negocio que son:

- New Series (Venta de equipos montacargas)
- Renta (alquiler de equipos montacargas)
- After-Sales (Servicio de Mantenimiento)
- After-Sales (Repuestos)

La línea de negocio renta es la segunda línea más importante dentro de la empresa que tiene como misión entregar equipos confiables a sus clientes en servicio de renta largas (LTR) o servicio de rentas cortas (STR), entregando de manera continua la mejor experiencia en sus requerimientos de intralogísticas con equipos nuevos o usados - reacondicionados ideales para la operación del negocio del cliente.

Anualmente la empresa establece las metas de cada año a sus 4 líneas de negocio en base a su facturación del año anterior y al porcentaje de inflación país como lo demuestra la



**Figura 1.1 Metas cumplidas versus meta por cumplir de las líneas de negocio de la empresa del año 2022**

Fuente: Empresa en estudio

La empresa cuenta con un área de taller en donde se receptan los equipos nuevos o usados de importación que son adquiridos desde la casa matriz o de diferentes unidades de negocio en donde se encuentre la representación de la marca. También se recepta equipos usados por devolución de un cliente por término del plazo de la renta o por reparación de este.

Tal como se demuestra en la tabla 1, el número de técnicos que conformaron el equipo de taller, hasta el mes de junio-2022, fue de seis técnicos, en donde realizan diferentes procesos como:

- Reacondicionamientos
- Reacondicionamientos Simples
- Mantenimientos
- Diagnósticos
- Alistamientos
- Chatarrización

**Tabla 1**  
**Número de atenciones en los diferentes procesos de taller a los equipos de enero a junio-2022**

Mes	Cantidad de Técnicos Gye	Reacondicionados	Reacondicionamiento Simple	Mantenimiento	Diagnóstico	Alistamiento	Chatarrizado
Enero	7,0	4	5	3	4	13	4
Febrero	7,0	9	3	2	17	23	0
Marzo	6,0	8	7	5	14	20	1
Abril	6,0	9	3	2	3	32	1
Mayo	6,0	10	3	3	4	15	5
Junio	6,0	6	9	1	22	17	2
<b>Total</b>	<b>6,3</b>	<b>46</b>	<b>30</b>	<b>16</b>	<b>64</b>	<b>120</b>	<b>13</b>

Fuente: Elaboración propia

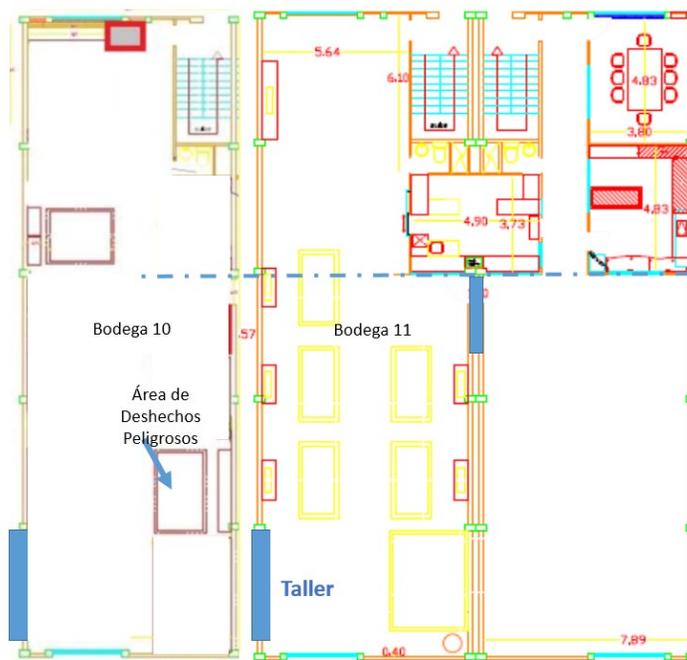
Los equipos usados pueden llegar al taller por 2 vías: de importación o por una devolución y/o cambio de equipo del cliente en una renta LTR y STR. Los equipos pasan por los procesos de diagnóstico, pedido de importación de repuestos, reacondicionamiento alistamiento y liberación antes de ser entregados, por lo que se elaboró un SIPOC para detallar lo antes mencionado como lo demuestra la figura 1.2.

SIPOC : Proceso de reacondicionamiento de equipos para alquiler				
Supplier	Input	Process	Output	Customer
Proveedor del exterior o cliente (devolución)	Equipo	Diagnóstico	Equipo diagnosticado	Técnico de Taller
Área de Repuestos	Importación de repuestos	Pedido de importación	Ordenes de venta para retiro de repuestos en almacén	Almacén
Almacén	Repuestos para el equipo por reacondicionar	Reacondicionamiento	Equipo reacondicionado	Técnico de Taller
Área Comercial	Solicitud de alistamiento con especificaciones del cliente	Alistamiento	Equipo alistado para la renta	Técnico de Taller
Técnico de Taller	Equipo alistado	Liberación	Equipo liberado	Cliente

**Figura 1.2 SIPOC- Proceso de reacondicionamiento de equipos para alquiler**

Fuente: Elaboración propia

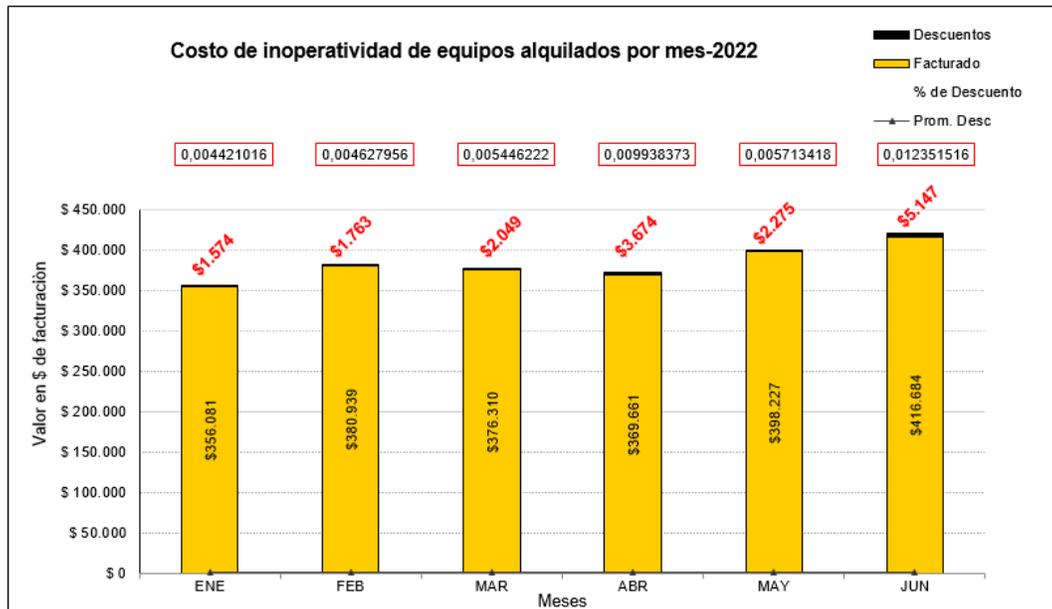
La bodega del área de taller tiene una distribución con cinco bahías de trabajo en donde se ubican los equipos en la misma bahía para todo su proceso de reacondicionamiento, por lo que no sigue un flujo continuo ya que los equipos se encuentran estacionarios hasta el final del proceso como se puede evidenciar en la figura 1.3.



**Figura 1.3 Plano del área de taller de equipos rentados**

Fuente: Empresa en estudio

En el primer semestre del año 2022, en el proceso de alquiler de montacargas que se realiza al cliente, se ha encontrado aumento en los retrabajos en un total del 31% sobre el total de los equipos entregados durante ese periodo. Además, se ha encontrado parás de operatividad en el cliente que genera descuentos en la facturación, dicho descuento se lo cuantifica del precio total mensual de la renta pactado dividido para los días inoperativos y posteriormente se resta el valor diario a la facturación. Los costos de inoperatividad han ido en aumento desde el mes de enero a junio del año 2022 tal como se representa en la figura 1.4.



**Figura 1.4 Costo de inoperatividad de equipos alquilados por mes del año 2022**

Fuente: Empresa en estudio

## 1.2 Definición del problema

Existen retrabajos en los equipos de alquiler con menos de un mes de haber sido entregados a los clientes, desde el mes de enero a junio 2022, con un porcentaje del 31% de retrabajo sobre el total de los equipos entregados durante ese periodo y con un promedio de 5.96 días en el que los equipos presentan fallos, los cuales han sido reportados en el informe de mantenimientos correctivos. La empresa espera que el retrabajo no sea mayor a 21%, y los días promedio de fallo en un equipo sean mayores a 9 días.

Los montacargas que presentan fallas en el funcionamiento generalmente pueden ser en el sistema hidráulico, sistema mecánico, sistema eléctrico, otros, generando parás de operatividad en el cliente, pérdida de tiempo de la operación del cliente, costos de mano de obra por el servicio que realiza el técnico que son innecesarios y costos de movilización del técnico hasta la ubicación del cliente que son cargados directamente al gasto de la compañía.

**Tabla 2**  
**Porcentaje de retrabajos de equipos entregados en menos de 1 mes en el año 2022**

Periodo	Equipos entregados	Equipos con fallas en menos de 1 mes	Porcentaje de Retrabajos	Promedio de días del fallo desde la entrega
Enero	20	7	35%	11
Febrero	9	3	33%	10,33
Marzo	8	2	25%	0,5
Abril	9	4	44%	8,25
Mayo	10	2	20%	2
Junio	11	3	27%	3,66
<b>Total</b>	<b>66</b>	<b>21</b>	<b>31%</b>	<b>5,96</b>

Fuente: Elaboración propia

En base a la tabla 2, el Gerente General y el Gerente de Rental visualizan que en el mes de mayo alcanzaron un 20% de retrabajos en equipos entregados en menos de un mes, por lo que definen como meta, la reducción del 10% al porcentaje promedio de retrabajos reflejado de enero a junio del año 2022.

### 1.2.1 Herramienta 3W+2H

Por medio de la herramienta de 3W +2H se idéntico el problema el cual se detalla en la siguiente tabla 3.

**Tabla 3**  
**Identificación del problema**

Descripción del problema	
<b>Que ocurre:</b>	Existen retrabajos en los equipos de alquiler entregados a los clientes
<b>Cuando ocurre:</b>	Enero a junio del año 2022
<b>Donde ocurre:</b>	En los equipos reacondicionados que son entregados a los clientes para la renta.
<b>Que tanto:</b>	El 31% de retrabajos y el 5,96 promedio de días de fallo desde la entrega del equipo
<b>¿Como lo sé?:</b>	La empresa espera que el retrabajo sea menor a 21%, y los días promedio de fallo en un equipo sean mayores a 9 días.

Fuente: Elaboración propia

## 1.3 Objetivos

### 1.3.1 Objetivo general

Reducir del 31% al 21% los retrabajos en el proceso de reacondicionamiento de equipos para alquiler durante el primer mes de entregado al cliente a través de la implementación de herramientas de Lean Manufacturing.

### 1.3.2 Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico de la situación actual de cuantos retrabajos al mes existen durante el periodo del año 2022 con la información del reporte de servicio en el cliente.
- Realizar un flujo del recorrido del proceso de reacondicionamiento de los equipos del área de taller mediante un mapa de flujo de valor (VSM).
- Implementar las herramientas escogidas de Lean Manufacturing reduciendo los retrabajos en los equipos reacondicionados entregados al cliente.
- Evaluar los resultados a través de los indicadores estableciendo un control para el seguimiento de estos.

## 1.4 Descripción de la metodología

Para lograr el objetivo establecido de reducir el porcentaje de retrabajos, se plantea utilizar un modelo combinado entre Kaizen y algunos aspectos de la metodología DMAIC aplicando las herramientas de mejora continua de Lean Manufacturing de la siguiente manera:

a) Realizar un diagnóstico de la situación actual con el informe de retrabajos del mes de enero hasta junio 2022 especificando los fallos de los equipos y generar los indicadores de porcentaje de equipos entregados con fallas mensual y promedio de días en la que los equipos presentan fallas, en base a las siguientes formulas:

$$1. - \text{Porcentaje de equipos entregados con fallas mensual} \\ = \frac{\text{número total de entregas}}{\text{número de equipos con fallas}} \times 10$$

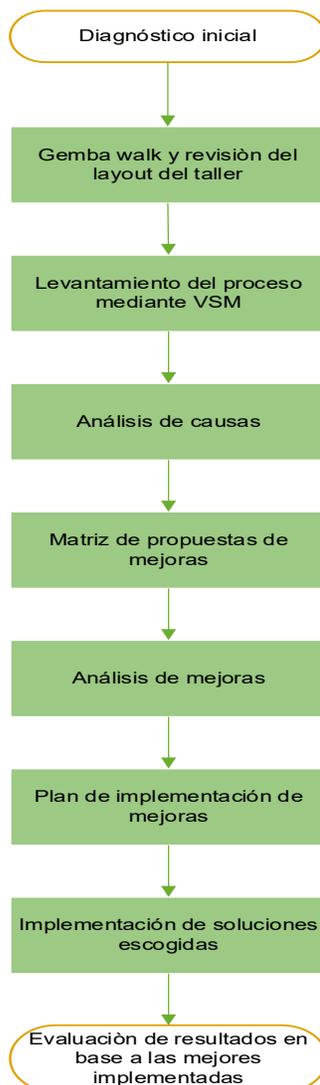
2.- Promedio de días en la que un equipo entregado presenta fallas.

b) Para tener un enfoque más claro de los procesos dentro de este proyecto se realiza un Gemba Walk de las actividades que intervienen en el diagnóstico, reacondicionamiento y liberación de los equipos antes de ser entregados por el área de taller. Adicional se desea revisar el layout del taller para entender el flujo del proceso (Branislav Mičičeta1, 2021).

c) En base a los procesos observados. se realiza el levantamiento del flujo del proceso de reacondicionamiento de equipos para la renta en Taller, que incluye el diagnostico, reacondicionamiento y liberación del equipo mediante un VSM.

d) Para implementar las mejoras se escogen algunas de las herramientas Lean Manufacturing como un análisis de las potenciales causas aplicando el diagrama de causa-efecto para encontrar la causa raíz del problema, herramienta 5 ¿por qué?, y mediante una matriz de propuesta de mejoras se escogen las acciones de mejora a realizar. Finalmente se diseña un plan de implementación de mejoras y se valida los resultados con los indicadores de porcentaje de equipos entregados con fallas mensual y promedio de días en la que los equipos presentan fallas.

En la figura 1.5 se detalla el flujo del modelo metodológico y los pasos a realizar en este proyecto.



**Figura 1.5 Flujo del modelo metodológico del proyecto**

Fuente: Elaboración propia

## CAPÍTULO 2

### 2. METODOLOGÍA

La metodología de este proyecto está basada en la aplicación de herramientas de mejora continua de Lean Manufacturing combinada entre Kaizen y algunos aspectos de la metodología DMAIC.

#### 2.1 Diagnóstico de la situación inicial (Gemba Walk y layout del taller)

Inicialmente se realizó el diagnóstico de la situación inicial con el apoyo del equipo del área de rental, el cual estaba conformado por el Gerente de Taller, Supervisor Taller y 6 técnicos del área de Taller, fue de vital apoyo la participación del equipo de trabajo para visualizar cada una de las actividades dentro del área de taller con el enfoque de la herramienta Gemba Walk. Se tomó como referencia de un artículo de European Research Studies Journal Branislav y Mičieta (2021) que determinan al Gemba Walk, como un plan visual teniendo como objetivo crear una relación con los empleados para ganar un sentido de confianza través de la interacción directa (Branislav Mičieta1, 2021).

Según Cordova (2021) la definición de Gemba es la siguiente:

**El término es el puesto de trabajo físico donde se produce la acción, va relacionado mucho con muda, ya que hace falta realizar el Gemba para identificar la muda, y por lo tanto da paso al Gemba Walk, que es la acción de ir a ver cómo se está desarrollando el proceso actual que se va a mejorar, entenderlo, hacer preguntas y aprenderlo.**

El organigrama del área de taller está conformada por la estructura mostrada en la figura 2.1.



**Figura 2.1 Organigrama del área de Taller**

Fuente: Elaboración propia

La descripción de las funciones de cada uno dentro del área de taller en el proceso de reacondicionamiento son las siguientes:

**Gerente rental:** Se encarga de la aprobación del presupuesto que se invierte en los repuestos de los equipos que se van a reacondicionar y de la aprobación de los equipos que van al proceso de chatarrización.

**Asistente de rental:** Se encarga de gestionar la facturación de los equipos rentados del cliente, del registro y revisión de los días inoperativos del equipo rentado para realizar los descuentos de esos días en la facturación del cliente.

**Supervisor Taller:** Se encarga de la definición de los equipos que van a ser reacondicionados o chatarrizados. También realiza la planificación semanal de los equipos que pasan por el proceso de reacondicionamiento.

**Asistente de taller:** Se encarga del pedido de repuestos de importación al área de repuestos. Envía la solicitud de repuestos al área de almacén para que los técnicos puedan retirar los repuestos del equipo que se va a reacondicionar.

**Técnicos:** Se encargan de la recepción de los equipos sean por importación o sean por devolución de un cliente para posteriormente realizar el proceso de diagnóstico, pedido de repuestos de importación, reacondicionamiento, alistamiento, liberación y finaliza con la entrega del equipo. En base a la tabla 4 se describe la clasificación de los técnicos por cargo.

**Tabla 4**  
**Clasificación de los cargos de los técnicos**

<b>Cargo</b>	<b>Descripción de los técnicos</b>	<b>Cantidad de equipos</b>	<b>Cantidad de técnicos</b>
Técnicos eléctricos	Técnicos especializados en equipos eléctricos (3 especialistas en Tarjetas electrónicas) y (1) especialistas en Motores eléctricos.	340 unidades	4
Técnicos a combustión	Técnicos especializados en equipos a Combustión. (1)	92 unidades	1
Técnico Baterías y otros	Técnico especializado en baterías y cargadores (Post, Renta LTR y STR), elaboración de mangueras, despresado y presado de ruedas.	29 baterías y cargadores mes.	1
<b>Total</b>			6

Fuente: Elaboración propia

El Supervisor taller y los técnicos realizaron la identificación del diseño que tenía la bodega del área de taller mediante la herramienta de Gemba Walk en el cual se visualizó que el área de taller tiene una distribución con cinco bahías de trabajo en donde se ubican los equipos para su proceso de reacondicionamiento. En una sola bahía de trabajo se procedía a realizar todos los procesos como se mostró en la figura 1.3 del plano del área de taller de equipos para la renta.

Como resultado del análisis de la situación actual y del Gemba Walk se identificó las actividades complementarias de cada paso del proceso de reacondicionamiento de equipos para la renta en taller. En la actividad del reacondicionamiento el Supervisor taller indicó que la actividad de pintura se realizaba con un proveedor externo en sus propias instalaciones en caso de ser aprobado por el Gerente de rental. A continuación, se describen de la siguiente manera:

**Diagnóstico:** recibe el equipo con un diagnóstico previo, repuestos arribados, y trabajos metálicos, mecánicos, eléctricos, establecidos.

**Reacondicionamiento:** se conforma de las siguientes actividades:

- Desmontaje: desmontan las partes y piezas a ser intervenidas y las que no.
- Lavado: lavan las partes y piezas a ser reutilizadas, estructuras, ruedas, mástil, etc.
- Construcción compuesta: realizan reparaciones mecánicas, hidráulicas, mástil, mangueras, comprobación eléctrica, entre otras.
- Reparaciones metálicas: realizan reparaciones metalmecánicas y similares.
- Pintura: realizan despintado y pintado del equipo. (con proveedor externo)
- Instalación eléctrica: realizan la instalación de partes y piezas electrónicas.
- Montaje básico: realizan el montaje de partes y piezas.

**Alistamiento:** realizan la instalación de etiquetas, limpiado, brillo.

**Liberación:** realizan el control de calidad por una persona responsable.

En la tabla 5 se muestra la distribución de las actividades en base a la designación de los espacios en el área del taller en comparación con otras unidades de negocio de América Latina del proceso de reacondicionamiento de equipos para la renta en Taller

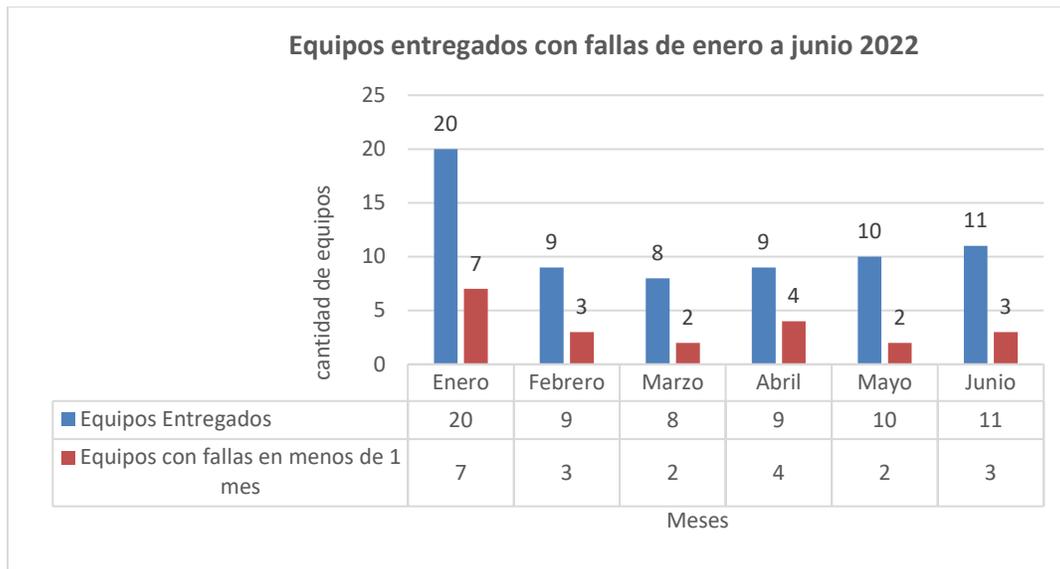
**Tabla 5**  
**Comparación de Ecuador versus unidades de negocios de América Latina en la designación de espacios en el área del taller**

Proceso	Nombre de la actividad	Comparación de designación de espacios en los talleres de América Latina				
		Ecuador	Chile	Colombia	Brasil	España
Diagnóstico	Diagnóstico	Si	Si	Si	Si	Si
Reacondicionamiento	Desmontaje	No	No	No	Si	Si
	Lavado	No	Si	Si	Si	Si
	Construcción compuesta	Si	Si	Si	Si	Si
	Reparaciones Metálicas	Si	Si	Si	Si	Si
	Pintura	No	Si	Si	Si	Si
	Instalación eléctrica	Si	Si	Si	Si	Si
	Montaje básico	Si	Si	Si	Si	Si
Alistamiento	Finalizado	Si	Si	Si	Si	Si
Liberación	Control de Calidad	Si	Si	Si	Si	Si

Fuente: Elaboración propia

### 2.1.1 Revisión de los retrabajos

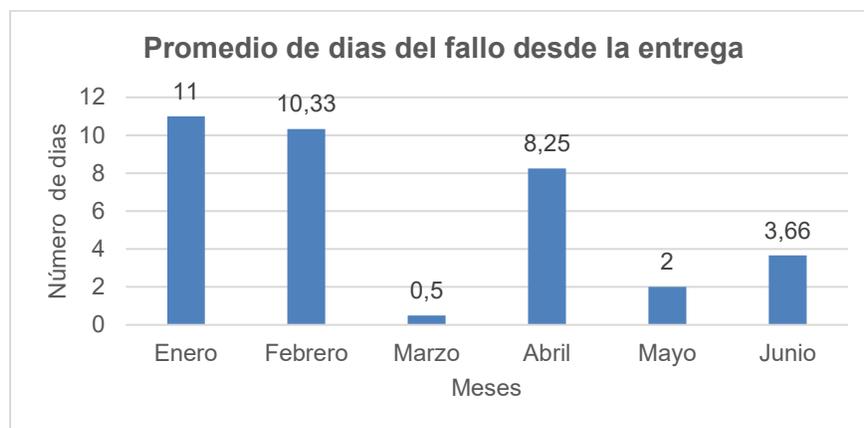
Como se observa en la figura 2.2, de acuerdo con los datos históricos de enero a junio del año 2022, se revisó la distribución por cada mes en base al número de entrega de los equipos versus el número de equipos con fallas en menos de un mes, el cual da un promedio del 31% de retrabajos durante ese periodo de estudio por lo que se contrasta con este porcentaje los resultados posterior implementación de mejoras.



**Figura 2.2 Equipos entregados con fallas de enero a junio 2022**

Fuente: Elaboración propia

En la figura 2.3 se evaluó el promedio de días de falla desde que el equipo fue entregado. Esta evaluación dio un promedio global de 5.96 días de enero a junio en el año 2022, en donde los meses que han ocurrido más rápido los fallos en los equipos una vez que han sido entregado al cliente, son los meses de marzo, mayo, junio. Este valor se contrasta en el indicador de promedio de días de fallos desde la entrega con los resultados posteriores a la implementación de las mejoras.



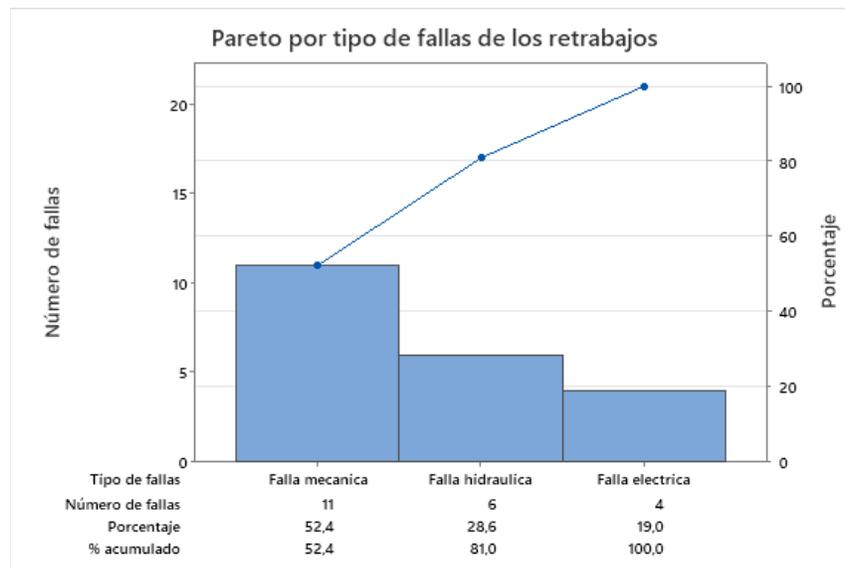
**Figura 2.3 Promedio de días de fallo desde la entrega de enero a junio 2022**

Fuente: Elaboración propia

Se utilizó la herramienta de Pareto para identificar cuáles son los tipos de fallas con mayor porcentaje en base a los datos del tipo de fallas de funcionamiento que los montacargas presentan de los equipos entregados con fallas de enero a junio 2022, las cuales pueden ser en el:

- sistema hidráulico: bomba hidráulica, cilindro, mangueras hidráulicas, palancas de mando, cuerpo de válvulas, filtro de entrada y de salida, dirección, entre otros.
- sistema mecánico: regulador de velocidad, arranque, sistema de freno, banda de alternador, motor, entre otros.
- sistema eléctrico: sensores, batería, alternador y demás piezas eléctricas.

En la figura 2.4 se identifica que el tipo de falla de los retrabajos más representativa es en fallas mecánicas con un 52% siguiéndole con un 29% las fallas hidráulicas.



**Figura 2.4 Pareto por tipo de fallas de enero a junio 2022**

Fuente: Elaboración propia

El Supervisor taller indicó que realiza la asignación de los equipos que van a hacer reacondicionados sean eléctricos o de combustión dependiendo de la disponibilidad y planificación de los montacargas a ser reacondicionados, por ende, no se basa en la formación técnica o académica del técnico ya que una vez que un técnico entra a trabajar al área de taller va formando experiencia en cualquier tipo de equipo.

### 2.1.2 Levantamiento del proceso mediante un VSM

Para el levantamiento del VSM se realizó las mediciones en el Gemba Walk con el equipo los técnicos del área de taller, se tomó los tiempos de cada ciclo del proceso de reacondicionamiento de equipos para la renta en Taller, se tomó como referencia una tesis de Lorente en el cual realizó una mejora en un taller automotriz de Peugeot aplicando la herramienta VSM, el resultado de este trabajo mostró una mejora en la comunicación en

los procesos y una gestión visual inspirada en el VSM localizando los puntos de mejora que fueron relacionadas al espacio físico y el inicio del proceso de la recepción de los vehículos del cliente mediante una cita online realizando una previa programación la misma vía (Lorente, 2012). También se tomó otra referencia sobre el caso de estudio de Cabrera (2019), el cual realizó un layout con un flujo de producción continuo y el VSM del actual taller para encontrar mejoras en los tiempos de los ciclos en el cual usaron las herramientas de 5s, VSM, Kanban y celdas de manufactura para la optimización del uso de los recursos en el cual la mejora más representativa fue la reducción del tiempo del transporte de un total de 74.98 minutos a 3.52 minutos.

La empresa hasta junio del año 2022 tenía una demanda de 340 unidades de equipos rentados los cuales estaban distribuidos en 40 clientes a nivel nacional. En promedio se realizan un reacondicionamiento cada seis días por cada 6 técnicos. Los equipos se receptan por medio del área de almacén los cuales son entregados una vez se requiera una solicitud de renta de un equipo. El mercado requiere un tiempo de respuesta para el alquiler de máximo tres días, pero actualmente la empresa tiene un lead time de seis días.

El flujo de información comienza con la solicitud de renta por parte del departamento comercial para la recepción hacia el departamento de rental-taller que es de sesenta minutos, para la planificación y emisión de la orden de trabajo con un tiempo de noventa minutos para posteriormente realizar la coordinación del reacondicionamiento por parte del Supervisor Taller de sesenta minutos. Todas las comunicaciones son enviadas vía correo electrónico.

El Asistente de Taller solicita al área de almacén el modelo de equipo que se requiere reacondicionar y es despachado en aproximadamente cuarenta y cinco minutos.

El técnico asignado recepta el equipo que va a reacondicionar para realizar las cinco actividades: diagnóstico, pedido de importación, reacondicionamiento, alistamiento, y liberación, se considera que se trabaja 1 turno de ocho horas y cinco días por semana:

Diagnóstico: su tiempo de ciclo es cincuenta y dos minutos por cada equipo, cuenta con 6 técnicos y el inventario después de esta actividad es de diez minutos de espera antes de la siguiente actividad.

Pedido de importación: su tiempo de ciclo es treinta minutos por cada equipo, cuenta con 6 técnicos y el inventario después de esta actividad es de veinte minutos de espera antes de la siguiente actividad.

Reacondicionamiento: su tiempo de ciclo es 2445 minutos por cada equipo, cuenta con 6 operadores y el inventario después de esta actividad es de cinco minutos de espera antes de la siguiente actividad.

Alistamiento: su tiempo de ciclo es sesenta minutos por cada montacargas, cuenta con 6 técnicos y el inventario después de esta actividad es de treinta minutos de espera antes de la siguiente actividad.

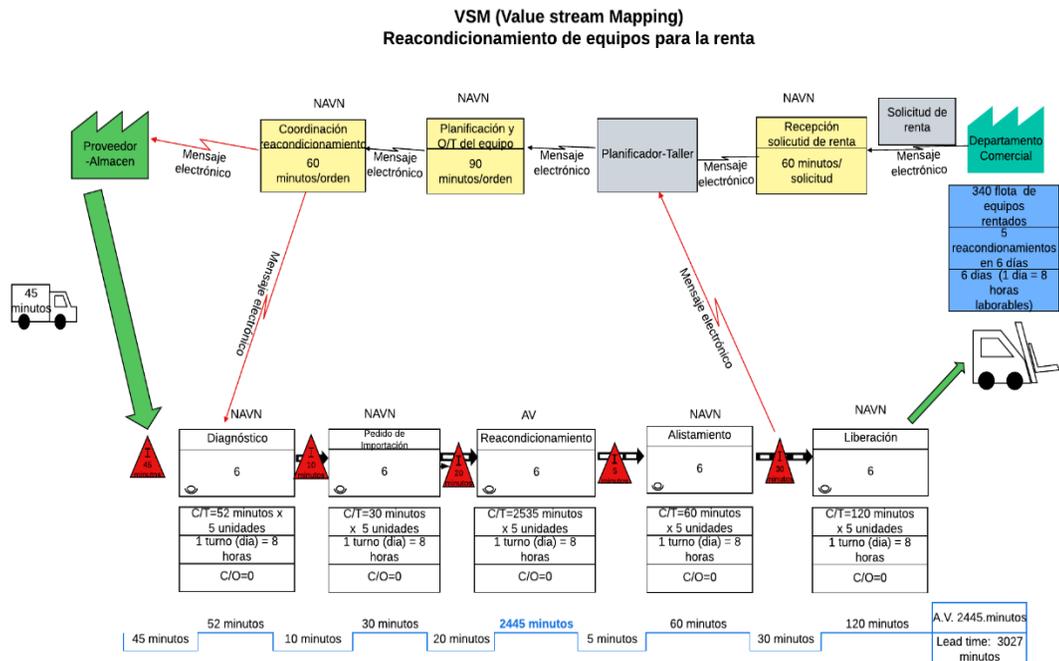
Liberación: su tiempo de ciclo es de 120 minutos por cada montacargas, cuenta con 6 técnicos. No existe inventario posterior.

En el Gemba Walk se definieron aquellas actividades que agregan valor (AV), no agregan valor, pero son necesarias (NAVN) y las que no agregan valor al servicio (NAV) desde el punto de vista del cliente quien desea recibir el equipo en un tiempo menor a tres días. En la tabla 6 se resumen estos valores dando como resultado un lead time de 3027 min con una eficiencia de 81%, es decir que se tiene un 19% del tiempo a ser mejorado.

**Tabla 6**  
**Escala de tiempos (en minutos) del VSM junio-2022**

Proceso	Lead time (minutos)	AV (minutos)	NAVN (minutos)	NAV (minutos)
Reacondicionamiento de equipos para la renta	3027	2445	472	110

Fuente: Elaboración propia



**Figura 2.5 VSM reacondicionamientos de equipos para la renta junio-2022**

Fuente: Elaboración propia

## **2.2 Análisis de las causas**

Cabe mencionar que en este proceso de reacondicionamiento de equipos para la renta en Taller tiene una eficiencia de 81%, uno de los objetivos es reducir el tiempo de la actividad del reacondicionamiento dentro del proceso ya que es el tiempo más alto.

Junto con el equipo de taller se analizaron y se propusieron encontrar las causas raíz que generan el alto porcentaje de retrabajos en el proceso de reacondicionamiento de equipos para la renta en Taller.

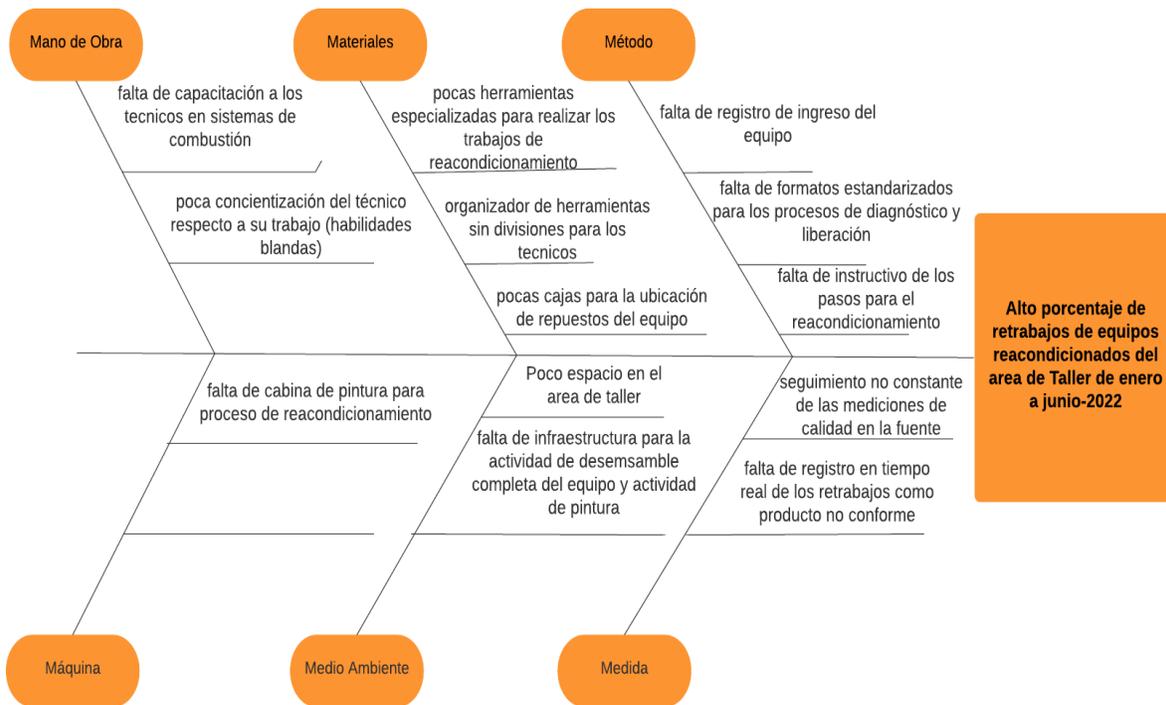
### **2.2.1 Diagrama Ishikawa**

El diagrama de causa efecto o diagrama Ishikawa se utiliza para organizar y agrupar causas similares que han sido detectadas por el grupo de personas especializadas dentro del proceso que se está analizando.

En este proyecto se realizó junto con el equipo del área de taller una reunión para poder realizar una lluvia de ideas como base para seccionar las posibles causas en la herramienta cualitativa del diagrama de Ishikawa de la problemática del 31% promedio de retrabajos en equipos reacondicionados del área de taller en base a las verificaciones de la figura 2.4 del diagrama de Pareto (Ver Anexo, Figura A.1.).

Como referencia se tomó la investigación de Camacho y Sánchez (2019), quien elaboró una propuesta de mejora en el proceso de fabricación de una máquina plastificadora, aplicaron herramientas de Lean Manufacturing. El diagnóstico situacional del proceso se basó en la observación directa con la finalidad de visualizar el panorama general de la situación actual de la empresa. Posteriormente, aplicaron el diagrama de Ishikawa y diagrama de Pareto, con el propósito de identificar las causas potenciales a enfocar en la investigación (Camacho Sánchez, 2019).

En base a los factores críticos de las 6M (mano de obra, materiales, método, máquina, medio ambiente, medida) que se utilizan para identificar y analizar los problemas se determinaron las diferentes posibles causas en la figura 2.6 diagrama Ishikawa.



**Figura 2.6 Diagrama Ishikawa**

Fuente: Elaboración propia

### 2.2.2 Matriz de Causa-Efecto

Se realizó una matriz de causa y efecto en donde se relaciona la salida del proceso (Yi) que es el alto porcentaje de retrabajos en los equipos reacondicionados por el área de taller para la renta y las posibles causas (Xi) en base a las posibles causas definidas en el diagrama Ishikawa.

En la tabla 7 el equipo del área de taller realizó una evaluación en base a la escala de impacto de cada actividad, siendo 0 (ningún impacto) hasta 9 (alto impacto) como lo describe la tabla, en la que se registró la valoración del impacto dada por el equipo de trabajo de taller sobre las causas de los retrabajos de equipos reacondicionados del área de Taller.

**Tabla 7**  
**Matriz de causa y efecto**

Problemática de análisis:	31% promedio de retrabajos de equipos reacondicionados del área de taller					
Empresa:	Empresa de renta de equipos de montacargas					
Integrantes	Supervisor Taller, Asistente Taller, técnicos, Ma. Angeles Caiza					
Nivel de Impacto	<b>Salida del proceso (Yi)</b>					
0= Ningún impacto	<b>Equipos reacondicionados del área de taller para la renta</b>					
1= Poco Impacto	Supervisor Taller	Asistente Taller	Técnicos	Ma. Angeles Caiza	Valoración de Impacto	
3= Mediano impacto						
9= Alto impacto						
Causas (Xi)	Falta de capacitación a los técnicos en sistemas de combustión	9	3	9	9	30
	Poca concientización del técnico respecto a su trabajo (habilidades blandas)	1	0	1	3	5
	Falta de cabina de pintura para proceso de reacondicionamiento	3	3	3	3	12
	Pocas herramientas especializadas para realizar los trabajos de reacondicionamiento	3	3	3	3	12
	Organizador de herramientas sin divisiones para los técnicos	1	0	1	3	5
	Pocas cajas para la ubicación de repuestos del equipo	1	0	1	3	5
	Falta de espacio en el área de taller	9	3	9	9	30
	Falta de infraestructura para actividad de desensamble completa del equipo y actividad de pintura.	9	3	9	9	30
	Falta de registro de ingreso del equipo	3	1	3	3	10
	Falta de formatos estandarizados para los procesos de diagnóstico y liberación	9	3	9	9	30
	Falta de instructivo de los pasos para el reacondicionamiento	9	3	9	9	30
	Seguimiento no constante de las mediciones de calidad en la fuente	3	1	1	3	8
	Falta de registro en tiempo real de los retrabajos como producto no conforme	3	1	1	3	8

Fuente: Elaboración propia

### 2.2.3 Método de verificación de causas

Una vez realizado la ponderación de acuerdo con la reunión del equipo se procede a verificar las posibles causas, considerando aquellas que tienen las más altas puntuaciones de alto de impacto sobre la salida del proceso (Yi).

**Tabla 8**  
**Método de verificación de causas potenciales**

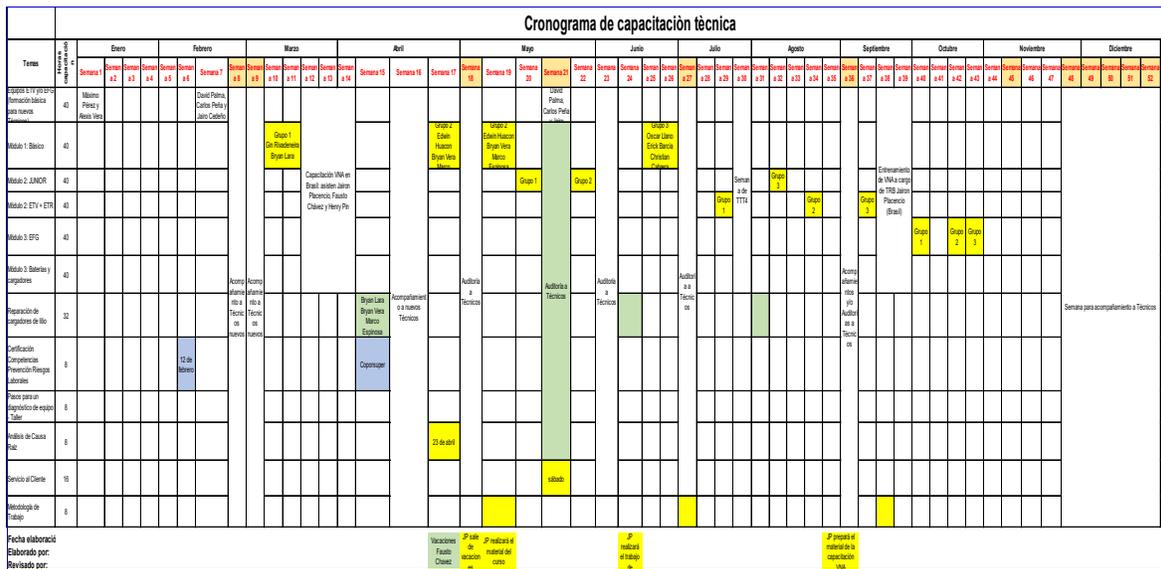
Identificación	Causa potencial	Puntuación	Teoría del impacto	Método de verificación
A	Falta de capacitación a los técnicos en equipos de combustión	30	Debido a la falta de capacitación en equipo de combustión, provoca reacondicionamientos de baja calidad aumentando el porcentaje de retrabajos.	Revisión del plan de capacitación anual de los técnicos dentro del área de recursos humanos
B	Poco espacio en el área de taller	30	Debido al poco espacio e infraestructura no se realizan todas las subactividades del proceso de reacondicionamiento que conlleva que los equipos no cumplan con los estándares de calidad.	Gemba
C	Falta de infraestructura para proceso de desensamble del equipo y actividad de pintura.	30	Debido a la falta de estandarización de los pasos del proceso e instructivo de reacondicionamiento, diagnóstico y liberación, cada técnico realiza las actividades en base a sus conocimientos más no a los parámetros que necesita el equipo en reacondicionamiento para llegar a los estándares de calidad.	Gemba
D	Falta de formatos estandarizados para los procesos de diagnóstico y liberación	30		Gemba y revisión de los procesos establecidos en sistema de gestión de calidad ISO9001:2015
E	Falta de instructivo de los pasos para el reacondicionamiento	30		Gemba y revisión de los procesos establecidos en sistema de gestión de calidad ISO9001:2015

Fuente: Elaboración propia

#### Verificación de posibles causas

##### a) Falta de capacitación a los técnicos en equipos de combustión:

Anualmente en la empresa de estudio realiza un plan de capacitación técnica por parte del área de recursos humanos como referencia la figura 2.7 en base al manual técnico de cada modelo de equipo que se ha vendido o rentado en el país y a las indicaciones desde casa matriz de los cursos que se deben de realizar para la formación técnica, el cual es impartido por especialistas técnicos eléctricos llamados formadores. Se revisó con el área de recursos humanos el plan de capacitación técnica del año 2022 en el cual se registran capacitaciones de sistemas eléctricos más no de capacitaciones de sistemas de combustión.



**Figura 2.7 Cronograma de capacitación técnica-2022**

Fuente: Elaboración propia

Se realizó un resumen en base a los datos de la flota de los equipos que renta la compañía en la cual como lo indica la tabla 9, un 25% son equipos de sistema de combustión y un 75% son equipos eléctricos por lo que no se había considerado como parte principal las capacitaciones del sistema mecánico.

**Tabla 9  
Porcentaje de flota por tipo de equipo**

Modelo de equipo	Cantidad de equipo combustión	Cantidad de equipo eléctrico	Total general
Combustión	151		151
Contrabalaceado Eléctrico		127	127
Equipo Sistemas		1	1
Junior		161	161
Retráctil		162	162
<b>Total general</b>	<b>151</b>	<b>451</b>	<b>602</b>
		<b>%Equipos combustión</b>	<b>25%</b>
		<b>%Equipos eléctricos</b>	<b>75%</b>

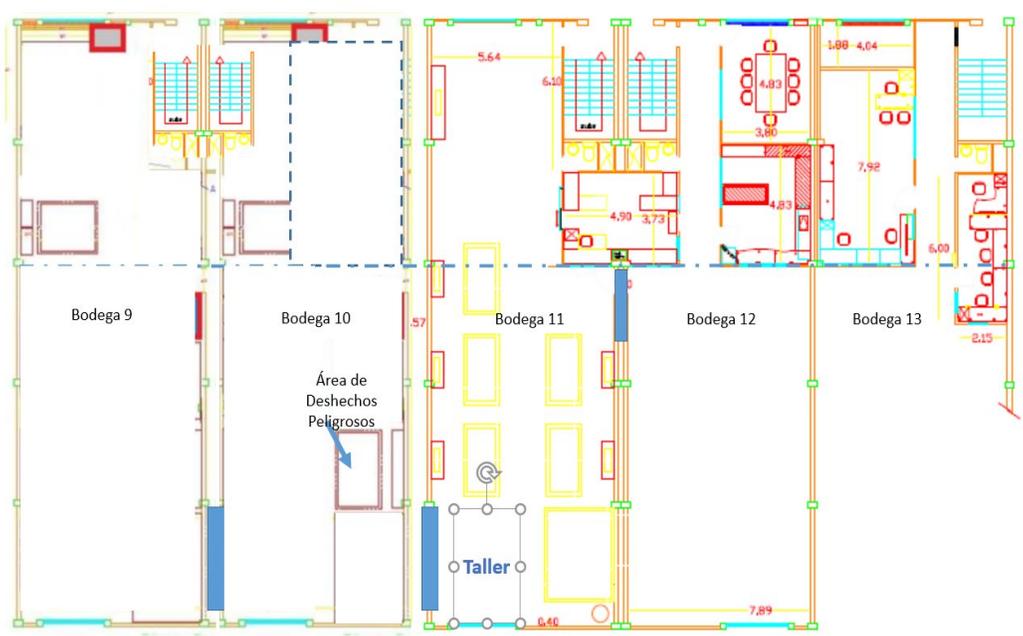
Fuente: Elaboración propia

Para verificar la causa se utilizó como referencia la figura 2.4 Pareto del tipo de fallas en donde se identifica que el tipo de falla de los retrabajos más representativa es en fallas mecánicas con un 52% siguiéndole con un 29% las fallas hidráulicas. Se toma en consideración la relación entre el 25% de equipos existentes a combustión y el 52% de fallas mecánicas en los equipos que han presentado fallas durante el periodo de enero a

junio-2022. Con este análisis se verifica que la falta de capacitación a los técnicos en equipos de combustión aumenta el porcentaje de retrabajos en equipos reacondicionados por el área de taller.

b) Poco espacio en el área de taller:

En el recorrido por el área de rental se evidencia que cuenta con 5 bodegas en base a la figura 2.8 del layout del área total de rental, las bodegas número 9,10,12 y 13 son bodegas para el almacenamiento de los equipos por rentar y la bodega número 11 es el área de taller en donde se realizan los procesos de reacondicionamiento. Se evidencia que el espacio para el trabajo de seis técnicos está delimitado para 5 bahías para la ubicación de los equipos en los cuales se realizan los cinco procesos de reacondicionamiento. No se puede delimitar ni separar las subactividades del proceso en un flujo continuo de las actividades esenciales es decir el técnico realiza en una misma bahía de trabajo todos los procesos. Adicionalmente el Supervisor Taller indicó que un mismo técnico es responsable de toda la realización de todo el flujo del proceso por ello está diseñado el taller en base a esa definición.



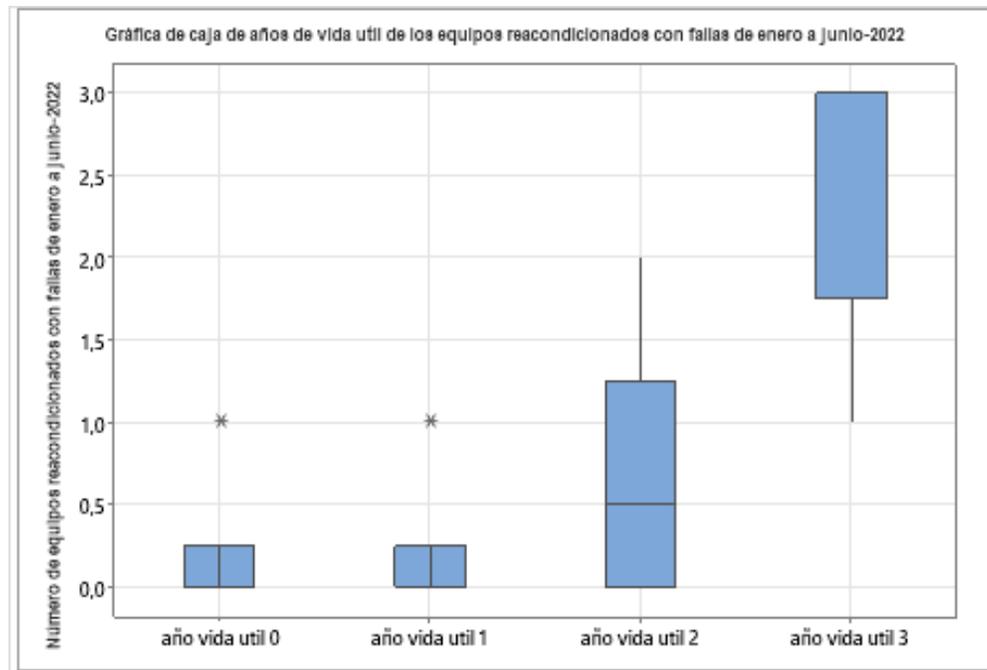
**Figura 2.8 Layout del área total de rental**

Fuente: Elaboración propia

Esta falta de espacio aumenta los retrabajos de los equipos reacondicionados en el área de taller ya que el diseño del área de taller no permite realizar todas las subactividades del proceso de reacondicionamiento de equipos para la renta en Taller.

c) Falta de infraestructura para el proceso de desensamble del equipo y actividad de pintura.

Se evidencia que en la figura 2.8 del layout del área total de rental no se encuentra delimitada un área poder realizar la subactividad del desensamble completo del equipo solo se encuentran definidas 5 bahías de trabajo como se lo indica en el literal b del párrafo anterior. Esta actividad influye en la calidad de un correcto reacondicionamiento que se pueda realizar, sobre todo en los equipos que tienen dos o más años de vida útil ya que mientras mayores son los años de vida útil mayor revisión de cada parte interna se necesita por el desgaste el equipo.



**Figura 2.9 Gráfica de caja de años de vida útil de los equipos reacondicionados con fallas de enero a junio-2022**

Fuente: Elaboración propia

Para verificar la causa se utilizó en la figura 2.9 la gráfica de caja de los años de vida útil de los equipos reacondicionados con fallas de enero a junio del año 2022, en donde se evidencia que el mayor número de fallos son en los equipos que tienen entre dos o más años de vida útil siendo así que los equipos que tienen una vida útil de 0 y 1 año tienen muy poca proporción. Los equipos con 3 años de vida útil son los que tienen una mediana igual a 3 siendo una tendencia central alta.

Con este análisis se verifica que la falta de infraestructura para el proceso de desensamble del equipo mayor a dos años de vida útil si influye estadísticamente en el problema detectado del aumento del porcentaje de retrabajos en equipos reacondicionados por el área de taller. La actividad de pintura es consecuencia posterior al proceso de desensamble del equipo.

En la subactividad del pintado, se evidenció que el proveedor del servicio de pintura realiza el trabajo en sus instalaciones en el momento que el equipo está reacondicionado. Esta

subactividad solo se realiza bajo aprobación del Gerente de rental ya que es un costo que debió ser colocado en el momento de la negociación de la renta con el cliente.

d) y e) Falta de formatos estandarizados para los procesos de diagnóstico y liberación y falta de instructivo de los pasos para el reacondicionamiento:

La empresa tiene implementado el sistema de gestión de calidad ISO900:2015 en todos los procesos de la compañía, en base a la figura 2.10 tiene establecido cinco procesos operativos que son las líneas de negocio de la empresa en estudio en el que se encuentra definido el proceso de rental.

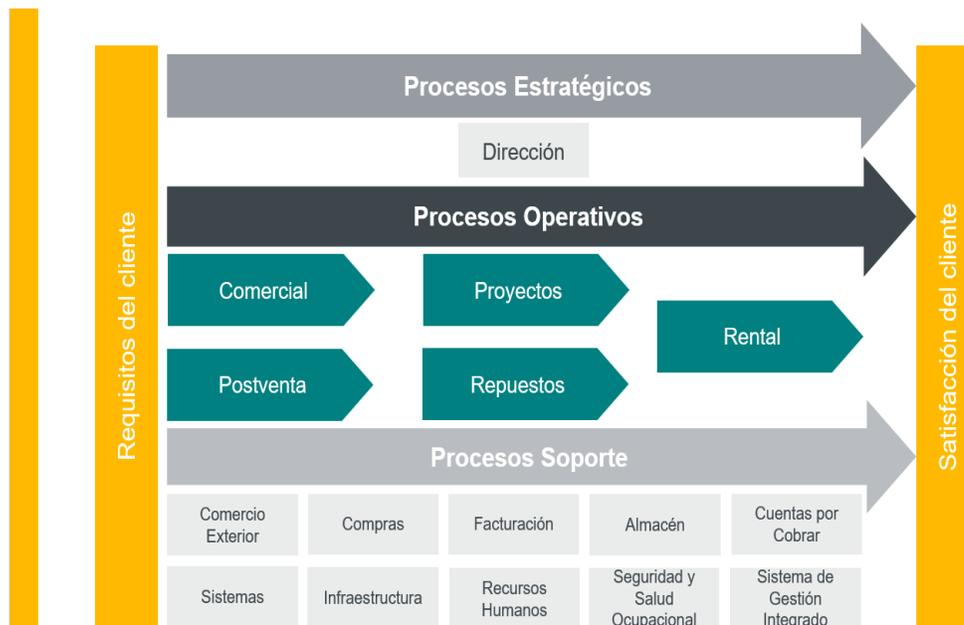
Se evidenció que la empresa tiene establecido un procedimiento rental PR-RNT-001 V5.0 con fecha de aprobación del 29-04-2020 (Ver Anexo, Figura A.2.), en el cual describe brevemente solo la parte administrativa del proceso de diagnóstico del equipo más no existe un paso a paso de parte operativa que realiza el técnico ya que quedaba al libre albedrío del técnico y no se dejaba un registro de lo realizado ni las mediciones de verificación del equipo. En base a la entrevista con el personal especialista de soporte para los técnicos, se realizó la tabla 10 definiendo las actividades operativas y criterios de calidad que utiliza como estándar la matriz de la empresa.

**Tabla 10**  
**Etapas de un reacondicionamiento definido por casa matriz**

Proceso	Nombre de la actividad
Reacondicionamiento	Desmontaje
	Lavado
	Construcción compuesta
	Reparaciones Metálicas
	Pintura
	Instalación eléctrica
	Montaje básico

Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, el proceso hace referencia que existe un instructivo para reacondicionamiento de equipo en renta IT-RNT-001 con fecha de aprobación del 29-04-2020 (Ver Anexo, Figura A.3.), en el cual no menciona las partes de los sistemas de un montacarga que se deben de reacondicionar. El procedimiento de rental no cuenta con ningún literal de liberación o control de calidad del equipo.



**Figura 2.10 Mapa de Procesos definidos en el sistema de gestión ISO9001:2015**

Fuente: Elaboración propia

La falta de los formatos estandarizados para los procesos de diagnóstico y liberación y del instructivo del reacondicionamiento ocasiona que las subactividades de la tabla 10 no se realicen de forma estándar causando errores en los reacondicionamientos de los equipos generando retrabajos.

#### 2.2.4 Análisis de Causas con la herramienta 5 ¿Por qué?

En la tabla 11 se aplicó la herramienta en el análisis de causas de los 5 porque en base a las potenciales causas verificadas (Xi) que es para hallar la causa raíz en una reunión junto con todo el equipo organizacional del área de taller.

**Tabla 11**  
**Análisis de causas 5 ¿Por qué?**

Problema identificado	#	Planteamiento de la causa potencial	¿Por qué 1?	¿Por qué 2?	¿Por qué 3?	Causa Raíz
<b>Alto porcentaje de retrabajos de equipos reacondicionados del área de taller</b>	A	Falta de capacitación a los técnicos en equipos a combustión.	Porque dentro del plan de capacitación anual solo se contempló la capacitación de eléctricos y electrónicos	Porque los entrenadores especialistas son de especialidad eléctrico y electrónica	Porque el 75% de los equipos rentados por la empresa son equipos eléctricos y el 25% de equipos a combustión	Solo se consideró la capacitación para el 75% de equipos eléctricos por parte del especialista entrenador
	B	Poco espacio en el área de taller	Porque el área de taller está delimitada con 5 ubicaciones de bahías de trabajo	Porque la delimitación del área era por número de técnicos más no por el flujo del proceso.	Porque el jefe anterior lo delimito sin considerar las subactividades de casa matriz.	Desconocimiento de las subactividades del flujo del proceso de reacondicionamiento de equipos para la renta en Taller definidas por casa matriz.
	C	Falta de infraestructura para el proceso de desensamble del equipo y subactividad de pintura	Porque el jefe anterior lo delimito sin considerar las subactividades de casa matriz.			
	D	Falta de formatos estandarizados para los procesos de diagnóstico y liberación	Porque dentro del proceso de diagnóstico y liberación no se medían los parámetros de calidad	Porque los criterios técnicos se los dejaba en base al albedrío y experiencia de cada técnico	Porque no existía una definición de criterios de calidad en base a los estándares de casa matriz	Por la poca socialización de los criterios de calidad de casa matriz con el Gerente de rental.
	E	Falta de instructivo de los pasos operativos para el reacondicionamiento	Porque el proceso e instructivo de reacondicionamiento estaban enfocados a la parte administrativa del proceso			

Fuente: Elaboración propia

## 2.3 Matriz de Propuestas de Mejoras

En base a las causas raíz encontrada de cada causa potencial junto con el personal de taller entre ellos el Gerente del área de Rental y Supervisor taller se definieron las propuestas de mejora como lo indica la tabla 12.

**Tabla 12**  
**Matriz de Propuestas de Mejora**

#	Planteamiento de la causa potencial	Causa Raíz	Propuesta de Mejora
A	Falta de capacitación a los técnicos en equipos a combustión	Solo se consideró la capacitación para el 75% de equipos eléctricos por parte del especialista entrenador.	1.-Realizar la capacitación a los técnicos de mecánica básica en equipos a combustión
B	Poco espacio en el área de taller	Desconocimiento de las subactividades del flujo del proceso de reacondicionamiento de equipos para la renta en Taller definidas por casa matriz.	2.-Ampliación del taller y delimitación en el área las actividades y subactividades del proceso reacondicionamiento de equipos para la renta en taller.
C	Falta de infraestructura para el proceso de desensamble del equipo y subactividad de pintura		
D	Falta de formatos estandarizados para los procesos de diagnóstico y liberación		
E	Falta de instructivo de los pasos operativos para el reacondicionamiento	Por la poca socialización de los criterios de calidad de casa matriz con el Gerente de rental.	3.-Estandarización de criterios de calidad y elaboración de formatos de diagnóstico y liberación e instructivo de reacondicionamiento

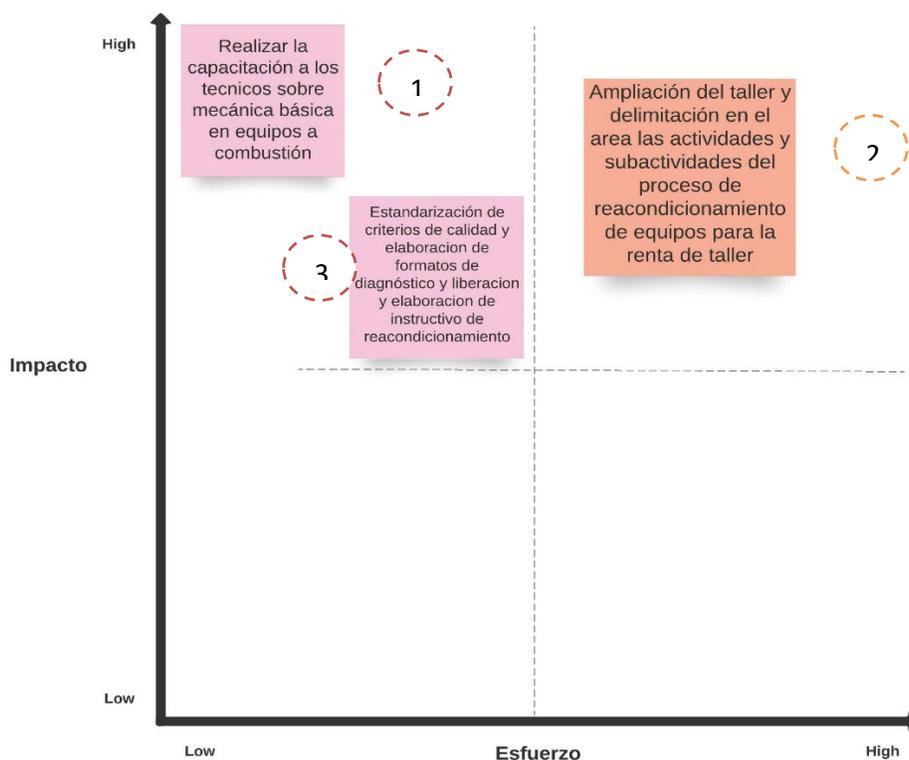
Fuente: Elaboración propia

## 2.4 Análisis de Mejoras

En base a la propuesta de las mejoras identificadas se realiza un análisis de la priorización de las soluciones en base al esfuerzo e impacto que se generará en la aplicación de las mejoras potenciales a las causas raíz y un análisis de económico en base a la inversión de la ampliación del área de taller y delimitación en el área las actividades y subactividades del proceso reacondicionamiento de equipos para la renta en taller de la causa potencial b y c de la tabla 12.

### 2.4.1 Matriz de priorización de las mejoras

Con el equipo de trabajo del área de taller, se evaluó en una reunión la priorización de las tres mejoras propuestas en base al esfuerzo versus el impacto de cada una de las soluciones como se muestra en la figura 2.11.



**Figura 2.11 Matriz de priorización de las mejoras**

Fuente: Elaboración propia

Las mejoras 1 y 3 son evaluadas con un bajo esfuerzo, pero un alto impacto ya que la capacitación y estandarización son actividades internas que se pueden realizar a corto plazo dentro de la empresa. La mejora 2 fue evaluada con alto esfuerzo e impacto por la inversión requerida y el tiempo de planificación, diseño y ejecución de la ampliación del taller, sin embargo, se considera fundamental para la reducción del alto porcentaje de los retrabajos de los equipos reacondicionados del área de taller.

#### 2.4.2 Análisis económico

En base al número de la figura 2.11 matriz de priorización de mejoras, la inversión de la mejora 1 y 3 son mejoras que se realizan internamente con el personal asignado y calificado para cada una. Se estima un valor aproximado de costo interno \$544 por el tiempo de ejecución en base a la tabla 13. El Gerente General y Gerente financiero decidieron que el valor total de estas inversiones está dentro del monto de aprobación del Gerente del área de rental por lo que con la solicitud directa al área de recursos humanos y al área de mejora continua puede realizar las mejoras de capacitación a los técnicos de mecánica básica en equipos a combustión y estandarización de criterios de calidad y elaboración de formatos de diagnóstico y liberación e instructivo de reacondicionamiento, respectivamente

**Tabla 13**  
**Flujo de caja de inversión de mejoras 1 y 3**

Capacitación a los técnicos de mecánica básica en equipos a combustión				Estandarización de criterios de calidad y elaboración de formatos de diagnóstico y liberación e instructivo de reacondicionamiento			
Personas que intervienen	Horas	\$ / hora	Total de Inversión	Pasos	Horas (1 persona)	\$ / hora	Total de Inversión
Entrenador	8	\$8,00	\$64,00	Redacción	16	\$9,33	\$149,28
6 técnicos	48	\$4,67	\$224,16	Revisión	7	\$9,33	\$65,31
Refrigerios			\$21,00	Sociabilización	3	\$9,33	\$21,00
<b>Total de inversión de mejora 1</b>			<b>\$309,16</b>	<b>Total de inversión de mejora 2</b>			<b>\$235,59</b>
<b>Total de inversión de mejoras internas</b>							<b>\$544,75</b>

Fuente: Elaboración propia

La mejora que necesita un mayor análisis financiero es la número 2, ampliación del taller y delimitación en el área las actividades y subactividades del proceso reacondicionamiento de equipos para la renta en taller por lo que se determinó con el Gerente general y Gerente financiero un flujo de caja con un periodo de cinco años:

- La ampliación del taller está valorada en \$30704 incluyendo la cabina de pintura con una depreciación a diez años.
- Se estima el ahorro de productividad de 15 horas en el lead time por equipo en el proceso de reacondicionamiento especialmente en la subactividad de pintura ya que existía tiempo de transporte al llevar al equipo a las instalaciones del proveedor local. El costo de la hora del técnico es de \$20 dólares y reacondicionan un promedio de 12 equipos al mes con un incremento anual del 5% en base al crecimiento promedio de cada año.
- El ahorro en costo de transporte por movilizar el equipo al taller del proveedor de pintura por cada equipo es de \$120 considerando un 2% de inflación anual.
- El costo de mano de obra de pintura del proveedor externo es de \$12.50 la hora. El proceso se estima un promedio de 2.75 horas por equipo.
- El costo de la materia prima de pintura es de \$50 por equipo con una inflación anual del 2% de inflación anual.
- Los gastos de mantenimiento de la nueva área de taller son de \$430 mensual con una inflación anual del 5%.
- En esta ampliación se requiere un recurso adicional con el cargo auxiliar de taller para poder delimitar las actividades del proceso reacondicionamiento de equipos para la renta en taller contratado con el sueldo básico más beneficios de ley y con considerando un incremento salarial anual del 5%.
- El gasto de energía en esta ampliación es de \$350 mensual con un incremento anual del 5% en base al crecimiento promedio de cada año.

El rendimiento que se requiere por parte de la Gerencia Financiera es del 18% para la aprobación de la inversión de la ampliación del taller.

**Tabla 14**  
**Flujo de caja de inversión de ampliación del taller**

<b>Detalle</b>	<b>Año 0 (US\$)</b>	<b>Año 1 (US\$)</b>	<b>Año 2 (US\$)</b>	<b>Año 3 (US\$)</b>	<b>Año 4 (US\$)</b>	<b>Año 5 (US\$)</b>
<b>Ingresos obtenidos por mejoras en los procesos</b>		<b>\$43.200,00</b>	<b>\$ 45.360,00</b>	<b>\$47.628,00</b>	<b>\$50.009,40</b>	<b>\$52.509,87</b>
<b>Ahorro en costo de transporte de proveedor de pintura</b>		<b>\$17.280,00</b>	<b>\$ 17.625,60</b>	<b>\$17.978,11</b>	<b>\$18.337,67</b>	<b>\$18.704,43</b>
<b>(-) costos de ventas</b>		<b>\$19.420,40</b>	<b>\$ 20.021,90</b>	<b>\$20.649,16</b>	<b>\$21.303,37</b>	<b>\$21.985,79</b>
Materia Prima		\$ 7.200,00	\$ 7.344,00	\$ 7.490,88	\$ 7.640,70	\$ 7.793,51
Mano de Obra directa (pintura)		\$ 4.950,00	\$ 5.197,50	\$ 5.457,38	\$ 5.730,24	\$ 6.016,76
Energía		\$ 4.200,00	\$ 4.410,00	\$ 4.630,50	\$ 4.862,03	\$ 5.105,13
Depreciación infraestructura		\$ 3.070,40	\$ 3.070,40	\$ 3.070,40	\$ 3.070,40	\$ 3.070,40
<b>Utilidad Bruta</b>		<b>\$41.059,60</b>	<b>\$ 42.963,70</b>	<b>\$44.956,96</b>	<b>\$47.043,71</b>	<b>\$49.228,50</b>
<b>(-) Gastos Operacionales</b>		<b>\$10.646,40</b>	<b>\$ 11.178,72</b>	<b>\$11.737,66</b>	<b>\$12.324,54</b>	<b>\$12.940,77</b>
Gastos de Ventas y Administrativos		\$ 5.486,40	\$ 5.760,72	\$ 6.048,76	\$ 6.351,19	\$ 6.668,75
Gastos de Mantenimiento		\$ 5.160,00	\$ 5.418,00	\$ 5.688,90	\$ 5.973,35	\$ 6.272,01
<b>(=) Utilidad Operativa</b>		<b>\$30.413,20</b>	<b>\$ 31.784,98</b>	<b>\$33.219,30</b>	<b>\$34.719,17</b>	<b>\$36.287,74</b>
<b>(=) Utilidad antes de impuestos y participación trabajadores</b>		<b>\$30.413,20</b>	<b>\$ 31.784,98</b>	<b>\$33.219,30</b>	<b>\$34.719,17</b>	<b>\$36.287,74</b>
(15%) Participación Trabajadores		\$ 4.561,98	\$ 4.767,75	\$ 4.982,90	\$ 5.207,88	\$ 5.443,16
<b>(=) Utilidad antes de impuestos</b>		<b>\$25.851,22</b>	<b>\$ 27.017,23</b>	<b>\$28.236,41</b>	<b>\$29.511,29</b>	<b>\$30.844,58</b>
(25%) Impuesto a la renta		\$ 6.462,81	\$ 6.754,31	\$ 7.059,10	\$ 7.377,82	\$ 7.711,14
<b>(=) Utilidad neta</b>		<b>\$19.388,42</b>	<b>\$ 20.262,92</b>	<b>\$21.177,30</b>	<b>\$22.133,47</b>	<b>\$23.133,43</b>
<b>(+) Depreciación (infraestructura)</b>		<b>\$ 3.070,40</b>				
<b>(-) Infraestructura</b>	\$ 30.704,00					
<b>(=) Flujo de caja</b>	<b>-\$30.704,00</b>	<b>\$22.458,82</b>	<b>\$ 23.333,32</b>	<b>\$24.247,70</b>	<b>\$25.203,87</b>	<b>\$26.203,83</b>

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 14 se realizó el flujo de caja a los cinco años requeridos y se evidencia que se recupera la inversión inicial de \$30704 al segundo año del proyecto. También recuperamos los intereses del 18 % con una holgura financiera de \$44.298,24 como se muestra en la tabla 15, teniendo un TIR mayor con un rendimiento del proyecto del 71,00%.

**Tabla 15**  
**Rendimiento financiero de inversión de la ampliación de taller**

<b>Tasa mínima aceptable del rendimiento (TMAR)</b>	18%
<b>Valor presente neto (VNA)</b>	\$44.298,24
<b>Tasa interna de rendimiento (TIR)</b>	71,00%

Fuente: Elaboración propia

## **2.5 Plan de Implementación de Mejoras**

En la tabla 16 se establecieron las actividades a detalle con cada mejora que se implementó y las fechas de ejecución. Cabe recalcar que, aunque se dividió en una matriz de priorización las mejoras por realizar, se aprobó la implementación de todas las mejoras propuestas, por parte del Gerente de Rental y Gerente General.

**Tabla 16**  
**Plan de implementación de mejoras**

#	Propuesta de Mejora	Actividades	Entregables	Status	Fecha de Inicio	Fecha Fin
1	Realizar la capacitación a los técnicos de mecánica básica en equipos a combustión	Incluir en el plan de capacitación anual del año 2022 la capacitación de mecánica básica en equipos de combustión	Registro del listado de asistencia a seminarios/cursos/reuniones de la capacitación de mecánica básica	Cerrado	15/08/2022	16/08/2022
		Elección de un entrenador especialista en equipos de combustión			20/08/2022	23/08/2022
		Capacitación de mecánica básica en equipos de combustión			29/08/2022	29/08/2022
2	Ampliación del taller y delimitación en el área de los procesos del reacondicionamiento de los equipos	Diseño del área de taller con las delimitaciones del flujo del proceso de reacondicionamiento de equipos	Plano de la ampliación del área de taller	Cerrado	01/07/2022	05/07/2022
		Elaboración del presupuesto de inversión para ampliación de taller y solicitud de aprobación al Gerente General	Área de Taller ampliada		05/07/2022	13/07/2022
		Ejecución de la ampliación del área de taller	15/07/2022		30/09/2022	
3	Estandarización de criterios de calidad y elaboración de formatos de diagnóstico y liberación e instructivo de reacondicionamiento	Definir los criterios de calidad en el procedimiento de reacondicionamiento	Formato de diagnóstico y de liberación y Procedimiento e Instructivo de reacondicionamiento	Cerrado	05/08/2022	10/08/2022
		Actualizar el procedimiento de reacondicionamiento con las actividades operativas del técnico			11/08/2022	13/08/2022
		Elaboración de formato de diagnóstico y liberación			14/08/2022	15/09/2022
		Elaboración de un instructivo con el detalle de todos las partes y sistemas a revisar en el proceso de reacondicionamiento			14/08/2022	15/09/2022
		Sociabilización con el personal organizacional del área de taller de los procedimientos e instructivo actualizado			16/09/2022	18/09/2022
		Implementación y Registro en los formatos de diagnóstico y liberación			17/09/2022	17/09/2022

Fuente: Elaboración propia



17 para el siguiente año, los cuales fueron previamente registrados en el plan de capacitación del año 2023.

**Tabla 17**  
**Cursos para homologación de conocimientos del área de taller con casa matriz**

#	Nombre de los cursos	Gerente y Asistentes de Rental	Supervisor taller	Técnicos
1	Lean Production understanding efficient production processes at the customer	x	x	
2	Motores de combustión en carretillas elevadoras		x	x
3	Befähigte Personen Treibgas - Personas cualificadas GLP		x	x
4	Blei-Säure Batterien - baterías de plomo ácido		x	x
5	Inspección de los latiguillos hidráulicos		x	x
6	Li-Ion Basics		x	x
7	Li-Ionen Consultoria		x	x
8	FAQs about Li-Ion batteries		x	x
9	Li-Ion Los fundamentos		x	x
10	Stock management used equipment	x	x	
11	Capacidad de carga		x	x
12	Estabilidad		x	x
13	Hydrauliköl - aceite hidráulico		x	x
14	Carretillas de ocasión	x	x	x
15	Products and Typology	x	x	x
16	Attachments basics		x	x
17	Befähigte Person Treibgas - Persona cualificada GLP		x	x
18	Grundlagen Elektromotoren - Fundamentos de los motores eléctricos		x	x
19	Herramientas para la revisión según FEM 4.004		x	x
20	Prevención de riesgos laborales en el servicio post venta	x	x	x
21	Ruedas y rodillos		x	x

Fuente: Elaboración propia

b) Elección de un entrenador especialista en equipos de combustión

La Coordinadora del área de recursos humanos evaluó al personal de coordinación técnica en base a sus años de experiencia en la compañía y a sus competencias técnicas para poder escoger al entrenador especialista en equipos a combustión. El entrenador escogió es el Coordinador de servicio del área de postventa.

c) Capacitación de mecánica básica en equipos de combustión

La capacitación impartida al personal técnico por el Coordinador de servicio del área de postventa, la cual estuvo basada en las siguientes partes básicas de los equipos a combustión:

- Motores:
  - Partes fijas y móviles
  - Sistema de aceleración
  - Sistema de alimentación del combustible
  - Sistema de distribución
  - Sistema de lubricación
  - Sistema de refrigeración
  - Mecanismo de válvulas
  - Lubricante de motor
- Sistema de encendido
- Transmisión / Convertidor
- Suspensión
- Frenos
- Sistema electrónico básico- sensores
- Sistema electrónico básico (batería, luces)

En la parte práctica se realizó un diagnóstico de combustión con pruebas en los sistemas tomando en cuenta diferentes ejemplos de causas de fallo y soluciones a los problemas entre los más relevantes se muestran en la tabla 18.

**Tabla 18**  
**Ejemplos de posibles causas de fallo**

Ejemplos de posibles causas de Fallo			
Fallo: Ruido y/o vibración excesivos	Causa del fallo		Solución de problemas
<b>Eje motriz</b>	Lubricante insuficiente		Compruebe el nivel de aceite y reponga el aceite.
	Aceite no autorizado utilizado		Reemplace el lubricante.
	Ajuste deficiente del cojinete de la rueda		Reemplace el cojinete de la rueda.
	Mal contacto entre el engranaje anular y el eje del piñón		Desmontar, comprobar o reajustar.
	Daño o abrasión del engranaje anular y el eje del piñón		Reemplace el engranaje dañado.
	Aflojamiento o abrasión del cojinete del eje del piñón		Desmonte, revise o reemplace el rodamiento
<b>Diferencial</b>	Funcionamiento diferencial	Perno del engranaje anular aflojado	Desmontar, comprobar o volver a montar.
		Engranaje anular quemado	Desmontar, verificar o reemplazar.
		Rodamiento diferencial aflojado o desgastado	Desmontar, revisar, reparar o reemplazar.
		Cojinete de engranaje cónico dañado	Desmontar, verificar o reemplazar.
	Rotante	Engranaje de piñón de araña diferencial excesivamente apretado	Reemplace el engranaje del piñón o la araña.
		Engranaje lateral dentro de la caja diferencial excesivamente apretado	Sustituya el engranaje lateral.
		Piñón diferencial o engranaje lateral dañado	Reemplace el piñón o el engranaje lateral.
		Arandela de empuje desgastada o dañada	Reemplace la arandela de empuje.
Reacción excesiva del piñón diferencial y el engranaje lateral		Reemplace el piñón o el engranaje lateral.	
<b>Frenos</b>	Ruido del freno	Usar aceite o materiales de eje no autorizados para cada abrasión	Utilizar materiales autorizados por el fabricante.
	Sonido de clic		Retire el aceite del eje y utilice aceite autorizado.
	Vibración		Reemplace o limpie a fondo los discos de fricción o reemplace los discos.
<b>Freno de conducción</b>	Baja o nula presión de frenado	El depósito de aceite de frenos se mantiene vacío	Reponga el aceite hasta el nivel especificado.
		Sistema hidráulico dañado	Compruebe el sistema hidráulico.
		Fugas de aceite de frenos	Compruebe y sustituya el sello del freno.
<b>Freno de estacionamiento</b>	Baja o nula presión de frenado	Freno de estacionamiento mal ajustado	Ajuste el freno de estacionamiento.
			Ensamble la cubierta de la caja del transportador.

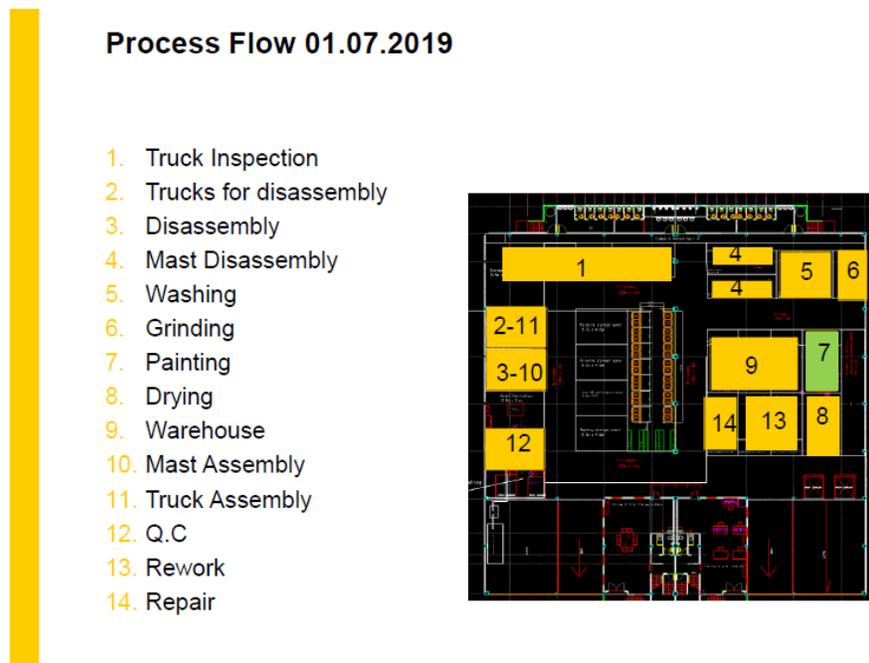
Fuente: Elaboración propia

Como registro de la capacitación el entrenador utiliza el formato de registro del listado de asistencia a seminarios/cursos/reuniones de la capacitación de mecánica básica para las firmas de los técnicos como constancia en base al procedimiento de recursos humanos. (Ver Anexo, Figura A.4.).

## 2.6.2 Ampliación del taller y delimitación en el área de los procesos del reacondicionamiento de los equipos

- a) Diseño del área de taller con las delimitaciones del flujo del proceso de reacondicionamiento de equipos y diseño de cabina de pintura en el área de taller.

Con el grupo de trabajo con el Gerente del rental, Supervisor Taller y el Analista de infraestructura de la empresa, en la figura 2.14 se muestra unificada la bodega 10 y 11 como una sola área de taller ya que anteriormente la bodega 10 era parte de área de almacenamiento de equipos. Se realizó un plano en base al flujo del proceso y actividades en cada etapa que tiene implementado casa matriz en sus talleres en otras unidades de negocio como por ejemplo con la localidad de Tailandia como se muestra el plano en la figura 2.13.



**Figura 2.13 Plano de flujo de proceso de Tailandia**

Fuente: Elaboración propia

El flujo del proceso se enumeró y delimitó como lo muestra la figura 2.14.

#### Diagnóstico:

1. Diagnóstico: Se recibe el equipo con un diagnóstico previo, repuestos arribados, y trabajos metálicos, mecánicos, eléctricos, establecidos y realizan la lista de repuestos que necesita el equipo en base a los daños encontrados para poder pasar al área de Comercio exterior el pedido de importación. Después del diagnóstico del equipo, los equipos se colocan de acuerdo con el método de primero entrar y primero en salir (FIFO), para que el próximo equipo para desmontar siempre sea el equipo que pasó primero por la inspección del equipo. Durante la inspección del camión se puede desmontar y recoger la batería del camión sin esfuerzo logístico.

#### Reacondicionamiento:

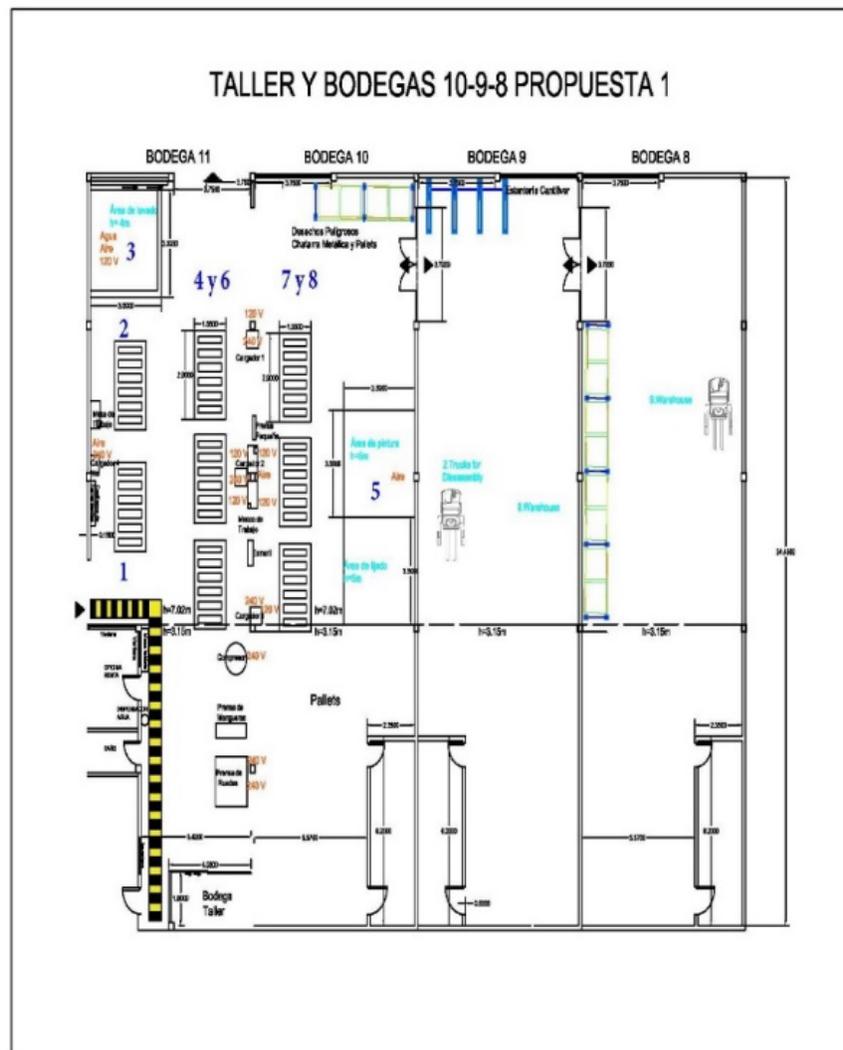
2. Desmontaje: Se desmontan las partes y piezas a ser intervenidas y las que no para proceder al siguiente paso de lavado.
3. Lavado: Se lavan las partes y piezas a ser reutilizadas, estructuras, ruedas, mástil, etc.
4. Construcción compuesta y reparaciones metálicas: Se realizan reparaciones metálicas y mecánicas, hidráulicas, mástil, mangueras, comprobación eléctrica, entre otras.
5. Pintura: se realiza despintado y pintado del equipo.
6. Instalación eléctrica y montaje: Se realiza la instalación de partes y piezas electrónicas y el montaje de partes y piezas.

#### Alistamiento:

7. Alistamiento: Se realiza la instalación de etiquetas, limpiado, brillo al equipo.

#### Liberación (control de calidad):

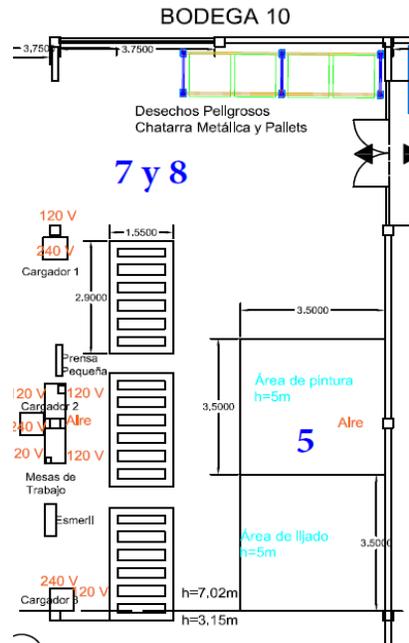
8. Control de calidad: Se realiza el control de calidad final por una persona responsable, pero externa al trabajo.



**Figura 2.14 Plano de diseño de la ampliación del área de taller**

Fuente: Elaboración propia

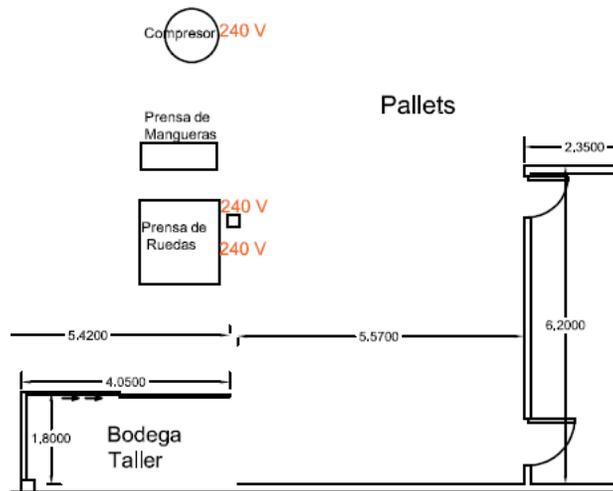
El diseño de la cabina de pintura es realizado en la bodega 10, en donde se colocó un área delimitada para la pre-fase que es el lijado del equipo para posteriormente pasar a la cabina de pintura como lo muestra en la figura 2.15.



**Figura 2.15 Plano del diseño de área de la cabina de pintura -bodega 10**

Fuente: Elaboración propia

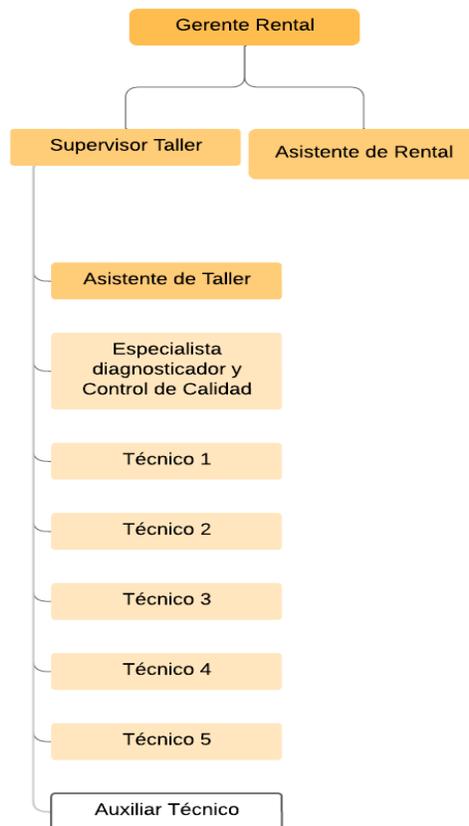
Como parte del área de taller se reubicaron en el diseño los espacios las actividades de prensado de mangueras y prensado de llantas que se tercerizan con proveedores locales, como se demuestra en la figura 2.16.



**Figura 2.16 Plano de diseño de la ampliación del área de taller**

Fuente: Elaboración propia

En base al flujo diseñado en la figura 2.17 de la ampliación del área de taller se aumentó y reestructuró la estructura organizacional.



**Figura 2.17 Organigrama reestructurado con ampliación del taller**

Fuente: Elaboración propia

Los nuevos cambios fueron la creación del cargo de Especialista diagnosticador y control de calidad y un Auxiliar técnico que cumplirán las siguientes actividades dentro del proceso:

- Especialista diagnosticador y Control de calidad: Es la persona encargada de la recepción del equipo para proceder con el diagnóstico del equipo y el pedido de repuestos para importación. Finalmente es el responsable de realizar el proceso de liberación o control del equipo reacondicionado.
- Auxiliar técnico: Es la persona encargada del desembarque de los equipos que llegan a las bodegas sea por importación o de clientes. Es el responsable de realizar los procesos de ensamblaje de mangueras y de prensado de ruedas dentro del proceso de reacondicionamiento.

Adicionalmente se contrató un servicio de pintado con un proveedor externo para que realice el pintado de los equipos.

b) Elaboración del presupuesto de inversión para ampliación de taller y solicitud de aprobación al Gerente General

Se envió al área de compras el diseño de la ampliación del taller, desarrollado por el Analista de infraestructura, el cual pasó por el proceso de compras en la que se elaboró un cuadro comparativo del presupuesto de la inversión con tres proformas de proveedores. La inversión total fue de \$30.704, la que fue aprobada por el Gerente general con las condiciones de tiempo de entrega de dos meses y tiempo de crédito de 60 días con el proveedor que se seleccionó.

c) Planificación y ejecución de la ampliación del área de taller

La ampliación del área de taller duró dos meses de ejecución como lo detalla la tabla 19 de la bodega 8-9-10-11 y las áreas adicionales de lavado, cabina de pintura y las delimitaciones del área de ensamblaje de mangueras y del prensado de ruedas.

**Tabla 19**  
**Planificación de ampliación del área de taller**

Bodegas/Áreas	Detalle	Julio		Agosto				Septiembre			
		Sem 29	Sem 30	Sem 31	Sem 32	Sem 33	Sem 34	Sem 35	Sem 36	Sem 37	Sem 38
Bodega 8-9	Apertura de boquete de 372 x 550, incluye: Derrocar pared, fundir Viga y derrocar viga existente, resane y enlucido similar al existente, desalojar escombros										
	Desmontar puerta metálica de bodega 10, traslado, instalación y boquete de bodega 8, incluye resane y pintura de mampostería										
Bodega 10-11	Derrocar 4 paños de pared, vigas y columnas se mantienen, incluye resane de filos, áreas afectadas por el retiro de las paredes y desalojo de escombros.										
	Derrocar mesas de trabajo (3), incluye resane de piso, pared, pintura del área afectada y desalojo de escombros.										
	Ampliación de mesa de trabajo según nuevo requerimiento, pasa de 150x50 a 300x150 estructura metálica interna, soportado en bloques y mesa fundida con e=5 cm, varillas internas, incluye vinil (6m2) como recubrimiento superior, no incluye divisiones interna ni puertas.										
Área de lavado	Obra civil para el área del lavado										
	Sistema de aguas servidas										
	Sistema de agua potable										
	Estructura metálica con cortina de lona y plástico										
Cabina de pintura	Estructura metálica										
	Sistema de Iluminación										
	Instalación de tablero electrónico										
	Instalación de compresor de aire										
Ensamblaje de mangueras	Instalación de máquina de ensamblaje de mangueras										
Prensado de ruedas	Instalación de máquina de prensado de ruedas										

Fuente: Elaboración propia

Tomando en cuenta la planificación de la ampliación del área de taller se cumplió con la fecha de culminación establecida, el Gerente de rental realizó la inauguración del área con todos los colaboradores de la empresa el 30-09-2022., las siguientes figuras 2.18,2.19,2.20,2.21,2.22 muestran la implementación.



**Figura 2.18 Bodega 10-11 con ampliación ejecutada**

Fuente: Elaboración propia



**Figura 2.19 Área de lavado**

Fuente: Elaboración propia



**Figura 2.20 Cabina de Pintura**

Fuente: Elaboración propia



**Figura 2.21 Máquina de prensado de manguera**

Fuente: Elaboración propia



**Figura 2.22 Máquina de prensado de ruedas**

Fuente: Elaboración propia

### 2.6.3 Estandarización de criterios de calidad, elaboración de formatos de diagnóstico y liberación y elaboración de instructivo de reacondicionamiento

a) Definir los criterios de calidad en el procedimiento de reacondicionamiento:

Los criterios de calidad definidos por cada matriz se definen como niveles de reacondicionamiento que hace referencia a los niveles calidades en la escala de estado y acabados en el reacondicionamiento o reparación del equipo de la siguiente manera:

 **1 estrella.** - Corresponde a un nivel de daño del montacargas muy alto, destinado para la chatarrización, sin operación debido a problemas mecánicos o eléctricos, cuyo valor de reparación sea demasiado alto y/o el nivel del modelo sea discontinuado.

 **2 estrellas.** - Corresponde a un nivel de daño del montacargas alto, inoperativo pero evaluable en el diagnóstico para considerar la reparación del equipo, es necesario evaluar a qué nivel se desea reparar o chatarrizar.

 **3 estrellas.** - Corresponde a un nivel de daño del montacargas medio, puede estar operativo o inoperativo pero evaluable en el diagnóstico para considerar la reparación del equipo, es necesario evaluar a qué nivel se desea reparar o chatarrizar.

 **4 estrellas.** - Corresponde a un nivel de daño del montacargas bajo o mínimo, operativo, evaluable en el diagnóstico para transformarlo a 5 estrellas o alquilarlo en 4 estrellas. Es necesario evaluar a qué nivel se desea reacondicionar.

 **5 estrellas.** - Corresponde a la máxima calidad de reacondicionamiento, consiste en corrección de pintura, partes eléctricas, electrónicas y mecánicas.

El Gerente general de la empresa en base a los criterios de calidad mencionados definió que todos los equipos que se reacondicionan en el área de taller sean producidos con un nivel de 4 estrellas.

b) Actualizar el procedimiento y elaboración del instructivo de reacondicionamiento con las actividades operativas del técnico

El Gerente de rental junto con el Supervisor taller como dueños y responsables del proceso realizaron la actualización del procedimiento de reacondicionamiento para colocar los criterios de calidad mencionados en el literal a. (Ver Anexo, Figura A.5.).

En el instructivo de reacondicionamiento el supervisor taller definió tiempos promedios por cada etapa del proceso de los 5 modelos de equipos que se reacondicionan tal como lo muestra la tabla 20.

**Tabla 20**  
**Tiempos promedios de reacondicionamiento por modelo de equipo**

Proceso	Nombre de la actividad	Tiempos en minutos por Equipo Ecuador				Cantidad de Personas	Tiempo promedio
		Modelo 1	Modelo 4	Modelo 4	Modelo 5		
Diagnóstico	Diagnóstico y pedido de importación	40	40	40	30	1	37,5
Reacondicionamiento	Desmontaje	40	40	40	20	5	35
	Lavado	30	30	30	15	5	26,25
	Construcción compuesta y reparaciones metálicas	800	800	800	640	5	760
	Pintura	180	180	180	120	1	165
	Instalación eléctrica	480	360	240	240	5	330
	Montaje	480	360	500	360	5	425
Alistamiento	Finalizado	30	30	30	20	5	27,5
Liberación	Control de Calidad	60	60	60	40	1	55
<b>Promedio total en minutos por equipo</b>							<b>1861,3</b>
<b>Promedio total de horas por equipo</b>							<b>31,0</b>
<b>Promedio total de días por equipo</b>							<b>3,9</b>

Fuente: Elaboración propia

El supervisor de taller definió en el instructivo de reacondicionamiento actividades específicas que debe de realizar el técnico para una mejor verificación de cada actividad realizada. (Ver Anexo, Figura A.6.):

- Ajustar las partes tuercas y tornillos con traba perno.
- Reconfirmar y torquear cada perno de ruedas.
- Marcar con marcador blanco de seguridad los pernos, tornillos como control.
- Se debe de llenar las respectivas órdenes de trabajo de manera diaria y con la información correspondiente del Montacargas y del trabajo a realizar.

c) Elaboración de formato de diagnóstico y liberación

El formato de check list de diagnóstico y liberación fueron creados por los entrenadores especializados tomando como base el manual de los equipos que proporciona fabrica.

En la elaboración del check list de diagnóstico se tomaron en cuenta los siguientes parámetros como se muestra en la figura 2.23:

- Información identificadora del equipo como serie, año, código.
- Los antecedentes del último mantenimiento preventivo y correctivo que haya tenido el equipo.

- Puntos de chequeo de los principales componentes en donde colocan los parámetros y/o estados encontrados de cada componente:
  - Batería
  - Bastidor y superestructura
  - Accionamiento de marcha
  - Ruedas/ejes/soportes
  - Sistema de dirección
  - Andamio elevador (mástil)
  - Equipamiento adicional
  - Unión bastidor/dispositivo de carga
  - Instalación hidráulica
  - Instalación eléctrica
  - Accionamiento de marcha
  - Datos de medición
- Informe final del diagnóstico en donde colocan observaciones relevantes del estado del equipo.

CHECK LIST DE DIAGNOSTICO		
Carretilla	Batería	Cargador
Modelo: _____	Modelo: _____	Modelo: _____
Serie: _____	Serie: _____	Serie: _____
Año: _____	Año: _____	Año: _____
Codigo: _____	Codigo: _____	Codigo: _____
<b>Antecedentes:</b>		
Ultimo cambio de aceites y filtros: _____	Fecha: _____	Horometro _____
Aceite transmisión <input type="checkbox"/> Filtro de retorno <input type="checkbox"/> Filtro de transmisión <input type="checkbox"/>	Aceite hidráulico <input type="checkbox"/> Filtro de succión <input type="checkbox"/> Filtro de dirección <input type="checkbox"/>	Aceite de dirección <input type="checkbox"/> Filtro de ventilación / aire <input type="checkbox"/> Aceite de frenos <input type="checkbox"/>
¿Equipo precisa cambio de aceites y filtros?	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
El equipo presenta fallos /daños reportados fuera de taller que no han sido reparados:	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
Descripción:		
<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div>		
<b>Descarga de archivos:</b>		
Nombre del archivo del libro de fallos:		
Nombre del archivo de parámetros:		

**Figura 2.23 Check list de diagnóstico**

Fuente: Elaboración propia

El entrenador especialista realizó un solo el check list para el de reacondicionamiento y liberación para que sirva como registro de las mediciones por parte del técnico que realiza de cada parte del equipo como calidad en la fuente y esa información también sirva para la revisión del Especialista diagnosticador y control de calidad en la liberación, como se muestra en la figura 2.24.

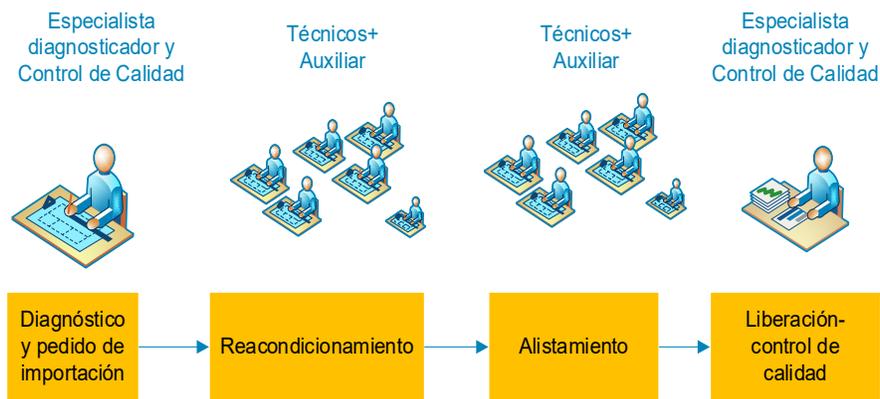
CHECK LIST PARA EL REACONDICIONAMIENTO Y REVISION DE CALIDAD DE MONTACARGAS						
FECHA: _____		CUENTE: _____		TECNICO RESPONSABLE: _____		
DATOS DEL EQUIPO						
MONTACARGAS						
MARCA:	MODELO:	SERIE:	AÑO:	CODIGO		
HOROMETRO:	LARGO DE HORQUILLAS:	MASTIL H1:	MASTIL H3:			
BATERIA:						
MARCA:	MODELO:	SERIE:	AÑO:	CODIGO		
BATERIA ADICIONAL:						
MARCA:	MODELO:	SERIE:	AÑO:	CODIGO		
CARGADOR:						
MARCA:	MODELO:	SERIE:	AÑO:	CODIGO		
REVISION DEL TECNICO RESPONSABLE						
<small>Coloque en la casilla "Descripción de datos técnicos" el valor medido según corresponda. La sección "Revisión" debe ser llenado por el responsable de calidad con un "OK" realizó la medición necesaria y que los valores están conformes al estandar de Jungheinrich</small>						
CARRETILLA JUNIOR						
<small>Medida del juego de ajuste del freno electromagnetico Medida del disco de freno Par de apriete de rueda motriz Par de apriete de mastil de elevacion Presion de trabajo del sistema hidraulico Medida de alargamiento de cadena central Medida de alargamiento de cadenas laterales</small>			Descripción de datos técnicos		Revisión	
Ajuste según manual		Valor real medido				
				OK		
				OK		
				OK		
				OK		
				OK		
				OK		

**Figura 2.24 Check list de reacondicionamiento y calidad**

Fuente: Elaboración propia

d) Sociabilización con el personal organizacional del área de taller del procedimiento e instructivo actualizado

La socialización del procedimiento actualizado de reacondicionamiento fue realizada en una reunión por el Gerente de rental y el Supervisor taller con todo el equipo de trabajo del área de taller, indicando en qué parte del proceso están designado cada uno como lo muestra la figura 2.25.



**Figura 2.25 Distribución de actividades**

Fuente: Elaboración propia

e) Implementación y registro en los formatos de diagnóstico y liberación

Como punto importante en la etapa de planificación de los reacondicionamientos, se colocó una pizarra en el área de taller como tablero visual el cual se dividió en 3 partes, la primera división representa lo que está sucediendo actualmente en la producción como número de equipos y la ubicación de los mismos en las bahías delimitadas para cada proceso, en la segunda división se monitorea qué y cuánto tiempo sucede algo en la producción y la tercera división fue ilustrar qué problemas tienen los equipos en el momento de la liberación y el plan de medida de solución. Es un control visual para que se implementó para que sea fácil comunicárselo a los técnicos figura 2.26.



**Figura 2.26 Tablero planificador de la producción**

Fuente: Elaboración propia

Como control de implementación y seguimiento se designó durante un mes posterior a la sociabilización de los formatos de diagnóstico y liberación de acompañamiento con el nuevo formato de diagnóstico y liberación.

## CAPÍTULO 3

### 3. RESULTADOS

Una vez realizada la implementación de las mejoras propuestas se realizó un análisis de los tiempos en base a las órdenes de trabajo de reacondicionamiento levantadas por los técnicos de los meses de noviembre y diciembre para analizar los tiempos por cada actividad dentro del flujo del proceso reacondicionamiento con las nuevas delimitaciones en el área y la nueva estructura organizacional del taller.

Como lo muestra en la tabla 21, el proceso de reacondicionamiento entre las cuatro actividades de diagnóstico y pedido de importación las cuales se juntó en una sola actividad (reacondicionamiento, alistamiento y liberación), tenían un promedio total de 2707 minutos y después de las mejoras realizadas se obtuvo un promedio total de 1861 minutos, generando una reducción de tiempo de 31.21%.

**Tabla 21**  
**Reducción de tiempos promedios de reacondicionamiento después de la mejora**

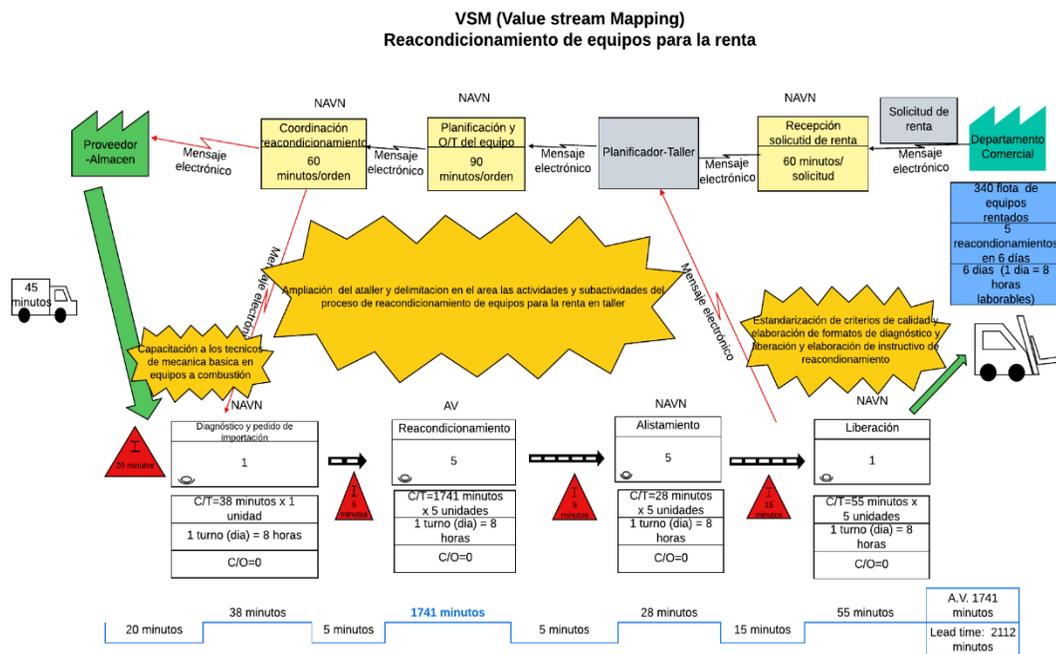
Tiempo promedio en minutos en ejecución	Diagnóstico y pedido de importación (minutos)	Reacondicionamiento (minutos)	Alistamiento (minutos)	Liberación (minutos)	Tiempo total (en minutos)
Antes de la mejora	82	2445	60	120	2707
Después de la mejora	37,5	1741,25	27,5	55	1861,25
				<b>Reducción en %</b>	<b>31,21%</b>

Fuente: Elaboración propia

En base al VSM levantado en el punto 2.2 con el proceso sin mejorar se tenía un lead time de 3027 minutos con una eficiencia de 80.77% por lo que se analizó y actualizó los datos con las mejoras realizadas como se muestra en la figura 3.1 VSM futuro, para calcular el nuevo lead time y porcentaje de eficiencia cambiando solo la información de las actividades de los procesos:

- El auxiliar técnico receipta el equipo que se va a reacondicionar para realizar los cuatro procesos: diagnóstico y pedido de importación, reacondicionamiento, alistamiento, y liberación, se considera que se trabaja un turno de 8 horas y 5 días por semana y un tiempo de 20 minutos de espera para pasar al primer proceso de diagnóstico.

- Diagnóstico y pedido de importación: su tiempo de proceso es 38 minutos por cada equipo, cuenta con un especialista de diagnóstico y control de calidad y el inventario después de este proceso es de cero minutos de espera antes del siguiente proceso ya que se eliminó el tiempo de espera porque se unificó en un solo cargo que es el especialista en diagnóstico y pedido de importación la actividad.
- Reacondicionamiento: su tiempo de proceso es 1741 minutos por cada equipo, cuenta con cinco operadores y el inventario después de este proceso es de cinco minutos de espera antes del siguiente proceso.
- Alistamiento: su tiempo de proceso es 28 minutos por cada montacargas, cuenta con cinco técnicos y el inventario después de este proceso es de quince minutos de espera antes del siguiente proceso.
- Liberación: su tiempo de proceso es de 55 minutos por cada montacargas, cuenta con un especialista de diagnóstico y control de calidad. No existe inventario posterior.



**Figura 3.1 VSM futuro reacondicionamientos de equipos para la renta junio-2022**

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 22 se compara el antes y después del proceso y se resume los valores de las actividades que AV, NAVN, NAV dando como resultado un 1.66% de mejora en la eficiencia el cual no pareciera muy representativo pero el lead time se reduce un 30.23% lo cual es un porcentaje muy bueno ya que el tiempo de procesamiento y de respuesta es menor.

**Tabla 22**  
**Comparativo de porcentaje de eficiencia**

Proceso	Lead time	AV	NAVN	NAV	Eficiencia
Antes-Reacondicionamiento de equipos para la renta	3027	2445	472	110	80,77%
Después-Reacondicionamiento de equipos para la renta	2112	1741	331	40	82,43%

Fuente: Elaboración propia

### 3.1 Indicador de porcentaje de equipos entregados con fallas mensual

Se realizó la revisión de los equipos entregados y las órdenes de trabajado de los técnicos por retrabajos posterior a las mejoras realizadas de los meses de noviembre y diciembre dando como resultado un promedio del 19% de retrabajos, por lo que se cumplió el objetivo requerido de este proyecto que es reducir el 10% de los retrabajos.

Se concluye que se logró el objetivo de reducir del 31% al 21% los retrabajos en el proceso de reacondicionamiento de equipos para alquiler requerido de este proyecto. Como lo muestra la tabla 23 se tomó como muestra dos meses posteriores a la implementación.

**Tabla 23**  
**Porcentaje de retrabajos del mes de noviembre y diciembre del año 2022**

Cantidad de Entregas	Cantidad de Retrabajos	%		
47	9	19%		
Mes	Equipo	Ordenes de Trabajo	Falla	Tipo de falla
Noviembre	MC293	OTMC-TEC64-0000984	Ruedas	Mecánico
	MC391	OTMC-TEC124-0000274	Sistema de dirección	Eléctrico
	MC429	TEC115-0000453	Pernos	Mecánico
	MC485	OTMC-TEC66-0000538	Orbitrol	Mecánico
	MC680	TEC115-0000434	Sistema eléctrico	Eléctrico
	MC432	OTMC-TEC85-0000725	Sistema de dirección	Eléctrico
	MC745	OTMC-TEC59-0000576	Ruedas Programadas	Mecánico
	MC770	OTMC-TEC85-0000732	Sistema hidráulico	hidráulico
MC727	OTMC-TEC73-0000328	Sistema hidráulico	hidráulico	
Cantidad de Entregas	Cantidad de Retrabajos	%		
21	3	19%		
Mes	Equipo	Ordenes de Trabajo	Falla	Tipo de falla
Diciembre	MC179	OTMC-TEC87-0000796	Motor	Mecánico
	MC630	TEC115-0000454	Pernos	Mecánico
	MC768	TEC86-0000903	Pernos	Mecánico

Fuente: Elaboración propia

### 3.2 Indicador de promedio de días en la que un equipo entregado presenta fallas

Se realizó la revisión de las fechas de los equipos entregados versus las fechas de los órdenes de trabajo de los técnicos cuando reportan los retrabajos posteriores a las mejoras realizadas de los meses de noviembre y diciembre dando como resultado el promedio de 11 días de tiempo en que existe un retrabajo posterior a la entrega.

Se concluye que se logró el objetivo de incrementar el promedio de días de fallos requerido de este proyecto ya que sin mejoras existía un tiempo promedio de 5.96 días en la que los equipos presentaban fallos de retrabajos. Cabe recalcar que se ha tomado como muestra dos meses posteriores a la implementación de las mejoras por lo que mensualmente se medirá este indicador, como lo muestra la tabla 24.

**Tabla 24**  
**Promedio de días en la que un equipo entregado presenta fallas del mes de noviembre y diciembre del año 2022**

Mes	Equipo	Ordenes de Trabajo	Fecha de entrega	Fecha de retrabajo	Días
Noviembre	MC293	OTMC-TEC64-0000984	23/11/2022	30/11/2022	6
	MC391	OTMC-TEC124-0000274	07/11/2022	18/11/2022	3
	MC429	TEC115-0000453	28/11/2022	12/12/2022	15
	MC485	OTMC-TEC66-0000538	07/11/2022	11/11/2022	5
	MC680	TEC115-0000434	16/11/2022	28/11/2022	13
	MC432	OTMC-TEC85-0000725	09/11/2022	16/11/2022	8
	MC745	OTMC-TEC59-0000576	07/11/2022	16/11/2022	10
	MC770	OTMC-TEC85-0000732	11/11/2022	20/11/2022	10
	MC727	OTMC-TEC73-0000328	25/11/2022	10/12/2022	16
				Promedio de días de reporte de fallas	9,56
Mes	Equipo	Ordenes de Trabajo	Fecha de entrega	Fecha de retrabajo	Días
Diciembre	MC179	OTMC-TEC87-0000796	23/12/2022	30/12/2022	8
	MC630	TEC115-0000454	03/12/2022	18/12/2022	16
	MC768	TEC86-0000903	08/12/2022	23/12/2022	16
				Promedio de días de reporte de fallas	12,59

Fuente: Elaboración propia

### 3.3 Control visual

El Gerente de rental elaboró un control visual mensual como lo muestra la figura 3.2, con los indicadores de porcentaje de equipos entregados con fallas mensual y del promedio de días de reporte de equipos con fallas para evaluar las causas de los retrabajos y realizar el seguimiento al objetivo de esta mejora.

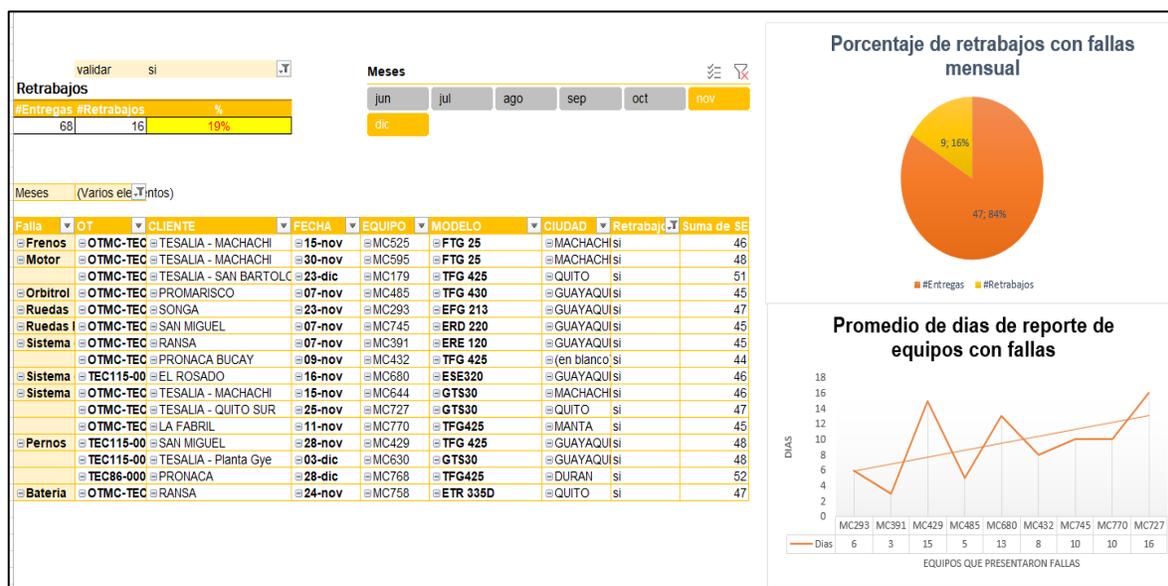


Figura 3.2 Control visual mensual

Fuente: Elaboración propia

### 3.4 Impacto financiero del proyecto

En la tabla 26 se muestra el impacto financiero a través del flujo de caja de la inversión total de las 3 mejoras que se implementaron en el proyecto con un periodo de cinco años en el cual se evidencia que se recupera la inversión inicial de \$31.248,67 al tercer año del proyecto. También en la tabla 25 se evidencia el rendimiento financiero de la inversión total del proyecto en donde se recupera los intereses del 18% con una holgura financiera de \$15.658,24 teniendo un TIR mayor con un rendimiento del proyecto del 38,07%.

Tabla 25  
Rendimiento financiero de inversión total del proyecto

Tasa mínima aceptable del rendimiento (TMAR)	18%
Valor presente neto (VNA)	\$15.658,24
Tasa interna de rendimiento (TIR)	38,07%

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 26**  
**Flujo de caja de inversión del proyecto**

Detalle	Año 0 (US\$)	Año 1 (US\$)	Año 2 (US\$)	Año 3 (US\$)	Año 4 (US\$)	Año 5 (US\$)
<b>Ingresos obtenidos por mejoras en los procesos</b>		<b>\$40.320,00</b>	<b>\$ 42.336,00</b>	<b>\$44.452,80</b>	<b>\$46.675,44</b>	<b>\$49.009,21</b>
<b>Ahorro en costo de transporte de proveedor de pintura</b>		<b>\$17.280,00</b>	<b>\$ 17.625,60</b>	<b>\$17.978,11</b>	<b>\$18.337,67</b>	<b>\$18.704,43</b>
<b>(-) costos de ventas</b>		<b>\$29.020,40</b>	<b>\$ 30.101,90</b>	<b>\$31.233,16</b>	<b>\$32.416,57</b>	<b>\$33.654,65</b>
Materia Prima		\$ 7.200,00	\$ 7.344,00	\$ 7.490,88	\$ 7.640,70	\$ 7.793,51
Mano de Obra directa (pintura)		\$ 4.950,00	\$ 5.197,50	\$ 5.457,38	\$ 5.730,24	\$ 6.016,76
Mano de obra (auxiliar por nueva estructura organizacional)		\$ 9.600,00	\$ 10.080,00	\$10.584,00	\$11.113,20	\$11.668,86
Energía		\$ 4.200,00	\$ 4.410,00	\$ 4.630,50	\$ 4.862,03	\$ 5.105,13
Depreciación infraestructura		\$ 3.070,40	\$ 3.070,40	\$ 3.070,40	\$ 3.070,40	\$ 3.070,40
<b>Utilidad Bruta</b>		<b>\$28.579,60</b>	<b>\$ 29.859,70</b>	<b>\$31.197,76</b>	<b>\$32.596,55</b>	<b>\$34.058,99</b>
<b>(-) Gastos Operacionales</b>		<b>\$11.124,81</b>	<b>\$ 11.681,05</b>	<b>\$12.265,10</b>	<b>\$12.878,36</b>	<b>\$13.522,28</b>
<b>Gastos de Ventas y Administrativos</b>		\$ 5.486,40	\$ 5.760,72	\$ 6.048,76	\$ 6.351,19	\$ 6.668,75
<b>Gastos de capacitación</b>	\$ 309,00	\$ 324,45	\$ 340,67	\$ 357,71	\$ 375,59	\$ 394,37
<b>Gastos de estandarización y revisión de formatos</b>	\$ 235,67	\$ 153,96	\$ 161,66	\$ 169,74	\$ 178,23	\$ 187,14
<b>Gastos de mantenimiento</b>		\$ 5.160,00	\$ 5.418,00	\$ 5.688,90	\$ 5.973,35	\$ 6.272,01
<b>(=) Utilidad Operativa</b>		<b>\$17.454,79</b>	<b>\$ 18.178,65</b>	<b>\$18.932,65</b>	<b>\$19.718,19</b>	<b>\$20.536,71</b>
<b>(=) Utilidad antes de impuestos y participación trabajadores</b>		<b>\$17.454,79</b>	<b>\$ 18.178,65</b>	<b>\$18.932,65</b>	<b>\$19.718,19</b>	<b>\$20.536,71</b>
<b>(15%) Participación Trabajadores</b>		\$ 2.618,22	\$ 2.726,80	\$ 2.839,90	\$ 2.957,73	\$ 3.080,51
<b>(=) Utilidad antes de impuestos</b>		<b>\$14.836,57</b>	<b>\$ 15.451,85</b>	<b>\$16.092,76</b>	<b>\$16.760,46</b>	<b>\$17.456,20</b>
<b>(25%) Impuesto a la renta</b>		\$ 3.709,14	\$ 3.862,96	\$ 4.023,19	\$ 4.190,12	\$ 4.364,05
<b>(=) Utilidad neta</b>		<b>\$11.127,43</b>	<b>\$ 11.588,89</b>	<b>\$12.069,57</b>	<b>\$12.570,35</b>	<b>\$13.092,15</b>
<b>(+) Depreciación (infraestructura)</b>		\$ 3.070,40	\$ 3.070,40	\$ 3.070,40	\$ 3.070,40	\$ 3.070,40
<b>(-) Inversión total del proyecto</b>	\$ 31.248,67					
<b>(=) Flujo de caja</b>	<b>\$-31.248,67</b>	<b>\$14.197,83</b>	<b>\$ 14.659,29</b>	<b>\$15.139,97</b>	<b>\$15.640,75</b>	<b>\$16.162,55</b>

Fuente: Elaboración propia

## CAPÍTULO 4

### 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 3.1 Conclusiones

- Con la inversión realizada para la implementación de las mejoras propuestas de capacitación en temas de combustión al personal técnico, estandarización de los procesos de reacondicionamiento y la ampliación del área de taller se redujo el 12% de retrabajos en el proceso de reacondicionamiento de equipos para alquiler durante el primer mes de entregado al cliente y se incrementó en 5.04 días el promedio de días de fallos en base a los resultados del mes de noviembre y diciembre.
- Mediante el diagnóstico de la situación actual de los retrabajos durante el periodo de este estudio se pudo determinar la falta de estandarización de los criterios de calidad los cuales se definieron, actualizaron y diseñaron en los procedimientos de reacondicionamientos e instructivo del reacondicionamiento para que los técnicos tengan la información estandarizada y actualizada para realizar el proceso.
- Mediante el flujo del recorrido del proceso de reacondicionamiento de los equipos del área de taller posterior a la implementación de las mejoras establecidas en el mapa de flujo de valor (VSM) futuro dio como resultado un 1.66% de mejora en la eficiencia el cual no pareciera muy representativo pero el lead time se reduce un 30.23% lo cual es un porcentaje muy bueno ya que el tiempo de procesamiento y de respuesta es menor y tiene mayor disponibilidad para poder aumentar el número de equipos reacondicionados.
- En base a la metodología utilizada en este proyecto se aplicó herramientas de Lean Manufacturing y determinar los planes de acción de mejora, en donde se realizó una nueva delimitación del área y una nueva estructura organizacional que conllevó a una reducción de tiempo del 31.21% en todo el proceso de reacondicionamiento de equipos para la renta en Taller.
- Se evaluará los resultados de los indicadores de porcentaje de equipos entregados con fallas mensual y del promedio de días de reporte de equipos con fallas a través de un tablero de control visual para evaluar las causas de los retrabajos y posteriormente realizar el seguimiento de cada retrabajo.

## 4.2 Recomendaciones

- Se recomienda realizar un plan de mantenimiento anual para las nuevas máquinas que se adquirieron para el proceso de reacondicionamiento de equipos para la renta en Taller.
- Se recomienda colocar anualmente en el plan de capacitación una capacitación de sistemas de combustión para los técnicos del área de taller.
- Se sugiere evaluar anualmente a los técnicos de taller sobre los conocimientos técnicos adquiridos en la capacitación anual recibida.
- Se sugiere colocar físicamente en el área de taller el control visual del porcentaje de equipos entregados con fallas mensual y del promedio de días de reporte de equipos para comunicar mensualmente a todo el equipo de trabajo los resultados de los indicadores mencionados.
- Se recomienda que cada vez que exista un retrabajo se analice la causa raíz de este con herramientas de Lean Manufacturing como un diagrama Ishikawa y una matriz de 5 ¿porques? y tratarlo dentro del proceso de producto no conforme del sistema de gestión de calidad ISO9001:2015 que mantiene vigente la empresa.

## BIBLIOGRAFÍA

- Branislav Mičieta<sup>1</sup>, H. H. (2021). Increasing Work Efficiency in a Manufacturing Setting Using Gemba Walk. *European Research Studies Journal*, pág. 5.
- Cabrera, P. Y. (2019). *Propuesta de reestructuración del proceso productivo mediante uso de herramientas Lean Manufacturing Caso de estudio "Angara"*. Cuenca, Ecuador.
- Camacho Sánchez, K. E. (2019). *Propuesta de mejora para el proceso de fabricación de una máquina plastificadora aplicando Lean Manufacturing*. Peru.
- Cordova, S. S. (2021). *Reducción de los tiempos de entrega a los clientes, en una empresa distribuidora de productos alimenticios, empleando herramientas Lean*. Guayaquil, Ecuador.
- E. Andres-Lopez, I. G.-R.-L. (2015). Lean Service: Reassessment of Lean Manufacturing for service. *The Manufacturing Engineering Society International Conference*, pág. 2.
- Lorente, R. E. (2012). "Aplicación del VSM (mapa de la cadena de valor) para la mejora de procesos de un taller de automoción". Valencia.
- Rodriguez, P. E. (2020). "Evaluación y propuesta para la implementación de herramientas Lean Service con el objetivo de mejorar la productividad del servicio, en una empresa local dedicada al rubro de consultoría ambiental". Lima-Peru.
- Rueda, J. J. (2021). "Implementación de un plan de mejoras basadas en la metodología Lean para mejorar la gestión de atención al cliente en la empresa Aserfex S.A.". Lima-Peru.



	PR- Rental
Ref. Norma ISO 9001-2015:	Código: PR-RNT-001

### 1. Objetivo

Asegurar la operatividad de los equipos en renta *\*con un buen servicio postventa* para cobros de renta completa.

### 2. Alcance

Inicia con la recepción de los requerimientos por parte del Gerente Comercial y los Asesores Comerciales y la recepción de equipos para el aumento de flota de montacargas para alquiler y finaliza cuando el equipo regresa a las bodegas de Jungheinrich Ecuador por término de contrato.

### 3. Responsables

- Gerente de Servicio Técnico de Montacargas en Renta
- Supervisor Taller Rental
- Coordinador Renta Clientes
- Planificador de Servicio Técnico de Montacargas en Renta
- Asistente de Servicio Técnico de Montacargas en Renta
- Asistente Administrativo Taller
- Técnicos

### 4. Definiciones

- Equipo: Montacargas, batería, cargador y *\*accesorios*

### 5. Descripción:

#### 5.1 Recepción y Diagnostico de Flota Rental:

Periódicamente el Managing Director realiza una proyección sobre la necesidad de incremento de la flota de equipos en Renta, considerando la compra con el mejor proveedor del exterior y procede a enviar un correo electrónico, con el detalle de los equipos a importar al Coordinador de Comercio exterior de acuerdo al Procedimiento de Comercio Exterior PR-CME-001. *\*En caso de compra de equipos nuevos para la flota de renta el Product Manager coloca el pedido al proveedor y procede a enviar un correo electrónico con el detalle de los equipos a importar al Coordinador de Comercio exterior de acuerdo al Procedimiento de Comercio Exterior PR-CME-001*

El Managing Director *\*y/o el Product Manager* comunica al Gerente de Servicio Técnico de Montacargas en Renta, el listado de equipos adquiridos para la flota, con su fecha tentativa de arribo.

Los equipos se reciben en las Bodegas de Jungheinrich Ecuador por los técnicos asignados y supervisados por el Supervisor Taller Rental de acuerdo al Procedimiento de Comercio Exterior PR-CME-001.

Cuando un técnico nuevo ingrese a Jungheinrich Ecuador, el Supervisor Taller Rental y Coordinador Renta Clientes son los responsables de solicitar *\*mediante solicitud de compra la adquisición de herramientas de acuerdo al perfil del cargo del técnico (eléctrico o mecánico) al Asistente de Compras.*

Elaborado por: Gerente de Servicio Técnico de Montacargas en Renta Ma. Cristina Cordero F.	Revisado por: <i>*Coordinador de Sistema de Gestión y Mejora Continua</i> Ma. Angeles Caiza J.	Aprobado por: <i>*Gerente de Servicio Técnico de Montacargas en Renta</i> Ma. Cristina Cordero F.	Fecha de aprobación : 29-04-2020	Versión: 5.0	Página: 1 de 7
--	--	---	-------------------------------------	-----------------	-------------------

Nota: (\*) identifica cambios realizados

**Figura A.2 Procedimiento de Rental**

Fuente: Elaboración propio

	IT- Reacondicionamiento de Equipo en Renta
<i>*Ref. Norma ISO 9001-2015:</i>	Código: IT-RNT-001

**1. Descripción:**

1. El Supervisor Técnico Taller identifica junto con el técnico asignado el equipo que será reacondicionado de acuerdo al Listado de Equipos de Reacondicionamiento FORM-RNT-008
2. El Supervisor Técnico Taller asigna una Orden de Trabajo Correctiva FORM-RNT-010 para registrar las actividades realizadas por los técnicos.
3. El Asistente Administrativo Taller realiza la Requisición-SAMM y se la entrega al Almacenista quedando constancia con la firma en la Requisición-SAMM, para que le entregue al técnico asignado el repuesto de acuerdo al Procedimiento de Almacenamiento y Despacho de Productos Importados PR-ALM-001 del Proceso de Almacén.
4. Cuando los repuestos que se necesitan, se encuentran en la Bodega de Repuestos (RE01), el Asistente de Servicio de Montacargas en Renta imprime la Orden de Compra de Repuestos Internos FORM-RNT-018 y la entrega al Coordinador Renta Clientes, Planificador de Servicio Técnico de Montacargas en Renta y Asistente Administrativo de Taller de acuerdo al Procedimiento Rental PR-RNT-001.
5. En caso de que los repuestos que se requieran sean de compra local, el Supervisor Técnico Taller y/o el Asistente Administrativo de Taller, gestiona la compra local de acuerdo al Procedimiento de Compras locales PR-CMP-001 del Proceso de Compras.
6. El técnico registra en la Orden de Trabajo Correctiva FORM-RNT-010 para realizar el reacondicionamiento del equipo. En caso de cualquier novedad o problema que ocurra durante la ejecución del reacondicionamiento, el técnico debe informar al Supervisor Técnico Taller, para que el mismo proceda a darle las instrucciones a seguir.
7. Al terminar el técnico el reacondicionamiento del equipo, el Supervisor Técnico Taller verifica el trabajo y una vez aprobada se cierra la Orden de Trabajo Correctiva FORM-RNT-010 colocando la fecha de terminación del trabajo.

**2. Anexos**

- Listado de Equipos de Reacondicionamiento FORM-RNT-008
- Orden de trabajo Correctiva FORM-RNT-010
- Orden de Compra de Repuestos Internos FORM-RNT-018

Elaborado por: Gerente de Servicio Técnico de Montacargas en Renta Ma.Cristina Cordero F.	Revisado por: Coordinador de Sistema de Gestión y Mejora Continua Ma. Angeles Caiza J.	Aprobado por: <i>*Gerente de Servicio</i> <i>Técnico de Montacargas en Renta</i> Ma.Cristina Cordero F.	Fecha de aprobación : 29-04-2020	Versión: 4.0	Página: 1 de 1
--	--	--	-------------------------------------	-----------------	-------------------

Nota: (\*) identifica cambios realizados

**Figura A.3 Instructivo de Reacondicionamiento**

Fuente: Elaboración propia

Ámbito de aplicación:	Versión:	Vigente desde:	Autor:	Autorización:	
Jorge Henrich Escobar	4	05/11/2022	Asistente Recursos Humanos	Coordinador Recursos Humanos	

<b>Listado de Asistencia a Seminarios/cursos/reuniones</b>					Tipo reunión / capacitación	
					Capacitación interna	
Nombre del evento:	Mecánica básica en equipos de combustión	Lugar del evento:	Sala Colombia			
Responsable del evento:	Coordinador de Recursos Humanos	Fecha inicio evento:	29/08/2022			
Facilitador:	Coordinador de servicio técnico postventa	Proveedor:	Interno	Total horas del evento:	8	
Por favor, sírvase firmar en la lista, igual como firma en su cédula de identidad						
Item	Nombres completos	Cargo	Horas	Firma		
1	ASUNCIÓN RODRIGUEZ ERICK STEVEN	Técnico-Taller	0.30			
2	CARRERA BRAVO CRISTHIAN ANDRES	Técnico-Taller	0.30			
3	ESPINOSA MACHUCA MARCOS DAVID	Técnico-Taller	0.30			
4	MARTINEZ MEDINA ROMMY ALFREDO	Técnico-Taller	0.30			
5	RODRIGUEZ VERA ERICK ISTALIN	Técnico-Taller	0.30			
6	PULIOVA VARGAS MARCELO IVAN	Técnico-Taller	0.30			
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						

Facilitador/Modificador de Sesión	
Fecha:	

**Figura A.4 Instructivo de Reacondicionamiento**

Fuente: Elaboración propia

Ámbito de aplicación:	Versión:	Vigente desde:	Autor:	Autorización:
	0.0	20-06-2022	Supervisor Taller	Gerente Rental
<b>LR0301 Procedimiento de Reacondicionamiento de Equipos</b>				

### 1.1. Objeto

Reacondicionar, reparar, chatarrizar montacargas acorde sea la necesidad por cada uno de los montacargas que llegan al taller de reacondicionamiento de Jungheinrich Ecuador S.A.

### 1.2. Ámbito de aplicación

Esta norma tiene validez en toda la organización de Jungheinrich Ecuador S.A.

### 1.3. Definiciones

**Reacondicionamiento Completo.** – Es la actividad donde un equipo es intervenido a distintos niveles de reacondicionamiento denominados estrellas, en la cual se reemplazan, reparan, mantienen partes específicas de daños, además partes estéticas, el reacondicionamiento completo refiere a un tiempo de trabajo igual o mayor a 5 días laborales. (Se define por el número de estrellas)

**Reacondicionamiento Simple.** – Es la actividad donde un equipo es intervenido a distintos niveles de reacondicionamiento denominados estrellas, en la cual se reemplazan, reparan, mantienen partes específicas de daños, además partes estéticas, el reacondicionamiento completo refiere a un tiempo de trabajo igual o menor a 3 días laborales. (Se define por el número de estrellas)

**Reparación / Mantenimiento correctivo.** – Es la actividad donde un equipo es intervenido única y específicamente en reparaciones o reemplazos puntuales, debido a que con ellos el equipo estará nuevamente operativo.

**Chatarrización.** – Es la actividad de despiece y venta como chatarra de un montacargas el cual bajo el diagnostico correspondiente se determinó que no es necesario la reparación, se consideran algunas razones posteriormente expuestas.

**Diagnostico.** – Es la actividad de revisión, análisis de reparación, costeo previo a la toma de decisión que nos ayuda a evaluar el nivel de reparación, mantenimiento correctivo o chatarrización.

**Alistamiento.** – Es la actividad de limpieza, verificación del requerimiento del cliente y preparación del montacargas y o accesorio previo al envío hacia las instalaciones del cliente antes de la liberación del montacargas.

**Liberación.** – Es la actividad por la cual el TRB realiza una inspección de control de calidad donde verifica funciones del equipo, antes de la entrega del montacargas y después del alistamiento de este.

**Retrabajo.** – Es la actividad de reparación que realiza el técnico especializado a un equipo ya entregado en las instalaciones del cliente, este retrabajo se suele dar por un mal trabajo o un error durante el reacondicionamiento del montacargas.

## Figura A.5 Procedimiento de Reacondicionamiento actualizado

Fuente: Elaboración propia

Ambito de aplicacion:	Version:	Vigencia desde:	Autor:	Autorizacion:
	0.0	20-06-2022	Supervisor Taller	Gerente Rental

## LR0302 Instructivo de Reacondicionamiento de Equipos

**5.2. Reacondicionamiento completo (es =a un reacondicionamiento Se analiza la siguiente información:**

- 1) Diagnóstico y listado de repuestos.
- 2) Se procede al desmontaje / despiece de partes como el mástil, motores, ruedas, batería, asiento, otros.
- 3) La batería se envía al área de reacondicionamiento de baterías para el proceso correspondiente.
- 4) Se procede a lavar partes y piezas no eléctricas ni electrónicas como el mástil, ruedas, estructura, asientos, cabina, etc. **(En el caso que se pueda y deba realizarse).**
- 5) Se realizan reparaciones mecánicas, hidráulicas, mástil, mangueras, comprobación eléctrica, otras.
- 6) Se realizan reparaciones metalmecánicas y similares.
- 7) Se realiza despintado, pintado y secado del equipo, acorde a la tabla de pintura según el nivel de reacondicionamiento 4-5 estrellas
- 8) Se realiza la instalación de partes y piezas electrónicas.
- 9) Se realiza el Montaje de partes y piezas como el mástil, motores, ruedas, batería, asiento, otros.
- 10) Se realiza la instalación de etiquetas, limpiado, brillo.
- 11) Se realiza el Control de Calidad por una persona responsable, pero externa al trabajo, Supervisor del taller.
- 12) Otros, es un tiempo adicional para corregir cualquier detalle mínimo.
- 13) Se realiza la liberación del equipo por parte del TRB, se debe colocar la etiqueta de control de calidad con Fecha y responsable.

Como punto de mejora y para asegurar las partes y piezas, se pide lo siguiente:

- Ajustar las partes tuercas y tornillos con trabaperno.
- Reconfirmar y torquar cada perno de ruedas.
- Marcar con marcador blanco de seguridad los pernos, tornillos como control.
- Se debe de llenar las respectivas Ordenes de trabajo de manera diaria y con la información correspondiente del Montacargas y del trabajo a realizar.

## Figura A.6 Instructivo de Reacondicionamiento actualizado

Fuente: Elaboración propia