

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

**“APLICACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO PARA INCREMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE
MONTACARGAS DEL ÁREA DE REVESTIMIENTO DE
CAUCHO DE UNA EMPRESA METALMECÁNICA EN LA
CIUDAD DE LIMA, 2022”**

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título
profesional de:

Ingeniera Industrial

Autoras:

Cinthia Estefany Maco Diaz

Maria Luisa Palomino Villanueva

Asesor:

Mg. Ing. Aldo Guillermo Rivadeneyra Cuya
<https://orcid.org/0000-0003-3777-0685>

Lima - Perú

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo a nuestros padres por el esfuerzo que día a día nos brindan y por el apoyo incondicional para salir adelante como profesionales, y aquellas personas que nos motivaron en este camino.

Las autoras

AGRADECIMIENTO

En mi primer lugar damos gracias a Dios porque hasta aquí nos ayudado, a nuestros padres y familiares que nos alientan a seguir construyendo un mejor futuro lleno de valores y principios, a nuestro asesor por su paciencia y asesoramiento incondicional para la elaboración de este trabajo de investigación.

Las autoras

Tabla de contenidos

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
ÍNDICE DE ECUACIONES	8
RESUMEN EJECUTIVO	9
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	10
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	17
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA	30
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	61
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	64
REFERENCIAS	67
ANEXOS	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Situación actual de la empresa

Tabla 2. Disponibilidad del 2019

Tabla 3. Tiempo Medio entre Fallas (MTBF) del 2019

Tabla 4. Tiempo Medio de Reparación (MTTR) del 2019

Tabla 5. Disponibilidad después de la implementación del MP

Tabla 6. Tiempo Medio entre Fallas (MTBF) después de la implementación del MP

Tabla 7. Tiempo Medio de Reparación (MTTR) después de la implementación del MP

Tabla 8. Costo del mantenimiento preventivo por 2,000 horas

Tabla 9. Indicadores del MP de la situación actual

Tabla 10. Comparativo de indicadores del antes (2019) y después de aplicar el plan de mantenimiento preventivo (2021-2022)

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Productos de la empresa
- Figura 2. Organigrama de la empresa
- Figura 3. Mapa de proceso de la empresa
- Figura 4. Sistema típico de mantenimiento
- Figura 5. Mantenimiento preventivo
- Figura 6. Proceso de reparación actual
- Figura 7. Metodología Smart
- Figura 8. Componentes del montacargas
- Figura 9. Lista de materiales para el mantenimiento preventivo
- Figura 10. Plan de Mantenimiento Preventivo
- Figura 11. Ejecución del plan de mantenimiento preventivo
- Figura 12. Cambio de aceite de motor cada 250 horas
- Figura 13. Cambio de filtro de aceite de motor cada 250 horas
- Figura 14. Cambio de filtro de combustible cada 250 horas
- Figura 15. Revisión de nivel de refrigerante cada 500 horas
- Figura 16. Revisión de tensión de cadenas, poleas y rodamientos cada 500 horas
- Figura 17. Mantenimiento de los componentes del sistema cada 500 horas
- Figura 18. Inspección de cilindros hidráulicos cada 500 horas
- Figura 19. Cambio de filtro de transmisión cada 1000 horas
- Figura 20. Revisión del nivel de transmisión cada 500 horas

Figura 21. Revisión del nivel del electrolito de la batería cada 500 horas

Figura 22. Revisión de luces en general cada 500 horas

Figura 23. Engrase general cada 500 horas

Figura 24. Gráfico estadístico de la disponibilidad del montacargas

Figura 25. Gráfico estadístico del tiempo medio entre fallas y reparación (MTBF y MMTR)

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Indicador Disponibilidad

Ecuación 2. Indicador Tiempo Medio entre Fallas (MTBF)

Ecuación 3. Indicador Tiempo Medio de Reparación (MTTR)

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de suficiencia profesional se realizó a una empresa metalmeccánica en la ciudad de Lima.

La empresa tenía una restricción con el montacargas para el área de revestimiento, porque era el único equipo destinado para las diversas operaciones del área, cuyo problema significativo era la falta de disponibilidad del equipo al presentar muchas fallas, afectando notablemente al flujo de producción ocasionado que las entregas para los clientes se retrasen.

El objetivo del proyecto es aplicar el plan de mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad del montacargas.

Para lograr el objetivo, se realizó el análisis basado en herramientas de ingeniería como AMFE, SMART e indicadores de gestión que nos permitió recopilar información y medir la situación actual, definir objetivos, desarrollarlos y la aplicación del plan de mantenimiento preventivo al montacargas.

Los resultados obtenidos luego de la aplicación de las diferentes herramientas y el plan de mantenimiento preventivo, la disponibilidad del montacargas del área de revestimiento de caucho se incrementó del 88% al 99%, concluyendo que el área de revestimiento sea más eficiente.

Palabras clave: Disponibilidad, plan de mantenimiento preventivo, montacargas

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Mi nombre es Maria Palomino, egresada del año 2019 y trabajo en el área de producción, actualmente tengo la responsabilidad de la coordinación y planificación del área, a lo largo de los 7 años de experiencia en la empresa he podido desarrollarme profesionalmente haciendo carrera dentro de la organización, las principales funciones que tengo a cargo, es el manejo de ERP SAP BO, planificación y coordinación de todas las áreas a cargo (revestimiento, maestranza y control de la calidad) para poder brindar el tiempo justo de la fabricación de los productos y presentación de KPIs mensualmente.

Los logros que he obtenido a lo largo de los años son, incrementar el 10% de entregas a tiempo de la planificación planeada, trabajo en equipo de las áreas de apoyo (compras – almacén), desarrollar capacitaciones para los usuarios del sistema SAP con la finalidad de reducir errores de gestión en los pedidos de materiales y desarrollar manual de SAP de la gestión de producción.

Mi nombre es Cinthia Maco, egresada del año 2019 de la carrera ingeniería industrial y actualmente desempeño el puesto de Comprador Senior en una empresa que brinda soluciones en acero y dentro de mis principales funciones es realizar el plan anual de compras, elaborar la planificación de las materias primas vs la demanda de comercial, licitar y negociar las mejores condiciones, elaborar los KPIs, gestionar los proyectos de ahorro y soy responsable de la gestión logística de importaciones. Dentro de mis principales logros, he logrado negociar la comisión de agenciamiento de los materiales importados obteniendo un ahorro de 25% anual, también implemente los concursos de licitaciones a los materiales que representan un 30% y una negociación de rebate del 4.5% por un volumen trimestral.

Descripción de la Empresa

La empresa Metalmecánica fue fundada en 1987 y desde sus inicios se dedicó principalmente a la fabricación de repuestos para celdas de flotación para la industria minera, en caucho natural y neoprene. Asimismo, incursionó en los revestimientos antiácidos para procesos químicos industriales, trabajando principalmente en este campo con diversos materiales como nitrilo, neoprene, EDPM, Hypalon y ebonita.

Dos años después y siempre en su afán de buscar nuevas líneas y mercados, manteniéndose siempre a la vanguardia con los avances tecnológicos, incursiona en el desarrollo de la línea de repuestos en caucho natural para bombas de pulpa de mineral, de uso obligado en las plantas concentradoras para los procesos mineros y metalúrgicos.

A fines de 1994, la empresa metalmecánica incursiona en la fabricación de productos de POLIURETANO, material que por sus excelentes propiedades técnicas sustituye al caucho en muchas aplicaciones.

Gracias a la tecnología avanzada que utiliza, su excelente calidad y la garantía que ofrece a sus clientes por el rendimiento de las piezas que fabrica, la empresa Metal Mecánica ha logrado captar parte importante del mercado, tanto el CAUCHO como en POLIURETANO, fabricando diversas piezas y elementos en las diferentes marcas de bombas y celdas de flotación para el Sector Minero.

Asimismo, incursiono en el revestimiento de tuberías con poliuretano rígido por el sistema de centrifugación, pudiendo efectuar revestimientos interiores a tuberías metálicas de diversos diámetros y longitudes, con diferentes espesores de poliuretano.

Misión

Somos una empresa industrial que, con el aporte de capitales peruanos, se dedica al desarrollo, fabricación y comercialización de productos de caucho y poliuretano, orientados principalmente al sector minero e industrial.

Nos encontramos inmersos en una constante innovación, buscando soluciones a las necesidades de nuestros clientes con productos de alta calidad. Contamos con personal calificado de amplia experiencia y complementamos nuestro servicio con asesoría técnica permanente.

Visión

Ser una empresa líder y en constante innovación, en la fabricación y comercialización de productos de caucho y poliuretano para el sector minero e industrial, principalmente en el mercado nacional, y con gran proyección en el mercado exterior, desarrollando nuevos productos y procesos que nos permitan incrementar nuestro nivel de ventas.

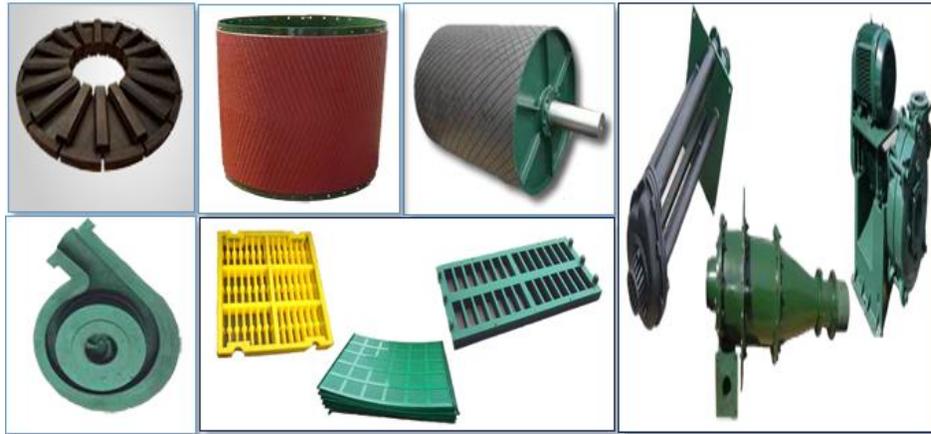
Productos

- ❖ Revestimiento de caucho para molinos: Este tipo de revestimiento de caucho se usa para interiores de molinos de bolas y barras en diferentes diámetros (Shell plate y lifters), así como también trunnions, trommels spout y scoop feeders.
- ❖ Revestimiento de caucho para cerámico: Este tipo de revestimientos antideslizantes se usa para poleas de fajas transportadoras y anti abrasivas para placas de chutes y tolvas.

- ❖ Repuestos para bomba SRL y celdas: Repuestos como impulsores, forros y platos en caucho y poliuretano, diversas partes metálicas de las bombas y celdas de flotación, con excelentes rendimientos.
- ❖ Mallas clasificadoras para zarandas: Son mallas auto limpiantes con pines de fijación y mallas tensables de diferentes dimensiones, en caucho y poliuretano.
- ❖ Bombas completas e hidrociclones: Son bombas horizontales y verticales en diferentes dimensiones e hidrociclones completos con revestimientos interiores en caucho y poliuretano.
- ❖ Productos varios:
 - ✓ Revestimientos interiores de tuberías en caucho y poliuretano centrifugado
 - ✓ Revestimientos anticorrosivos con pintura de poliuretano.
 - ✓ Revestimientos de poleas para fajas en caucho con acabado herringbone.
 - ✓ Planchas anti abrasivas lisas y planchas dentadas simétricas y asimétricas en caucho
 - ✓ Distribuidores de ciclones
 - ✓ Amortiguadores para locomotoras y carros mineros.
 - ✓ Adhesivos caucho/ metal para pegado en frio
 - ✓ Carretes de pesca (Power Blocks), defensa de muelles y productos diversos para la industria pesquera.

Figura 1

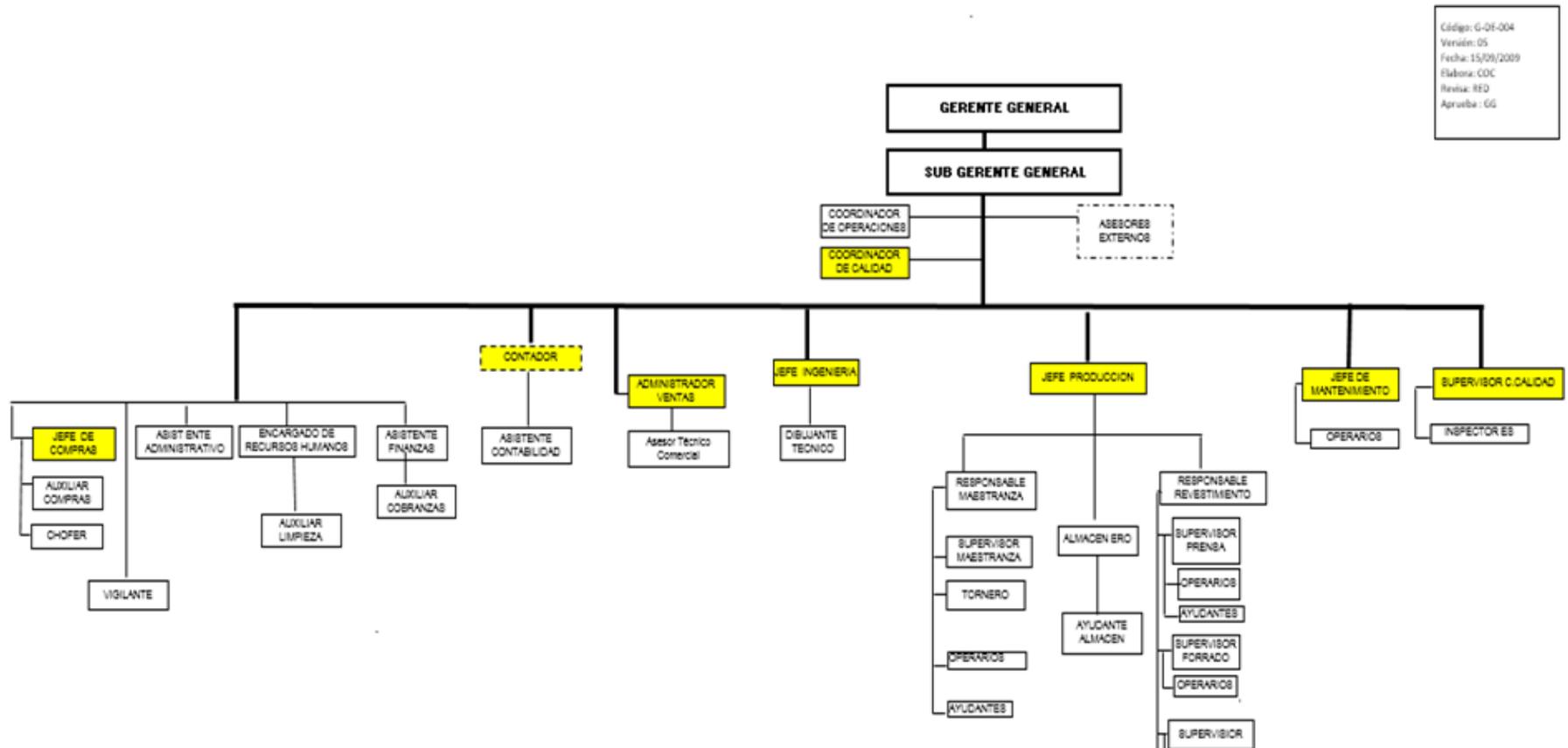
Productos de la empresa



Nota: Imágenes recopiladas de La Empresa, en la parte izquierda se puede apreciar interiores de molino de bolas, bomba, en el centro se observa poleas, mallas tensables y en la parte derecha hidrociclones y bombas horizontales.

Figura 2

Organigrama de la empresa



Código: G-01-004
 Versión: 05
 Fecha: 15/09/2009
 Elabora: CDC
 Revisa: RED
 Aprueba: GG

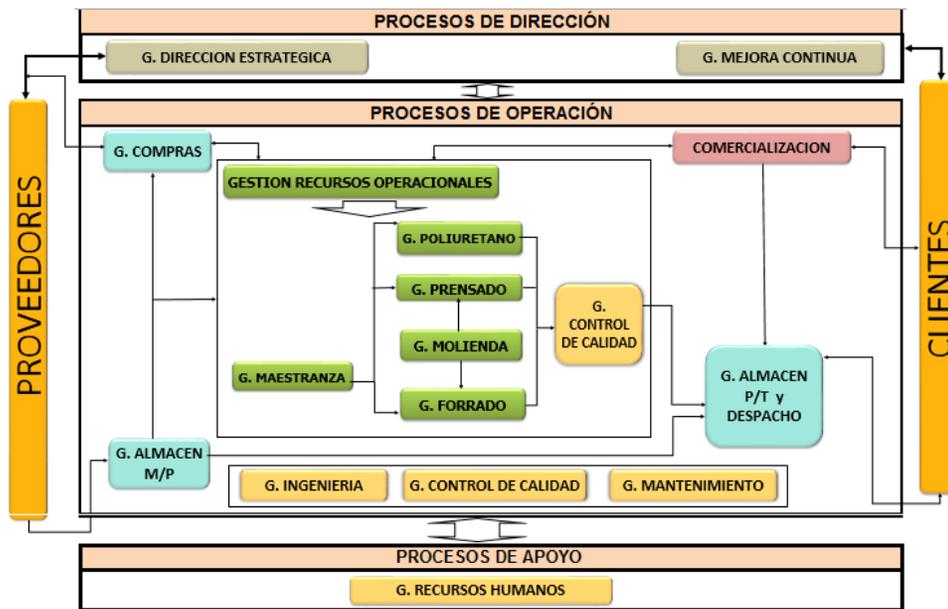
Nota: Gráfico con la información de La Empresa.

Mapa de Procesos de la Empresa

Contiene la información de los procesos de Gestión de la calidad en la organización, en donde expresa los procesos de la dirección para la industrial, cada lineamiento contempla un área en donde interviene en el proceso, haciendo que se maneje la estructura como organización.

Figura 3

Mapa de proceso de la empresa



Nota: Información recopilada de la empresa.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

Cada vez el mantenimiento se vuelve más importante para las empresas, es por ello que para esta investigación fue necesario consultar tesis referentes al tema.

2.1. Antecedentes

Altamirano (2017) en su tesis “Auditoria de mantenimiento como herramienta de Gestión para la implementación de un programa de mantenimiento preventivo en la empresa Geos Ingenieros S.R.L.”, cuyo objetivo fue realizar una auditoría que permitiera identificar a través de métodos y procedimientos las deficiencias de la gestión del mantenimiento, para establecer bases y antecedentes de las oportunidades de mejora encontradas. Al evaluar a la empresa se identificó algunas áreas que requieren mayor atención como el mantenimiento preventivo y registro de los repuestos, órdenes de trabajo, incentivos al personal y el apoyo de una herramienta informática. Se concluye que al tener la auditoria se podrá identificar y actuar sobre los puntos críticos y llegar a tomar las acciones correctivas que al largo plazo beneficiará a la empresa Geos Ingenieros S.R.L.

Garcia (2017) cuya tesis hace mención a la “Gestión del mantenimiento para la operatividad de la maquinaria de movimientos de tierras ICCGSA en la vía Huancayo-Ayacucho”, cuyo objetivo es implementar un plan de gestión de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de la maquinaria pesada. El estudio analiza la problemática que se tenía cuando las maquinas paraban, no se tenía información de los mantenimientos y no había coordinación entre las áreas que implicaba el mantenimiento, generando la falta de disponibilidad de las máquinas para las actividades programadas.

A partir de la esta situación, se tomó en consideración el balance de la disponibilidad de cada maquinaria para poder implementar un mantenimiento planeado. Se concluye que con esta propuesta busca garantizar y mejorar la gestión de mantenimiento de la maquinaria en el momento

oportuno con el mínimo de costo, así como asegurar la disponibilidad de la maquinaria, reducir al máximo las averías y paradas innecesarias, alargar la vida útil de la maquinaria y disponer de repuestos de mayor rotación en el proyecto.

Además, Tuesta (2014) en su tesis “Plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos pesados de la empresa OBRAINSA”, el objetivo principal es la reducción de paradas imprevistas e incrementar la disponibilidad de los equipos, para lograrlo se realizó un diagnóstico de la situación actual, logrando obtener la información como indicadores, disponibilidad, fallas críticas y reportes diarios de revisiones. En base a lo obtenido se logra identificar que la mejora a ejecutarse es la de incrementar la disponibilidad de las máquinas a través de la programación de máquinas, en base a actividades identificadas, repuestos contemplados, de esta manera llegar a contar con la disponibilidad de las maquinadas en el menor tiempo posible a través del plan de mantenimiento.

Niño y Rodríguez (2014) en tesis de grado para optar el título de especialista en alta gerencia, titulada “Plan de mejoramiento de activos fijos de la firma Morelco S.A, en el área de maquinaria pesada”, desarrollada en la Universidad Industrial de Santander “UIS” facultad de Ingeniería Físico Mecánicas, tuvo como objetivo elaborar un plan de mejoramiento del mantenimiento que permitirá reducir costos, ahorrar tiempos por equipos fuera de servicio y aumentar la confiabilidad de los mismos. Podemos concluir, que la empresa debe tomar el plan de mejoramiento de sus activos ya que en el futuro le será más rentable.

Fabián (2003) cuya tesis fue “Diseño de un programa de mantenimiento preventivo para una planta de Café Soluble” cuyo objetivo fue mejorar el programa de mantenimiento en las diferentes áreas, para ser aún más eficiente y productiva dicha planta. Primero, se describió los

mantenimientos programados que se realizaban solo a algunas máquinas, quienes realizaban esa actividad era el personal de mantenimiento de la empresa o un tercero. Con esta información se logró identificar que piezas claves de las diferentes máquinas no recibían mantenimiento y se esperaba que las máquinas presenten la avería para recién repararlas (correctivo).

Al desarrollar esta propuesta se demostró que debe tomarse un plan de acción, ya que la empresa estaba incurriendo en costos elevados por no tener un programa de mantenimiento completo de todas sus máquinas. Finalmente, al terminar de analizar esta tesis podemos concluir que se necesita implementar un programa de mantenimiento preventivo de todas sus áreas de producción, con el objetivo de que se tenga un listado de actividades, un cronograma, el responsable de mantenimiento y registros de control, con todo ello se va a lograr alargar la vida útil de los equipos, mejorar la productividad y calidad esperada.

2.2.Bases teóricas

Mantenimiento

Según García (2003), “Conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible (buscando la más alta disponibilidad) y con el máximo rendimiento” (p. 1).

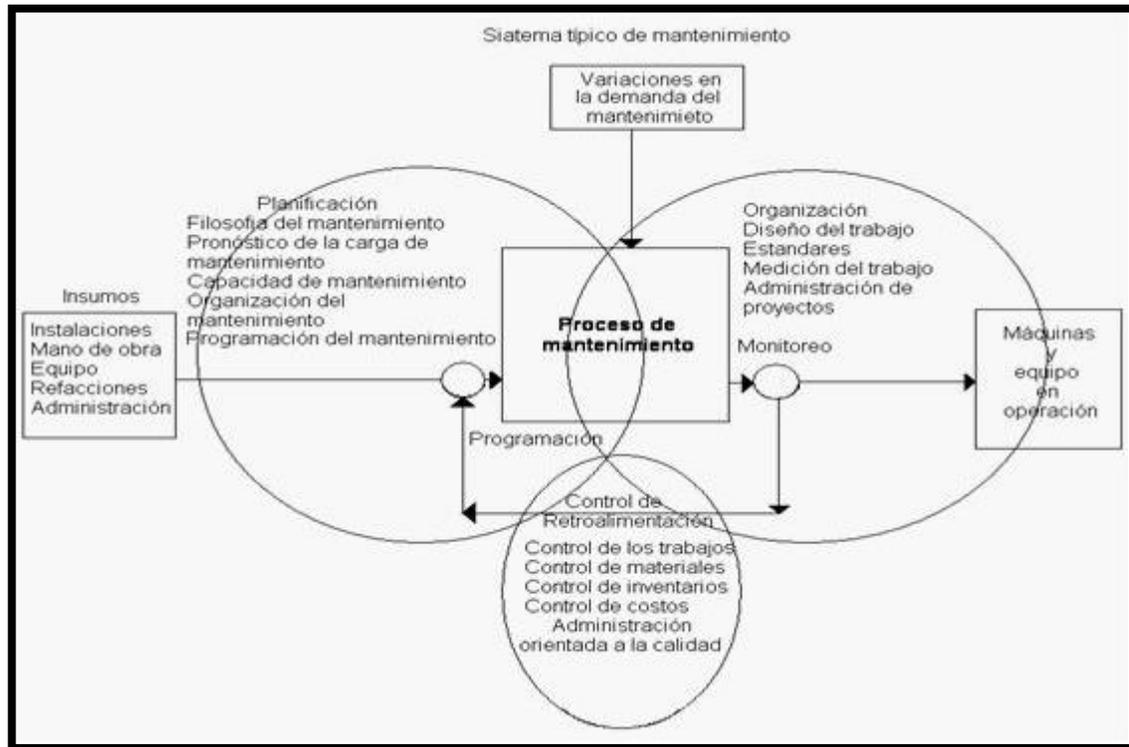
En forma general, el mantenimiento se puede definir “Toda actividad humana orientada a mantener en operación una planta en forma concreta, económica, segura y con buena calidad; a través de las técnicas y los medios tanto materiales como humanos para realización de dicha actividad” (Dounce, 2006, p. 131).

De acuerdo con lo mencionado podemos concluir que el mantenimiento es un sistema que tiene como finalidad conservar en óptimas condiciones los activos de una empresa de forma

eficiente, para ello tiene diferentes recursos que ingresan al proceso y como resultado se obtiene un equipo operativo.

Figura 4

Sistema típico de mantenimiento



Nota: Duffuaa, Raouf, y Campbell (2007) menciona “Un modelo cuyas entradas son mano de obra, administración, herramientas, refacciones, equipos, etc. y la salida es un equipo funcionando, confiable y bien configurado para lograr la operación planeada de la planta” (p. 31).

Objetivos del Mantenimiento

Torres (2005) define los siguientes objetivos del mantenimiento:

Máxima producción:

Asegurar la óptima disponibilidad y mantener la fiabilidad de los sistemas, instalaciones, máquinas y equipos.

Reparar las averías en el menor tiempo posible.

Mínimo costo:

Reducir a su mínima expresión las fallas.

Aumentar la vida útil de las máquinas e instalaciones.

Manejo óptimo de stock.

Manejarse dentro de costos anuales regulares.

Calidad requerida:

Cuando se realizan las reparaciones en los equipos e instalaciones, aparte de solucionar el problema, se debe mantener la calidad requerida.

Mantener el funcionamiento regular de la producción sin distorsiones.

Eliminar las averías que afecten la calidad del producto.

Conservación de la energía:

Conservar en buen estado las instalaciones auxiliares.

Eliminar paros y puestas de marcha continuos.

Controlar el rendimiento de los equipos.

Conservación del medio ambiente:

Mantener las protecciones en aquellos equipos que pueden producir fugas contaminantes.

Evitar averías en equipos e instalaciones correctoras de poluciones.

Higiene y seguridad:

Mantener las protecciones de seguridad en los equipos para evitar accidentes.

Adiestrar al personal sobre normas para evitar los accidentes.

Asegurar que los equipos funcionen en forma adecuada.

Implicación del personal:

Obtener la participación del personal para poder implementar un programa de Mantenimiento. Implicar a los trabajadores en las técnicas de calidad. (pp. 23-24)

Gestión de Mantenimiento

Cada día las empresas buscan ser más competitivas en el mercado y lograr la efectividad en todos sus procesos, es por ello que la gestión de mantenimiento debe ser eficiente y eficaz para optimizar todos sus recursos de la empresa, y según Rodríguez (2008) “la gestión del mantenimiento se define como el conjunto de actividades de diseño, planificación y control que tienen por objeto minimizar los costos asociados al mal funcionamiento de los equipos. Continúa el autor especificando que, además de las actividades típicas de mantenimiento, debe incluirse la formación del personal”.

Asimismo, Zambrano y Leal (2006) lo define como:

Es un proceso sistémico donde a través de una serie de medidas organizativas se pueden planear las acciones de las actividades de mantenimiento por medio de procedimientos que lleven un orden o secuencia lógica de esta función a fin de conseguir un constante y adecuado desempeño de los equipos pertenecientes al sistema productivo, esto con la finalidad de identificar los pasos a seguir y prever las posibles desviaciones que se puedan presentar durante el desarrollo de estas actividades de mantenimiento. (p. 17)

Tipos de Mantenimiento:

Existen diferentes tipos de mantenimiento, mencionaremos los más tradicionales:

a) Mantenimiento Correctivo:

Según García (2003) “Es el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos y que son comunicados al departamento de mantenimiento por los usuarios de los mismos” (p. 17).

b) Mantenimiento Preventivo:

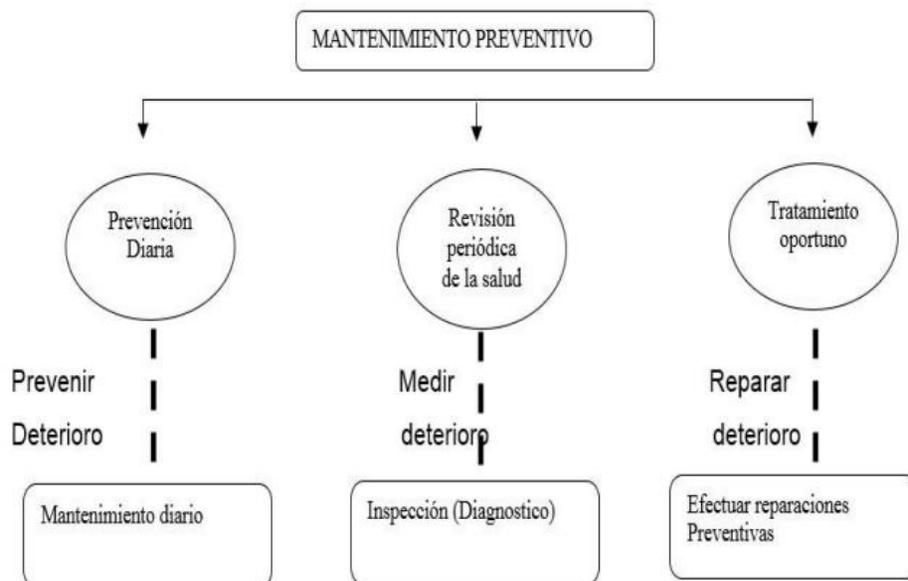
Lo define Alpízar (2008) como: El conjunto de actividades que se llevan a cabo en un equipo, instrumento o estructura, con el propósito de que opere a su máxima eficiencia, evitando que se produzcan paradas forzadas o imprevistas. Este sistema requiere un alto grado de conocimiento y una organización muy eficiente. Implica la elaboración de un plan de inspecciones para los distintos equipos de la planta, a través de una buena planificación, programación, control y ejecución de actividades a fin de descubrir y corregir deficiencias que posteriormente puedan ser causa de daños más graves. (p. 194)

También Rodríguez (2003) menciona lo siguiente: Partiendo del principio de que toda máquina o instalación está proyectada con las características ideales para el trabajo a desarrollar, la labor de mantenimiento incluye todas las actividades necesarias para asegurar la continuidad de dichas características originales y una disponibilidad máxima para el trabajo a desarrollar, por tanto las primeras condiciones que se deben exigir a mantenimiento son evitar averías y que los trabajos de mantenimiento no absorban el tiempo de producción de las máquinas e instalaciones, o en todo caso, en la mínima proporción posible. La continuidad de

las características antes mencionadas se consigue inspeccionando y reparando antes que los desgastes puedan producir averías, realizando reparaciones de forma planificada. (p. 14)

Figura 5

Mantenimiento Preventivo



c) Mantenimiento Predictivo

Este tipo de mantenimiento se basa en el monitoreo periódico de parámetros medibles en la maquinaria en funcionamiento a través de instrumentación especializada. Además, contrasta los valores de dichos parámetros con estándares permisibles; de esta manera diagnosticar o pronosticar cuándo es necesario realizar una intervención de mantenimiento. (Zambrano, 2005)

Planificación

Según Alpízar (2008), existen tres áreas básicas en la planeación del mantenimiento

La primera cubre la planeación a largo plazo de los requerimientos de mantenimiento y está muy ligada a los proyectos de largo plazo del departamento de producción de la empresa. Esta planeación debe llevarse a cabo en los niveles gerenciales y sus metas se deben fijar a cinco o diez años. Aunque el nivel inicial de esta planificación es muy elevado, los efectos de estos planes recaen sobre toda la organización. El propósito fundamental del planeamiento a largo plazo es mantener los objetivos, las políticas y los procedimientos de mantenimiento acorde con los objetivos fundamentales de la empresa.

La planeación a corto plazo, la segunda área, contiene planes que se desarrollan con el horizonte aproximado de un año. Esta recae bajo la responsabilidad directa de los jefes de departamento. Para estos planes se toman en cuenta tres actividades básicas: la instalación de equipo nuevo, el trabajo cíclico y el trabajo de mantenimiento preventivo. Las tres deben estar incluidas en el programa de mantenimiento.

La tercera área contiene los planes inmediatos en la actividad del mantenimiento. Esta actividad puede ser desarrollada por los técnicos en control del mantenimiento o por los supervisores. Se incluye entre sus actividades una planificación diaria con el propósito de reducir el tiempo utilizado en traslados y otras actividades que no constituyen el trabajo directo sobre los equipos o instalaciones. Sin una planificación día a día, se estaría dedicando realmente al trabajo tan solo 25% de la fuerza laboral disponible. (p. 206)

Indicadores

Chirinos (2017) describe los indicadores de gestión como “las unidades de medida general que permiten evaluar el desempeño de una organización frente a sus metas, objetivos y

responsabilidades con los grupos de referencia. Relación entre las metas, objetivos y los resultados” (p. 145).

Disponibilidad

“Capacidad del equipo para estar en funcionamiento en un instante cualquiera, en las condiciones de utilización y reparación especificadas” (Torres, 2005, p. 186).

“Probabilidad de estar en uso un dispositivo, equipo o sistema, en un instante de tiempo dado” de acuerdo con Gómez (1998, p. 70).

Ecuación 1

Indicador Disponibilidad

$$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100\%$$

Nota: Es por ello que los factores que influyen sobre la disponibilidad es el Tiempo Medio entre Falla (MTBF) la cual es el tiempo promedio transcurrido hasta la llegada de la falla, mientras que el Tiempo Medio de Reparación (MTTR) es la medida de la distribución de los tiempos de reparación del sistema o equipo. (Montilla Montaña, 2016, p. 131)

Tiempo Medio entre Fallas (MTBF)

Torres (2005), “La Fiabilidad es la probabilidad de que las máquinas se desempeñen satisfactoriamente sin fallar, durante un período determinado, bajo condiciones especificadas. Y se basa en las siguientes formulas: Nos permite conocer la frecuencia con que suceden las averías” (p. 188).

Ecuación 2

Indicador Tiempo Medio entre Fallas (MTBF)

$$MTBF = \frac{TT - NOT}{F}$$

Nota: Calculamos este indicador considerando los siguientes factores: TT (Tiempo Total), NOT (Tiempo no operacional) y F (Número de fallas). “Un indicador de gestión frecuentemente considerado para evaluar el desempeño de las políticas de mantenimiento y confiabilidad es el **Tiempo Medio entre Fallas** conocido comúnmente por **MTBF (Mean Time Between Failure)**” Gestión de Operaciones (2015).

Tiempo Medio de Reparación (MTTR)

“La mantenibilidad, es la probabilidad de que una máquina pueda ser reparada a una condición especificada en un período de tiempo dado, en tanto su mantenimiento sea realizado de acuerdo con ciertas metodologías y recursos determinados con anterioridad” (Torres, 2005, pp. 187-188).

Ecuación 3

Indicador Tiempo Medio de Reparación (MTTR)

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo total de mantenimiento}}{\text{Número de reparaciones}}$$

Nota: Este indicador nos permite medir el tiempo en que un equipo o sistema está en reparación.

2.3. Definiciones básicas

Estos conceptos nos permiten ganar en visión de conjunto y, por supuesto, en compromiso para adquirir un profundo conocimiento de los sistemas en estudio.

Confiabilidad: “La capacidad de un componente, equipo o sistema, de no fallar durante el tiempo previsto para su funcionamiento bajo condiciones de trabajo perfectamente definidas” Sobrino (2017).

Costos de Mantenimiento: “Es la sumatoria en términos monetarios, de los recursos humanos y materiales, asociados a la gestión de mantenimiento, cuya ejecución se transforma en gastos” (De Piño, 2004, p. 11).

Disponibilidad: “Se entiende que la disponibilidad de un equipo es operar en un cierto tiempo sin que haya paradas debido a ajustes o averías y para ello debemos saber el tiempo de falla, número de fallas, tiempo de operación” (Acuña y Riojas, 2020, p. 9).

Ejecución: “Se refiere a la realización práctica de las actividades planificadas y programadas” (Martinez, 2007, p. 22).

Falla: “Deterioro o daño presentado en una de las piezas de una máquina el cual produce trastorno en su funcionamiento” (Olarte, Botero, y Cañon, 2010).

Mantenibilidad: “Es la probabilidad de que un objeto o sistema sea reparado durante un periodo de tiempo establecido bajo condiciones procedimentales establecidas para ello, siendo su parámetro básico el Tiempo Promedio Fuera de Servicio” (Tuesta, 2014, p. 12).

Mantenimiento: “Definimos habitualmente mantenimiento como el conjunto de técnicas destinadas a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible (buscando la más alta disponibilidad) y con el máximo rendimiento” (Ros, 2010, p. 11).

Montacargas: “Ascensor destinado a elevar pesos” (Real Academia Española, s.f.).

Orden de Trabajo: “Las ordenes de trabajo son indispensables para llevar los costos correspondientes para mejor visualización y administración” (Medina, 2009, p. 63).

Tiempo de Reparar: “Es el utilizado en reemplazar o reparar las partes del recurso que se hayan gastado, para lograr que este funcione dentro de los límites de calidad” (Medina, 2009, p. 96).

Tiempo de Vida Útil: “Es el tiempo considerado desde que se instala el recurso, hasta que se retira de la empresa por cualquier concepto” (Medina, 2009, p. 95).

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

Me llamo Maria Palomino, ingrese a laborar en el año 2014 al área de producción de la empresa metalmecánica, donde su proceso productivo agrupa diversas actividades desde el abastecimiento de materia prima, mano de obra, mantenimiento, transporte, entre otros. Las personas involucradas en este proyecto fueron mi coautora Cinthia Maco y el jefe de mantenimiento de la empresa donde se analizó la situación actual de la empresa permitiéndonos identificar los problemas que suscitaban generando tiempos muertos y/o paradas en el proceso productivo.

Para iniciar esta investigación se recopiló información y se realizó un análisis de criticidad de los equipos (Anexo 1) para identificar el equipo más crítico y trabajar la mejora, arrojándonos como resultado que el montacargas de 2.5 toneladas es el equipo más crítico ocupando el primer lugar con un puntaje de 87.5% del total de equipos analizados.

Además, este análisis nos permitió identificar la importancia del transporte en el proceso productivo porque retira, carga, apila, descarga, etc. los diversos materiales a cada área de trabajo haciendo que el proceso sea más continuo y eficiente.

El montacargas de 2.5 toneladas pertenece al área de revestimiento, aquí se procesa el caucho para las diferentes piezas y estas son transportadas por un solo montacargas cuya operación es cargar, transportar y descargar de una manera continua en el proceso de revestimiento durante dos jornadas de trabajo a la semana. Actualmente el equipo no cuenta con un plan de mantenimiento preventivo y con todas las operaciones que realiza genera que el montacargas tenga mayor desgaste en sus piezas y como consecuencia haya paradas por mantenimientos correctivos ocasionando retrasos en la producción de revestimiento e incumplimientos de entrega, es por ello que, se plantean los siguientes objetivos para que el proceso sea más eficiente.

Objetivo general

Aplicar un plan de mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad de montacargas del área de revestimiento de caucho de una empresa metalmecánica Lima, 2022.

Objetivos específicos

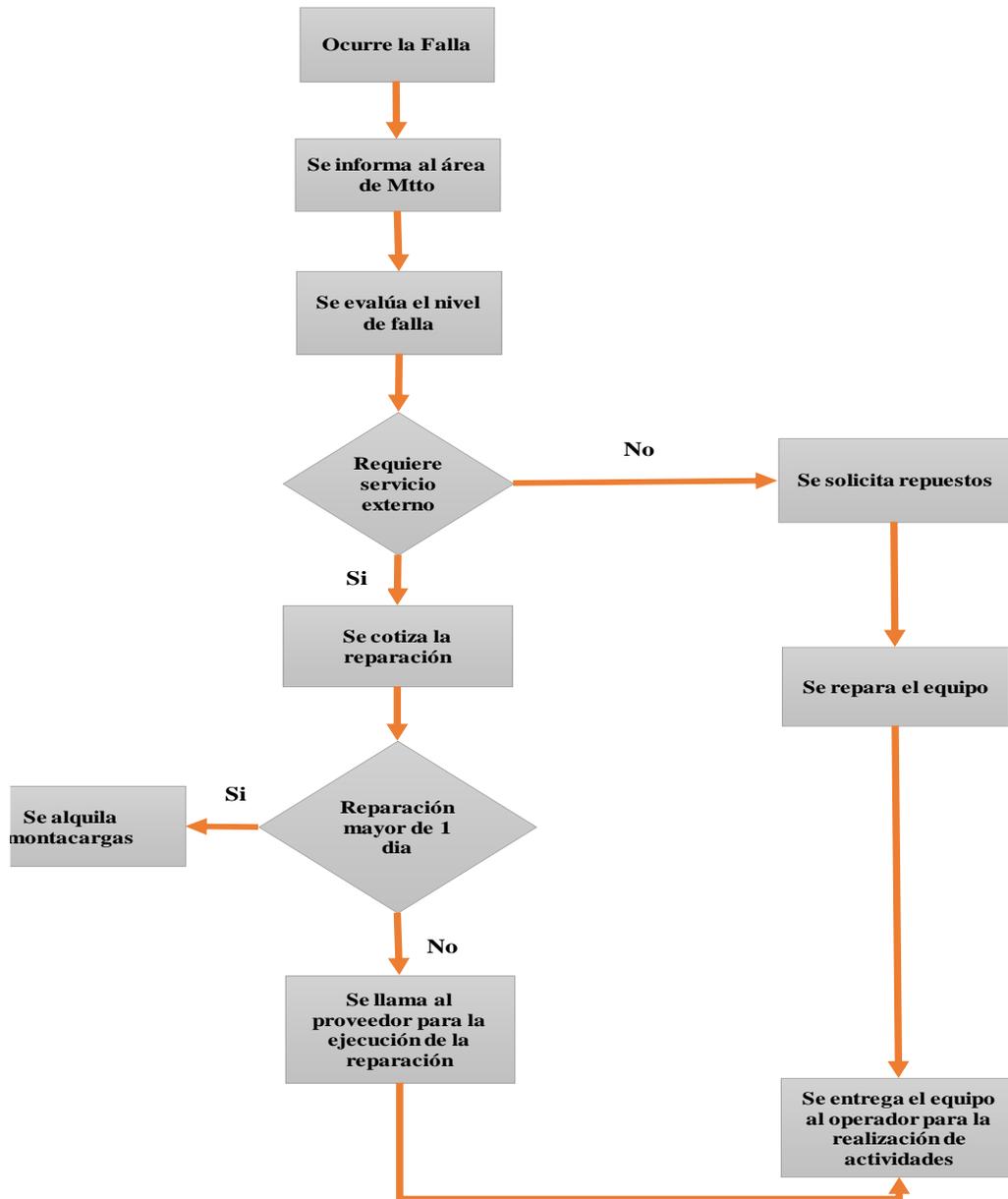
1. Diagnosticar la situación actual de la disponibilidad del montacargas del área de revestimiento de caucho.
2. Elaborar los objetivos y el plan de mantenimiento preventivo.
3. Ejecutar el plan anual de mantenimiento preventivo del montacargas.

Desarrollo objetivo específico 1: Diagnosticar la situación actual de la disponibilidad del montacargas

El área de revestimiento de caucho cuenta con 01 montacargas de 2.5 toneladas, el equipo opera en una zona muy contaminante por el caucho y su jornada de trabajo es de 9 horas/día de lunes a jueves, y el viernes durante una jornada de 4 horas, éste abastece a las 14 máquinas del área, además, se ha identificado que el equipo no cuenta con un plan de mantenimiento preventivo debido a los recurrentes mantenimientos correctivos que presenta, quiere decir que se espera que ocurra una falla para tomar la acción de repararla por un tercero o por la misma empresa, si en caso el equipo requiera más de 1 día de intervención se alquila un montacargas por los días que se necesita en planta, en la Figura 6 se muestra el flujo actual de una reparación.

Figura 6

Proceso de reparación actual



Nota: Gráfico elaborado con la información de la empresa.

Además, según el historial de fallas del año 2019 que se muestra en el Anexo 2 vemos que en ese periodo se ha tenido 252 horas de parada con 17 intervenciones por los mantenimientos correctivos y en la Tabla 1 podemos ver los costos totales por los correctivos, alquiler de montacargas y consumo de combustible, es por ello que, ante tantas fallas frecuentes la disponibilidad del montacargas se ve afectada arrojándonos un indicador de disponibilidad del 88%, y se proyecta incrementarla en 99% para el año 2022.

Tabla 1

Situación actual de la empresa

Año	Disponibilidad	Combustible	Gasto Mtto. Correctivo	Alquiler de Montacargas
2019	88%	S/ 12,248	S/ 12,117	S/ 6,650

Nota: En esta tabla se muestra la disponibilidad del montacargas, los gastos incurridos por los correctivos y combustible del año 2019, cuyo monto asciende a S/. 31,015

Desarrollo objetivo específico 2: Elaborar los objetivos y el plan de mantenimiento preventivo

Objetivos del Mantenimiento Preventivo:

Para el desarrollo de los objetivos se utilizó la metodología SMART, que permitió identificar las metas concretas, medirlas, que tan alcanzables y realistas son en el tiempo. Además, con la ayuda de esta metodología se puede evidenciar lo que está ocurriendo en el área de estudio, para luego incrementar la disponibilidad del montacargas a través de un plan de mantenimiento preventivo.

Figura 7

Metodología Smart



Nota: Imagen recopilada del blog de SBC Strategic Business Consulting.

➤ S (Específico):

1. Asegurar la disponibilidad del montacargas.
2. Reparar en el menor tiempo posible y saber la fiabilidad del equipo.
3. Evaluación de renovación de equipo según vida útil.

➤ M (Medible):

1. De acuerdo con el historial de fallas que se ha tenido en el año 2019, vamos a calcular la disponibilidad, considerando los datos que se tiene en la Tabla 2.

Tabla 2

Disponibilidad del 2019

Descripción	Valor
Horas Disp.	2,080
Fallas	252
Disponibilidad	88%

Nota: La tabla muestra la disponibilidad del año 2019.

2. También se ha identificado los siguientes 2 indicadores que forman parte del mantenimiento preventivo, con ellos podremos conocer el tiempo medio entre fallas y reparación que se muestran en la Tabla 3 y 4.

Tabla 3

Tiempo Medio entre Fallas (MTBF) del 2019

Descripción	Valor
Horas Disp.	2,080
Fallas	252
Intervenciones	17
MTBF	108

Nota: El tiempo medio entre fallas es de 108 horas.

Tabla 4

Tiempo Medio de Reparación (MTTR) del 2019

Descripción	Valor
Fallas	252
Intervenciones	17
MTTR	15

Nota: Para este indicador el tiempo medio de reparación es de 15 horas.

3. Para considerar una evaluación de renovación del equipo vamos a tener en cuenta lo siguiente:

El montacargas es un activo tangible que cuenta la empresa y está asignada al área de revestimiento de caucho con la finalidad de habilitar carga a las máquinas y/o generar trabajo a disposición del área, el equipo cuenta con una estimación de 5 años de tiempo de vida útil que fue

asignada por el área de mantenimiento. Además, el equipo se adquirió según orden de compra del año 2014 (Anexo 3), para un trabajo de 2,080 horas anuales.

Lo que se desea proponer es la adquisición de un nuevo equipo (montacargas) que cumpla el funcionamiento óptimo para las operaciones y no exceda en gastos de mantenimientos correctivos y esté disponible para el área de revestimiento en sus operaciones, considerando que su tiempo de vida ya se cumplió y que el equipo viene trabajando 8 años desde su compra.

Se tomó como referencia los gastos de los correctivos que tuvo en el año 2019 cuyo monto asciende a S/. 18,767 como lo muestra la Tabla 1 y, por consiguiente, se toma en cuenta la propuesta de renovación del equipo y poder tener los costos actuales que nos generaría la adquisición.

También se toma como referencia los costos de los mantenimientos preventivos que se negoció con el proveedor cuyo monto es de S/. 10,686, como lo menciona la Tabla 8.

Se realizó una evaluación al equipo por parte del proveedor, se solicitó el plan de mantenimiento expuesto, las guías de garantía del mantenimiento preventivo realizado en primeros años, revisión técnica y evaluación del estado del equipo. Con todo lo indicado se determinó que el porcentaje de garantía es el 50% del precio de compra actual, en el Anexo 4 se puede evidenciar la cotización por la compra de un nuevo montacargas de 3 toneladas cuyo monto es de \$20,550.

Entonces vemos que la compra de un equipo nuevo beneficiara a la producción de revestimiento para no tener paradas imprevistas que perjudican a la entrega del producto final, además al tener un equipo de mayor capacidad se podrá realizar trabajos especiales y se incluirán sus mantenimientos preventivos a un menor costo por la compra.

➤ **A (Alcanzable):**

Compromiso: La forma adecuada de realizar el trabajo, verificación antes y después del uso del equipo, determinar si el trabajo es el adecuado para la maquinaria.

Motivación: Hacer una retroalimentación de los trabajos y presentar los resultados alcanzados para que el personal identifique su buena labor constantemente.

➤ **R (Realista):** El cronograma de mantenimiento nos ayudara a identificar el tiempo promedio de ejecución que debe realizar la maquinaria, también nos mostrara cuanto es el costo que se debe invertir para los mantenimientos preventivos.

➤ **T (Tiempo):** Con el tiempo se podrá tener en cuenta la frecuencia de revisión del montacargas a través de un cronograma de frecuencias de horas en un periodo determinado.

Elaborar el Plan de Mantenimiento Preventivo

Se elaboró un plan de mantenimiento preventivo para mejorar las condiciones del equipo, eliminar los correctivos y lograr que el proceso sea eficiente.

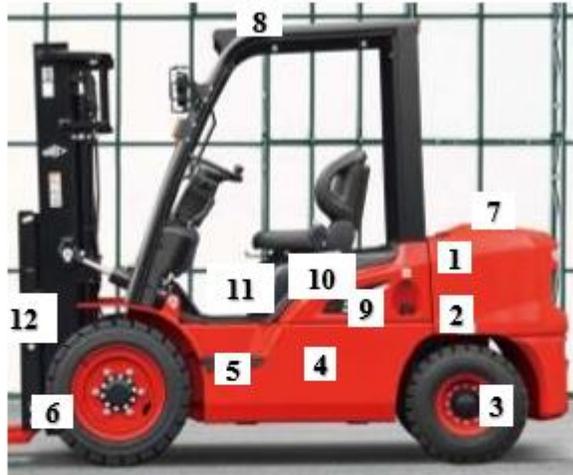
Además, este plan permitirá reconocer los sistemas del montacargas, calendarizar las actividades a realizar y los recursos que se necesitaran para el mantenimiento preventivo.

Se realizó los siguientes pasos para elaborar el plan:

1. Se observó y encuestó verbalmente al personal de mantenimiento para saber si el montacargas cuenta con un plan de mantenimiento preventivo.
2. Para conocer un poco más del montacargas se numeró algunos de los componentes que serán intervenidos en los mantenimientos preventivos, como podemos ver en la Figura 8.

Figura 8

Componentes de un montacargas



- | | |
|-------------------------------|-----------------------------------|
| 1 Enfriamiento de motor | 7 Chasis y contrapeso |
| 2 Enfriamiento de transmisión | 8 Techo protector |
| 3 Eje de dirección | 9 Sistema de escape |
| 4 Motor | 10 Carburador |
| 5 Transeje | 11 Chapa metálica |
| 6 Ruedas y llantas | 12 Mástil y carro porta horquilla |

Nota: Datos del Manual del montacargas

3. Con la ayuda del proveedor del equipo se ha logrado listar los materiales y/o repuestos que se necesitara para el mantenimiento preventivo de acuerdo a la frecuencia de uso, como se puede apreciar en la Figura 9.

APLICACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA INCREMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE MONTACARGAS DEL ÁREA DE REVESTIMIENTO DE CAUCHO DE UNA EMPRESA METALMECÁNICA EN LA CIUDAD DE LIMA, 2022

Figura 9.

Lista de materiales para el mantenimiento preventivo

Item	DESCRIPCION	CODIGO	HORAS		250 H	500 H	750 H	1000 H	1250 H	1500 H	1750 H	2000 H
			CANT.	U.M	MP1	MP2	MP1	MP3	MP1	MP2	MP1	MP4
1	FILTRO DE ACEITE NISSAN K25 cod. 1405770 LF655/ 10300062	10301557	1	UND	x	x	x	x	x	x	x	x
2	BUJIA DENSO 5/8 K16TR11	10301366	4	UND		x		x		x		x
3	FILTRO DE AIRE 1330-G00 / 10301583 NACIONAL	10301103	1	UND		x		x		x		x
4	FILTRO DE AIRE SECUNDARIO 0830-G00/ 10302421 DONALSON	10303144	1	UND		x		x		x		x
5	FILTRO DE GASOLINA UNIVERSAL BOSCH GB2233	10301597	1	UND		x		x		x		x
6	FILTRO DE COMBUSTIBLE DE MOTOR NISSAN K25 - B15-35B/10302781	10301596	1	UND		x		x		x		x
7	FILTRO DE TRASMISION 11779178 YQX30-0300 / 10304816 MOTORVATOR/103	10301616	1	UND				x				x
8	FILTRO HIDRAULICO XF250-603120-000 10301653 FILTRO HIDRAULICO(SIERRA	10301010	1	UND								x
9	ACEITE DE MOTOR M-SUPER 2000 5W-30 (CAJAX3GAL)	10405602	1	UND	x	x	x	x	x	x	x	x
10	ACEITE HIDRAULICO MOBIL NUTO H 68 DRUM-L (208L/55 GLS)	10405599	14	UND								x
11	ACEITE DE TRANSMISION M-ATF 220 DRUM(208L/55LGNS)	10405619	3	UND				x				x
12	ACEITE DE CORONA M-LUBE HD 85W140 DRUM-L (208L/ 55GLNS)	10405601	2	UND				x				x
13	LIQUIDO DE FRENO DOT-4 -AKRON (PRESENTACION 250 ML)	10430765	2	GAL				x				x
14	REFRIGERANTE ANTICORROSIVO ROJO - PYSCOOL 2146R / 10400057	10405570	1	GAL	x	x	x	x	x	x	x	
15	REFRIGERANTE ANTICORROSIVO ROJO - PYSCOOL 2146R / 10400057	10405570	3	GAL								x
16	GRASA MULTIPROPOSITO AMARILLO EP-2 DE 1LB	10400026	2	GAL	x	x	x	x	x	x	x	x
17	GRASA DE CADENA EN SPRAY - LIQUI MOLY	10402444	1	GAL	x	x	x	x	x	x	x	x
18	SOLVENTE DESENGRASANTE ECOLOGICO QUIMASOL	10405584	1	GAL	x	x	x	x	x	x	x	x
19	TRAPO INDUSTRIAL	XXX	2	UND	x	x	x	x	x	x	x	x
20	MANO DE OBRA	XXX	XXX	UND	x	x	x	x	x	x	x	x
Monto de Soles - No incluye (IGV)					796	1,254	796	1,956	796	1,254	796	3,038

Nota: Materiales y repuestos a utilizar para cada mantenimiento preventivo.

4. Se elaboró un check list que permitirá la inspección o revisión diaria del equipo antes de su jornada de trabajo, así como se muestra en el Anexo 5.
5. Se diseñó Ordenes de trabajo (OT) para el orden y control de los mantenimientos, podemos ver el Anexo 7.
6. Y finalmente se elaboró el plan de mantenimiento preventivo del montacargas.

A continuación, se presenta el plan de mantenimiento preventivo para aumentar la disponibilidad en la empresa metalmecánica, como podemos ver en la Figura 10.

Figura 10

Plan de Mantenimiento Preventivo

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO MONTACARGAS 2.5 Tm							JEFATURA DE MANTENIMIENTO	
MODELO CPQYD25 HANGCHA 2.5 Tm	INTERVALO DE MANTENIMIENTO							
MOTOR	250 H	500H	750 H	1000 H	1250 H	1500 H	1750 H	2000 H
Cambio de aceite de motor	x	x	x	x	x	x	x	x
Muestra de aceite de motor	x							x
Cambio de filtro de aceite de motor	x	x	x	x	x	x	x	x
Cambio de filtro de combustible	x	x	x	x	x	x	x	x
Cambio de filtro de aire	x	x	x	x	x	x	x	x
Cambio de bujías				x				x
Inspección de cables de bujía, tapa y rotor de distribuidor				x				x
Cambio de refrigerante de motor								x
Revisión del nivel de refrigerante/ Muestra de refrigerante	x	x		x		x		x
Inspección de tensión de fajas		x		x		x		x
Calibración de válvulas								x
Inspección y ajuste del sistema de encendido		x		x		x		x
Mantenimiento del carburador								x
Inspeccionar fugas, mangueras y conexiones.		x		x		x		x

SISTEMA HIDRÁULICO								
Cambio de filtro hidráulico								X
Cambio de aceite hidráulico								X
Revisión del nivel de aceite hidráulico		X		X		X		X
Revisión de fugas, mangueras y conexiones.		X		X		X		X
Inspección de cilindros - válvulas hidráulicos.		X		X		X		X
SISTEMA DE ELEVACIÓN								
Revisión de tensión de cadenas, poleas, rodamientos.		X		X		X		X
Revisión de base de horquillas		X		X		X		X
Inspección de fuga en cilindros hidráulicos.		X		X		X		X
Mantenimiento de cilindros hidráulicos		X		X		X		X
SISTEMA DE TRANSMISIÓN								
Cambio de aceite de transmisión				X				X
Cambio de filtro de transmisión				X				X
Revisión del nivel de aceite de transmisión		X		X		X		X
Revisión de fugas, mangueras y conexiones.		X		X		X		X
DIFERENCIAL								
Cambio de aceite de diferencial				X				X
Revisión del nivel de aceite de diferencial		X		X		X		X
Revisión de fugas, mangueras y conexiones.		X		X		X		X
SISTEMA DE DIRECCIÓN								
Revisión del sistema de dirección		X		X		X		X
Revisión de presión y estado de neumáticos		X		X		X		X
Inspección de terminales y/o rotulas		X		X		X		X
SISTEMA DE FRENO								
Cambio del líquido de freno				X				X
Regulación de embrague		X		X		X		X
Revisión de frenos		X		X		X		X
Regulación de frenos de estacionamiento		X		X		X		X
SISTEMA ELECTRICO								

Revisión del nivel del electrolito de la batería		X		X		X		X
Revisión de conexiones de la batería		X		X		X		X
Revisión de luces de aviso de testigos del tablero		X		X		X		X
Revisión de luces en general		X		X		X		X
ENGRASE								
Grasa		X		X		X		X
Engrase general		X		X		X		X

Nota: Elaborado en base a la información de la empresa y manual del equipo.

Desarrollo objetivo específico 3: Ejecutar el plan de mantenimiento preventivo

La ejecución del plan de mantenimiento preventivo esta realizado en base al procedimiento que tiene el área, el objetivo es seguir los pasos a realizar de las actividades, respetar procesos y ser atendidos en el menor tiempo necesario, de esta manera se lograra tener al equipo a disposición de realizar sus actividades planificadas.

Figura 11

Ejecución del plan de mantenimiento preventivo

APLICACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA INCREMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE MONTACARGAS DEL ÁREA DE REVESTIMIENTO DE CAUCHO DE UNA EMPRESA METALMECÁNICA EN LA CIUDAD DE LIMA, 2022

SISTEMA	ACCESORIOS	DESCRIPCION DE LA OPERACIÓN	MATERIALES	TIEMPO	TIPO DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO								
						250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000	
Motor	Muestra de Aceite de motor	Primero se Extrae el filtro de aceite para colocarlo en un recipiente vacío de esta manera poder revisar el estado del aceite antes de cambiarlo	Filtro de aceite, refrigerante y trapo industrial	5 minutos	Preventivo	X								X
	Revisión del nivel de refrigerante	Para la revisión del refrigerante se destapa el asiento del montacargas y se procede a revisar el motor el cual cuenta con un marcador de niveles, de acuerdo al nivel revisado se procede al cambio o de lo contrario solo se procede a revisar el consumo que se ha generado.	Trapo industrial, grasa multi propósito	5 minutos	Preventivo		X		X		X			X
	Cambio de aceite de motor	Primero se extrae el filtro de aceite, luego se retira el aceite usado en un recipiente vacío (reciclaje) para proceder a la limpieza mecánica, una vez realizado se vuelve a colocar un nuevo filtro para depositar un nuevo aceite, cambio de 1 1/2 gln.	Trapo industrial, solvente dieléctrico, grasa multi propósito	25 minutos	Preventivo	X	X	X	X	X	X	X	X	X

APLICACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA INCREMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE MONTACARGAS DEL ÁREA DE REVESTIMIENTO DE CAUCHO DE UNA EMPRESA METALMECÁNICA EN LA CIUDAD DE LIMA, 2022

	Cambio de filtro de aceite de motor	El filtro del aceite del motor se cambia cada 250 horas de trabajo, para ello se procede a retirar el filtro anterior, conjuntamente acompaña una limpieza mecánica y el retiro del aceite que se encontraba trabajando, ambos cambios se hacen a la par para que el nuevo aceite cuente con un nuevo filtro y pueda mantenerse más tiempo.	Trapo industrial, grasa, solvente dieléctrico	25 minutos	Preventivo	X	X	X	X	X	X	X	X
	Cambio de filtro de aire	El cambio se realizó en la parte externa del motor, se procede a destapararlo para que succione todo lo recogido en la planta (tierra, virutas, caucho y etc.), se desenrosca para retirar la tapa porta filtro, luego se procede a una limpieza mecánica en donde se retira toda la suciedad cerca del motor, una vez culminado los procesos mencionados se coloca un nuevo filtro aire, esto nos ayudara a reducir el flujo de aire y sus contaminantes del montacargas.	Trapo Industrial, grasa, filtro secundario de aire	30 minutos	Preventivo	X	X	X	X	X	X	X	X

APLICACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA INCREMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE MONTACARGAS DEL ÁREA DE REVESTIMIENTO DE CAUCHO DE UNA EMPRESA METALMECÁNICA EN LA CIUDAD DE LIMA, 2022

Cambio de filtro de combustible	El cambio del filtro de combustible se realiza por la parte interna del motor cada 250 horas de trabajo, es imprescindible que se realice para que evite el ingreso del polvo al motor y dañe los cilindros, en la imagen observados que se hacen los cambios necesarios para proceder. este proceso evita tener daños futuros al motor y alarga la vida útil del equipo al mantenerlo controlado. El operario retira el filtro para hacer el cambio de uno nuevo.	Trapo Industrial, Grasa, Filtro de combustible, lubricante de cadena.	40 minutos	Preventivo	X	X	X	X	X	X	X	X
Inspección de tensión de fajas	Se utiliza los tensiómetros para medir la fuerza de la tensión de la faja, esto se procede cuando no contenga la fuerza de deflexión.	Limpieza General	5 minutos	Preventivo		X		X		X		X
Inspección y ajuste del sistema de encendido	Cada 500 horas se realiza la inspección y ajuste del sistema de encendido, esto se logra controlar con el horómetro, precisión y limpieza de las zonas.	Trapo industrial, waype y grasa	5 minutos	Preventivo		X		X		X		X
Revisión de fugas, mangueras y conexiones	La revisión de mangueras se realiza cada 500 horas, se abre el asiento donde se encuentra el motor y se observa el sistema de conexión de las mangueras que dan soporte (motor)	Trapo industrial, solvente desengrasante ecológico, grasa	10 minutos	Preventivo		X		X		X		X

APLICACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA INCREMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE MONTACARGAS DEL ÁREA DE REVESTIMIENTO DE CAUCHO DE UNA EMPRESA METALMECÁNICA EN LA CIUDAD DE LIMA, 2022

Sistema Hidráulico	Revisión del nivel de aceite hidráulico	indican en qué estado se encuentra para su posterior cambio.											
	Revisión de fugas, mangueras y conexiones	La revisión de mangueras se realiza cada 500 horas, se abre el asiento donde se encuentra el motor y se observa el sistema de conexión de las mangueras que dan soporte (sistema de transmisión) verificando que no pierda aceite.	Trapo industrial, solvente desengrasante ecológico, grasa	5 minutos	Preventivo		X		X		X		X
	Inspección de cilindros -válvula hidráulicos	La inspección se realiza visualmente, se verifica el pase del aceite por los cilindros.	Trapo industrial	10 minutos	Preventivo		X		X		X		X
Sistema de Elevación	Revisión de tensión de cadenas, poleas y rodamientos	La revisión es visual, se realiza en la cadena y en la parte manual donde genera el trabajo midiendo la distancia del desgaste generado de polea a cadenas.	Trapo industrial, grasa multi propósito	15 minutos	Preventivo		X		X		X		X
	Revisión de base de horquillas	la revisión se realiza visualmente, verificando las uñas del montacargas que cumplan la prueba de carga.	Trapo industrial	15 minutos	Preventivo		X		X		X		X
	Inspección de cilindros Hidráulicos	Para la inspección de los cilindros se realiza pruebas de carga y una inspección visual se verifica que pase el retén sin dificultad	Trapo industrial	10 minutos	Preventivo		X		X		X		X
	Mantenimiento de los componentes del sistema	se realiza la fijación de pernos, abrazaderas y complemento general,	Trapo industrial y grasa	30 minutos	Preventivo		X		X		X		X

APLICACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA INCREMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE MONTACARGAS DEL ÁREA DE REVESTIMIENTO DE CAUCHO DE UNA EMPRESA METALMECÁNICA EN LA CIUDAD DE LIMA, 2022

		revisión de toda la maquina											
Sistema de Transmisión	Cambio de aceite de transmisión	Cuando se realiza el cambio de aceite, se procede a tener envases vacíos en donde depositarlos, retirar el filtro para poder hacer los cambios correspondientes.	Aceite de transmisión y trapo industrial	15 minutos	Preventivo				X				X
	Cambio de filtro de transmisión	El cambio de filtro se procede al mismo tiempo del aceite ya que acompaña la misma acción, cada 500 horas de trabajo del equipo se procede a realizar.	Filtro de transmisión y trapo industrial	10 minutos	Preventivo				X				X
	Revisión del nivel de transmisión	La revisión de niveles se realiza cada 500 horas, esto se realiza visualmente viendo los niveles internos que tiene el equipo.	grasa y trapo industrial	5 minutos	Preventivo		X		X		X		X
	Revisión de fugas, mangueras y conexiones	La revisión de mangueras se realiza cada 500 horas, se abre el asiento donde se encuentra el motor y se observa el sistema de conexión de las mangueras que dan soporte (sistema de transmisión) verificando que no pierda aceite.	Trapo industrial, solvente desengrasante ecológico, grasa	5 minutos	Preventivo		X		X		X		X
	Cambio de aceite diferencial	Se cuenta con un tapón en el diferencial, se deposita el aceite y se hace el cambio por 1 gln.	Aceite para diferencial, trapo industrial	20 minutos	Preventivo				X				X
		se coloca una varilla para la revisión de niveles y se verifica el consumo que se	Trapo industrial	5 minutos	Preventivo		X		X		X		X

APLICACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA INCREMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE MONTACARGAS DEL ÁREA DE REVESTIMIENTO DE CAUCHO DE UNA EMPRESA METALMECÁNICA EN LA CIUDAD DE LIMA, 2022

Diferencial	Revisión del nivel de aceite diferencial	ha generado hasta en ese momento.											
	Revisión de fugas, mangueras y conexiones	La revisión de mangueras se realiza cada 500 horas, se abre el asiento donde se encuentra el motor y se observa el sistema de conexión de las mangueras que dan soporte (diferencial).	Trapo industrial, solvente desengrasante ecológico, grasa	5 minutos	Preventivo		X		X		X		X
Sistema de Dirección	Revisión del sistema de dirección	Se procede a revisar lo siguiente: el fluido del abastecimiento del sistema hidráulico y la dirección del alineamiento de la rueda y timón	Trapo industrial	10 minutos	Preventivo		X		X		X		X
	Revisión de presión y estado de neumáticos	se utiliza un sensor de presión de 35 PSI, de tener menor presión sobre lo indicado puede presentar fuga de aceite, debemos revisar la presión durante las 500 horas de trabajo para evitarlo.	Sensor de presión y limpieza general	15 minutos	Preventivo		X		X		X		X
	Inspección de rotulas	la inspección se realiza visual y también mecánicamente con pruebas de giro a la derecha e izquierda para que no presente sonido.	Limpieza General	5 minutos	Preventivo		X		X		X		X
	Cambio de líquido de freno	Cerca del motor se encuentra el tapón donde contiene el líquido de freno se procede a colocarlo en un recipiente para su reciclaje, y colocamos el nuevo	Refrigerante anticorrosivo, grasa y trapo industrial	15 minutos	Preventivo		X		X		X		X

APLICACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA INCREMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE MONTACARGAS DEL ÁREA DE REVESTIMIENTO DE CAUCHO DE UNA EMPRESA METALMECÁNICA EN LA CIUDAD DE LIMA, 2022

Sistema de Freno		liquido de freno cada 500 horas de trabajo											
	Regulación de embrague	Se procede ajustar la tuerca sobre el vástago y se regula el embrague.	Limpieza General	5 minutos	Preventivo		X		X		X		X
	Revisión de frenos	Se hacen pruebas con el personal para el arranque y movimientos del equipo utilizando ambos frenos para observar su desplazamiento y precisión.	Limpieza General	10 minutos	Preventivo		X		X		X		X
	Regulación de frenos de estacionamiento	Elevamos el montacargas para realizar el trabajo quitando el freno de mano, revisamos los cables que estén bien conectados con las ruedas y procedemos a ajustar la tuerca para tener un buen funcionamiento.	Grasa y trapo industrial	10 minutos	Preventivo		X		X		X		X
Sistema de Eléctrico	Revisión del nivel del electrolito de la batería	La batería cuenta con 2 tapas, se procede a desenroscar una de ellas para que visualmente se pueda revisar el volumen que cuenta, de estar bajo el nivel se llena con agua.	Limpieza General	10 minutos	Preventivo		X		X		X		X
	Revisión de conexiones de la batería	Cerca del motor se encuentra la batería en donde se verifica el ajuste de cables, estos contienen borneras y deben presentar su ajuste con la tuerca.	Limpieza General	5 minutos	Preventivo		X		X		X		X
	Revisión de luces de aviso de testigos de tablero	se activa el contacto del montacargas para la identificación de las luces	Limpieza General	5 minutos	Preventivo		X		X		X		X

APLICACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA INCREMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE MONTACARGAS DEL ÁREA DE REVESTIMIENTO DE CAUCHO DE UNA EMPRESA METALMECÁNICA EN LA CIUDAD DE LIMA, 2022

	Revisión de luces en general	La revisión se hace a las luces delanteras, posteriores, direccionales, retroceso y laterales dando conformidad a cada una de ellas, pruebas y ajustes.	Limpieza General	5 minutos	Preventivo		X		X		X		X
Engrase	Engrase general (ver puntos de engrase)	Con una bomba neumática es colocada la grasa en el equipo, el punto de conexión hembra abastece a la conexión del macho, se coloca un gatillo para la activación de la bomba.	Trapo industrial, grasa multi propósito amarillo EP-2 y grasa de cadena en spray	15 minutos	Preventivo		X		X		X		X
	Materiales	Reposición de materiales cada 500 horas de trabajo, lista al área de compras para la reposición en volumen de lo requerido.	Solvente desengrasante y trapo industrial	5 minutos	Preventivo		X		X		X		X

Nota: Elaborado con información del proveedor y de la empresa.

Imágenes de los mantenimientos realizados

Figura 12

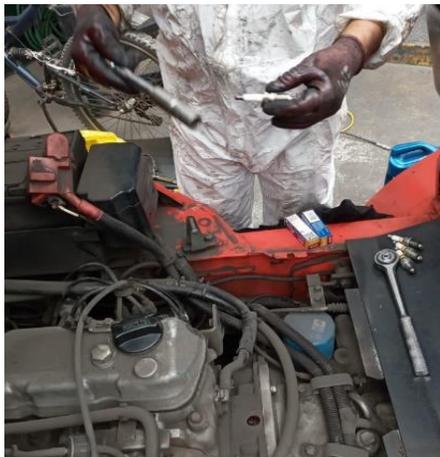
Cambio de aceite de motor cada 250 horas



Nota: La extracción del filtro de aceite se deposita en un recipiente vacío (reciclaje) para proceder a la limpieza mecánica.

Figura 13

Cambio de filtro de aceite de motor cada 250 horas



Nota: El filtro del aceite del motor se cambia cada 250 horas de trabajo, se procede a retirar el filtro anterior de acuerdo al uso generado, y se genera una limpieza mecánica.

Figura 14

Cambio de filtro de combustible cada 250 horas



Nota: El cambio del filtro de combustible se realiza por la parte interna del motor cada 250 horas de trabajo, es imprescindible que se realice para que evite el ingreso del polvo al motor y dañe los cilindros.

Figura 15

Revisión de nivel de refrigerante cada 500 horas



Nota: Para la revisión del refrigerante se destapa el asiento del montacarga y se procede a revisar el motor el cual cuenta con un marcador de niveles el nivel indica el estado actual de la maquinada para proceder a su cambio cada 500 horas.

Figura 16

Revisión de tensión de cadenas, poleas y rodamientos cada 500 horas



Nota: La revisión es midiendo la distancia del desgaste generado de polea a cadenas eso se realiza cada 500 horas

Figura 17

Mantenimiento de los componentes del sistema casa 500 horas



Nota: El mantenimiento se realiza en la fijación de pernos, abrazaderas y complemento general de toda la maquina cada 500 horas de recorrido.

Figura 18

Inspección de cilindros hidráulicos cada 500 horas



Nota: Para la inspección de los cilindros se realiza pruebas de carga y una inspección visual del pase del retén, esto es cada 500 horas.

Figura 19

Cambio de filtro de transmisión cada 1000 horas



Nota: El cambio de filtro de transmisión se realiza conjuntamente con el de aceite debido al tiempo y ubicación que se encuentra en la máquina.

Figura 20

Revisión del nivel de transmisión cada 500 horas



Nota: La revisión de niveles se realiza cada 500 horas, esto se realiza visualmente viendo los niveles internos que tiene el equipo.

Figura 21

Revisión del nivel del electrolito de la batería cada 500 horas



Nota: La revisión se realiza cada 500 horas de recorrido, se trabaja directamente en la batería para ver el nivel de consumo que ha generado.

Figura 22

Revisión de luces en general cada 500 horas



Nota: Se realiza la revisión de las luces delanteras, posteriores, direccionales, retroceso y laterales cada 500 horas de trabajo.

Figura 23

Engrase general cada 500 horas



Nota: Con una bomba neumática es colocada la grasa en el equipo, el punto de conexión hembra abastece a la conexión del macho se realiza cada 500 horas.

Luego de la aplicación del plan de mantenimiento vemos que el indicador de disponibilidad ha incrementado en un 99%, permitiendo que el equipo se encuentre en mejores condiciones para sus actividades y haciendo que el proceso en el área de revestimiento sea más eficiente.

En la Tabla 5 podemos observar la trazabilidad de la disponibilidad después de aplicar el mantenimiento preventivo (MP).

Tabla 5

Disponibilidad después de la implementación del MP

	Oct- Dic 2021	Ene - Jun 2022
Descripción	Valor	Valor
Horas Disp.	520	1,040
Fallas	15	7
Disponibilidad	97%	99%

Nota: En esta tabla se puede evidenciar que después de aplicar el mantenimiento en los meses de octubre a diciembre del 2021 la disponibilidad incrementó en 97% y en el primer semestre del 2022 incremento en el 99%.

También se calculó los siguientes indicadores que nos permitió constatar la mejora después de aplicar el plan de mantenimiento preventivo, como se muestra en la Tabla 6 y 7.

Tabla 6

Tiempo Medio entre Fallas (MTBF) después de la implementación del MP

	Oct- Dic 2021	Ene - Jun 2022
Descripción	Valor	Valor
Horas Disp.	520	1,040
Fallas	15	7
Intervenciones	2	4
MTBF	253	258

Nota: En esta tabla se muestra que la confiabilidad ha mejorado arrojando 258 horas que el equipo queda operando sin fallas.

Tabla 7

Tiempo Medio de Reparación (MTTR) después de la implementación del MP

	Oct- Dic 2021	Ene - Jun 2022
Descripción	Valor	Valor
Fallas	15	7
Intervenciones	2	4
MTTR	8	2

Nota: Para este indicador después de aplicar la mejora el tiempo vemos que el tiempo medio de reparación disminuyó a 2 horas.

Para la ejecución de los mantenimientos preventivos se negoció con el proveedor que nos suministró el montacargas estipulando costos fijos para los mantenimientos según su frecuencia de uso del equipo, en el Anexo 8 se puede evidenciar la cotización por los mantenimientos preventivos y en la Tabla 8 podemos ver el costo anual por dichos servicios.

Tabla 8

Costo del mantenimiento preventivo por 2,000 horas

Descripción	Monto (S/.)
Mantenimiento Preventivo por 2000 horas (Mano de obra y Repuestos)	10,686
Combustible	18,072
Costo Total	28,758

Nota: Se detalla los costos incurridos por el mantenimiento preventivo de 2,000 horas, además se considera el combustible que utilizara el equipo.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

Al aplicar un plan de mantenimiento preventivo vemos que la disponibilidad del montacargas del área de revestimiento de caucho se ha incrementado de 88% al 99%.

Con respecto al objetivo 1, este nos permitió identificar la situación actual en que se encontraba el área de revestimiento en el año 2019, con la ayuda del historial de fallas se calculó la disponibilidad del montacargas, además, se contabilizó los gastos generados por los mantenimientos correctivos y diseñar el flujo actual de una reparación.

De acuerdo con el objetivo 2 y con la ayuda de la metodología SMART nos permitió plantear los objetivos del mantenimiento y elaborar los 3 indicadores del mantenimiento preventivo, disponibilidad, tiempo medio entre fallas (MTBF) y el tiempo medio de reparación (MTTR), que nos permitió medir la situación actual, como se observa en la Tabla 9. Además, con la ayuda de los trabajadores de la empresa se pudo evidenciar que no se tiene un plan de mantenimiento y con el soporte del proveedor se estableció la frecuencia de horas de trabajo del montacargas para elaborar el plan de mantenimiento preventivo.

Tabla 9

Indicadores del MP de la situación actual

Disponibilidad	MTBF	MTTR
88%	108	15

Nota: Resultado de los indicadores del mantenimiento preventivo del año 2019.

Y por último del objetivo 3, al ejecutar el plan de mantenimiento vemos que la disponibilidad del montacargas se ha incrementado al 99%, vemos que las fallas y las horas de parada han disminuido y la confiabilidad del equipo ha aumentado, ver en la Tabla 10.

Tabla 10

Comparativo de indicadores del antes (2019) y después de aplicar el plan de mantenimiento preventivo (2021-2022)

Indicador/Periodo	2019	Oct- Dic 2021	Ene - Jun 2022
Disponibilidad	88%	97%	99%
MTBF	108	253	258
MTTR	15	8	2

Nota: Se observa que después de aplicar el mantenimiento preventivo los indicadores han mejorado.

En los siguientes gráficos podemos ver la trazabilidad de los indicadores del antes y después de aplicar el plan de mantenimiento preventivo.

Figura 24

Gráfico estadístico de la disponibilidad del montacargas

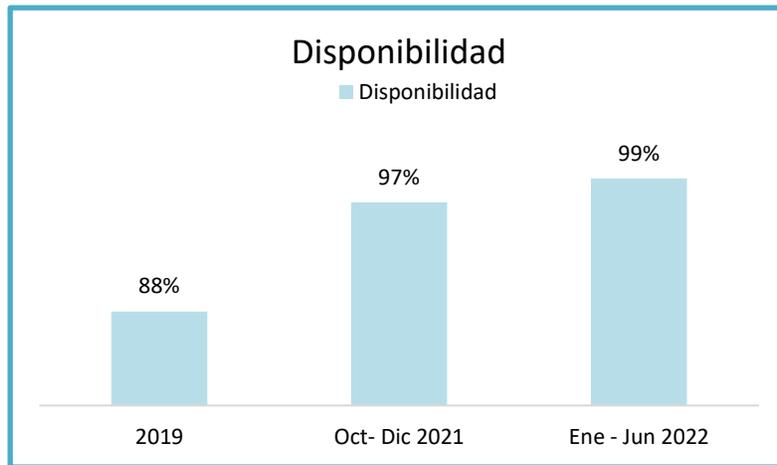
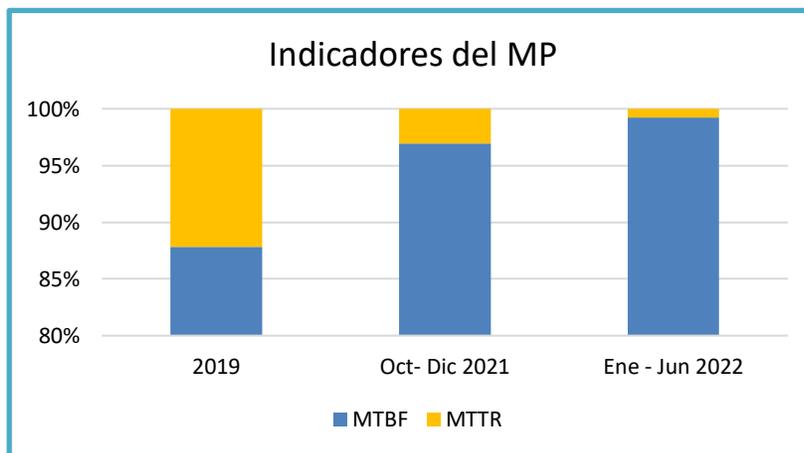


Figura 25

Gráfico estadístico del tiempo medio entre fallas y reparación (MTBF y MTTR)



Finalmente, con la aplicación del mantenimiento preventivo se ha tenido un ahorro de S/. 8,081, restando los gastos correctivos del año 2019 menos el costo del mantenimiento preventivo propuesto.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos se concluye que la disponibilidad aumento de 88% del año 2019 a 99% en el primer semestre del año 2022, como se observa en la Tabla 5, generando que el área de revestimiento sea más productiva.

De acuerdo con el análisis de la situación actual de la empresa y a las fallas que presentaba el montacargas a lo largo de sus actividades en el área de revestimiento, se calculó la disponibilidad arrojándonos 88%, incurriendo en gastos por los mantenimientos correctivos por S/. 12,117 más S/. 6,650 por alquiler de montacargas durante el año 2019.

Del historial de fallas se ha logrado calcular los otros 2 indicadores del mantenimiento preventivo teniendo un tiempo medio entre fallas (MTBF) de 108 horas y un tiempo medio entre reparación (MTTR) de 15 horas, lo cual se concluye que no se tiene una planificación de los mantenimientos ocasionando paradas imprevistas y gastos no planificados por los mantenimientos correctivos que se tiene, y en base a este resultado se pudo elaborar el plan de mantenimiento preventivo teniendo una frecuencia de horas al año de 250 horas, 500 horas, 750 horas, 1000 horas, 1250 horas, 1500 horas, 1750 horas y 2000 horas.

La ejecución del plan de mantenimiento permitió incrementar la disponibilidad del montacargas del área de revestimiento a un 99%, logrando que el área de revestimiento sea más eficiente, además de obtener un ahorro de S/. 8,081 por la reducción de correctivos, y se concluye que toda mejora realizada está dando los resultados que se esperaban al mantener el método de trabajo, seguimiento y control de la ejecución.

Lecciones aprendidas

1. Que toda gestión a realizar sobre un equipo debe contar con un historial o información necesaria para poder medirlo a través del tiempo y determinar mejoras continuas.
2. Que las herramientas de ingeniería nos ayudan a poder obtener resultados en la actualidad y determinar a través del tiempo la mejora continua para una aplicación que nos brinde resultados medibles.
3. La gestión de mantenimiento preventivo nos permite planificar todos los recursos y conservar la maquinaria de la empresa para cuando se requiera asegurando la producción.
4. Al calcular la disponibilidad del equipo se determinó el gasto que se generaba con las fallas que presentaba, y se logró actuar con la información que se contaba para buscar medidas necesarias en disminuir los gastos.
5. Con el análisis de la información se pudo evaluar una propuesta de renovación para la compra de un nuevo equipo para el área de revestimiento.

Competencias

- ✓ Conocimiento de ingeniería: En el desarrollo del informe aplicamos los conocimientos de matemática, ciencias e ingeniería en la solución del problema de disponibilidad del montacargas de 2.5 toneladas.
- ✓ Investigación: En el desarrollo del proyecto se utilizó conocimientos de investigación como el análisis, interpretación y síntesis de la información para producir información válida.
- ✓ Diseño y desarrollo de soluciones: Se ha diseñado soluciones al problema de la disponibilidad con métodos de ingeniería aplicables a la situación basada en la mejora de la gestión de mantenimiento preventivo, determinando resultados alcanzables y medibles.

- ✓ Análisis del problema: Se identificó, formuló, se buscó información y se analizó el problema de la disponibilidad del montacargas llegando a soluciones fundamentadas utilizando principios básicos de ingeniería.
- ✓ Gestión de proyectos: Desarrollando el proyecto del plan de mantenimiento preventivo se propuso una renovación al equipo, se verifico que los gastos podrían incrementar al transcurrir los años si no se logra tomar una propuesta de compra con respecto al nuevo equipo.

Recomendaciones

1. Seguir trabajando con indicadores de gestión donde podamos tener los resultados actuales y tomar acciones inmediatas para determinar propuestas de mejora (disponibilidad, MTBF, MTTR). Toda gestión que es medible con indicadores es posible determinar una mejora continua.
2. Seguir utilizando el método Smart para definir los objetivos del mantenimiento preventivo, y a través de la medición de los indicadores, conocer el desempeño del área de revestimiento.
3. Se recomienda seguir ejecutando el plan de mantenimiento preventivo. No se debe esperar que ocurra una falla o avería para accionar, al contrario, se debe monitorear a diario el estado del montacargas con ayuda del check list.
4. También se recomienda que la empresa puede invertir en la compra de un montacargas (propuesta).

REFERENCIAS

- (s.f.). Obtenido de <https://blog.infraspeak.com/es/indicadores-de-rendimiento-activos/>
- Acuña Cabanillas, F. A., y Riojas Chapoñan, E. M. (2020). *Plan de mantenimiento preventivo de montacargas para aumentar la rentabilidad en la empresa Triton Trading S.A Trujillo – 2019*. Universidad César Vallejo, Trujillo-Perú.
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47144/Acu%C3%B1a_CFA-Riojas_CEM-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Alpízar Villegas, E. (2008). *Capítulo 5 Mantenimiento*. Obtenido de <https://docplayer.es/4416770-Capitulo-5-mantenimiento.html>
- Altamirano Espinoza, M. A. (2017). *Auditoría de mantenimiento como herramienta de gestión para la implementación de un programa de mantenimiento preventivo en la empresa GEOS Ingenieros S.R.L. Trujillo*.
- Chirinos de Sánchez, N. (2017). *Guía-texto para la selección de personal*. Valencia, Venezuela: Universidad de Carabobo.
- De Piño B., C. J. (2004). *Introducción a la ingeniería de mantenimiento industrial*. Instituto Universitario Politecnico "Santiago Mariño".
- Dounce Villanueva, E. (2006). *Un enfoque analítico del mantenimiento industrial*. México.
- Duffuaa, Raouf, & Campbell, J. D. (2007). *Sistemas de Mantenimiento, planeación y control*. México: Editorial Limusa, S.A. de C.V. Grupo Noriega Editores.
- Fabián Grijalva, W. R. (2033). *Diseño de un programa de mantenimiento preventivo para una planta de café soluble*. Guatemala.
- García Esteban, E. E. (2017). *Gestión del mantenimiento para la operatividad de la maquinaria de movimientos de tierras ICCGSA en la vía Huancaya-Ayacucho*. Huancayo.
- García Garrido, S. (2003). *Organización y gestión integral del mantenimiento*. Madrid.
- Gestión de Operaciones*. (07 de Octubre de 2015).
<https://www.gestiondeoperaciones.net/mantenimiento/tasa-de-falla-y-tiempo-medio-entre-fallas-mtbf/>

- Gómez de León Hijes, F. C. (1998). *Tecnología del Mantenimiento Industrial*. España: Universidad de Murcia.
- Martinez R., L. (2007). *Organización y planificación de sistemas de mantenimiento*. Caracas, Venezuela: Centro de Altos Estudios Gerenciales. Instituto Superior de Investigación y Desarrollo. 2da. Edición
- Medina Delgado, M. (2009). *Administración del mantenimiento*. Los Reyes, La Paz, Estado de México: Tecnológico de Estudios Superiores del Oriente del Estado de México.
- Montilla Montaña, C. A. (2016). *Fundamentos de mantenimiento industrial*. Universidad Tecnológica de Pereira.
- Niño Alean, J. P., y Rodríguez Portilla, W. A. (2014). *Plan de mejoramiento de activos fijos de la firma Morelco S.A, en el área de maquinaria pesada*. Bucaramanga.
- Olarte C., W., Botero A., M., y Cañon A., B. (2010). *Importancia del mantenimiento industrial dentro de los procesos de producción*. Scientia Et Technica, vol. XVI, núm. 44, abril, 2010, pp 354-356.
<https://www.redalyc.org/pdf/849/84917316066.pdf>
- Real Academia Española (s.f.). Montacargas. *En Diccionario de la lengua española*.
<https://dle.rae.es/montacargas>
- Rodríguez Araújo, J. (2008). *Gestión del mantenimiento. Introducción a la teoría del mantenimiento*.
<https://es.scribd.com/doc/7497765/Gestion-del-mantenimiento>
- Rodríguez Ramírez, J. (2003). *Gestión de Mantenimiento*. Cujae.
- Ros Moreno, A. (2010). *Mantenimiento Industrial-I*.
https://www.academia.edu/16406342/Mantenimiento_Industrial_I
- Sobрино Zimmermann, J. (26 de Enero de 2017). *Alpha Manufacturas*.
<https://www.alphamanufacturas.com/confiabilidad-versus-disponibilidad/>
- Torres, L. D. (2005). *Mantenimiento. Su implementación y Control*. Argentina: Universitas.
- Tuesta Yliquin, J. M. (2014). *Plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos pesados de la empresa obrainsa*. Callao.

Zambrano R., S. A., & Leal, S. L. (2006). *Manual práctico de gestión de mantenimiento*. San Cristóbal, Venezuela: Fondo Editorial UNET.

Zambrano Rodríguez, S. A. (2005). *Fundamentos básicos de mantenimiento*. Venezuela: Fondo Editorial Universidad Nacional Experimental del Táchira.

ANEXOS

ANEXO 1. Análisis de criticidad de equipo

Ingresar la ponderación para cada criterio del factor de criticidad del equipamiento (la suma debe ser igual a 100)

Factor de velocidad de manifestación de la falla	25
Factor de seguridad del personal y ambiente	25
Factor de costos de la parada de producción	25
Factor de costos de reparación	25
Total	100

Proceso de diagnóstico

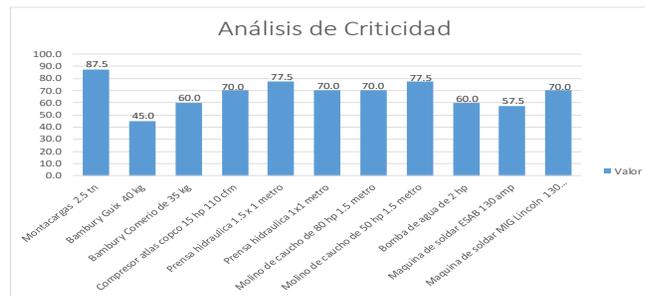
Introducir el valor 1 para cada factor en la celda verde que mejor describa la situación en caso de que la falla suceda

Factores	Equipamientos	Factor de velocidad de manifestación de la falla				Factor de seguridad del personal y ambiente						Factor de costos de la parada de producción			Factor de costos de reparación		
		Período P-F				Descripción						Criterio			Clasificación de acuerdo		
		Muy corto, no da tiempo para detener la máquina	Corto, es posible detener la máquina	Suficiente, es posible programar la intervención		Sin consecuencias	Efecto temporal sobre personas, no afecta el ambiente	Efecto temporal sobre las personas y ambiente	Efecto irreversible sobre las personas	Efecto irreversible sobre las personas y ambiente	No implica demora en la entrega	Implica demora de corto tiempo en la entrega	Implica demora y pérdida de clientes	Clasificación A	Clasificación B	Clasificación C	
	Montacargas 2.5 tn	1															
	Bambury Guix 40 kg		1			1					1					1	
	Bambury Comercio de 35 kg		1			1					1					1	
	Compresor atlas copco 15 hp 110 cfm			1				1								1	
	Prensa hidraulica 1.5 x 1 metro		1					1								1	
	Prensa hidraulica 1x1 metro		1					1								1	
	Molino de caucho de 80 hp 1.5 metro		1					1								1	
	Molino de caucho de 50 hp 1.5 metro	1							1								1
	Bomba de agua de 2 hp		1					1									1
	Maquina de soldar ESAB 130 amp			1				1									1
	Maquina de soldar MIG Lincoln 130 amp		1					1									1

Informe para el análisis de la criticidad de los equipos

Criticidad de los equipos:

Equipos	Valor	Criticidad
Montacargas 2.5 tn	87.5	CRITICO
Bambury Guix 40 kg	45.0	No crítico
Bambury Comercio de 35 kg	60.0	Semi-crítico
Compresor atlas copco 15 hp 110 cfm	70.0	Semi-crítico
Prensa hidraulica 1.5 x 1 metro	77.5	Semi-crítico
Prensa hidraulica 1x1 metro	70.0	Semi-crítico
Molino de caucho de 80 hp 1.5 metro	70.0	Semi-crítico
Molino de caucho de 50 hp 1.5 metro	77.5	Semi-crítico
Bomba de agua de 2 hp	60.0	Semi-crítico
Maquina de soldar ESAB 130 amp	57.5	Semi-crítico
Maquina de soldar MIG Lincoln 130 amp	70.0	Semi-crítico



Descripción de los Criterios de Evaluación

Se evalúa, para cada equipo, un indicador de criticidad y lo clasifica en crítico, semi-crítico y no crítico. Cada ítem de este módulo está integrado por:

✓ Factor de velocidad de manifestación de la falla

Período P-F (*Potencial failure – Functional failure*): es el tiempo que puede transcurrir entre el momento en que se detecta una falla potencial y el momento en que esta se transforma en falla funcional. La escala de valoración es: muy corto, no da tiempo para parar el equipamiento; corto, es posible parar el equipamiento; suficiente, es posible programar la intervención.

✓ Factor de seguridad del personal y del ambiente

Descripción: el foco es evaluar las consecuencias que la falla podría ocasionar sobre las personas y su impacto sobre el ambiente. La escala es: sin consecuencias; efecto temporal sobre las personas, no afecta el ambiente; efecto temporal sobre las personas y el ambiente; efecto irreversible sobre las personas; efecto irreversible sobre las personas y el ambiente.

✓ Factor de costos de parada de producción

Criterio: permite establecer criterios para la categorización de los equipamientos conforme a las consecuencias sobre el proceso de producción y satisfacción de la demanda. La escala es: no implica demora en la entrega; implica demora leve en la entrega; implica demora y pérdida de clientes.

✓ Factor de costos de reparación

Clasificación de acuerdo con Pareto: permite determinar criterios de clasificación de las fallas de acuerdo con los costos directos de reparación. La escala usada es: clasificación A: equipamiento que pertenece al grupo responsable por el 80% del total de los costos directos de reparación; clasificación B: equipamiento que pertenece al grupo responsable por el 15% del total de los costos directos de reparación; clasificación C: equipamiento que pertenece al grupo correspondiente al 5% del total de los costos directos de reparación.

Anexo 2. Historial de fallas

		HISTORIAL DE FALLAS				JEFATURA DE MANTENIMIENTO				
MAQUINA	FECHA	TIPO DE MTTG		DIAGNÓSTICO	ACCIÓN	COSTO	TIEMPO DE PARADA (HORAS)	COSTO TERCERO	EMPRESA QUE REALIZA	OBSERVACIÓN
		C	P							
Montacargas de 2.5 Tm	15/01/2019	x		Calentamiento de motor	Reparar motor	S/ 900.00	21	S/ 900.00	Hurtado	Se alquilo un montacargas 2 días a S/. 350 x día
	15/01/2019	x		Rodajes desgastados en la llanta delantera	Cambio de rodajes	S/ 210.00	3	S/ 210.00	Hurtado	
	25/01/2019	x		Fuga de aceite en el bombin de embrague	Cambio de sellos	S/ 758.00	42	S/ 758.00	Hurtado	Se alquilo un montacargas 3 días a S/. 350 x día
	15/02/2019	x		Falla de caja de dirección y piston de dirección	Cambio de eje y piston de la dirección	S/ 915.00	7	S/ 915.00	Hurtado	
	9/04/2019	x		Falla en el motor	Reparación	S/ 200.00	7	S/ 200.00	Hurtado	
	16/04/2019	x		Problema de freno de mano, cambios y bomba de agua	Cambio de freno de mano y encaje de cambio de manos, reparación de bomba de agua	S/ 880.00	14	S/ 880.00	Hurtado	Se alquilo un montacarga 2 días a S/. 350 x día
	19/04/2019	x		Fuga de refrigerante	Cambio de refrigerante	S/ 120.00	6	S/ 120.00	Autopart	
	4/05/2019	x		Faros posteriores desgastados	Cambio de faros	S/ 120.00	3		La Empresa	
	9/06/2019	x		Desgaste del piñon	Cambio de piñon	S/ 800.00	35	S/ 800.00	Hurtado	Se alquilo un montacarga 2 días a S/. 350 x día
	23/07/2019	x		Falla de faros	Cambio de faros y circulina	S/ 222.50	2	S/ 222.50	DMF EQUIPMENT	
	26/07/2019	x		Arrancador no funciona	Repotenciar arrancador nipon denso 24 V 11 dientes ND	S/ 700.00	7	S/ 700.00	Cesar Paz	
	5/09/2019	x		Arrancador no funciona	Mantenimiento de arrandador nipon denso 24 V	S/ 350.00	7	S/ 350.00	Cesar Paz	
	10/10/2019	x		Pemos de rueda posterior roto	Cambio de pemos de rueda	S/ 24.00	2		La Empresa	
	23/10/2019	x		Rotura de pista de rodamiento de rueda posterior derecho	Cambio de rodaje, pin de muñon, central y terminal de dirección	S/ 1,544.00	35	S/ 1,544.00		Se alquilo un montacarga 3 días a S/. 350 x día
	5/11/2019	x		Fuga de aceite en el bombin de embrague	Cambio de sellos y eje de la dirección	S/ 890.00	14	S/ 890.00	Hurtado	Se alquilo un montacarga 2 días a S/. 350 x día
	18/11/2019	x		Problema en el plato y disco del sistema de embrague, cremallera deteriorados	Reparación	S/ 3,233.10	42	S/ 3,233.10	Hurtado	Se alquilo un montacarga 5 días a S/. 330 x día
20/12/2019	x		Fuga de bomba de agua	Cambio de bomba agua	S/ 250.00	5	S/ 250.00	Hurtado		
Gastos					S/ 12,117					S/ 6,650

APLICACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA INCREMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE MONTACARGAS DEL ÁREA DE REVESTIMIENTO DE CAUCHO DE UNA EMPRESA METALMECÁNICA EN LA CIUDAD DE LIMA, 2022

Anexo 3. Orden de Compra del montacargas

ORDEN DE COMPRA N° 3002236		FECHA: 18/02/2014	REFERENCIA:		
PROVEEDOR	20259572887 ZAPLER S.A.C.	MONEDA	FACTURAR A NOMBRE DE:		
DIRECCIÓN	CAR. PANAMERICANA SUR MZA. D LOTE. 5 KM. 17.2 Z.I. ZONA PRE-URBANA - VILLA EL SALVADOR - LIMA	DOLARES AMERICANOS	PSJ. MATERIALES 630, LIMA - LIMA - - LIMA		
		CONDICIONES DE PAGO	Teléfono : (511) 561-1555		
		Contado			

ITEM	CODIGO	DESCRIPCIÓN	UM	CANTIDAD	FECHA ENTREGA	DESTINO ENTREGA	PRECIO LISTA	SUB-TOTAL
1	AF_VEHPR00 --	MONTACARGAS DUAL MARCA HANGCHA DE 2.5 TN, MODELO CPQD30-XRW22F / MOTOR GCT (NISSAN) GK25 // SEGÚN COTIZ. 050-HC30MZ-0338		1.00		REYMOSA 630	18,550.00	18,550.00

INCLUYEN LOS SIGUIENTES DETALLES SEGÚN PROF N°50-HC30MZ-0338

MONTACARGAS CONTRABALANCEADO MARCA HANGCHA (AÑO 2014)
 MODELO : CPQD30-XRW22F
 CAPACIDAD : 2.5 TONELADAS
 COMBUSTIBLE DUAL (GASOLINA Y GLP)
 TIPO DE LLANTAS SOLIDAD
 MASTIL TRIPLE
 MOTOR CARGA GCT (NISSAN) GK25, 4 CIL 2.488 (HECHO EN JAPON)
 BALON DE GAS
 KIT DE MANTENIMIENTO DE 50 HORAS
 PRIMER MANTENIMIENTO PREVENTIVO 250 HORAS
 CATALOGOS Y MANUAL DE OPERACIÓN
 CAJA DE HERRAMIENTAS
 MAMELUCO PARA OPERADOR DE MONTACARGA
 GARANTIA 18 MESES

OBSERVACIONES:

MONTACARGAS DUAL MARCA HANGCHA DE 2.5 TN, MODELO CPQD30-XRW22F / MOTOR GCT (NISSAN) GK25 // SEGÚN COTIZ. 050-HC30MZ-0338 - PARA PLANTA 630

LUGAR DE ENTREGA DE FACTURA Y MERCADERIA : PSJ. MATERIALES 630, LIMA - LIMA - - LIMA	SUB-TOTAL	I.G.V. 18%	TOTAL US\$
HORARIO RECEPCION: Lun-Vie 7:40 am a 4:30 pm (Refrigerio 1pm a 1:45pm) Sab 7:40 am a 12:45 pm	18,550.00	3,339.00	21,889.00

Anexo 4. Cotización del proveedor Zapler Nuevo Montacargas 3TN



ZAPLER
SINCE 1988

Representante oficial
desde el año 2008



HANGCHA

MARCA : HANGCHA
MODELO : CPQD30-CFXTI2022
CAPACIDAD : 3 TONELADAS
COMBUSTION : DUAL (GASOLINA-GLP)
AÑO : NUEVO 2022







TIPO	MONTACARGAS CONTRABALANCEADO - DUAL
CAPACIDAD NOMINAL	3,000 KG @ 500 mm
Peso	4,380 kg
Tipo de llantas	Solidas
Llantas delanteras	28 x 9 x 15 14PR (2 unidades)
Llantas traseras	650 x 10 10PR (2 unidades)
Capacidad de tanque	60 Lts.
Batería	12 Voltios / 60 amperios hora
MASTIL	TRIPLE
Altura de elevación de horquillas	4700 mm
Altura de mástil replegado	2,269 mm
Altura de mástil extendido	5,845 mm con respaldo de carga
Elevación libre	1,124 mm con respaldo de carga
Inclinación del mástil	6° adelante / 12° atrás
Capacidad de carga a máxima altura	2,150 kg
CHASIS	
Longitud del equipo	2,700 mm sin horquillas
Ancho del equipo	1,225 mm
Altura hasta la cabina	2,150 mm
Altura del piso al chasis	170 mm
Longitud de horquillas	1,220 mm
Carro porta-horquillas	Class III con sideshifter integrado
Ancho de carro porta horquillas	1,100 mm
Radio de giro	2,400 mm
Pasillo de trabajo	4,120 mm
PERFORMANCE	
Velocidad de desplazamiento	18.6 km/h sin carga / 17.5 km/h con carga
Velocidad de elevación c/carga	490 mm/seg
Velocidad de descenso c/carga	450 mm/seg
Pendiente de elevación c/carga	20%
MOTOR	
Motor Marca	GCT (NISSAN) GK25, 4 cil 2,488 CC (MADE IN JAPAN)
Tipo de transmisión	Automática powershift 1 / 1
Potencia	37.4 KW a 2300 RPM / 51 HP a 2300 RPM
Torque máximo	185/1700 N/M
Sistema de enfriamiento	Enfriado por agua
Tipo de frenos	Hidráulico/servoasistido
Equipamiento	Caseta con protección del operador, luces de peligro, circulina, espejos, alarma de retroceso, faros halógenos
Tablero de control	Presión baja de aceite, indicadores de combustible, de frenos de mano, de líquido de freno, horometro.
Otros	Pedales de freno, asientos de suspensión con cinturón de seguridad, alarma electrónica de retroceso. Pre filtro-mayor protección para el motor.
Certificaciones	ISO 9001, ISO 14001 y CE.







Antigua Panamericana Sur Km. 17.2 Mz. D Lte. 5 - Villa el Salvador - Lima - Perú T (511) 399 1930 www.zapler.com



ZAPLER
DESDE 1980

Representante oficial
desde el año 2008



HANGCHA



Incluye:

- Kit de mantenimiento de 50 horas
- Primer mantenimiento preventivo de 250 horas
- Préstamo de equipo de 2.5tn hasta que llegue el equipo comprado.
- Catálogos y manual de operación
- Caja de herramientas.
- Mameluco para operador de montacargas
- Capacitación para operadores de montacargas (en nuestras instalaciones de Villa el Salvador)



PROPUESTA ECONÓMICA ESPECIAL

Cantidad	Descripción	Precio de venta US\$
01	Montacargas nuevo marca HANGCHA, Modelo CPQD30-CFXTI2022	US\$ 20, 550 + IGV , se aplica el 50% del montacargas evaluado

Condiciones comerciales	Validez de la oferta	7 días, sujeto a variación vencido el plazo.
	Forma de pago	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Al contado ✓ Leasing Bancario. ✓ Se aplica el 50% de montacargas de 2.5 tn (año 2014), de acuerdo a evaluación realizada.
	Tiempo de entrega	45 días aprox.
	Lugar de entrega	En nuestro local de Villa el Salvador - Lima.-

Garantía	<ul style="list-style-type: none"> El tiempo de garantía técnica del montacargas ofertado, es de 18 meses o 2500 horas de uso, desde su entrega y al término de su protocolo de pruebas, sin ningún tipo de observaciones. Dicha garantía cubre cualquier defecto de fabricación; a condición de: <ol style="list-style-type: none"> a) Será aplicable únicamente al primer usuario del equipo. b) Que el cliente cumpla con los mantenimientos periódicos recomendados por el fabricante cada 250 horas de uso y dichos mantenimientos deberán ser realizados por personal técnico de ZAPLER SAC. c) La garantía no cubre uso inadecuado/malas maniobras del equipo, y piezas deterioradas por el uso normal.
-----------------	--







Antigua Panamericana Sur Km. 17.2 Mz. D Lte. 5 - Villa el Salvador - Lima - Perú T (511) 399 1930 www.zapler.com

Anexo 5. Formato de Check list

INSPECCION DIARIA DE MONTACARGA / CHECK LIST (24 HORAS)

MODELO :										MARCA :							
SERIE :										AREA :							
MECANICO :										PERIOD : / / HASTA : / /							
NIVEL DE COMBUSTIBLE:														OBSERVACIONES			
DIAS:		LUN			MAR			MIE			JUE				VIE		
ESTADO:		B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M		B	R	M
HOROMETRO:																	
SIST. MOTOR																	
Nivel de aceite																	
Estado de faja de alternador																	
Estado de filtro de aire																	
Estado de arrancador																	
Existe fugas en el motor																	
SIST. TRANSMISION																	
Nivel de aceite																	
Existen fugas en la transmisión																	
SIST. ELECTRICO																	
Luces direccionales																	
Luz de trabajo																	
Luces posteriores																	
Circulina																	
Estado de la batería																	
Indicadores del tablero																	
SIST.HIDRAULICO																	
Nivel de aceite																	
Estado de mangueras y cañerías																	
Existe fugas en el sistema																	
SIST. FRENO																	
Nivel de liquido de freno																	
Freno de mano operativo																	
Pedal freno se encuentra operativo																	
SIST. REFRIGERACION																	
Nivel de refrigerante																	
Existe fugas de refrigerante																	
SIST. COMBUSTIBLE																	
Existe fugas de combustible																	
Nivel de combustible																	
OTROS																	
Estado del mástil																	
La dirección funciona bien																	
Alarma de retroceso																	
Claxon																	
Estado de los neumáticos																	
Cuenta con extintor en buen estado																	

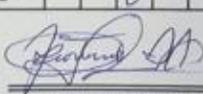
V°B° Responsable del area.

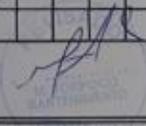
Firma Mecanico Op.

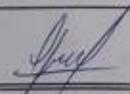
Anexo 6. Check list ejecutado

INSPECCION DIARIA DE MONTACARGA / CHECK LIST (24 HORAS)

MODELO : CPQD30-XRW22F	MARCA : NISSAN																		
SERIE :	AREA : MANTENIMIENTO																		
MECANICO : FORTUNATO ANCO	PERIOD : 14 / 02 / 22 HASTA: 18 / 02 / 2022																		
NIVEL DE COMBUSTIBLE:	B	B	B	B	B														
DIAS:	LUN			MAT			MIE			JUE			VIE			SAB			OBSERVACIONES
ESTADO:	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M	
HOROMETRO:																			
SIST. MOTOR																			
Nivel de aceite	✓			✓			✓			✓			✓						Revisión de freno
Estado de faja de alternador	✓			✓			✓			✓			✓						
Estado de filtro de aire	✓			✓			✓			✓			✓						
Estado de arrancador	✓			✓			✓			✓			✓						
Existe fugas en el motor	✓			✓			✓			✓			✓						
SIST. TRANSMISION																			
Nivel de aceite		✓		✓			✓			✓			✓						MARTES
Existen fugas en la transmisión	✓			✓			✓			✓			✓						
SIST. ELECTRICO																			
Luces direccionales	✓			✓			✓			✓			✓						MIERCOLES
Luz de trabajo	✓			✓			✓			✓			✓						
Luces posteriores	✓			✓			✓			✓			✓						
Circulina	✓			✓			✓			✓			✓						
Estado de la batería	✓			✓			✓			✓			✓						
Indicadores del tablero	✓			✓			✓			✓			✓						
SIST. HIDRAULICO																			
Nivel de aceite	✓			✓			✓			✓			✓						JUEVES
Estado de mangueras y cañerías	✓			✓			✓			✓			✓						
Existe fugas en el sistema	✓			✓			✓			✓			✓						
SIST. FRENO																			
Nivel de liquido de freno	✓			✓			✓			✓			✓						Revisión nivel de Aceite
Freno de mano operativo		✓		✓			✓			✓			✓						
Pedal freno se encuentra operativo	✓			✓			✓			✓			✓						
SIST. REFRIGERACION																			
Nivel de refrigerante	✓			✓			✓			✓			✓						VIERNES
Existe fugas de refrigerante	✓			✓			✓			✓			✓						
SIST. COMBUSTIBLE																			
Existe fugas de combustible	✓			✓			✓			✓			✓						SABADO
Nivel de combustible	✓			✓			✓			✓			✓						
OTROS																			
Estado del mástil	✓			✓			✓			✓			✓						
La dirección funciona bien	✓			✓			✓			✓			✓						
Alarma de retroceso	✓			✓			✓			✓			✓						
Claxon	✓			✓			✓			✓			✓						
Estado de los neumáticos	✓			✓			✓			✓			✓						
Cuenta con extintor en buen estado	✓			✓			✓			✓			✓						


 Firma Sup. Seguridad.


 V*B Responsable del area.


 Firma Mecanico.

Anexo 7. Formato de Orden de Trabajo (OT)

JEFATURA DE MANTENIMIENTO			
ORDEN DE TRABAJO			
Orden de Trabajo N°:		Fecha de Inicio:	
		Fecha Finalización:	
Tipo de actividad:	<input type="checkbox"/> Correctivo	<input type="checkbox"/> Preventivo	<input type="checkbox"/> Otro
Equipo:			
N°			
Técnicos Programados			
Cuadrilla:	<input type="checkbox"/> Eléctrico	<input type="checkbox"/> Mecánico	<input type="checkbox"/> Electrónico <input type="checkbox"/> Otro
Herramientas Utilizadas:			
Cantidad:			
Control de Operaciones:	<input type="checkbox"/> Viaje Ida y Vuelta al Lugar	<input type="checkbox"/> Realizar Actividad	<input type="checkbox"/> Realizar Informe y Registrar
Tiempos:			
Descripción de la actividad:			
Conclusiones y Observaciones			

Nota Importante: Al realizar las tareas encomendadas en la presente Orden de Trabajo deberá tener en cuenta las condiciones de Seguridad descritas a continuación que correspondan al caso.

Riesgos	Precauciones
Precauciones Preliminares	Colocación de Matafuego en Forma Estratégica
	Relevamiento General del Lugar
	Realizar una Adecuada Señalización
	Ubicación de Vehículos en forma Correcta
Riesgo Mecánico	Utilizar Botines de Seguridad
	Utilizar Casco de Seguridad
	Utilizar Guantes Protectores
	Utilizar Manta Antiflama
	Utilizar Mascara Protectora
	Utilizar Protector Ocular
Riesgo Ergonomicos	Utilizar Ropa de Trabajo
	Posiciones adecuadas para realizar esfuerzos
	Utilizar herramientas adecuadas y en buen estado.
Riesgo de trabajo en recintos	Aireación de Recintos
	Medición con detector de Oxígeno(concentración)
	Verificación de Ventilaciones
Riesgo de gases	Utilizar Elementos Antiexplosivos
	Verificar perdidas de gases Tóxicos
Elevado Nivel de Ruido	Realizar Medición con Decibelímetro
	Utilizar Protector Auditivo
Riesgo Eléctrico	De Acuerdo a Norma
	Puesta a Tierra de Equipos
	Uso de Tablero Eléctrico con Diyuntor Diferencial
Riesgo Ambiental	Deposición y Tratamiento final de desechos
	Usar Limpiador/Desengrasante de Seguridad (no inflamable)
	Utilizar Envases Originales sin Perdidas
	Contención y Deposición de Solvente y Pinturas
Riesgo de Líquidos Tóxicos	Deposición Final de Residuos
	Colocación de Elementos Absorbentes
	Utilizar Guantes Acrilo Nitrilo
	Deposición final elementos impregnados
	Utilizar Mascara de Protección Respiratoria
	Procedimiento de recambio de recipiente

Anexo 8. Cotización del proveedor Zapler



Lima, 15 de Setiembre de 2021

Señores:

~~XXXXXXXXXX~~
RUC: 20101588930

Atención: Sr. Raul Macher
Ref.: Programa de Mantenimiento Preventivo para montacargas

Estimado Sr. Flores

Me es grato dirigirme a usted para saludarlo y hacerle llegar nuestra propuesta económica para los servicios de mantenimiento preventivo de montacargas, así como también las condiciones comerciales y los beneficios que ofrecemos a nuestros clientes.

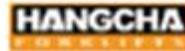
Estamos comprometidos con entregar servicios de calidad y eficiencia, amparados en nuestra experiencia y solidez. Establecemos una alianza estratégica que nos permita optimizar recursos y reducir costos operativos, garantizando su satisfacción y la operatividad de sus unidades.

Nuestro servicio integral nos permite ofrecer una amplia gama de soluciones para sus operaciones, desde repuestos, servicios técnicos, alquiler y venta de montacargas.

Esperando que nuestra propuesta sea de su total interés, quedamos a su disposición ante cualquier consulta adicional.

Atentamente,

María C. Palomino
Cel. 994 324 185
ZAPLER SAC





Ref.: Programa de Mantenimiento Preventivo de 250 a 2000 horas

MONTACARGA DUAL – 2.5 Tm	PRECIO UNITARIO
MODELO CPQYD25	
Precio de M.P 250 Horas	S/. 796.00
Precio de M.P 500 Horas	S/. 1,254.00
Precio de M.P 750 Horas	S/. 796.00
Precio de M.P 1000 Horas	S/. 1,956.00
Precio de M.P 1250 Horas	S/. 796.00
Precio de M.P 1500 Horas	S/. 1,254.00
Precio de M.P 1750 Horas	S/. 796.00
Precio de M.P 2000 Horas	S/. 3,038.00
Total Programa M.P de 250 a 2000 horas de uso	S/. 10,686.00

CONDICIONES COMERCIALES

- 1.- Precios expresados en Soles, NO incluyen IGV.
- 2.- Forma de Pago: Contado
- 3.- Validez de la Oferta: 30 días
- 4.- El precio incluye servicio técnico y repuestos para mantenimiento preventivo de acuerdo al programa de MP adjunto a la presente cotización.
- 5.- Los servicios serán realizados en el local del cliente.
- 6.- Precios sujetos al envío de O.C anticipado o contrato de mantenimientos por programa completo de M.P (Programa de M.P consiste en 8 mantenimientos de 250 a 2000 horas)

BENEFICIOS DE CONTRATO

- 1.- Información técnica de los servicios realizados. Informes de MP.
- 2.- Monitoreo de horómetros para programación de Mantenimientos.
- 3.- Inspección técnica especializada, envío de informes técnicos de averías detectadas.
- 4.- Precios especiales para alquiler de montacargas de reemplazo.
- 5.- Préstamo de repuestos re-manufacturados, mientras reparamos o importamos los suyos.

