



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“ESTUDIO DE PARADAS DE MÁQUINA Y PROPUESTA
DE PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO FÁBRICA
DE ENVASES DE LATA LUX S.A.”**

Tesis para optar el título profesional de:
Ingeniero Industrial

Autor:

Bach. Yasser Abelardo Yparraguirre Zelada

Asesor:

Ing. Gianni Michael Zelada García

Lima – Perú

2018

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS

El asesor GIANNI MICHAEL ZELADA GARCÍA docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de INGENIERÍA, Carrera profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo de la tesis del estudiante:

- YASSER ABELARDO YPARRAGUIRRE ZELADA

Por cuanto, **CONSIDERA** que la tesis titulada: ESTUDIO DE PARADAS DE MÁQUINA Y PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO FÁBRICA DE ENVASES DE LATA LUX S.A., para aspirar al título profesional de: INGENIERO INDUSTRIAL, por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, **AUTORIZA** al interesado para su presentación.

Ing. Gianni Michael Zelada García
ASESOR

ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Los miembros del jurado evaluador asignados han procedido a realizar la evaluación de la tesis del estudiante: YASSER ABELARDO YPARRAGUIRRE ZELADA, para aspirar al título profesional con la tesis denominada: ESTUDIO DE PARADAS DE MÁQUINA Y PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO FÁBRICA DE ENVASES DE LATA LUX S.A.

Luego de la revisión del trabajo, en forma y contenido, los miembros del jurado concuerdan:

Aprobación por unanimidad

Aprobación por mayoría

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Desaprobado

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Firman en señal de conformidad:

Ing. Hans Vidal Clive
Jurado
Presidente

Ing. Rubén Horna Miñán
Jurado

Ing. César Ancajima Ruiz
Jurado

DEDICATORIA

A mis padres, Angel Iparraguirre y Leonila Zelada, quienes son mi ejemplo e inspiración, a mis hijos Angel Gabriel y Arian Gael a quienes amo.

AGRADECIMIENTO

- A la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada del Norte: Por la formación profesional.
- A la empresa Envases de Lata Lux S.A.: Que me permitió elaborar ésta tesis utilizando los datos de las máquinas de su Planta.

TABLA DE CONTENIDO

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS	2
ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
TABLA DE CONTENIDOS	6
INDICE DE FIGURAS.....	8
INDICE DE TABLAS.....	9
INDICE DE FÓRMULAS.....	10
INDICE DE ANEXOS.....	11
RESUMEN.....	12
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	13
1.1. Realidad problemática	13
1.2. Formulación del problema	14
1.2.1 Problemas Específicos	14
1.3. Objetivos	14
1.3.1 Objetivo General	14
1.3.2 Objetivo Específicos	14
1.4. Antecedentes	15
1.5. Bases teóricas.....	18
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....	33
3.1 Tipo de Investigación.....	33
3.2 Materiales, instrumentos y métodos.....	33
3.3 Procedimiento.....	34
3.4 Variables.....	35
3.5 Matriz de Consistencia.....	36
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	367
4.1 Identificación de Máquinas con mayor impacto de paradas, en cantidad de fallas y de reparación.....	37
DISPONIBILIDAD ACTUAL DE MÁQUINAS	38

4.2 Identificar cuáles son las faltas de control que provocan las paradas en las máquinas.	41
4.3 Establecer una Propuesta Adecuada de Mantenimiento Preventivo.	45
CAPÍTULO V	58
5.1 DISCUSIÓN	58
5.2 CONCLUSIONES	61
5.3 RECOMENDACIONES	62
REFERENCIAS	63
ANEXOS	65

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 01. GRÁFICO TIEMPO PARADAS DE MÁQUINA.....	Pág. 40
FIGURA 02. GRÁFICO PARADAS DE MÁQUINA.....	Pág. 40
FIGURA 03. PARETO DE DISTRIBUCIÓN DE CAUSAS.....	Pág. 43
FIGURA 04. ÁRBOL CAUSA EFECTO.....	Pág. 44
FIGURA 05. GRÁFICO RESULTADOS ENCUESTA.....	Pág. 57
FIGURA 06. ORGANIGRAMA ENVASES DE LATA LUX S.A.....	Pág. 72
FIGURA 07. MAPA PROCESOS ENVASES DE LATA LUX SA.....	Pág. 73
FIGURA 08. ORGANIGRAMA MANTENIMIENTO.....	Pág. 75

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 01. DISPONIBILIDAD DE MÁQUINAS.....	Pág. 38
TABLA 02. LISTA DE MÁQUINAS.....	Pág. 39
TABLA 03. CUADRO DE MÁQUINAS CON MAYOR TIEMPO Y CANTIDAD DE PARADAS.....	Pág. 41
TABLA 04. CUADRO DE CAUSAS DE FALLA.....	Pág. 42
TABLA 05. DISTRIBUCIÓN DE CAUSAS DE FALLAS.....	Pág. 42
TABLA 06. INVENTARIO DE LUBRICANTES.....	Pág. 47
TABLA 07. CONTROL LUBRICACIÓN LÍNEA 2 LITOGRAFÍA.....	Pág. 48
TABLA 08. REGISTRO HISTORIAL DE MÁQUINA.....	Pág. 50
TABLA 09. PLAN DE MANTENIMIENTO DE MÁQUINA.....	Pág. 51
TABLA 10. INVENTARIO COMPONENTES POR MÁQUINA.....	Pág. 52
TABLA 11. PLAN DE INSPECCIÓN DE MÁQUINA.....	Pág. 53
TABLA 12. PROPUESTA DE MEJORA DISPONIBILIDAD.....	Pág. 54
TABLA 13. ENCUESTA.....	Pág. 55
TABLA 14. RELACIÓN DE ENCUESTADOS.....	Pág. 56
TABLA 15. RESULTADOS DE LA ENCUESTA.....	Pág. 56
TABLA 16. DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESOS.....	Pág. 74

ÍNDICE DE FÓRMULAS

FÓRMULA 01. DISPONIBILIDAD.....Pág. 26

FÓRMULA 02. MTBF.....Pág. 27

FÓRMULA 03. MTTR.....Pág. 27

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 01. REPORTE DIARIO DE MANTENIMIENTO.....	Pág. 66
ANEXO 02. CARTILLA DE LUBRICACIÓN.....	Pág. 67
ANEXO 03. CONTROL DE LUBRICACIÓN.....	Pág. 67
ANEXO 04. REPORTE DE MANTENIMIENTO.....	Pág. 68
ANEXO 05. HISTORIAL DE MÁQUINA.....	Pág. 69
ANEXO 06. PLAN MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	Pág. 69
ANEXO 07. PLAN ANUAL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	Pág. 70
ANEXO 08. INSPECCIÓN DE MÁQUINA.....	Pág. 71
ANEXO 09. PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA.....	Pág. 72
ANEXO 10. IMÁGENES MÁQUINAS ENVASES LUX.....	Pág. 76

RESUMEN

El presente trabajo de investigación, tiene como objetivo el estudio de paradas de máquina para determinar su disponibilidad actual; identificar las máquinas con mayor impacto en las paradas por fallas, identificar las faltas de control que provocan las fallas, plantear un Plan de Mantenimiento Preventivo que se adapte a los problemas actuales y hacer una estimación de la posible mejora. Tomando como información los “Reporte Diarios de Mantenimiento” se tabulan los tiempos de parada de máquina en horas, cantidad de fallas en unidades, faltas de control a través de una tabla de fallas, elaborando tablas y cuadros estadísticos que reflejan el estado actual de las máquinas, utilizando métodos cuantitativos de carácter descriptivo. Según los resultados se tienen una disponibilidad actual de 90%, se identifican seis equipos que representan el 38% de los tiempos de parada totales, tres Causas que representan el 79% del total de las paradas de máquina. En función a los resultados se identifica tres faltas de control que representan el mayor tiempo de paradas de máquina, para disminuir este tiempo se elabora un Plan de Mantenimiento Preventivo basado en éstos tres aspectos, Plan de Lubricación, Plan de Cambio de Repuestos y Plan de Inspección. Luego se elabora una medición del impacto que se podría obtener a través de su implantación. Con esta implementación se plantea elevar a disponibilidad total de máquinas a 93%, con la disminución del 75% de las paradas provocadas por las seis máquinas identificadas en el estudio de tiempos. Por último se hace una encuesta con el personal que dirige la Producción para determinar su expectativa con relación a la mejora que se puede alcanzar con este planteamiento, lo cual nos indica que la expectativa es que la disponibilidad de máquinas puede llegar hasta el 92%.

PALABRAS CLAVES: disponibilidad, plan de mantenimiento, faltas de control, análisis de fallas, paradas de máquina.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Envases de Lata Lux S.A. es una empresa peruana con más de 50 años de experiencia en la fabricación de envases de hojalata electrolítica, con una cartera amplia de clientes nacionales y extranjeros. La empresa está enfocada en la producción constante sin tomar en cuenta una gestión de Mantenimiento Preventivo. Actualmente sólo se realizan intervenciones correctivas en sus máquinas y no se lleva un control de la vida útil de las mismas. Debido a sus altos índices de paradas de máquina ocasionadas por constantes fallas y con el objetivo de mejorar este escenario, se plantea un estudio para medir los tiempos de reparación y cantidad de fallas, con el objetivo de conocer la disponibilidad de máquina y el tiempo de reparación, mediante el análisis de causas de falla determinaremos la propuesta de gestión de Mantenimiento más adecuada que se adapte a la situación actual de la empresa.

“Se entiende por mantenimiento correctivo la corrección de las averías o fallas, cuando éstas se presentan. Es la habitual reparación tras una avería que obligó detener la instalación o máquina afectada por el fallo.”(García-Garrido, 2009, p.5).

(...) “La mejora de los resultados de mantenimiento pasa, necesariamente, por estudiar los incidentes que ocurren en la planta y aportar soluciones para que no ocurran. Si cuando se rompe una pieza simplemente se cambia por una similar, sin más, probablemente se esté actuando sobre la causa que produjo la avería, sino tan solo sobre el síntoma. Los analgésicos no actúan sobre las enfermedades, sino sobre sus síntomas. Evidentemente, si una pieza se rompe es necesario sustituirla: pero si se pretende retardar o evitar el fallo es necesario estudiar la causa y actuar sobre ella.”(García-Garrido, 2009, p.16).

1.2. Formulación del problema

¿Cómo se puede determinar el Plan de Mantenimiento Preventivo a través de un estudio de paradas de máquina de una empresa de fabricación de envases de hojalata?

1.2.1 Problemas Específicos

- ¿Cuál es la Disponibilidad de las máquinas de una empresa de fabricación de envase de hojalata?
- ¿Cuáles son las faltas de control que provocan las paradas en las máquinas?
- ¿En cuánto se puede estimar el impacto de establecer un Plan de Mantenimiento Preventivo?

1.3. Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Determinar la propuesta del Plan de Mantenimiento Preventivo a través del estudio de paradas de máquina en una empresa de fabricación de envase de hojalata.

1.3.2 Objetivo Específicos

- Identificar la disponibilidad de las máquinas de una empresa de fabricación de envases de hojalata.
- Identificar cuáles son las faltas de control que provocan las paradas en las máquinas.
- Estimar el impacto de implementar un Plan de Mantenimiento Preventivo en la disponibilidad de máquinas.

1.4. Antecedentes

Sereno (2013). Elaboró un trabajo de investigación en la empresa Kimberly-Clark que tuvo por objetivo “implementar una metodología de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad”. La implementación de la Metodología de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad tuvo cuatro fase fundamentales, “La Fase 1 comprende dos etapas, la familiarización con la planta y los procesos productivos y el levantamiento de información de los activo de la planta”, “la Fase 2 Esta fase contiene la comparación de los datos presentes en el sistema SAP con la realidad física de la planta y la creación de diagramas EPS del proceso productivo”, “la Fase 3 Esta fase contiene etapas como la creación de la ficha técnica de los equipos, lista de componentes, actualización de estos datos en el sistema, el análisis de criticidad y el análisis de modo y efectos de falla”, “la Fase 4 Esta es la fase final de la investigación y está enfocada en la creación de los planes de mantenimiento como objetivo final del proyecto, además la creación de la hoja de historial de fallas por equipos y las rutas de lubricación de los mismos”. Como resultados obtenidos presentan la elaboración y propuesta detallada de un Plan de Mantenimiento. A partir de estos resultados concluyen que ésta implementación va dirigida a “incrementar la confiabilidad de los equipos de la planta pero su ejecución dependerá en algunos casos de la disponibilidad de algunos componentes en el almacén de repuestos”.

Villegas (2016) realizó un trabajo que tuvo por objetivo general “generar una propuesta de mejora en la gestión del área de mantenimiento que permita optimizar el desempeño de la empresa MANFER S.R.L. Contratistas Generales”. La metodología de estudio es de carácter multifuncional, la investigación tiene un enfoque Mixto de carácter Descriptivo, tomando en cuenta que se tuvo acceso a toda la información de la empresa, con las siguientes fuentes: “Data de la empresa, observación directa, entrevistas y cuestionarios, documentos bibliográficos, datos de gestión del sector productivo y comercial de Arequipa”.

Los resultados obtenidos le permiten identificar tres grandes problemas que son “La deficiencia de RRHH”, “Ausencia de Procesos Preventivos en Mantenimiento”, Gestión Logística deficiente para el área de Mantenimiento”. A partir de estos resultados se concluye que se debe capacitar y mejorar las competencias del personal que opera los equipos y también enfocarse en cumplir los planes de mantenimiento previstos a través de la inclusión de un Planificador de Mantenimiento.

Ricaldi (2013) desarrolló la tesis titulada "Propuesta para la mejora de la disponibilidad de los camiones de una empresa de transportes de carga pesada, mediante el diseño de un sistema de gestión de mantenimiento". “El objetivo de la tesis es minimizar las demoras de los tiempos de transporte de caña de azúcar mediante el desarrollo de una propuesta de gestión de mantenimiento que mejore la disponibilidad de los camiones, lo que a su vez, permita realizar mayor número de viajes y, por ende, mejore tanto los ingresos de la empresa de transportes como la percepción que tiene el cliente sobre el servicio brindado”. El estudio tuvo un diseño descriptivo, desarrollando una descripción de la empresa, diagnóstico del servicio, y las principales causas que ocasionan deficiencias en el servicio. Los resultados han posibilitado identificar dos principales razones de las demoras, las cuales generan un poco más del 80% del total de las demoras. El 54% de las demoras se deben a la ocurrencia de desperfectos mecánicos en los camiones, lo que genera paradas y, por ende, indisponibilidad de los mismos para desarrollar mayor número de viajes. Con los resultados obtenidos se concluye en que se deben elaborar las propuestas de mejora para la ejecución de las tareas de mantenimiento, los cuales consisten en desarrollar distintos tipos de mantenimiento, en primer lugar, el mantenimiento autónomo a cargo de los conductores, el mantenimiento preventivo donde se programan tareas en las que puede definirse cierta periodicidad de desarrollo y, por último, el mantenimiento correctivo tanto para las tareas de mantenimiento programadas como para aquellas se surgen aleatoriamente.

Muñoz (2014). Elaboró un trabajo que tuvo por objetivo “Elaborar la propuesta de implementación, desarrollo y análisis de la gestión de mantenimiento, que permita asegurar la eficiente operación y óptima conservación de la maquinaria, conservando los valores de calidad del producto y los plazos de atención ofrecidos al cliente, apoyándose en estrategias de gestión logística, de procesos y de calidad “. El trabajo tiene un tipo de investigación cuantitativa, tomando como referencia 5 años de historial de mantenimiento para la elaboración de cuadros de tendencias. Los resultados identifican dos situaciones que impactan de manera desfavorable a la empresa, las cuales son “la excesiva cantidad de minutos parados en la producción por causas de fallas mecánicas o eléctricas y paradas intempestivas, así como la falta de mecanismos de control logístico de gestión”. A partir de estos resultados obtenidos se concluye “que la gestión de mantenimiento es parte del reflejo de las buenas prácticas de manufactura que proyecta una compañía tanto a sus clientes como internamente a su personal, es una parte importante de la política interna y es una muestra del interés en el intento de mejorar y crecer en los cálculos se evidencia que la empresa Papelera Del Sur ha pierde una capacidad productiva promedio de S/.34627.00 en ventas debido a falta de disponibilidad de las líneas de operación por problemas mecánicos y eléctricos, los cuales podrían evitarse con un mantenimiento mejor organizado. La inversión inestimada inicial de este proyecto es de S/.124000 y en un tiempo calculado de 5 años la inversión ofrecería un TIR del 18% (escenario pesimista) o 107% (escenario más favorable)”.

Robles (2015). Elaboró un trabajo de análisis y mejora que tuvo por objetivo “poder aumentar la vida útil de los activos físicos de las grúas, así como su disponibilidad al disminuir las constantes fallas actuales y sus consecuencias”. El trabajo tiene un tipo de investigación mixta de tipo descriptiva, mediante la cual hace un diagnóstico del estado actual de la empresa y cuantifica los costos de repuestos de los equipos. Los resultados indican que se debe desarrollar e implementar un Sistema de Gestión de Activos Físicos para las Grúas Pórtico, “para la implementación se requiere una inversión de S/. 276 000 que en un plazo de 5 años con una tasa del 15% se obtiene un VAN de S/. 844 743.08 y

una TIR de 87%”. A partir de estos resultados obtenidos se concluye que se logrará “aumentar la vida útil de los activos, así como la disponibilidad al disminuir las fallas y sus consecuencias”, con relación al análisis económico de concluye “que la aplicación de una Gestión de Activos Físicos es rentable, ya que el VPN (Valor Anual Neto) es mayor a cero”.

Añazco y Salazar (2016). Elaboró un trabajo de análisis y mejora que tuvo por objetivo “determinar en cuánto la propuesta de un plan de mantenimiento preventivo planificado de las máquinas y equipos incrementa la rentabilidad en Consorcio A&A SRL. - Cajamarca -2016”. El trabajo tiene un tipo de investigación no experimental transversal, tomando como muestra no probabilística 10 trabajadores de una población de 30, utilizando variables dependientes e independientes. Los resultados determinan que no existe un plan de mantenimiento preventivo planificado, también se pudo establecer el porcentaje de máquinas y equipos operativos en la actualidad. Con estos resultados se concluye que “en la empresa no existe una planificación que permita llevar a cabo un verdadero control de las actividades de mantenimiento preventivo que se realizan a cada máquina y equipo” y que todas las actividades de mantenimiento se realizan sin ninguna planificación.

1.5. Bases teóricas

MANTENIMIENTO

Se define como Mantenimiento a todas las acciones que se realizan con la finalidad de preservar o restaurar una máquina o equipo para que lleve a cabo la función para la cual fue diseñada. Esto requiere de operaciones técnicas y de gestión adecuadas para optimizar los recursos disponibles con la finalidad de concretar tal fin.

“Definimos habitualmente mantenimiento como el 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”. (García, 2003, p. 1).

“Mantenimiento son todas las actividades que deben ser desarrolladas en orden lógico, con el propósito de conservar en condiciones de operación segura, efectiva y económica, los equipos de producción, herramientas y demás activos físicos, de las diferentes instalaciones de una empresa”. (García, 2013. p. 9).

MISIÓN DEL MANTENIMIENTO

La misión del Mantenimiento tiene como finalidad asegurar la disponibilidad de los equipos de Planta, así como también conservar su ciclo de vida, buscando la mejora continua de sus procesos, técnicas, control y gestión de los activos, siempre en concordancia con los intereses de la empresa y de sus clientes.

(...) “El Mantenimiento Industrial como parte integral de la producción, tiene como propósito garantizar el óptimo funcionamiento de los equipos, y demás infraestructura empresarial, mediante programas de prevención y predicción de fallas, reparación de daños y mejoramiento continuo de sus condiciones operativas con la política de cero defectos, para cumplir sus cuatro objetivos fundamentales”:

- “CONSERVACIÓN DE LOS ACTIVOS FÍSICOS. Mediante desarrollo de las técnicas administrativas y de mantenimiento más eficaces, para conservar en el largo plazo la vida útil de los equipos productivos, acordes con los requerimientos económicos”.
- “DISPONIBILIDAD DE LOS ACTIVOS FÍSICOS. Mediante el desarrollo de normas y procedimientos que promuevan de manera eficiente, segura y económica la máxima disponibilidad técnica y operativa de los equipos de acuerdo con los requisitos de producción”.
- “ADMINISTRACIÓN EFICAZ DE LOS RECURSOS. Mediante la mejora de los procesos, procedimientos y estándares que mejor promuevan el uso eficiente, eficaz y económico de todos los recursos tangibles e intangibles de la organización”.

- “DESARROLLO DEL TALENTO HUMANO. Por medio de programas de formación y capacitación permanentes, sistemas de competencias, Coaching, Empowerment, gerencia del desempeño y Gestión Global del Conocimiento”.

(...) “Resumiendo los planteamientos anteriores se puede precisar la misión del mantenimiento como: preservar las funciones principales de todos los activos de la compañía, a lo largo de su ciclo de vida, a satisfacción de los propietarios, los usuarios, los clientes y la sociedad; seleccionando e implementando las mejores prácticas para enfrentar las fallas y mitigar sus consecuencias; con el compromiso efectivo de todas las personas de la organización, debidamente formadas, para desarrollar sus funciones en la búsqueda permanente de la Excelencia Operacional”. (García, 2013. p. 11).

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Mantenimiento Preventivo es aquel que programa las reparaciones de los equipos a través de establecer periodos de recambio por frecuencias, ciclos de trabajo o tiempo de trabajo. Generalmente en base a historiales de máquina y vida útil recomendada por los fabricantes de máquinas o de los repuestos de uso general. Este tipo de Mantenimiento se basa en presupuestos elaborados a base de la proyección de repuestos a cambiar, horas de parada de máquina, servicios de terceros y horas hombre del personal propio. Se busca la intervención de las máquinas en días u horas que el equipo no este destinado o programado para producción, como por ejemplo días de descanso, días festivos o periodos vacacionales.

Mantenimiento preventivo “es el mantenimiento que tiene por misión mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programado las correcciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno”. (García, 2003. p. 17).

El Mantenimiento Preventivo tiene el fin “prevenir la ocurrencia de fallas. Se conoce como un Mantenimiento Preventivo Directo o Periódico por cuanto sus

actividades están controladas por el tiempo. Se basa en la Confiabilidad de los Equipos sin considerar las peculiaridades de una instalación dada. Ejemplos: limpieza, lubricación, recambios programados”. (Prando, 1996. p. 20).

“Mantenimiento Preventivo: el conjunto de actividades programadas a equipos en funcionamiento que permiten en la forma más económica, continuar su operación eficiente y segura, con tendencia a prevenir las fallas y paros imprevistos”. (García, 2006. p. 55).

“Este sistema implica conocer el estado actual de cada equipo y sus componentes. Mediante esta base se programa el mantenimiento correctivo en el momento más oportuno”. (Boero, 2009. p. 25).

MANTENIMIENTO CORRECTIVO

El Mantenimiento Correctivo nos sirve para corregir fallas imprevistas que se presentan en las máquinas, se utiliza como un tipo de gestión en determinadas empresas, ya sea por presupuesto o por un estudio que indique que el tipo de máquinas no requiere mayores intervenciones. Se debe tener en cuenta que el mantenimiento correctivo siempre está presente en cualquier tipo de Gestión, motivo por el cual se debe considerar siempre en los presupuestos, controles y en los planes de contingencia.

“El mantenimiento correctivo es aquel que sirve para corregir los problemas que se van presentando en los equipos a medida que los usuarios los van comunicando, es decir, se espera a que ocurra una falla para que el personal de mantenimiento entre en acción”. (Gonzales, 2005. p. 53-62).

“Mantenimiento correctivo: 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”. (García, 2003. p. 17).

“Se entiende por mantenimiento correctivo la corrección de las averías o fallas, cuando éstas se presentan. Es la habitual reparación tras una avería que obligó a detener la instalación o máquina afectada por el fallo”. (García, 2009. p. 5).

(...) “Existen dos formas diferenciadas de mantenimiento correctivo: el programado y no programado. La diferencia entre ambos radica en que mientras el no programado supone la reparación de la falla inmediatamente después de presentarse, el mantenimiento correctivo programado o planificado supone la corrección de la falla cuando se cuenta con el personal, las herramientas, la información y los materiales necesarios y además el momento de realizar la reparación se adapta a las necesidades de producción. La decisión entre corregir un fallo de forma planificada o de forma inmediata suele marcarla la importancia del equipo en el sistema productivo: si la avería supone la parada inmediata de un equipo necesario, la reparación comienza sin una planificación previa. Si en cambio, puede mantenerse el equipo o la instalación operativa aún con ese fallo presente, puede posponerse la reparación hasta que llegue el momento más adecuado”. (García, 2009. p. 7).

(...) “Aunque los inconvenientes del mantenimiento correctivo son mayores que sus ventajas, es imposible prescindir de él. Siempre habrá averías imprevistas que escapan a cualquier predicción y, si bien no deseables, estos tipos de intervenciones de urgencia siempre serán requeridas. En la planificación del sistema de gestión se tendrá que considerar estos tipos de mantenimiento”. (Boero, 2009. p. 25).

LAS AVERÍAS

Las averías son daños o fallas que perjudican a los equipos y que provocan distintas consecuencias, como paradas de máquinas, pérdida de producción, costos de recambio de piezas, daños al personal o daños al ambiente. Las averías siempre estarán presentes en las máquinas, pero mediante la anticipación

o predicción de las mismas se busca minimizarlas.

“Se define una avería como el deterioro o desperfecto en cualquier órgano o elemento de un equipo que impide el funcionamiento normal de éste”. (Boero, 2009. p. 15).

LUBRICACIÓN

La lubricación es la acción más básica e imprescindible del mantenimiento, consiste en aplicar una película de lubricante en las partes móviles que producen rozamiento, desgaste, deformación por calentamiento o la combinación de todas, con la finalidad de reducir estos efectos. La lubricación actualmente se presenta de muchas maneras, pero los principales tipos de lubricación son las que se realizan a través de la utilización de grasas y aceites de distintos tipos. Una forma lubricación es la que toma en cuenta a partir de los manuales del fabricante de la máquina, tomando en cuenta los intervalos de tiempo y el tipo de lubricantes recomendados. La lubricación también se puede hacer de manera experimental, teniendo en cuenta las especificaciones del lubricante, con relación a las partes o componentes a lubricar, siempre en base a obtener resultados favorables. La lubricación se puede hacer de diferentes formas, a través de los operadores de los equipos, con personal designado a esa función o con sistemas de lubricación automática.

(...) “El engrase y lubricación de las máquinas en realidad no es una intervención de mantenimiento, debe ser considerado como una necesidad del equipo igual al de las conexiones eléctricas, neumáticas o de otro tipo. Debe ser establecida como parte del funcionamiento y no como una acción más del mantenimiento. La lubricación es una condición sin la cual el equipo no debe funcionar. Las operaciones incluyen desde el cambio de aceite hasta el engrase de las partes que así lo requieran. Se debe establecer un programa con las frecuencias para cada actuación”. (Boero, 2009. p. 29).

MANTENIMIENTO PREDICTIVO

El mantenimiento predictivo es aquel que se ejecuta mediante la predicción de fallas, para lo cual se requiere la medición de distintas condiciones de los componentes de los equipos previamente evaluados, dichas condiciones van desde la percepción de ruidos, medición de temperaturas hasta la utilización de instrumentos sofisticados de análisis de vibración, termografía, análisis de aceite, estroboscopio, entre otros. Se relacionan los valores de las mediciones actuales con las mediciones iniciales de funcionamiento de la máquina y sus cambios a través del tiempo, con lo cual se puede determinar si la falla está en su estado insipiente para poder programar la intervención. Cabe resaltar que el éxito de este tipo de mantenimiento es detectar la falla antes que se produzca para que el daño no sea el menor posible.

(...) “El Mantenimiento Predictivo debe entenderse como aquella metodología que basa las intervenciones en la máquina o instalación sobre la que se aplica, en la evolución de una determinada variable que sea realmente identificadora de su funcionamiento y fácil de medir”. Esta simple definición indica que la gran diferencia entre este tipo de mantenimiento y el sistemático, entendiéndose ambos según normativa EN 13306 como Mantenimientos Preventivos, es que no planifica intervenciones de forma constante y con base en una periodicidad correcta, un número de kilómetros, unas horas de funcionamiento, etc., pero siempre las mismas, y otro tipo de mantenimiento, el predictivo que nos ocupa, no define ninguna periodicidad concreta, sino que aconseja el lanzamiento de una orden de trabajo preventiva cuando la variable medida comienza a encontrarse en una zona de peligrosidad funcional de la máquina y, lógicamente, siempre antes de que se produzca el fallo catastrófico”. (Gonzales, 2005. p. 139.)

(...) “El mantenimiento predictivo es un tipo de mantenimiento que relaciona una variable física con el desgaste o estado de una máquina. El mantenimiento predictivo se basa en la medición, seguimiento y monitoreo de parámetros y condiciones operativas de un equipo o instalación. A tal efecto, se

definen y gestionan valores de pre-alarma y de actuación de todos aquellos parámetros que se considera necesario medir gestionar”. (García, 2009. p. 323.).

TPM

El Mantenimiento Productivo Total es una filosofía de mantenimiento que busca eliminar las pérdidas de producción que se generan por el estado de las máquinas, busca que las máquinas produzcan en su capacidad máxima productos con la calidad esperada. Este tipo de mantenimiento busca integrar a toda la empresa a través de la acción de todos los integrantes de la misma. Este tipo de manteniendo normalmente es el paso siguiente que busca la empresa en una gestión ya definida de todas sus áreas, ya que representa la interacción de todos los procedimientos ya establecidos. Es un tipo de mantenimiento que busca la mejora continua en todos los aspectos de la empresa.

(...) “El Mantenimiento Total Productivo consiste en el perfeccionamiento continuo de los recursos productivos mediante la participación activa de todos los protagonistas. Considerando a las industrias como un sistema que combina hombres y máquinas, se debe maximizar la efectividad del sistema, con la reducción, en el largo plazo, de los costos en inversiones. El TPM tiene como premisa eliminar las averías e imprevistos de los equipos, y por lo tanto, obtener una mejora en la calidad de los procesos, compatibilizando el mejoramiento de las operaciones con la disminución de las averías, tendiendo a la disminución de los costos totales”. (Boero, 2009. p. 83).

(...) “El Mantenimiento Productivo Total es un sistema de administración diseñado para facilitar el desarrollo de la industria. Se apoya en la participación proactiva de todo el personal que compone la empresa, incluyendo a los proveedores. Se soporta en las ciencias técnico-administrativas que le permiten obtener una mejora constante en la productividad y calidad de sus productos o servicios haciendo énfasis en la predicción y prevención de defectos, errores y fallas de sus recursos humanos, físicos y técnicos”. (Dounce, 2006. p. 183).

DISPONIBILIDAD

La disponibilidad es la medida que nos indica el tiempo que está disponible una máquina con respecto al tiempo que se requiere que esté en funcionamiento. Siempre se expresa en porcentaje. Se obtiene de la resta de las horas requeridas de funcionamiento menos el tiempo de parada por reparación, entre las horas requeridas de funcionamiento.

(...) “Para analizar el rendimiento se debe determinar la relación del tiempo en que el equipo trabaja realmente con respecto al tiempo en que podría haber trabajado durante los tiempos en que la planta se encuentra funcionando. El aprovechamiento ideal de los elementos productivos sería utilizarlos durante las 24 hs/día de los 365 días del año. A esta disponibilidad se le debe restar los días no laborables, vacaciones y turnos no trabajados. Pero para que el mantenimiento no disminuya las horas de producción, se lo debe tratar de realizar durante los horarios en que la máquina no este dedicada a la fabricación. El saldo del tiempo total menos las horas que se podría utilizar efectivamente si el equipamiento estuviera en condiciones de funcionamiento, es decir, quedarían una cantidad de horas que serían posibles de producir si las máquinas no representaran contratiempos. Como resultado se puede obtener una relación que indicará la disponibilidad de cada equipo”. (Boero, 2009. p. 39, 40).

$$DISPONIBILIDAD = \frac{\text{Horas Totales} - \text{Horas por mantenimiento}}{\text{Horas Totales}}$$

FÓRMULA 01. Boero, C. (2009). *Mantenimiento Industrial*. Córdoba: Universitas.

MTBF

El MTBF es un indicador de Mantenimiento que nos permite conocer cuál es el tiempo transcurrido en la aparición de una nueva falla en la máquina. Cuando tenemos un tiempo alto demostramos que la máquina es confiable, lo cual nos dá un buen indicador de gestión.

“Tiempo medio entre averías (middle time between failure)”. (Boero, 2009. p. 40).

$$\text{MTBF} = \frac{\text{Horas Totales del periodo}}{\text{Número de paradas}}$$

Fórmula 02. Boero, C. (2009). Mantenimiento Industrial. Córdoba: Universitas.

MTTR

El MTTR es el tiempo en que una máquina tarda en ser reparada. Este tiempo dependerá de la gravedad de la falla y de la necesidad de recursos que implica la reparación. Un MTTR bajo no representa una buena reparación, siempre debe verificarse su MTBF para determinar su eficacia.

“Tiempo medio de reparación (middle time to repair)”. (Boero, 2009. p. 40).

$$\text{MTTR} = \frac{\text{Horas Totales de paradas}}{\text{Número de paradas}}$$

Fórmula 03. Boero, C. (2009). Mantenimiento Industrial. Córdoba: Universitas.

DIAGRAMA CAUSA EFECTO

El diagrama causa efecto es una técnica que ayuda a desarrollar ideas para identificar los problemas y sus posibles causas y efectos, con la finalidad de buscar las mejores alternativas de solución. Nos ayuda a observar y analizar de manera más detallada una situación que requiere ser resuelta.

(...) “Este diagrama se utiliza para representar la relación entre algún efecto y todas las causas posibles que lo pueden originar. Es la representación gráfica de todas las posibles causas de un fenómeno. Todo tipo de problema, como el funcionamiento de un motor o una lámpara que no enciende, puede ser sometido a este tipo de análisis”. (Boero, 2009. p. 61).

(...) “Los instrumentos avanzados de mantenimiento pueden contar con una herramienta vital en los procesos de causas de fallas o productos y/o servicios defectuosos, la cual es el diagrama causa-efecto, desarrollado en Japón por Kaoru Ishikawa en 1953 (Ishikawa, 1985); el método también aplica a cualquier análisis de los cuatro niveles de mantenimiento”. (Mora, 2009. p. 312).

DIAGRAMA DE PARETO

El diagrama de Pareto es una gráfica que nos permite identificar defectos que se producen con mayor frecuencia. Consiste en el ordenamiento de valores de mayor a menor colocándolos en dos escalas, una de valores y otra de porcentajes, para poder identificar cuántos factores tienen la mayor frecuencia.

(...) “Consiste en un método gráfico para determinar cuáles son los problemas más importantes de una determinada situación y, por consiguiente, las prioridades de intervención. Permite identificar los factores o problemas más importantes en función de la premisa de que pocas causas producen la mayor parte de los problemas y muchas causas carecen de importancia relativa”. (Boero, 2009. p. 54).

(...) “Es una metodología que permite ver el grado de influencia de unos pocos elementos en el total de los resultados obtenidos. Es notoria su bondad en el sentido de que puede registrar la influencia de unos cuantos elementos en un gran porcentaje del fenómeno final. Permite destacar la influencia de muchos elementos triviales en la consecuencia de una actividad o falla”. (Mora, 2009. p. 311).

ESCALAMIENTO DE LIKERT

El Escalamiento de Likert consiste en un conjunto de afirmaciones que se presentan para medir la reacción de las personas, normalmente se usan 3, 5 y 7 categorías donde se pide a las personas que expresen su grado de acuerdo o desacuerdo.

(...) “Este método fue desarrollado por Rensis Likert en 1932; sin embargo, se trata de un enfoque vigente y bastante popularizado. Consiste en un conjunto de ítems presentados en forma de afirmaciones o juicios, ante los cuales se pide la reacción de los participantes. Es decir, se presenta cada afirmación y se solicita al sujeto que externe su reacción eligiendo uno de los cinco puntos o categorías de la escala. A cada punto se le asigna un valor numérico. Así, el participante obtiene una puntuación respecto de la afirmación y al final su puntuación total, sumando las puntuaciones obtenidas en relación con todas las afirmaciones”. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014. p. 238).

POBLACIÓN

La Población en el universo de personas u objetos que son materia de una investigación, que poseen propiedades comunes que se pueden examinar en determinado momento y lugar.

“Una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones”. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014. p. 174).

(...) “Población es la colección de todos los individuos, objetos u observaciones que poseen al menos un característica común”. “Población Finita: Una población finita es aquella que tiene un número limitado de elementos. Por ejemplo, las estaturas de todos los estudiantes que actualmente estudian en las universidades del Perú. Población Infinita: Una población infinita es aquella que no tiene límite o cotas, es decir, tiene un número infinito de elementos. Por ejemplo, la calidad de todas las unidades producidas mediante un proceso manufacturero”. (Moya, 2007. p. 17, 18).

MUESTRA

La muestra es un conjunto representativo de la población, la muestra a seleccionar dependerá de la calidad y representatividad que se requiere del estudio. Las muestras pueden ser aleatorias, estratificadas o sistemáticas.

(...) “La muestra es, en esencia, un subgrupo de la población. Digamos que es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población. Con frecuencia leemos y escuchamos hablar de muestra representativa, muestra al azar, muestra aleatoria, como si con los simples términos se pudiera dar más seriedad a los resultados. En realidad, pocas veces es posible medir a toda la población, por lo que obtenemos o seleccionamos una muestra y, desde luego, se pretende que este subconjunto sea un reflejo fiel del conjunto de la población”. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014. p. 175).

(...) “Muestra es una parte o un subconjunto representativo de la población. Y al proceso de obtener la muestra se le llama muestreo. La selección y el estudio de una muestra, tiene por objeto la extracción de conclusiones que sean válidas para la población de la cual se obtuvo dicha muestra. En otras palabras, nuestro propósito es conocer la población, para lo cual se extrae una muestra de ésta”. (Moya, 2007. p. 19).

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

La metodología de la investigación se encarga de elaborar, definir y sistematizar el conjunto de técnicas, métodos y procedimientos que se deben seguir durante el desarrollo de un proceso de investigación. Indica la manera de cómo debemos enfocar una investigación, la forma de recolección, análisis y clasificación de datos, con la finalidad de que nuestros resultados tengan validez, y cumplan con los estándares de exigencia científica. La metodología de la investigación, es la parte de un proyecto de investigación donde se describen los criterios adoptados en la selección de la metodología.

“La investigación es un conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno o problema”. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014. p. 4).

(...) “El enfoque cuantitativo es secuencial y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente y no podemos “brincar” o eludir pasos.³ El orden es riguroso, aunque desde luego, podemos redefinir alguna fase. Parte de una idea que va acotándose y, una vez delimitada, se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o una perspectiva teórica. De las preguntas se establecen hipótesis y determinan variables; se traza un plan para probarlas (diseño); se miden las variables en un determinado contexto; se analizan las mediciones obtenidas utilizando métodos estadísticos, y se extrae una serie de conclusiones respecto de la o las hipótesis”. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014. p. 4, 5).

(...) “El enfoque cualitativo también se guía por áreas o temas significativos de investigación. Sin embargo, en lugar de que la claridad sobre las preguntas de investigación e hipótesis preceda a la recolección y el análisis de los datos (como en la mayoría de los estudios cuantitativos), los estudios cualitativos pueden desarrollar preguntas e hipótesis antes, durante o después de la

recolección y el análisis de los datos. Con frecuencia, estas actividades sirven, prime ro, para descubrir cuáles son las preguntas de investigación más importantes; y después, para perfeccionarlas y responderlas. La acción indagatoria se mueve de manera dinámica en ambos sentidos: entre los hechos y su interpretación, y resulta un proceso más bien “circular” en el que la secuencia no siempre es la misma, pues varía con cada estudio.” (Hernández, Fernández y Baptista, 2014. p.7).

(...) “Con los estudios descriptivos se busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan éstas”. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014. p. 92).

(...) “Los métodos mixtos representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada (meta inferencias) y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio” (Hernández, Fernández y Baptista, 2014. p. 534).

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo de Investigación

El tipo de investigación que se utilizará para este trabajo es un enfoque Mixto de carácter Descriptivo, se recogen datos de los equipos críticos de Planta, a los cuales se les mide el tiempo de parada de máquina causado por reparaciones de mantenimiento correctivo, se tomará como datos los reportes diarios de mantenimiento, en los cuales se registra información del tiempo improductivo que tuvo el equipo debido a la reparación no programada.

3.2 Materiales, instrumentos y métodos

“El momento de aplicar los instrumentos de medición y recolectar los datos representa la oportunidad para el investigador de confrontar el trabajo conceptual y de planeación con los hechos”. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014. p. 196).

Medir significa “asignar números, símbolos o valores a las propiedades de objetos o eventos de acuerdo con reglas”. “Un instrumento de medición adecuado es aquel que registra datos observables que representan verdaderamente los conceptos o las variables que el investigador tiene en mente”. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014. p. 199).

(...) “Al analizar los datos cuantitativos debemos recordar dos cuestiones: primero, que los modelos estadísticos son representaciones de la realidad, no la realidad misma; y segundo, los resultados numéricos siempre se interpretan en contexto, por ejemplo, un mismo valor de presión

arterial no es igual en un bebé que en una persona de la tercera edad". (Hernández, Fernández y Baptista, 2014. p. 270).

De acuerdo con las definiciones anteriores y en las bases teóricas, realicé cuadros utilizando el programa Excel, mediante el cual las mediciones se han reflejado en histogramas, aplicando las fórmulas de MTTR, MTB y Disponibilidad, se está mostrando gráficos detallados de los resultados obtenidos para mostrar la tendencia de cada uno de las variables con la finalidad de tener una mejor lectura de los resultados obtenidos, en el método estadístico se han utilizado encuestas utilizando el Escalamiento de Likert, para esta investigación se considera como población a todas las máquinas de la Empresa Envases de Lata Lux, los equipos a tomar en cuenta son las máquinas que se encuentran operativas y que transforman materia prima en productos terminados para el siguiente proceso o para los clientes, la Muestra para este estudio sólo consta de los equipos de Planta que estén calificados como críticos.

3.3 Procedimiento

Para esta investigación se han recolectado datos de paradas imprevistas de las máquinas por causa de una reparación de mantenimiento correctivo. El método estadístico tomará en cuenta la cantidad de paradas, el tiempo de parada por cada intervención, el tiempo en que se presenta una nueva falla y la disponibilidad del equipo para la producción.

Los datos se agruparán en un documento de Excel, se realizarán cuadros donde se agrupan las máquinas por orden de criticidad, se aplicarán las fórmulas de MTTR y MTBF para definir el tiempo promedio de reparación por equipo y el lapso de tiempo en el que se presenta una nueva falla, se tomarán en cuenta las horas disponibles al día de los equipos para la producción por los días laborables del mes, el cuadro es mensual y está detallado por semanas.

Se están mostrando gráficos detallados de los resultados obtenidos para detallar la tendencia de cada uno de las variables que afectan el resultado

de los datos obtenidos con la finalidad de tener una mejor lectura de los resultados obtenidos.

El método utilizado es netamente estadístico y define el comportamiento de las fallas que provocan paradas de producción debido a reparaciones correctivas en un lapso de tiempo determinado, se ha usado los promedios de falla y los intervalos de tiempo en los cuales que se presentan las fallas.

Se han utilizado los reportes diarios de Mantenimiento como herramienta de recolección de datos.

3.4 Variables

La variable principal de este estudio es la Gestión del Mantenimiento, con indicadores de Disponibilidad y Faltas de Control.

3.5 Matriz de Consistencia

Formulación del Problema	Objetivos	Variable	Metodología
<p>Problema General</p> <p>¿Cómo se puede determinar la Gestión del Mantenimiento a través de un estudio de paradas de máquina de una empresa de fabricación de envases de hojalata?</p> <p>Problemas Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuál es la Disponibilidad de las máquinas de una empresa de fabricación de envase de hojalata? • ¿Cuáles son las faltas de control que provocan las paradas en las máquinas? • ¿En cuánto se puede estimar el impacto de establecer un Plan de Mantenimiento Preventivo? 	<p>Objetivo General</p> <p>Determinar la gestión del Mantenimiento a través del estudio de paradas de máquina en una empresa de fabricación de envase de hojalata.</p> <p>Objetivos Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar la disponibilidad de las máquinas de una empresa de fabricación de envases de hojalata. • Identificar cuáles son las faltas de control que provocan las paradas en las máquinas. • Estimar el impacto de implementar un Plan de Mantenimiento Preventivo en la Gestión de Mantenimiento. 	<p>Gestión del Mantenimiento puede definirse: Según García Palencia “Son todas las estrategias que se realizan por medio de la planificación, control y supervisión del mantenimiento para optimizar la conservación del equipo”.</p> <p>Indicadores:</p> <p>Disponibilidad: Según García Palencia “la disponibilidad es una función que permite estimar en forma global el porcentaje de tiempo total que se puede esperar que un equipo esté disponible para cumplir la función principal para la cual fue destinado”.</p> <p>Faltas de Control: Según García Palencia “control es el resultado que se obtiene al hacer mediciones del desarrollo de un plan que, al combinarlos entre sí para formar factores indicadores de desempeño permiten determinar las acciones correctivas”.</p>	<p>Enfoque: Mixta</p> <p>Alcance: Descriptivo.</p> <p>Muestra: Máquinas críticas</p> <p>Población: Las máquinas de la empresa de fabricación de envases.</p>

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1 Identificar la disponibilidad de las máquinas de una empresa de fabricación de envases de hojalata.

Para determinar la disponibilidad actual se ha tomado los datos de parada de máquinas de manera individual según la tabla 01, esta medición no está relacionada directamente con la productividad, debido a la flexibilidad que tiene la producción al tener instaladas tres líneas de producción, de las cuales dos están en trabajo continuo y una línea de respaldo donde se anticipan los cambios de formato de acuerdo al Plan de Producción. Los datos de paradas se han obtenido íntegramente de los reportes diarios de Mantenimiento (anexo 01), éstos reportes son llenados por el personal técnico indicando el tiempo de parada, una descripción de la intervención y la causa que originó la falla.

Se han considerado los reportes diarios de los meses de enero, febrero, marzo y abril del año 2018, en el mes de enero sólo se consideraron tres semanas debido a que la primera semana no se contó con reportes, la cantidad de máquinas actuales es de 51, se trabaja 5 días a la semana, 10 horas en el turno diurno y 8 horas en el turno nocturno. El tiempo total disponible resulta de la multiplicación del número de máquinas por las horas útiles del día por los días útiles de la semana. La disponibilidad es obtenida por “Horas Totales menos Horas Paradas por Mantenimiento dividido entre las Horas Totales.

$$DISPONIBILIDAD = \frac{\text{Horas Totales} - \text{Horas por mantenimiento}}{\text{Horas Totales}}$$

DISPONIBILIDAD ACTUAL DE MÁQUINAS

DISPONIBILIDAD

DISPONIBILIDAD DE MAQUINAS	2018								
	ENE	SEM03	SEM04	SEM05	FEB	SEM06	SEM07	SEM08	SEM09
Numero de Maquinas	51 un	51 un	51 un	51 un	51 un	51 un	51 un	51 un	51 un
Horas al día	18 hrs	18 hrs	18 hrs	18 hrs	18 hrs	18 hrs	18 hrs	18 hrs	18 hrs
Dias de la semana	15 días	5 días	5 días	5 días	20 días	5 días	5 días	5 días	5 días
TIEMPO TOTAL DISPONIBLE	13770 hrs	4590 hrs	4590 hrs	4590 hrs	18360 hrs	4590 hrs	4590 hrs	4590 hrs	4590 hrs
TIEMPO TOTAL DE FALLA (hrs)	1322 hrs	472 hrs	425 hrs	425 hrs	1857 hrs	483 hrs	514 hrs	428 hrs	434 hrs
NUMERO DE FALLAS	271 un	91 un	89 un	91 un	355 un	87 un	87 un	93 un	88 un
DISPONIBILIDAD	90%	90%	91%	91%	90%	89%	89%	91%	91%

DISPONIBILIDAD

DISPONIBILIDAD DE MAQUINAS	2018									
	MAR	SEM10	SEM11	SEM12	SEM13	ABR	SEM14	SEM15	SEM16	SEM17
Numero de Maquinas	51 un	51 un	51 un	51 un	51 un	51 un	51 un	51 un	51 un	51 un
Horas al día	18 hrs	18 hrs	18 hrs	18 hrs	18 hrs	18 hrs	18 hrs	18 hrs	18 hrs	18 hrs
Dias de la semana	20 días	5 días	5 días	5 días	5 días	20 días	5 días	5 días	5 días	5 días
TIEMPO TOTAL DISPONIBLE	18360 hrs	4590 hrs	4590 hrs	4590 hrs	4590 hrs	18360 hrs	4590 hrs	4590 hrs	4590 hrs	4590 hrs
TIEMPO TOTAL DE FALLA (hrs)	1740 hrs	389 hrs	468 hrs	455 hrs	427 hrs	1785 hrs	486 hrs	444 hrs	445 hrs	410 hrs
NUMERO DE FALLAS	380 un	110 un	93 un	88 un	89 un	370 un	96 un	93 un	91 un	90 un
DISPONIBILIDAD	91%	92%	90%	90%	91%	90%	89%	90%	90%	91%

Tabla 01. Disponibilidad Actual de máquinas, fuente empresa Envase de Lata Lux S.A. Elaboración propia.

La disponibilidad total de las máquinas habilitadas para la producción es en promedio de 90%, los resultados son estrictamente de las máquinas, sin tomar en cuenta el impacto que se tiene en la Productividad de la empresa.

IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS CON MAYOR IMPACTO DE FALLAS

ITEM	MAQUINA	CODIGO	2018				TOTAL PARADAS
			ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	
1	LITOGRAFÍA LÍNEA 2	1M05	64 hrs	87 hrs	171 hrs	151 hrs	473 hrs
2	LITOGRAFÍA LÍNEA 4	1M06	89 hrs	131 hrs	95 hrs	113 hrs	428 hrs
3	PRENSA EXCENTRICA DE 40 TONELADAS NEUMATICA	2M48	80 hrs	117 hrs	120 hrs	97 hrs	414 hrs
4	PRENSA EXCENTRICA DE 40 TONELADAS NEUMATICA	2M49	75 hrs	98 hrs	114 hrs	126 hrs	413 hrs
5	PRENSA EXCENTRICA DE 25 TONELADAS NEUMATICA	2M44	92 hrs	86 hrs	106 hrs	110 hrs	394 hrs
6	PRENSA EXCENTRICA DE 25 TONELADAS NEUMATICA	2M46	97 hrs	89 hrs	103 hrs	105 hrs	393 hrs
7	ARAFADORA AUTOMÁTICA - BODY MAYKER	3M51	36 hrs	42 hrs	64 hrs	72 hrs	213 hrs
8	MÁQUINA SOLDADORA SOUDRONIC 3	3M15	40 hrs	49 hrs	43 hrs	55 hrs	187 hrs
9	PRENSA EXCENTRICA DE 40 TONELADAS	2M01	38 hrs	44 hrs	41 hrs	53 hrs	176 hrs
10	MÁQUINA SOLDADORA SOUDRONIC 2	3M14	25 hrs	43 hrs	54 hrs	49 hrs	171 hrs
11	PRENSA EXCENTRICA DE 60 TONELADAS NEUMATICA	2M10	34 hrs	46 hrs	39 hrs	48 hrs	167 hrs
12	PRENSA EXCENTRICA DE 15 TONELADAS	2M17	24 hrs	51 hrs	39 hrs	47 hrs	161 hrs
13	PRENSA EXCENTRICA DE 60 TONELADAS	2M09	20 hrs	48 hrs	46 hrs	46 hrs	160 hrs
14	PRENSA EXCENTRICA DE 25 TONELADAS	2M19	34 hrs	44 hrs	35 hrs	45 hrs	158 hrs
15	PRENSA EXCENTRICA DE 10 TONELADAS	2M15	29 hrs	39 hrs	45 hrs	44 hrs	157 hrs
16	PRENSA EXCENTRICA DE 40 TONELADAS	2M08	31 hrs	41 hrs	43 hrs	41 hrs	157 hrs
17	MÁQUINA SOLDADORA SOUDRONIC 4	3M90	17 hrs	90 hrs	20 hrs	17 hrs	143 hrs
18	ENGRAFADORA AUTOMÁTICA - BODY MAYKER	3M13	18 hrs	32 hrs	45 hrs	42 hrs	137 hrs
19	CERRADORA FONDOS TUBOS FIBRA CARTON	10M11	22 hrs	32 hrs	24 hrs	26 hrs	105 hrs
20	CONFORMADORA 1	4M71	45 hrs	39 hrs	0 hrs	20 hrs	105 hrs
21	CERRADORA ANILLO - ENV. 32G, 16G, 08G Y 04G	3M21	22 hrs	30 hrs	28 hrs	23 hrs	104 hrs
22	CERRADORA FONDO - ENV. 32G, 16G, 08G Y 04G	3M19	23 hrs	24 hrs	27 hrs	28 hrs	103 hrs
23	CERRADORA DE ANILLO 01G	3M08	23 hrs	27 hrs	27 hrs	24 hrs	101 hrs
24	CERRADORA FONDO PUBLICITARIO	3M25	22 hrs	24 hrs	23 hrs	31 hrs	100 hrs
25	CERRADORA FONDOS TUBOS FIBRA CARTON	3M118	21 hrs	27 hrs	25 hrs	27 hrs	100 hrs
26	CERRADORA ANILLO PUBLICITARIO	3M22	17 hrs	26 hrs	24 hrs	28 hrs	96 hrs
27	CERRADORA DE FONDO 01G	3M07	21 hrs	24 hrs	24 hrs	25 hrs	94 hrs
28	MÁQUINA SOLDADORA SOUDRONIC 1	3M04	19 hrs	30 hrs	26 hrs	13 hrs	88 hrs
29	SOLDADORA DE CHAPAS ALIMENTACION	3M11	18 hrs	22 hrs	24 hrs	19 hrs	83 hrs
30	PRENSA EXCENTRICA DE 25 TONELADAS	2M70	16 hrs	24 hrs	18 hrs	19 hrs	78 hrs
31	PRENSA EXCENTRICA DE 80 TONELADAS	2M56	12 hrs	23 hrs	22 hrs	19 hrs	76 hrs
32	PRENSA EXCENTRICA DE 25 TONELADAS	2M72	14 hrs	17 hrs	20 hrs	23 hrs	76 hrs
33	ENGRAFADORA SEMI AUTOMATICA	3M28	14 hrs	18 hrs	19 hrs	24 hrs	75 hrs
34	PESTAÑADORA PUBLICITARIA	3M24	15 hrs	16 hrs	20 hrs	22 hrs	74 hrs
35	PRENSA EXCENTRICA DE 25 TONELADAS	2M71	17 hrs	20 hrs	17 hrs	19 hrs	73 hrs
36	PRENSA EXCENTRICA DE 80 TONELADAS	2M59	13 hrs	21 hrs	20 hrs	18 hrs	72 hrs
37	PRENSA EXCENTRICA DE 80 TONELADAS	2M58	12 hrs	20 hrs	17 hrs	23 hrs	72 hrs
38	PRENSA EXCENTRICA DE 5 TONELADAS	3M110	15 hrs	17 hrs	18 hrs	22 hrs	72 hrs
39	PRENSA EXCENTRICA DE 25 TONELADAS	2M69	12 hrs	18 hrs	21 hrs	14 hrs	65 hrs
40	CERRADORA FONDOS TUBOS FIBRA CARTON	10M08	11 hrs	16 hrs	16 hrs	13 hrs	56 hrs
41	CORTADORA 3	1M03	0 hrs	50 hrs	1 hrs	0 hrs	51 hrs
42	CORTADORA 2	1M02	1 hrs	42 hrs	2 hrs	1 hrs	47 hrs
43	CORTADORA 1	1M01	40 hrs	2 hrs	2 hrs	2 hrs	46 hrs
44	PRENSA RECON 2	4M05	3 hrs	6 hrs	10 hrs	12 hrs	30 hrs
45	PESTAÑADORA AUTOMATICA	3M06	4 hrs	8 hrs	9 hrs	9 hrs	30 hrs
46	HORNO INGHOR	4M55	4 hrs	10 hrs	9 hrs	7 hrs	30 hrs
47	CONFORMADORA 2	4M43	4 hrs	20 hrs	4 hrs	1 hrs	30 hrs
48	PRENSA RECON 1	4M61	7 hrs	18 hrs	1 hrs	0 hrs	26 hrs
49	ETIQUETADORA DE TUBOS FIBRA CARTON	10M05	6 hrs	5 hrs	9 hrs	6 hrs	25 hrs
50	CORTADORA TUBOS FIBRA CARTON	10M10	1 hrs	3 hrs	4 hrs	3 hrs	12 hrs
51	ESPIRALADORA AUTOMÁTICA DE TUBOS CARTÓN	10M15	2 hrs	2 hrs	2 hrs	1 hrs	8 hrs

Tabla 02: Cuadro de máquinas por tiempo de fallas, fuente Empresa de Envases Lux S.A. Elaboración propia.

TIEMPO DE PARADAS POR MÁQUINA

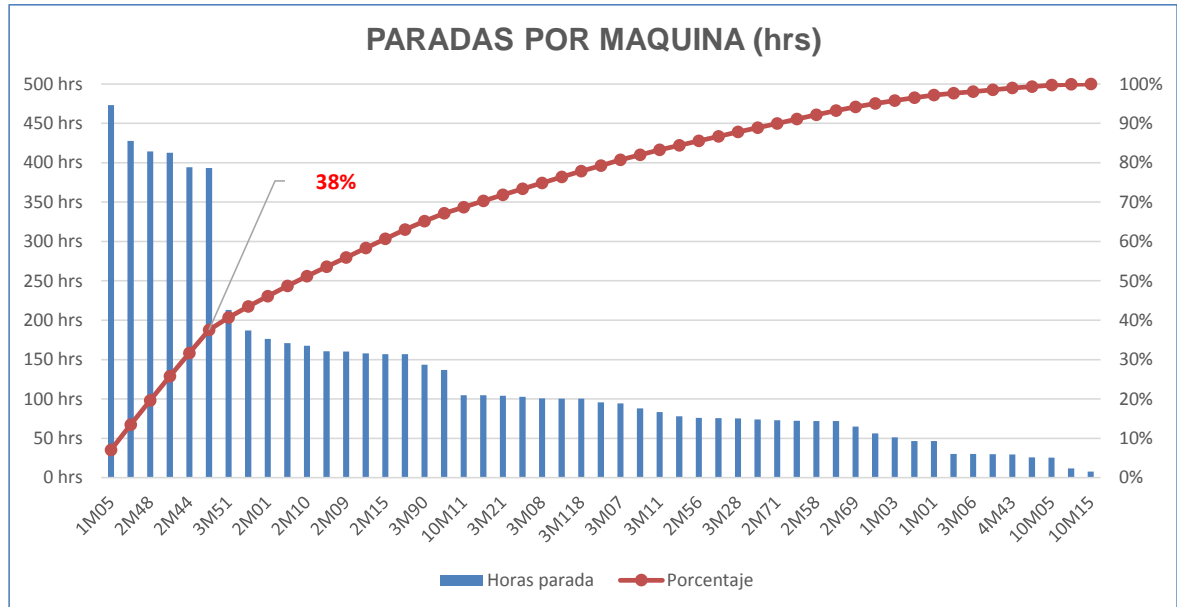


Figura 01: Gráfico Tiempo de Paradas por máquina, año 2018, meses enero, febrero y marzo, fuente Empresa de Envases Lux S.A. Elaboración propia.

CANTIDAD DE FALLAS POR MÁQUINA

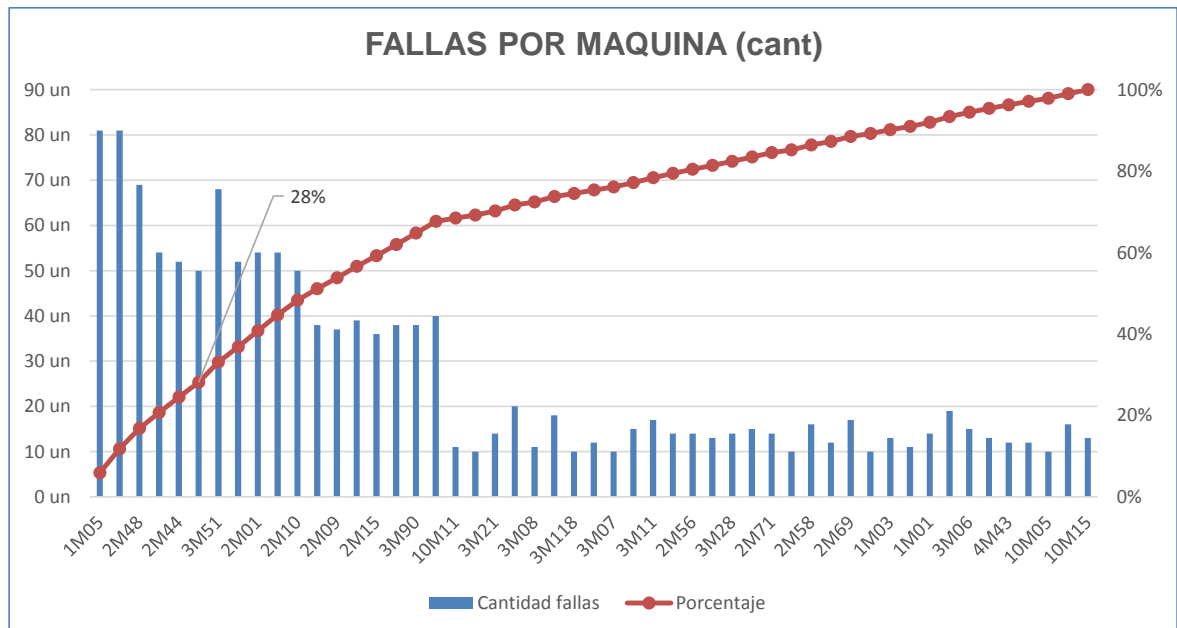


Figura 02: Gráfico Cantidad de fallas por máquina, año 2018, meses enero, febrero y marzo, fuente Empresa de Envases Lux S.A. Elaboración propia.

EQUIPOS CON MAYOR IMPACTO DE PARADAS DE PRODUCCION

Según los cálculos efectuados se han identificado seis máquinas que tienen la mayor cantidad de horas de parada, las cuales representan el 38% del total, acumulando 2515 horas de parada. Así mismo se ha identificado en este grupo de máquinas 387 fallas, lo que representa un 28% de las fallas totales. A continuación se muestra la tabla con el detalle de los resultados:

EQUIPOS CRÍTICOS POR TIEMPO DE PARADA DE MÁQUINA

ITEM	MÁQUINA	AREA	CODIGO	HORAS PARADA	CANT. FALLAS
1	LITOGRAFÍA LÍNEA 2	LITOGRAFÍA	1M05	473 hrs	81 un
2	LITOGRAFÍA LÍNEA 4	LITOGRAFÍA	1M06	428 hrs	81 un
3	PRENSA EXCENTRICA DE 40 TONELADAS NEUMATICA	PRENSA	2M48	414 hrs	69 un
4	PRENSA EXCENTRICA DE 40 TONELADAS NEUMATICA	PRENSA	2M49	413 hrs	54 un
5	PRENSA EXCENTRICA DE 25 TONELADAS NEUMATICA	PRENSA	2M44	394 hrs	52 un
6	PRENSA EXCENTRICA DE 25 TONELADAS NEUMATICA	PRENSA	2M46	393 hrs	50 un

Tabla 03: Cuadro de máquinas que representan el mayor tiempo de paradas y cantidad de fallas, fuente Empresa de Envases Lux S.A. Elaboración propia.

4.2 Identificar cuáles son las faltas de control que provocan las paradas en las máquinas.

Para la identificación de las faltas de control se ha elaborado una tabla de fallas frecuentes y recurrentes que se presentan en las máquinas, esta elaboración es en base a la experiencia del personal técnico y la Jefatura de Mantenimiento. El personal técnico según su experiencia debe determinar el tipo de falla que se encuentre dentro de esta tabla y colocarla en el Reporte Diario de Mantenimiento, con lo cual se podrá clasificar las fallas, con la finalidad de presentar la propuesta de mejora. La tabla de descripción de fallas se detalla a continuación:

CUADRO DE CAUSAS DE FALLAS

DESCRIPCION DE CAUSA	ABREV
FALTA DE LUBRICACION	LB
FALTA DE CAMBIO DE REPUESTOS	RP
FALTA DE INSPECCION	IN
CAMBIO DE CONSUMIBLE	RC
FALLA DE REPUESTO O MATERIALES	FR
FALLA DE COMPONENTE ELECTRONICO	FE
MALA OPERACIÓN	MO
DESGASTE POR USO	DU
DEFECTO DE DISEÑO	DD

Tabla 04: Cuadro con la descripción de las principales causas de las fallas, fuente Empresa de Envases Lux S.A. Elaboración propia.

Se ha elaborado un cuadro de distribución de Causas de falla para identificar las de mayor impacto. Utilizando el método de Pareto se ha la identificado que el 79% de las fallas se deben a tres causas específicas, las cuales son “**Falta de Lubricación**”, “**Falta Plan de Cambio de Repuestos**” y “**Falta de Inspección**”.

DISTRIBUCIÓN DE CAUSAS DE FALLAS

DESCRIPCION DE FALLA	ABREV	CANT FALLA	PORC.
FALTA DE LUBRICACION	LB	120 un	31%
FALTA PLAN DE CAMBIO DE REPUESTOS	RP	114 un	29%
FALTA DE INSPECCION	IN	72 un	19%
CAMBIO DE CONSUMIBLE	RC	27 un	7%
FALLA DE REPUESTO O MATERIALES	FR	19 un	5%
FALLA DE COMPONENTE ELECTRONICO	FE	15 un	4%
MALA OPERACIÓN	MO	12 un	3%
DESGASTE POR USO	DU	8 un	2%
DEFECTO DE DISEÑO	DD	0 un	0%

Tabla 05: Cuadro de distribución total de fallas, fuente Empresa de Envases Lux S.A. Elaboración propia.

DISTRIBUCIÓN DE CAUSAS DE FALLAS

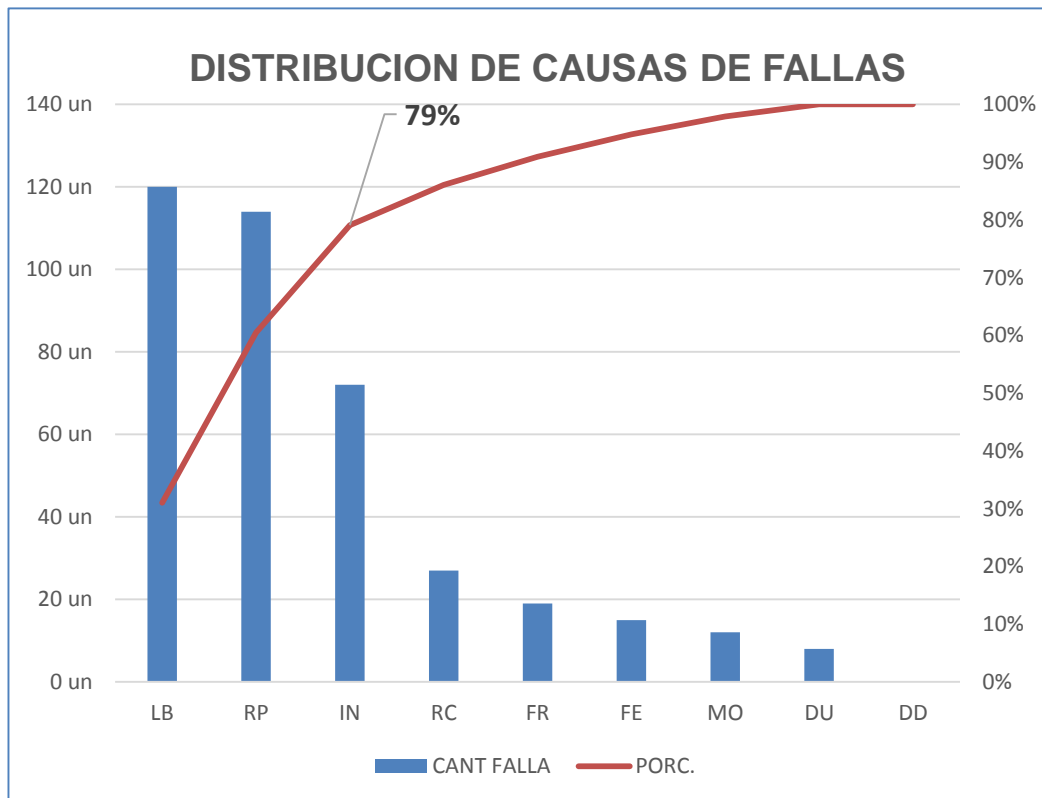


Figura 03: Pareto de distribución de Causas de fallas, fuente Empresa de Envases Lux S.A. Elaboración propia.

ANÁLISIS DE CAUSA EFECTO PARA LAS CAUSAS DE FALLAS

Para la elaboración del análisis de Causa Efecto se han tomado las tres causas de fallas que representan mayor cantidad, en base a ellas se han elaborado los efectos y causas resultantes según los aspectos cotidianos y coyunturales de la empresa Envases de Lata Lux, la elaboración y criterios son totalmente del Jefe de Mantenimiento, en base a su experiencia en diferentes empresas industriales y a la realidad actual de la empresa.

ÁRBOL DE CAUSA EFECTO

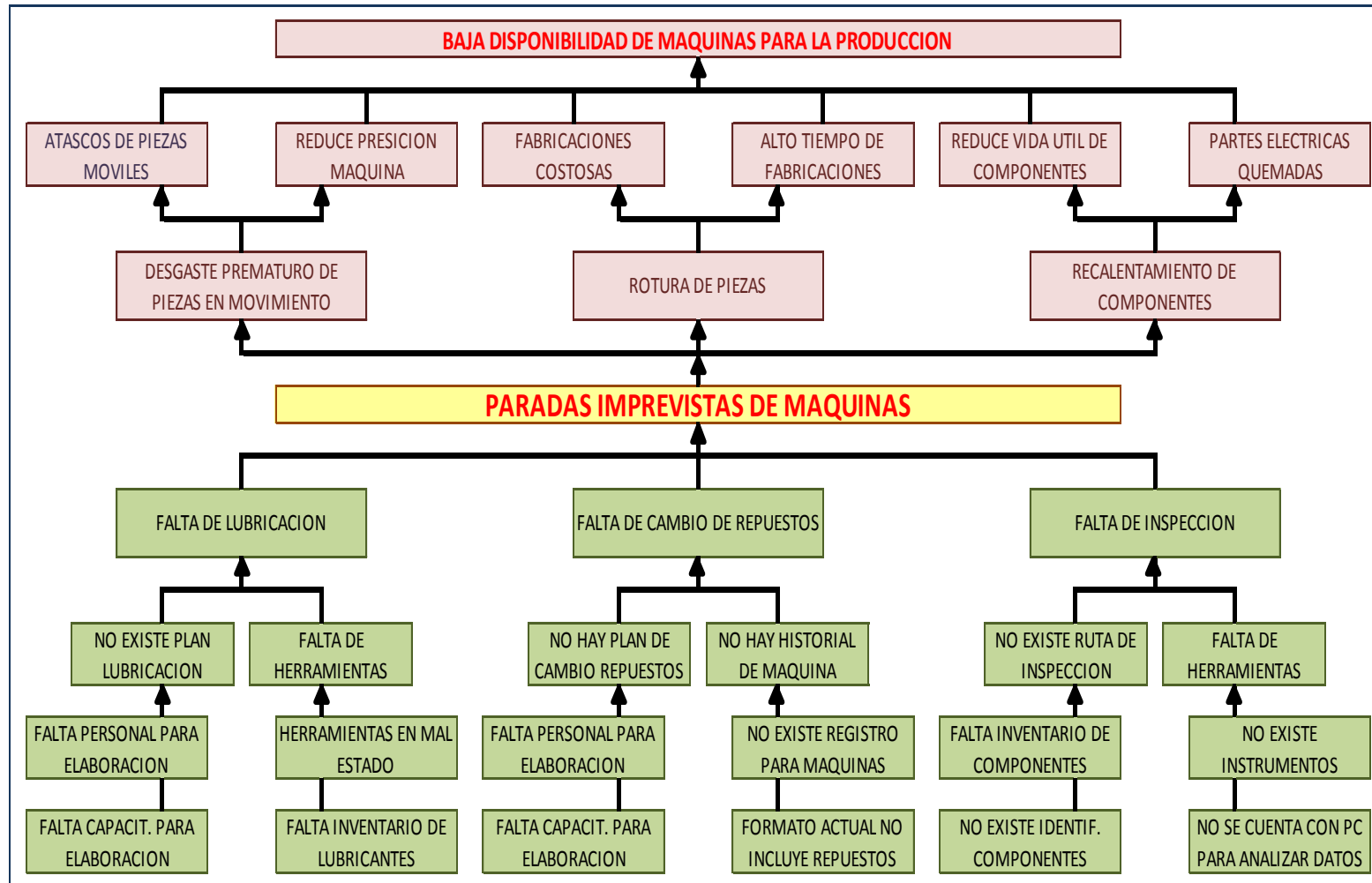


Figura 04: Árbol de causa-efecto para las principales causas de las fallas frecuentes, fuente Empresa de Envases Lux S.A. Elaboración propia.

4.3 Estimar el impacto de implementar un Plan de Mantenimiento Preventivo en la Gestión de Mantenimiento.

La propuesta de Mantenimiento más adecuada para la empresa la proponemos en base al estudio de tiempos de paradas de máquina. Los cuales se han determinado a través de la identificación de Causas frecuentes.

Esta propuesta es la implementación de un Mantenimiento Preventivo, basado las tres principales “CAUSAS” identificadas: son **“Falta de Lubricación”, “Falta Plan de Cambio de Repuestos”** y **“Falta de Inspección”**.

Esta propuesta de mantenimiento en la empresa se realizará con el fin de minimizar las fallas en la maquinaria y preservar los equipos en un óptimo estado de funcionamiento. Con este Plan de Mantenimiento se busca seguir un procedimiento adecuado a la hora de realizar cualquier tipo de actividad en los equipos que intervienen en el proceso productivo de la empresa.

En función de los resultados de nuestro árbol de Causa-Efecto encontramos 9 aspectos a desarrollar para su posterior implementación, los cuales exponemos a continuación:

4.3.1 CAPACITACION DEL PERSONAL PARA LA ELABORACION PLAN DE LUBRICACION

Este proceso será una preparación para que el personal pueda desempeñar una nueva función, mediante un adiestramiento enfocado en las base teóricas se adiestrará al trabajador para estimularlo a incrementar sus conocimientos, esta adquisición de conocimientos contribuirán en mejorar el desempeño de la nueva labor asignada. Previamente se hará una evaluación de los técnicos que estén mejor capacitados y que tengan buena predisposición para el nuevo enfoque del trabajo. Se buscará también encontrar cursos rápidos en Instituciones técnicas de acuerdo al presupuesto disponible de la empresa, en este caso se tomarán los cursos del programa de Capacitación para Trabajadores en Servicio de la

institución educativa SENATI, teniendo en cuenta que la empresa Envases de Lata Lux es aportante a esta entidad educativa.

Las competencias que se requiere del personal a seleccionar es el conocimiento de los equipos de Planta, manejo de Office a nivel usuario y conocimientos básicos de Excel.

Las personas seleccionadas para capacitación y evaluación son:

Jorge Alarcón; Mecánico de Mantenimiento

Wilber Quispe; Mecánico de Mantenimiento

Luis Tantas; Mecánico de Mantenimiento

Max Castillo; Mecánico de Mantenimiento.

La capacitación externa se hará mediante cursos libres en SENATI, los cursos asignados serán:

Liderazgo y Trabajo en Equipo, duración 24 horas.

Optimización del Trabajo, duración 30 horas.

4.3.2 INVENTARIO DE LUBRICANTES

Se elaborará un inventario de lubricantes, tomando en cuenta las especificaciones del fabricante, sobre los lubricantes adecuados de acuerdo al tipo de máquina, se buscará similitudes con relación a las equivalencias en aceites y grasas, con el fin de establecer una estandarización, que facilitará la identificación y el abastecimiento. Se establecerá las capacidades a usar en un periodo de tiempo, así mismo se elaborará una tabla de reposición por stock mínimo por cada lubricante. Se elabora una lista actual de los lubricantes usados actualmente y de los cuales se tiene stock en almacén sin ningún control, cuando se tiene stock cero se compra nuevamente una cantidad igual a la última compra.

LUBRICANTES USADOS ACTUALMENTE

DESCRIPCION	AREA	UND	USO
Aceite Tonna 68	Prensas	gal	Lubricación en general
Grasa Verkol Aldeba GT-6 NLGI 2	Prensas	kg	Lubricación en general
Grasa sintética Super Lube NLGI-2	Litografía	kg	Sistema de limpieza
Aceite SAE-25W60	Litografía	gal	Caja de transmisión fricción
Aceite Shell Omala 680	Litografía	gal	Reductor mecánico
Aceite Tauro ISO 150	Litografía	gal	Mecanismo de fricción
Aceite Tauro ISO 460	Litografía	gal	Caja de transmisión
Aceite Omala 220	Prensas	gal	Reductor mecánico
Aceite Tellus 46	Litografía	gal	Sistema hidráulico
Aceite Tellus 68	Litografía	gal	Sistema hidráulico
Aceite SAE 20W50	Litografía	gal	Motor combustión

Tabla 06: Inventario de Lubricantes que se mantienen en stock del Almacén, fuente Empresa de Envases Lux S.A.
Elaboración propia.

4.3.3 PLAN DE LUBRICACION

Son las actividades rutinarias que están destinadas a optimizar el desempeño de las piezas que tienen sus superficie de contacto en movimiento, disminuye la fricción y alarga la vida de los equipos, la lubricación se definirá según las especificaciones del fabricante y de contar con esa información se hará de manera programada llevando un control de los resultados de las intervenciones.

Cartillas de Lubricación

Describe las instrucciones a realizar en cada lubricación, la cual se realiza de acuerdo a una periodicidad establecida según el tipo de equipo a lubricar. (Anexo 02).

Control de Lubricación

Es donde se describen las lubricaciones efectuadas, con la finalidad de llevar un control de la ejecución y cumplimiento de la lubricación, permite llevar un registro de las actividades de lubricación. (Anexo 03).

FRECUENCIA DE LUBRICACION		MECANISMO / PARTE A LUBRICAR	TIPO DE LUBRICACION	ACTIVIDAD	TIEMPO	LUBRICANTE	
						TIPO	CANTIDAD
MAQUINA: LINEA 2 DE LITOGRAFIA		FABRICANTE: CRABTREE		MODELO: MARQUIS 40" X 34"		CODIGO: 1M05	
CLASE ACTIVIDAD: RN: revisar nivel y completar, RF: revisar flujo, AA: aplicar aceite, AG: aplicar grasa, CA: cambio de aceite							
DIARIO	ELEVADOR DE PAQUETE	Grasera manual	AG	5 min	Grasa Verkol Aldeba GT-6 NLGI 2	0.2 kg	
DIARIO	TRANSMISION DE ELEVADOR	Aceitera directo	AA	3 min	Aceite Tonna 68	0.125 gal	
DIARIO	CADENA DE ARRASTRE HOJALATA	Aceitera directo	AA	5 min	Aceite Tonna 68	0.125 gal	
DIARIO	RODILLOS DE IMPRESIÓN	Grasera manual	AG	5 min	Grasa Verkol Aldeba GT-6 NLGI 2	0.3 kg	
DIARIO	RODILLOS DE BARNIZADO	Grasera manual	AG	5 min	Grasa Verkol Aldeba GT-6 NLGI 2	0.3 kg	
SEMANAL	RUEDAS DESALIZANTES	Grasera manual	AG	5 min	Grasa Verkol Aldeba GT-6 NLGI 2	0.2 kg	
SEMANAL	RODILLOS DE ARRASTRE	Grasera manual	AG	5 min	Grasa Verkol Aldeba GT-6 NLGI 2	0.2 kg	
SEMANAL	CADENA TRANSPORTADORA	Aceitera directo	AA	60 min	Aceite Tonna 68	0.25 gal	
SEMANAL	SISTEMA LIMPIEZA DE TINTA	Grasera manual	AG	15 min	Grasa sintética Super Lube NLGI-2	0.4 kg	
MENSUAL	CHUMACERAS DE VENTILADOR 1	Grasera manual	AG	10 min	Grasa Verkol Aldeba GT-6 NLGI 2	0.5 kg	
MENSUAL	CHUMACERAS DE VENTILADOR 2	Grasera manual	AG	10 min	Grasa Verkol Aldeba GT-6 NLGI 2	0.5 kg	
MENSUAL	CHUMACERAS DE EXTRACTOR 1	Grasera manual	AG	10 min	Grasa Verkol Aldeba GT-6 NLGI 2	0.5 kg	
MENSUAL	CHUMACERAS DE EXTRACTOR 2	Grasera manual	AG	10 min	Grasa Verkol Aldeba GT-6 NLGI 2	0.5 kg	
SEMESTRAL	REDUCTOR CADENA TRANSPORTADORA	Aceite directo	CA	60 min	Aceite Omala 220	0.75 gal	
SEMESTRAL	REDUCTOR ELEVADOR HOJALATA	Aceite directo	CA	60 min	Aceite Omala 220	0.75 gal	

Tabla 07: Control de Lubricación Línea 2 de Litografía, fuente Empresa de Envases Lux S.A. Elaboración propia.

4.3.4 SELECCIÓN PERSONAL PARA PLANIFICACION DE MANTENIMIENTO

En este punto se tomará en cuenta la capacitación inicial, en la cual se capacitará al personal actual que reúna el mejor perfil con la finalidad de asignarle la nueva función de elaborar los planes que se tienen que aplicar en las máquinas de Planta. Como segunda opción se tendrá la contratación de un personal nuevo que reúna las competencias, conocimientos y experiencia adecuada a las necesidades actuales de la gestión de Mantenimiento.

Las competencias que se requiere del personal a seleccionar es el conocimiento de los equipos de Planta, manejo de Office a nivel intermedio y conocimientos intermedios de Excel.

Las personas seleccionadas para capacitación y evaluación son:

Jesús Manco; Mecánico de Mantenimiento

Frank Daza; Electricista de Mantenimiento

José Sulca; Electricista de Mantenimiento

Se ha tenido en cuenta que las tres personas seleccionadas están estudiando en la universidad, lo cual potencia sus conocimientos y mejora sus herramientas para una Gestión de Mantenimiento.

La capacitación externa se hará mediante cursos libres en SENATI, los cursos asignados serán:

Gestión de Mantenimiento, duración 24 horas.

Control Estadístico de Procesos, duración 24 horas.

Gestión de Riesgos, duración 24 horas.

Si el personal de Planta no califica o adapta al perfil requerido se hará una convocatoria externa con los siguientes requisitos:

Grado mínimo de Técnico en Mecánica de Mantenimiento, Electricidad o Controles Industriales.

Experiencia no menor de dos años como Planificador de Mantenimiento.

Conocimientos del Software de Mantenimiento MP9 (deseable)

Conocimientos de Mantenimiento (preventivo, correctivo y predictivo) y normatividad de Seguridad e higiene industrial.

Conocimientos a nivel intermedio de Excel, Word, PowerPoint y Office.

4.3.5 DISEÑO DE FORMATO DE MANTENIMIENTO PARA REGISTRO DE HISTORIAL DE MAQUINA

Para poder llevar un control adecuado de las actividades, reparaciones, modificaciones, cambio de repuestos y averías de las máquinas, se elaborará un formato, mediante el cual los técnicos informarán con detalle todas las ocurrencias que se realizan por máquina. Este formato incluye: Nombre de la máquina, Nombre del componente, Área a la que pertenece la máquina, Descripción del problema, Persona que solicita la reparación, Técnicos responsables, Tiempo de intervención, Repuestos utilizados, Descripción de la reparación, Observaciones y Firmas de conformidad (Anexo 04). Esta información será registrada en el historial de máquinas para llevar el control de gastos y para poder establecer frecuencias de fallas.

MAQUINA: LINEA 2 LITOGRAFIA		FABRICANTE: CRABTREE		MODELO: MARQUIS 40" X 34"	SERIE: 1967	CODIGO: 1M05
ORDEN DE TRABAJO	FECHA INICIO	TIEMPO EMPLEADO (hrs)	DESCRIPCION DE LA FALLA	MANTENIMIENTO REALIZADO	MATERIAL UTILIZADO	TECNICO RESPONSABLE
M-2018-1M05-001	05-ene-18	6 hrs	Rotura de cadena alimentador de hojalata	Desmontaje de piñones, cambio de candado para cadena, verificación de alineamiento	* 01 Candado BS 1/2" * 03 metros cadena BS 1/2"	Luis Tantas Ramirez
M-2018-1M05-002	09-ene-18	5 hrs	Cambio rodamientos a motor de transmisión de cadena Delta Dampening	Desmontaje de motor, cambio de rodamientos y montaje en máquina	* 02 rodamientos 6206 2Z C3	Wilber Quispe Choque
M-2018-1M05-003	12-ene-18	7 hrs	Cambio rodamientos Delta Dampening	Desmontaje de rodillos, desmontaje de rodamientos, cambio de rodamientos, montaje y pruebas	* 02 rodamientos 6206 2RS SKF * 02 rodamientos 2206 2RS SKF	Wilber Quispe Choque

Tabla 08: Registro de Historial de Máquina Línea 2 de Litografía, fuente Empresa de Envases Lux S.A. Elaboración propia.

4.3.6 PLAN DE MANTENIMIENTO POR EQUIPO

Aquí se detallan cada una de las actividades de Mantenimiento Preventivo, que se debe ejecutar por cada equipo de Planta. Contiene:

- Nombre y código del equipo
- Frecuencia de Mantenimiento
- Tipo de Mantenimiento Preventivo
- Parte del equipo a realizar Mantenimiento

MAQUINA: LINEA 2 DE LITOGRAFIA		CODIGO: 1M05
FABRICANTE: CRABTREE	MODELO: MARQUIS	

FRECUENCIA	TIPO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	PARTE O COMPONENTE CONSTRUCTIVO
12 MESES	CAMBIO DE CADENAS DE TRANSMISION	SISTEMA DE ALIMENTACION DE HOJALATA
6 MESES	CAMBIO DE RODAMIENTOS DE RODILLOS	SISTEMA DE ALIMENTACION DE HOJALATA
6 MESES	CAMBIO DE RETENES A BOTELLAS DE VACIO	SISTEMA DE ALIMENTACION DE HOJALATA
12 MESES	CAMBIO DE CADENAS DE TRANSMISION	SISTEMA DE EMPUJE DE HOJALATA
12 MESES	CAMBIO DE MECANISMOS DE ARRASTRE Y REGISTRO	SISTEMA DE EMPUJE DE HOJALATA
6 MESES	CAMBIO DE RODILLOS Y RODAMIENTOS	SISTEMA DE LIMPIEZA DE TINTA, DELTA DAMPENING
12 MESES	CAMBIO DE RODAMIENTOS DE MOTOR DE TRANSMISIÓN	SISTEMA DE LIMPIEZA DE TINTA, DELTA DAMPENING
6 MESES	CAMBIO DE JUEGO DE PIÑONES HELICOIDALES	SISTEMA DE LIMPIEZA DE TINTA, DELTA DAMPENING

Tabla 09: Plan de Mantenimiento de Máquina Línea 2 de Litografía, fuente Empresa de Envases Lux S.A.
Elaboración propia.

4.3.7 ELABORACIÓN INVENTARIO DE COMPONENTES POR MÁQUINA

En la elaboración de inventario de componentes de máquina se tomará en cuenta componentes comunes entre máquinas que puedan tener el mismo tipo de repuestos y tareas de mantenimiento, con la finalidad de mantener un stock de repuestos que sea flexible y eficiente para diversos equipos. Para la identificación de componentes se tendrá en cuenta los sistemas, que en general son: Sistema Eléctrico, tableros eléctricos, transformadores, conductores, seccionadores, componentes electrónicos, sensores. Sistema Mecánico, motores, acoplamientos, bombas, reductores, transmisiones, fajas, cadenas, engranajes. Sistema Neumático: actuadores neumáticos, válvulas, unidades de mantenimiento. Sistema Hidráulico, actuadores, válvulas, bombas y motores, filtros, depósitos, Intercambiadores, líquidos hidráulicos.

COMPONENTE	TAREA	FRECUENCIA	REPUESTO	CANT
MOTOR ELECTRICO	CAMBIO DE RODAMIENTOS	24 MESES	RODAMIENTO 6205 2Z C3	1
			RODAMIENTO 6204 2Z C3	1
	CAMBIO DE FAJA DE TRANSMISION	12 MESES		1
	MEDICION DE OHMIAJE	12 MESES		
EJE PORTA CUCHILLAS SUPERIOR	CAMBIO DE RODAMIENTOS	12 MESES	RODAMIENTO AXIAL 51115	2
	CAMBIO DE BOCINAS DE BRONCE	48 MESES		
	CAMBIO DE JEBES	12 MESES	ANILLO DE JEBE	10
EJE PORTA CUCHILLAS INFERIOR	CAMBIO DE RODAMIENTOS	12 MESES	RODAMIENTO AXIAL 51115	2
	CAMBIO DE BOCINAS DE BRONCE	48 MESES		
	CAMBIO DE JEBES	12 MESES	ANILLO DE JEBE	10
SISTEMA ELECTRICO	LIMPIEZA, VERIFICACION Y AJUSTE DE TERMINALES	6 MESES		

Tabla 10: Inventario de componentes por máquina, fuente Empresa de Envases Lux S.A. Elaboración propia.

4.3.8 IMPLEMENTACIÓN DE COMPUTADORA PARA ELABORAR PLANES Y SEGUIMIENTO

Con la finalidad de elaborar tablas, formatos, control de tareas a realizar, almacenamiento de datos necesarios para la gestión de Mantenimiento se solicitará la designación de una computadora de escritorio, la cual será de acceso para el personal capacitado en la elaboración de los diversos Planes definidos para mejorar la disponibilidad de las máquinas de Planta.

4.3.9 PLAN DE INSPECCIÓN DE MÁQUINAS

Es el documento por el cual se busca realizar la verificación del estado de las partes o elementos del equipo objeto de la revisión. Incluye todos los aspectos de relevancia de cada una de las máquinas críticas que puedan ser inspeccionadas para su verificación.

- Nombre del equipo
- Tipo de inspección
- Frecuencia de la inspección
- Fecha de ejecución de la inspección
- Elemento constructivo a inspeccionar
- Estado (bueno, regular, malo)
- Observaciones
- Nombre de la persona que realizó la inspección

CARTILLA DE LUBRICACIÓN

MAQUINA: LINEA 2 DE LITOGRAFIA		FABRICANTE: CRABTREE		MODELO: MARQUIS		CODIGO: 1M05			
TIPO DE INSPECCION: VISUAL Y DE CONDICIÓN				FRECUENCIA: SEMANAL					
ESTADO: B: bueno, R: regular, M: malo		ASIGNADO POR: JEFE DE MANTENIMIENTO		ASIGNADA A: JORGE ALARCON CHOCCATA		FECHA:			
COMPONENTE	EQUIPO EN MOVIMIENTO		ESTADO			SE CORRIGIO		GENERA SOLICITUD DE TRABAJO	OBSERVACIONES
	SI	NO	B	R	M	S	N	S	
SISTEMA DE ALIMENTACION DE HOJALATA									
SISTEMA DE EMPUJE DE HOJALATA									
SISTEMA DE LIMPIEZA DE TINTA, DELTA DAMPENING									
CADENA TRANSPORTADORA DE HOJALATA									
RIELES DE CADENA									
EXTRACTOR DE AIRE INGRESO									
EXTRACTOR DE AIRE SALIDA									
VENTILADOR ZONA 1									
VENTILADOR ZONA 2									
APILADOR DE HOJALATA									
SISTEMA DE TRANSMISION DE SALIDA									
PUERTAS DE HORNO									
PARRILLAS DE TRANSPORTE									
RODILLOS DE IMPRESIÓN									
VENTILADOR DE ENFRIAMIENTO									
EXTRACTOR DE ENFRIAMIENTO									

PLAN DE INSPECCIÓN ANUAL

PLAN DE LUBRICACIÓN				2018																						
Máquina	Area	FRECUENCIA	CÓDIGO	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL										
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16							
LITOGRAFÍA LÍNEA 2	LITOGRAFÍA	1 SEMANA	1M05	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
LITOGRAFÍA LÍNEA 4	LITOGRAFÍA	1 SEMANA	1M06	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PRENSA EXCENTRICA DE 25 TONELADAS	PRENSA	2 SEMANAS	2M44		X			X		X		X		X		X		X		X		X		X		X
PRENSA EXCENTRICA DE 25 TONELADAS	PRENSA	2 SEMANAS	2M46	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X
PRENSA EXCENTRICA DE 40 TONELADAS	PRENSA	2 SEMANAS	2M48		X			X		X		X		X		X		X		X		X		X		X
PRENSA EXCENTRICA DE 40 TONELADAS	PRENSA	2 SEMANAS	2M49	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X

PLAN DE LUBRICACIÓN				2018																						
Máquina	Area	FRECUENCIA	CÓDIGO	MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO										
				19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34							
LITOGRAFÍA LÍNEA 2	LITOGRAFÍA	1 SEMANA	1M05	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
LITOGRAFÍA LÍNEA 4	LITOGRAFÍA	1 SEMANA	1M06	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PRENSA EXCENTRICA DE 25 TONELADAS	PRENSA	2 SEMANAS	2M44	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X
PRENSA EXCENTRICA DE 25 TONELADAS	PRENSA	2 SEMANAS	2M46		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
PRENSA EXCENTRICA DE 40 TONELADAS	PRENSA	2 SEMANAS	2M48	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X
PRENSA EXCENTRICA DE 40 TONELADAS	PRENSA	2 SEMANAS	2M49		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	

PLAN DE LUBRICACIÓN				###	2018																						
Máquina	Area	FRECUENCIA	CÓDIGO	###	SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE										
					36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51							
LITOGRAFÍA LÍNEA 2	LITOGRAFÍA	1 SEMANA	1M05		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
LITOGRAFÍA LÍNEA 4	LITOGRAFÍA	1 SEMANA	1M06		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PRENSA EXCENTRICA DE 25 TONELADAS	PRENSA	2 SEMANAS	2M44		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		
PRENSA EXCENTRICA DE 25 TONELADAS	PRENSA	2 SEMANAS	2M46		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		
PRENSA EXCENTRICA DE 40 TONELADAS	PRENSA	2 SEMANAS	2M48		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		
PRENSA EXCENTRICA DE 40 TONELADAS	PRENSA	2 SEMANAS	2M49		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		

Tabla 11: Plan de Inspección de máquina Línea 2 de Litografía, fuente Empresa de Envases Lux S.A. Elaboración propia.

PROPUESTA DE MEJORA DE DISPONIBILIDAD DE MÁQUINAS

Con la finalidad de estimar el impacto que genera la implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo, se proponer un incremento de la Disponibilidad de máquinas a través Planta hasta 93% en un periodo de 6 meses. Esta propuesta plantea la disminución del 75% del total de horas de parada de las máquinas con las cuales se iniciará la ejecución del Plan de Mantenimiento Preventivo.

Los resultados serían como se mencionan a continuación:

TABLA DE REDUCCIÓN DE TIEMPOS 75 % MÁQUINAS CRÍTICAS

MÁQUINA	2018				TOTAL PARADAS	-75 % h. parada
	MES 01	MES 02	MES 03	MES 04		
LITOGRAFÍA LÍNEA 2	64 hrs	87 hrs	171 hrs	151 hrs	473 hrs	118 hrs
LITOGRAFÍA LÍNEA 4	89 hrs	131 hrs	95 hrs	113 hrs	428 hrs	107 hrs
PRENSA EXCENTRICA DE 40 TONELADAS NEUMATICA	80 hrs	117 hrs	120 hrs	97 hrs	414 hrs	104 hrs
PRENSA EXCENTRICA DE 40 TONELADAS NEUMATICA	75 hrs	98 hrs	114 hrs	126 hrs	413 hrs	103 hrs
PRENSA EXCENTRICA DE 25 TONELADAS NEUMATICA	92 hrs	86 hrs	106 hrs	110 hrs	394 hrs	99 hrs
PRENSA EXCENTRICA DE 25 TONELADAS NEUMATICA	97 hrs	89 hrs	103 hrs	105 hrs	393 hrs	98 hrs
45 MÁQUINAS NO CRÍTICAS	826 hrs	1249 hrs	1031 hrs	1084 hrs	4190 hrs	4190 hrs
TIEMPO TOTAL DE FALLA (hrs)	1322 hrs	1857 hrs	1740 hrs	1785 hrs	6705 hrs	4818 hrs
TIEMPO TOTAL DISPONIBLE	13770 hrs	18360 hrs	18360 hrs	18360 hrs	68850 hrs	68850 hrs
DISPONIBILIDAD	90%	90%	91%	90%	90%	93%

PROPUESTA DE MEJORA DE DISPONIBILIDAD

DISPONIBILIDAD DE MAQUINAS	2018								
	ENE	SEM03	SEM04	SEM05	FEB	SEM06	SEM07	SEM08	SEM09
Numero de Maquinas	51 un	51 un	51 un	51 un	51 un	51 un	51 un	51 un	51 un
Horas al día	18 hrs	18 hrs	18 hrs	18 hrs	18 hrs	18 hrs	18 hrs	18 hrs	18 hrs
Días de la semana	15 días	5 días	5 días	5 días	20 días	5 días	5 días	5 días	5 días
TIEMPO TOTAL DISPONIBLE	13770 hrs	4590 hrs	4590 hrs	4590 hrs	18360 hrs	4590 hrs	4590 hrs	4590 hrs	4590 hrs
TIEMPO TOTAL DE FALLA (hrs)	950 hrs	351 hrs	300 hrs	299 hrs	1401 hrs	364 hrs	391 hrs	328 hrs	318 hrs
NUMERO DE FALLAS	271 un	91 un	89 un	91 un	355 un	87 un	87 un	93 un	88 un
DISPONIBILIDAD	93%	92%	93%	93%	92%	92%	91%	93%	93%

DISPONIBILIDAD DE MAQUINAS	2018									
	MAR	SEM10	SEM11	SEM12	SEM13	ABR	SEM14	SEM15	SEM16	SEM17
Numero de Maquinas	51 un	51 un	51 un	51 un	51 un	51 un	51 un	51 un	51 un	51 un
Horas al día	18 hrs	18 hrs	18 hrs	18 hrs	18 hrs	18 hrs	18 hrs	18 hrs	18 hrs	18 hrs
Días de la semana	20 días	5 días	5 días	5 días	5 días	20 días	5 días	5 días	5 días	5 días
TIEMPO TOTAL DISPONIBLE	18360 hrs	4590 hrs	4590 hrs	4590 hrs	4590 hrs	18360 hrs	4590 hrs	4590 hrs	4590 hrs	4590 hrs
TIEMPO TOTAL DE FALLA (hrs)	1208 hrs	286 hrs	331 hrs	315 hrs	275 hrs	1259 hrs	325 hrs	305 hrs	323 hrs	307 hrs
NUMERO DE FALLAS	380 un	110 un	93 un	88 un	89 un	370 un	96 un	93 un	91 un	90 un
DISPONIBILIDAD	93%	94%	93%	93%	94%	93%	93%	93%	93%	93%

Tabla 12: Propuesta de Mejora de Disponibilidad de máquinas, fuente Empresa de Envases Lux S.A. Elaboración propia.

ENCUESTA: DETERMINAR EL GRADO DE ACEPTACIÓN DE LA MEJORA

Para poder determinar la aceptación de la mejora, se realiza una encuesta para medir la percepción del personal que dirige los procesos productivos de la Planta con relación a todas las acciones tomadas en la propuesta de Mantenimiento. Previamente al llenado de la encuesta se expone el detalle de la implementación y se indica que la encuesta mide su percepción en cuanto a la mejora en una escala de 1%, 2% y 3%, lo cual se reflejará en el 3% de mejora en la Disponibilidad.

Formato de encuesta

EVALUACION DE ACCIONES TOMADAS EN LA IMPLEMENTACION DE PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
AREA:		FECHA:/...../.....		
PUESTO DE TRABAJO:				
MARQUE CON UN ASPA LAS AFIRMACIONES QUE MEJOR SE AJUSTEN A SU OPINION CON RELACION A LA PROPORCION DE MEJORA CADA UNA DE LAS ACCIONES MENCIONADAS: CAPACITACIÓN DE PERSONAL, INVENTARIO DE LUBRICANTES, PLAN DE LUBRICACIÓN, PLANIFICADOR DE MANTENIMIENTO, FORMATO DE REPORTE MAYOR, PLAN DE CAMBIO DE REPUESTOS, IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES DE MÁQUINA, IMPLEMENTACIÓN DE PC PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO, PLAN DE INSPECCIONES DE MÁQUINA.				
VALORACION DE ACCIONES TOMADAS				
ÍTEM	PREGUNTA	1%	2%	3%
1	EN CUANTO CREE USTED QUE LA CAPACITACION DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO CONTRIBUIRÁ EN MEJORAR LA GESTION Y DISPONIBILIDAD DE MÁQUINAS			
2	EN CUANTO CREE USTED QUE UN INVENTARIO DETALLADO DE LUBRICANTES DE MAQUINA CONTRIBUIRÁN EN MEJORAR LA GESTIÓN Y DISPONIBILIDAD DE MÁQUINAS			
3	EN CUANTO CREE USTED QUE UN PLAN DE LUBRICACION MEJORARA LAS CONDICIONES DE OPERACIÓN DE LAS MAQUINA			
4	EN CUANTO CREE USTED QUE PUEDE MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE MAQUINAS EL TENER PERSONAL CAPACITADO PARA ELABORAR UN PLAN DE LUBRICACION PARA LAS MAQUINAS DE PLANTA			
5	EN CUANTO CREE USTED QUE PUEDE MEJORAR LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO AL IMPLEMENTAR UN FORMATO PARA REPORTAR AVERÍAS Y CREAR UN HISTORIAL DE MÁQUINAS			
6	EN CUANTO CREE USTED QUE PUEDE MEJORAR LA DISPONIBILIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACION DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN CAMBIO DE REPUESTOS			
7	EN CUANTO CREE USTED QUE PUEDE MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE MAQUINAS CON LA ELABORACION DE UN INVENTARIO DETALLADO DE COMPONENTES DE MAQUINA			
8	EN CUANTO CREE USTED QUE PUEDE MEJORAR LA DISPONIBILIDAD CON LA IMPLEMENTACION DE UNA COMPUTADORA PARA LA GESTION DE MANTENIMIENTO			
9	EN CUANO CREE USTED QUE PUEDE MEJORAR LA DISPONIBILIDAD LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE INSPECCIONES			

Tabla 13: Encuesta al personal de mando de Producción, para determinar la expectativa de mejora a través de la implementación del Plan de Mantenimiento en función a las mejoras planteadas en el Plan de Mantenimiento, fuente Empresa de Envases Lux S.A. Elaboración propia.

RELACIÓN DE ENCUESTADOS

ITEM	AREA	CARGO	NOMBRE
E1	PLANTA	JEFE	ROLANDO CONISLLA
E2	PCM	JEFE	LUIS MORAN
E3	CALIDAD	JEFE	ANGELA CORDOVA
E4	ENSAMBLE	SUPERVISOR	IVAN SANCHEZ
E5	PRENSA	SUPERVISOR	JOSE CALDERON
E6	TWIST OFF	SUPERVISOR	MARCELINO PORTOCARRERO
E7	FIBRA CARTON	SUPERVISOR	AGUSTIN HUINCHO
E8	LITOGRAFIA	SUPERVISOR	ELMER PEREZ

Tabla 14: Relación de personas encuestadas, fuente Empresa de Envases Lux S.A. Elaboración propia.

ANÁLISIS DE RESULTADOS ENCUESTAS

ITEM	VALOR	RESULTADO
P1	15	2%
P2	19	3%
P3	18	3%
P4	15	2%
P5	16	2%
P6	16	2%
P7	16	2%
P8	14	2%
P9	13	2%

Tabla 15: Resultados de Encuesta, fuente Empresa de Envases Lux S.A. Elaboración propia.

EVALUACIÓN DE ENCUESTA

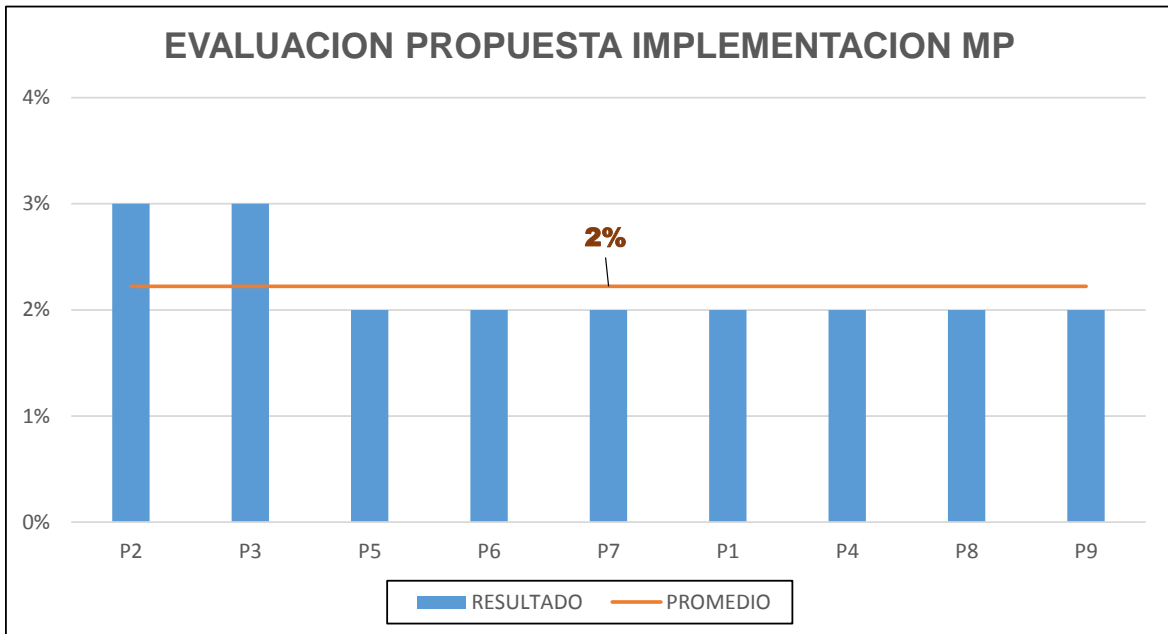


Figura 05: Grafico de resultados obtenidos de la Encuesta, fuente Empresa de Envases Lux S.A. Elaboración propia.

CAPÍTULO V.

5.1 DISCUSIÓN

Meléndez Colchado, G. A., & Rodríguez Chiscul, J. D. (2016). Gestión de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de la flota de transporte pesado de la empresa « San Joaquín S.A.A.»Pomalca-2016. Universidad Señor de Sipán.

En este Proyecto se plantea implementar un Sistema de Gestión de Mantenimiento a toda la flota de transporte pesado de la empresa San Joaquín S.A.A. del distrito de Pomalca, con el objetivo de mejorar su disponibilidad, se realizó un diagnóstico del estado actual de los tracto camiones a través del Análisis de Criticidad, basado en los estados críticos, semi-críticos y no críticos de la flota de transporte. Lo que determinó al motor como el sistema más crítico. Esta causa de fallas representa el 40% de las fallas totales en el periodo de estudio; elaborando así un plan de mantenimiento. Mediante el diseño de un plan de mantenimiento preventivo, se obtienen resultados de aumentar la disponibilidad de los tracto camiones de la empresa « San Joaquín » en un 5%. Este proyecto propone un 5% de mejora en la disponibilidad de las máquinas lo cual es consecuente con la propuesta que hacemos al plantear una mejora de 3% de la disponibilidad en este estudio, también coincide con la identificación del porcentaje mayor de causas de fallas, que en nuestro caso es de 38% de las fallas totales.

Tuesta Yliquin, J. M. (2014). Plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos pesados de la Empresa Obrainsa. Universidad Nacional del Callao.

En este estudio se tuvo como objetivo principal proponer mejoras para reducir las paradas imprevistas e incrementar la disponibilidad de los equipos de la empresa Obrainsa. Realizaron un diagnóstico de la situación actual del mantenimiento con la información de sus características, averías e indicadores de gestión de mantenimiento. Se encontró que los equipos críticos tienen una

disponibilidad menor al 88%. Se analizaron las causas que originan las fallas de los equipos y en base a estas se propusieron actividades que permitan la disminución de las ocurrencia de fallas. Se analizó la factibilidad de la mejora del plan de mantenimiento actual. En este proyecto se encuentra que una disponibilidad de 88% representa una falta de control en las fallas de máquina, lo cual es el planteamiento que en nuestro proyecto nos indica que con una disponibilidad de 90% se debe implementar un Plan de Mantenimiento, analizando de las Causas de las fallas que generan la falta de control.

Cruz Ramos, L. C. (2016). Diseño de plan de mantenimiento preventivo basado en la confiabilidad para mejorar la disponibilidad y confiabilidad en las máquinas circulares de la Empresa Textil WG SAC - Lima. Universidad César Vallejo.

Esta tesis plantea el aumento de la eficiencia en tiempo de vida de las 40 máquinas circulares (Vanguard, Monark y Mayer) de la empresa textil WG S.A.C. Se planteó el diseño y propuesta de un plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad y disponibilidad. La situación actual de las maquinas circulares encontrándose una confiabilidad 13.62% y disponibilidad de 82.03%, lo cual se considera crítico para la empresa Textil. Se identifican 6 fallas críticas tales como: Variador de velocidad, disparos de agujas, detectores de tela, alimentadores positivos, inadecuada colocación de agujas y falta de lubricación. Con acciones que están dirigidas a disminuir las fallas en mención se proyectaron los indicadores de mantenimiento en estado de mejora, obteniendo 98.5% disponibilidad y 85.5% confiabilidad. Este estudio busca también la mejora de disponibilidad estableciendo un Plan de Mantenimiento Preventivo, el cual resulta del análisis de las causas que generan el mayor impacto en las fallas de máquina.

Pascual López, J. C. (2015). Método de análisis de fallas que influye en la operatividad de los cargadores frontales del Proyecto Ec - Limatambo de Concar S.A. Universidad Nacional del Centro del Perú.

Este estudio tiene por objetivo el incrementar la operatividad de los cargadores frontales que tiene la empresa CONCAR S.A. enfocado en el mantenimiento por análisis de fallas y con ello diseñar un plan de mantenimiento para la flota. Los resultados de este diseño de plan de mantenimiento preventivo plantea incrementar de 83.2% a 88.96%, al igual que el MTBF fue incrementado y el MTTR fue a su vez disminuido. En este estudio también se plantea el incremento de la disponibilidad de máquinas en 5.72% y la disminución de los indicadores de MTBF y MTTR, lo cual coincide con la propuesta planteada en nuestro estudio.

En esta investigación se analizó las paradas de máquinas, con la finalidad de definir su disponibilidad, identificar las faltas de control que generan las paradas y con estos resultados diseñar un Plan de Mantenimiento Preventivo adecuado para la actualidad de la empresa. Con relación a la disponibilidad encontramos un definido 90% en promedio mensual, lo cual nos indica una tendencia de paradas constante, con la identificación de las máquinas que generan la mayor cantidad de horas de paradas y la disminución de sus paradas de máquina, se busca un incremento de hasta el 93% de la disponibilidad, lo cual se debe corroborar llevando un control adecuado de las acciones que se han realizado en base a los resultados, también se debe tener en cuenta la capacitación del personal que registra las paradas de máquina. Con relación a las causas de fallas que representan la mayor cantidad el 79%, se debe hacer un seguimiento constante para analizar los cambios que cada uno representa, con la finalidad de ir adaptando los planes conforme a los resultados obtenidos en base a la ejecución del Plan de Mantenimiento Preventivo.

5.2 CONCLUSIONES

1. Se concluye que el estudio de paradas de máquina realizado contribuyó en determinar un Plan de Mantenimiento Preventivo acorde al presente de la empresa, ésta implementación será el inicio de una gestión que permita llevar un mejor control de las máquinas de la empresa de fabricación de envases de hojalata.
2. Se determina mediante el estudio de tiempos que la disponibilidad de las máquinas de Planta es de 90%, se identifican seis máquinas las cuales representan el mayor impacto de paradas en tiempo y número de fallas, las cuales son: Línea 2 de Litografía con 473 horas de parada y 81 fallas. Línea 4 de Litografía con 428 horas de parada y 81 fallas. Prensa Excéntrica de 40 Toneladas con 414 horas de parada y 69 fallas. Prensa Excéntrica de 40 Toneladas con 413 horas de parada y 54 fallas. Prensa Excéntrica de 25 Toneladas con 394 horas de parada y 52 fallas. Prensa Excéntrica de 25 Toneladas con 393 horas de parada y 50 fallas, Las máquinas seleccionadas representan el 38% del total de las horas de parada de las máquinas de Planta.
3. Se identifican las principales faltas de control que provocan las paradas de máquina, las cuales representan el 79% de las fallas totales que se presentan en Planta, éstas se obtuvieron a través de la codificación y tabulación de fallas de acuerdo a su naturaleza, obteniendo como resultado tres faltas de control de mayor relevancia: “Falta de Lubricación”, “Falta de Plan de Cambio de Repuestos” y “Falta de Inspección”.
4. Se elabora una propuesta de mejora estimando el aumento de la Disponibilidad de máquinas hasta de 93%, teniendo en cuenta que los Planes de Mantenimiento se van a elaborar en principio sólo para las máquinas con mayores tiempos de parada. Lograríamos reducir esos tiempos en 75% con lo cual llegaríamos a la mejora de Disponibilidad estimada. Mediante una encuesta se recoge que la expectativa del personal que encabeza la Producción es que la mejora será hasta de 2% de la disponibilidad actual.

5.3 RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar un nuevo estudio de paradas de máquina luego de seis meses de la implementación del Plan Propuesto, con la finalidad de verificar la propuesta de mejora.
2. Se recomienda hacer un estudio para las demás máquinas de Planta, con la finalidad de determinar si es favorable la implementación de un Plan de Mantenimiento.
3. Se recomienda hacer un estudio de los gastos que ocasionan los mantenimientos por equipo, con la finalidad de evaluar su continuidad y cambio.
4. Se recomienda que luego de establecer el Plan de Mantenimiento Preventivo a las máquinas críticas se realice un estudio para establecer si es factible aplicar un Mantenimiento Predictivo.

REFERENCIAS

- García-Garrido, S. (2009). *MANTENIMIENTO CORRECTIVO Organización y gestión de la reparación de averías*. Madrid: Revotec.
- Sereno, S. (2013). *Elaboración de Planes de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad a Equipos de Planta Kimberly-Clark*. (Informe de Pasantía para optar al título de Ingeniero Mecánico). Universidad Simón Bolívar, Venezuela.
- Villegas, J. (2016). *Propuesta de Mejora en la Gestión del Área de Mantenimiento, para la Optimización del Desempeño de la Empresa "Manfer S.R.L. Contratistas Generales"*, (Tesis). Universidad Católica San Pablo, Perú.
- Ricaldi, M. (2013). *Propuesta para la Mejora de la Disponibilidad de los Camiones de una Empresa de Transportes de Carga Pesada, Mediante el Diseño de un Sistema de Gestión de Mantenimiento* (Tesis). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Perú.
- Muñoz, J. (2014). *Propuesta de desarrollo y análisis de la gestión del mantenimiento industrial en una empresa de fabricación de cartón corrugado* (Tesis). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Perú.
- Robles, A. (2015). *Análisis, Diagnóstico y Propuesta de Mejora en la Gestión de Activos Físicos de Grúas Pórtico* (Tesis). Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú.
- Añazco, J., Salazar, L. (2015). *Propuesta de un Plan De Mantenimiento Preventivo Planificado de Máquinas y Equipos, para Incrementar la Rentabilidad en Consorcio A&A SRL- Cajamarca- 2016* (Tesis). Universidad Privada del Norte, Perú.
- García, S. (2003). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- García, O. (2012). *Gestión Moderna del Mantenimiento Industrial*. Bogotá: Ediciones de la U.


- Prando, R. (1996). *Manual de Gestión de Mantenimiento a la medida*. San Salvador: Piedra Santa.
- Gonzáles, F. (2005). *Mantenimiento Industrial Avanzado*. Madrid: Fundación Confemetal.
- García, S. (2009). *Ingeniería de Mantenimiento*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- García, S. (2009). *Mantenimiento Correctivo, Organización y gestión de la reparación de averías*. Madrid: Renovetec.
- Hernández, R., Fernández, C., Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación*. México D.F.: McGraw W-Hill / Interamericana Editores.
- Boero, C. (2009). *Mantenimiento Industrial*. Córdoba: Universitas.
- Mora, A. (2009). *Mantenimiento Planeación, ejecución y control*. México D.F.: Alfaomega Grupo Editor.
- Dounce, E. (2006). *Mantenimiento Industrial*. México D.F.: Grupo Patria Cultural.
- Moya, R. (2007). *Estadística Descriptiva, Conceptos y Aplicaciones*. Lima: Editorial San Marcos.
- Meléndez, G. (2016). *Gestión de Mantenimiento para Mejorar la Disponibilidad de la Flota de Transporte Pesado de la Empresa "San Joaquín S.A.A." Pomalca-2016*, (Tesis). Universidad Señor de Sipán, Perú.
- Tuesta, J. (2014). *Plan de Mantenimiento para Mejorar la Disponibilidad de los Equipos Pesados de la Empresa Obrainsa*, (Tesis). Universidad Nacional del Callao, Perú.
- Cruz, L. (2016). *Diseño de Plan de Mantenimiento Preventivo Basado en la Confiabilidad para Mejorar la Disponibilidad y Confiabilidad en las Máquinas Circulares de la Empresa Textil WG SAC*, (Tesis). Universidad César Vallejo, Perú.
- Pascual, J. (2015). *Método de Análisis de Fallas que Influye en la Operatividad de los Cargadores Frontales del Proyecto Ec - Limatambo de Concar S.A.*, (Tesis). Universidad Nacional del Centro del Perú, Perú.

ANEXOS

ANEXO N° 01. REPORTE DIARIO DE MANTENIMIENTO

ENVASES LUX		PARTE DIARIO DE MANTENIMIENTO							F-SGC-ID-05 VERSION :04	
Fábrica de Envases de Lata Lux S.A.									FECHA <input type="text"/>	
RESPONSABLE: _____										
ITEM	PROCESO	DESCRIPCION DE PROCESO	S.S.	ACTIVO	CAUSA	HORA		OPERARIOS	OBSERVACIONES	
						INICIO	FINAL			
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
OBSERVACIONES : _____										

ANEXO N° 04. FORMATO DE REPORTE DE MANTENIMIENTO

 ENVASES LUX		REPORTE DE MANTENIMIENTO		OT: <input style="width: 100px;" type="text"/>	
Departamento de <input style="width: 150px;" type="text"/> Mantenimiento					
Maquina	Componente	Area			
Descripcion del Problema				Solicitante	
REGISTRO DE MANO DE OBRA			REGISTRO DE PARADA DE MAQUINA		
Nombre	Cargo	H-H	Parada de Maquina	Fecha	Hora
			INICIO		
			FIN		
TOTAL HORAS - HOMBRE			TOTAL HORAS		
REGISTRO DE REPUESTOS					
Codigo de Articulo	Descripción de Item	Cantidad	UM	Costo Unitario	Costo Total
COSTO DE MATERIALES Y REPUESTOS					
SERVICIO EJECUTADO					
<div style="border-bottom: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border-bottom: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border-bottom: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border-bottom: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border-bottom: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border-bottom: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border-bottom: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border-bottom: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"></div>					
OBSERVACIONES					
<div style="border-bottom: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border-bottom: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border-bottom: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"></div>					
<div style="border-top: 1px solid black; width: 100%;"></div> TECNICO RESPONSABLE			<div style="border-top: 1px solid black; width: 100%;"></div> JEFE DE MANTENIMIENTO		ACEPTADO POR: <div style="border-top: 1px solid black; width: 100%;"></div> RESPONSABLE PRODUCCION

ANEXO N° 07. PLAN ANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

PLAN ANUAL MANTENIMIENTO PREVENTIVO				2018																									
				ENERO					FEBRERO				MARZO				ABRIL					MAYO				JUNIO			
Máquina	Area	FRECUENCIA	ACTIVO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
LITOGRAFÍA LÍNEA 2	LITOGRAFÍA	3 MESES	1M05		X													X											
LITOGRAFÍA LÍNEA 4	LITOGRAFÍA	3 MESES	1M06				X														X								
PRENSA EXCENTRICA DE 25 TONELADAS	PRENSA	4 MESES	2M44						X																	X			
PRENSA EXCENTRICA DE 25 TONELADAS	PRENSA	4 MESES	2M46								X																	X	
PRENSA EXCENTRICA DE 40 TONELADAS	PRENSA	4 MESES	2M48										X																
PRENSA EXCENTRICA DE 40 TONELADAS	PRENSA	4 MESES	2M49													X													

PLAN ANUAL MANTENIMIENTO PREVENTIVO				2018																											
				JULIO					AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE					NOVIEMBRE				DICIEMBRE					
Máquina	Area	FRECUENCIA	ACTIVO	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52		
LITOGRAFÍA LÍNEA 2	LITOGRAFÍA	3 MESES	1M05		X													X													
LITOGRAFÍA LÍNEA 4	LITOGRAFÍA	3 MESES	1M06					X												X											
PRENSA EXCENTRICA DE 25 TONELADAS	PRENSA	4 MESES	2M44														X														
PRENSA EXCENTRICA DE 25 TONELADAS	PRENSA	4 MESES	2M46																X												
PRENSA EXCENTRICA DE 40 TONELADAS	PRENSA	4 MESES	2M48		X																	X									
PRENSA EXCENTRICA DE 40 TONELADAS	PRENSA	4 MESES	2M49				X																		X						

ANEXO N° 09. PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA

La fábrica de envases de Lata Lux S.A. fue fundada en el año 1959. Está ubicada en el distrito de Ate. Fabrica envases de hojalata electrolítica para el mercado alimenticio, químico y para merchandising, presentando una gran variedad de formas e innovadores diseños, según requerimientos del cliente.

ORGANIGRAMA

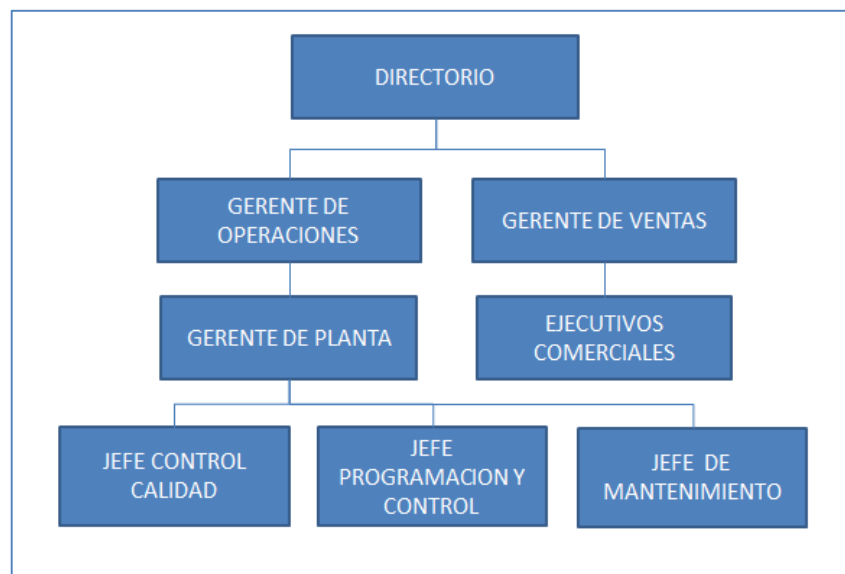


Figura 06. Organigrama empresa Envase de Lata Lux S.A. Fuente Envases Lux S.A.

LÍNEAS DE PRODUCCIÓN

- CORTE, en esta etapa se corta la hojalata, según la medida de impresión para el proceso litográfico o según el formato para las áreas de Prensa (piezas) y Ensamble (cuerpos). En esta área se utilizan 3 máquinas iguales con distintos tipos de disposición de cuchillas, las cuales se adaptan según el tamaño final de la hojalata.
- LITOGRAFÍA, se da una capa protectora y/o decorativa a la hojalata. Esta área consta de dos impresoras, las cuales trabajan como líneas independientes.

- PRENSA, se cortan y conforman las piezas de los envases. Esta área consta de 18 prensas de distintas capacidades, en las cuales se destinan formatos de acuerdo a su capacidad.
- ENSAMBLE DE ENVASES, se ensamblan los envases con las piezas. Esta área consta de 17 máquinas, las cuales están agrupadas en tres líneas de ensamblaje, dos líneas trabajan de manera continua y una sirve para anticipar las nuevas producciones, esto debido a que se trabaja con un rango elevado de formatos de fabricación.

Formatos de Fabricación:

INDUSTRIAL: 100 mililitros, 220 mililitros, 1/32 galón, 1/16 galón, 1/8 galón, ¼ galón, ½ galón, 1 galón.

PUBLICITARIO: 1/32 galón, 1/16 galón, 1/8 galón, ¼ galón, ½ galón, 1 galón, Panetón 204 mm, Chocolates 126 mm, Botella de licor 90mm, Rectangular 160 x 115 mm, Octogonal 150 x 125 mm.

MAPA DE PROCESOS

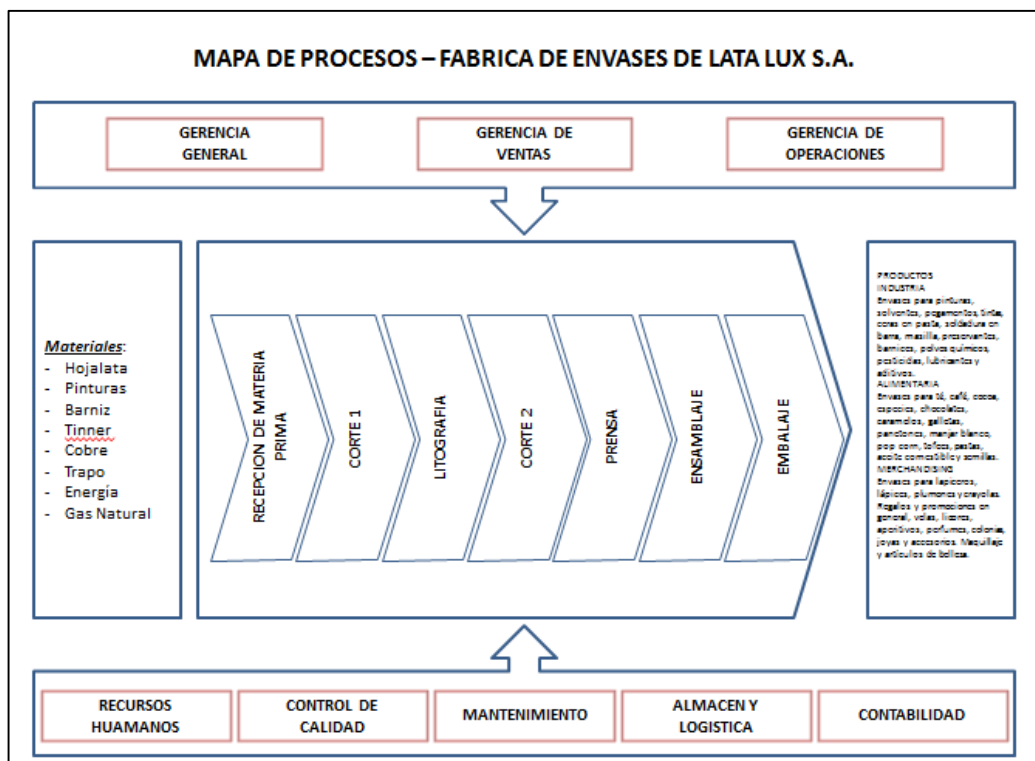


Figura 07. Mapa de Procesos empresa Envase de Lata Lux S.A. Fuente Envases Lux S.A.

PROCESO DE FABRICACIÓN

En la empresa Envases de Lata Lux, el proceso de fabricación de envases comienza con la compra de hojalata electrolítica, la cual se recibe en paquetes con distintos formatos, éstos formatos a su vez son cortados a la medida de las máquinas de impresión de Litografía, luego del proceso de impresión la hojalata es trasladada nuevamente al Corte para darle el tamaño final según el envase a fabricar, luego de este proceso la hojalata cortada que está destinada para piezas pasa al área de Prensa y la hojalata que está destinada para cuerpo pasa al área de Ensamble, en el área de Prensa se embute la hojalata transformándola en piezas que se envían al área de Ensamble, en el área de Ensamble se arman los envases y se entregan al Almacén de productos terminados.

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO

ANÁLISIS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE ENVASES DE HOJALATA

FASES DEL PROCESO	○	➔	□	◐	▽	Observaciones
HOJALATA EN PLANCHAS					X	
A CORTADORAS		X				
INSPECCIÓN HOJALATA (DUREZA Y ESPESOR)			X			
CORTE DE HOJALATA SEGÚN FORMATO	X					
ACUMULACIÓN DE HOJALATA				X		
A LITOGRAFÍA		X				
EN COLA DE IMPRESIÓN				X		
IMPRESIÓN DE HOJALATA	X					
INSPECCIÓN HOJALATA (IMPRESIÓN)			X			
APILAMIENTO DE HOJALATA				X		
A CORTE		X				
EN COLA CORTE				X		
CORTE DE HOJALATA SEGÚN FORMATO	X					
ACUMULACIÓN DE HOJALATA				X		
A PRENSA		X				
EN COLA PRENSA				X		
EMBUTIDO DE HOJALATA	X					
INSPECCIÓN DE PIEZAS (MEDIDAS)			X			
ACUMULACIÓN DE PIEZAS				X		
TRASLADO ALMACÉN		X				
ALMACÉN DE PARTES Y PIEZAS					X	
DESPACHO A ENSAMBLE		X				
ENSAMBLE DE PIEZAS (ENVASE)	X					
INSPECCIÓN ENVASES (MEDIDAS, FUNCIONAL)			X			
EMBALAJE DE ENVASES	X					
ACUMULACIÓN DE ENVASES				X		
TRASLADO A APT		X				
ALMACÉN DE PRODUCTOS TERMINADOS					X	

Tabla 16. Diagrama de Análisis de Proceso, fuente empresa Envase de Lata Lux S.A. Elaboración propia.

DIAGNÓSTICO DEL PROCESO ACTUAL DE MANTENIMIENTO

Actualmente la empresa de fabricación Envases de Lata Lux S.A. sólo cuenta con Mantenimiento Correctivo, lo cual genera retrasos en los procesos y por consiguiente incumplimiento en las entregas al cliente, las reparaciones son costosas debido a la gravedad de las fallas y no se tiene control del gasto que se utiliza para tal fin. El área de Mantenimiento sin embargo, cuenta con un registro de ocurrencias, que los técnicos llenan diariamente especificando las distintas fallas y reparaciones que se producen diariamente.

ORGANIGRAMA ACTUAL MANTENIMIENTO

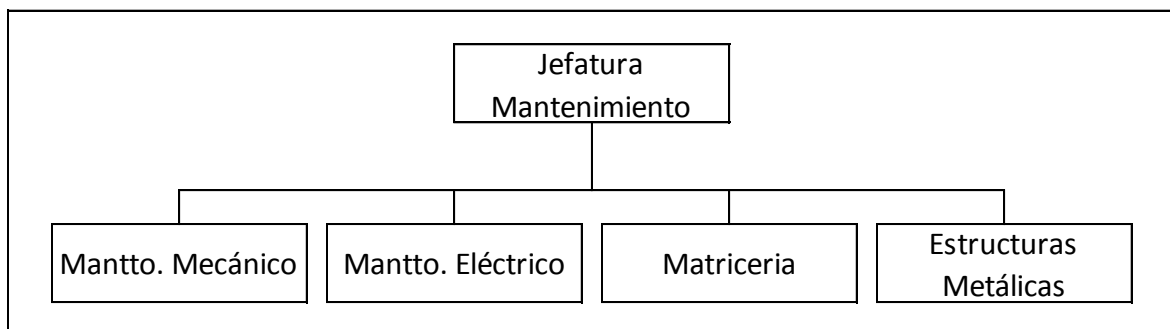


Figura 08. Organigrama Mantenimiento, fuente empresa Envase de Lata Lux S.A. Elaboración propia.

ANEXO N° 10. IMÁGENES MÁQUINAS DE EMPRESA ENVASES LUX S.A.

LÍNEA 2 DE LITOGRAFÍA



PRENSA EXCÉNTRICA



CERRADORA DE ENVASES



SOLDADORA DE ASAS

