

**Universidad de Valparaíso
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil Industrial**



**Propuesta de un Plan de Mantenimiento para el equipo crítico del
área de envasado, utilizando el método RCM II para entregar
confiabilidad y disponibilidad a los equipos seleccionados en la
Línea 15K de la empresa Lipigas planta Concón.**

Volumen 1

Por

**María José Damián Diez
Stefanie Maureen Rybertt Goldammer**

**Trabajo de Título para optar al Grado de
Licenciado en Ciencias de la Ingeniería y título de
Ingeniero Civil Industrial**

Profesor guía: Augusto Vargas Schüler

**Valparaíso, Chile
Diciembre de 2015**

Agradecimientos

Agradecemos a esta Universidad por entregar las herramientas necesarias para formarnos como profesionales, especialmente a nuestro profesor guía, don Augusto Vargas Schüler por aconsejarnos de la manera más honesta, sincera y profesional.

Agradecemos a la empresa Lipigas por darnos la oportunidad de realizar esta memoria, por acogernos en sus instalaciones y por brindarnos toda la ayuda que les fue posible. Especialmente queremos agradecer al departamento de Mantenimiento, a Juan Carlos Oporto, Jaime Izquierdo y Marco Noccetti por su incomparable disposición en aportar sus conocimientos para la realización de este trabajo.

No queremos dejar de agradecer a todo el personal de ejecución del mantenimiento, los señores Ricardo Arancibia, Cesar Opazo, a los técnicos mantenedores y especialmente al Supervisor de planta, el señor Juan Pablo Pérez. Agregar también a los diferentes departamentos que entregaron su tiempo, información y la mejor voluntad para el aporte de información.

Agradecemos a Rodolfo Eisermann Miquel por ayudarnos en la traducción del resumen para este trabajo, que sin duda fue una ardua labor.

Agradezco a mi familia por darme el cariño, el apoyo y la seguridad en cada momento que enfrente nuevos desafíos.

Agradezco a mi tío abuelo, Jorge Ibaceta, por entregarme las herramienta necesarias para enfrentar la vida y por darme los conocimientos para ser una mejor persona y profesional. Por darme el amor, la alegría y los mejores recuerdos, siendo estos los regalos más lindos que pudo dejarme.

Quiero agradecer a mi compañero de vida, Cesar Martínez, por darme el apoyo incondicional para enfrentar los obstáculos que se me han presentado, por darme el amor, la tranquilidad y sobre todo por creer en mí.

*Agradezco a mi amiga Stefanie Rybertt por ser la mejor compañera de estudio y por entregarme siempre una palabra de apoyo en los momentos complicados en el transcurso de mi carrera. – **María José Damián Diez.***

Agradezco a mi madre por darme la oportunidad de estudiar y por ser mi soporte en todo momento a pesar de la distancia que nos separa. A mis hermanos por darme la alegría y el apoyo cada vez que me vi con dificultades a lo largo de esta carrera.

Agradezco a Marcelo Mardones por ser mi compañero de vida y por brindarme la seguridad y el entusiasmo que se requiere para enfrentar todos los obstáculos que se me presentaron. Te amo.

*Agradezco especialmente a mis compañeros Universidad y amigos Javier Riquelme y María José Damián ya que sin ellos no estaría en esta posición, pues estuvieron a mi lado desde el comienzo de esta aventura aportando en mi realización como persona y profesional.- **Stefanie Rybertt Goldammer.***

Índice

Glosario.....	6
Lista de abreviaturas y siglas	9
Lista de símbolos.....	11
Lista de Figuras	12
Lista de Tablas	14
Resumen.....	15
Abstract.....	17
Introducción	19
Capítulo 1: Antecedentes Generales	20
1.1. Descripción de la empresa	20
1.2. Lipigas Planta Concón	23
1.2.1. Gerencia de Logística y Operaciones.....	26
1.3. Descripción general de procesos	27
1.3.1. Proceso de venta.....	27
1.3.2. Proceso Operacional planta Concón	28
1.3.3. Proceso productivo.....	30
1.3.3.2. Selección del producto de estudio	34
1.3.4. Proceso envasado.....	36
1.4. Proceso de mantenimiento.....	41
1.4.1. Tipos de mantenimiento	41
1.4.2. Mantenimiento planta Concón	42
1.5. Definición del Problema.....	46
1.5.1. Antecedentes del Problema	46
1.5.2. Problema detectado	49
1.5.3. Análisis Pareto para priorizar las causas del problema.....	50
1.6. Metodologías aplicables	52
1.6.1. Mantenimiento productivo total (TPM)	53
1.6.2. Mantenimiento centrado en Confiabilidad (RCM).....	53
1.6.3. Análisis de Criticidad (CA).....	54
1.6.4. Análisis de Métodos y Efectos de Falla y Criticidad (FMECA).....	55

1.6.5.	Análisis Causa Raíz (RCFA).....	55
1.6.6.	Inspección Basada en Riesgos (RBI)	56
1.6.7.	Análisis de metodologías aplicables y selección.....	57
1.7.	Objetivos y resultado esperado	58
1.7.1.	Objetivo general	58
1.7.2.	Objetivos específicos.....	58
1.7.3.	Resultado esperado	58
1.7.4.	Limitaciones	58
1.8.	Resumen capítulo 1: Antecedentes generales	59
Capítulo 2: Metodología		61
2.1.	Definiciones.....	61
2.1.1.	Tipos de Mantenimiento	61
2.1.2.	Análisis de Pareto.....	66
2.1.3.	Diagrama Causa y Efecto	67
2.2.	Análisis de Criticidad.....	67
2.2.1.	Frecuencia de Falla	68
2.2.2.	Consecuencia:	68
2.2.3.	Matriz de Criticidad	71
2.2.4.	Análisis de Criticidad para los Equipos de la Línea 15K de Envasado.....	73
2.3.	Confiabilidad operacional	73
2.4.	Método RCM II.....	74
2.1.2.	RCM: las siete preguntas básicas.....	74
2.1.3.	Herramientas clave de la metodología RCM II.....	75
2.1.3.1.	Análisis de Modos de Falla y sus Efectos (AMFE)	75
2.5.	Diagrama de Flujo (Metodología a aplicar)	85
2.6.	Resumen Capítulo 2: Metodologías	86
Capítulo 3: Aplicación de metodología		87
3.1.	Etapa 1: Análisis de Criticidad.....	87
3.1.1.	Análisis de Frecuencia de Falla	87
3.1.2.	Consecuencia	87
3.1.3.	Matriz de Criticidad	89
3.2.	Etapa 2: Aplicación del método RCM II.....	90

3.2.1.	Descripción de los sistemas críticos de la línea 15 K y sus componentes.	90
3.2.2.	Grupo Análisis	98
3.2.3.	Análisis de Modos, Fallas y Efectos (AMFE)	99
3.2.4.	Árbol Lógico de Decisión RCM II	101
3.2.5.	Elaboración de los POE y propuesta de un Procedimiento de Mantenimiento. ...	102
3.3.	Etapa 3: Comparación Situación actual v/s Propuesta.....	104
3.4.	Resumen Capítulo 3: Aplicación de la Metodología	105
Capítulo 4: Análisis de Resultados		107
4.1.	Análisis de Criticidad.....	107
4.2.	Actividades de mantenimiento externo versus interno	107
4.3.	Actividades de mantenimiento Preventivo versus Correctivo.....	108
Capítulo 5: Conclusiones, recomendaciones y sugerencias.....		110
5.1.	Conclusiones.....	110
5.2.	Recomendaciones y sugerencias.....	112
Bibliografía		114

Glosario

Acciones proactivas: acciones que tienen como objetivo impedir que se manifiesten modos de falla, que no ocurran tan a menudo o minimizar sus consecuencias. [Moubray04].

Acciones reactivas: tomar algunas medidas para restablecer las funciones originales que se perdieron como consecuencia de un evento inesperado (falla funcional imprevista), si se trata de una emergencia, la programación casi no existe o sencillamente es imprevista. [Moubray04].

Actividad de mantenimiento: se refiere a la naturaleza de la actividad de mantenimiento realizada, la cual no refleja la cantidad de actividades totales realizadas de una cierta clase de actividad. [Moubray04].

Árbol lógico de decisión RCM II: herramienta que permite seleccionar las actividades de mantenimiento según la filosofía del RCM. Integra todos los procesos de decisión en una estructura estratégica que se aplica a cada uno de los modos de falla listados en la hoja de información RCM II. [Moubray04].

Carga: concepto utilizado para definir que la línea de producción se encuentra con envases, ya sean llenos o vacíos.

Componentes: Ingenio esencial para el funcionamiento de una actividad mecánica, eléctrica o de otra naturaleza física, que, conjugado a otro(s) crea(n) el potencial de realizar un trabajo.

Confiabilidad: la confiabilidad puede ser definida como la “confianza” que se tiene de que un componente, equipo o sistema desempeñe su función básica, durante un período de tiempo preestablecido, bajo condiciones estándares de operación. Otra definición importante de confiabilidad es; probabilidad de que un ítem pueda desempeñar su función requerida durante un intervalo de tiempo establecido y bajo condiciones de uso definidas. [Espinosa 11].

Diagrama: es un dibujo geométrico muy utilizado con el que se obtiene la representación gráfica de una situación, la resolución de un problema, de la relación entre diferentes partes o elementos de un conjunto o sistema.

Diagrama de Bloques: es la representación gráfica del funcionamiento interno de un sistema, que se hace mediante bloques y sus relaciones, y que, además, definen la organización de todo el proceso interno, sus entradas y sus salidas.

Diagrama de Flujo: también llamado diagrama de actividades, representa los flujos de trabajo paso a paso de negocio y operacionales de los componentes de un sistema, muestra el flujo de control general. Estos diagramas utilizan símbolos con significados definidos que representan los pasos del algoritmo, y representan el flujo de ejecución mediante flechas que conectan los puntos de inicio y de fin de proceso.

Disponibilidad: es la capacidad de un equipo o componente para estar activo y realizar una función requerida, bajo condiciones dadas en un instante dado de tiempo o durante un

determinado intervalo de tiempo, asumiendo que los recursos externos necesarios se han proporcionado. [Scientia et Technica].

Equipo: conjunto de componentes interconectados con que se realiza materialmente una actividad en una instalación.

Falla funcional: una falla funcional se define como la incapacidad de cualquier activo físico, de cumplir una función según un parámetro de funcionamiento aceptable para el usuario. [Moubray04].

Fichas comprobantes: hoja de registro donde se detallan los trabajos realizados de mantenimiento.

Hoja de decisión: hoja donde se registran los resultados obtenidos de la aplicación de "Árbol lógico de decisión RCM II" [Moubray04].

Hoja de información RCM II: hoja donde se registran los resultados obtenidos del análisis AMFE. Consta de cuatro columnas, en las cuales se registran la descripción de funciones, pérdida de función, causas de falla o modos de fallas y efecto de falla.

Línea 5K: proceso productivo semiautomático que consta de etapas consecutivas, mediante el cual son transportados los envases vacíos con formato de 5 kg, pasando por un filtro de selección para ser llenados con GLP.

Línea 15K: proceso productivo automático que consta de etapas consecutivas, mediante el cual son transportados los envases vacíos con formato de 5 kg, pasando por un filtro de selección para ser llenados con GLP.

Línea 45K: proceso productivo manual que consta de etapas consecutivas, mediante el cual son transportados los envases vacíos con formato de 5 kg, pasando por un filtro de selección para ser llenados con GLP.

Mantenimiento: todas las acciones necesarias para que un ítem sea conservado o restaurado de modo que permanezca de acuerdo a una condición especificada. [RENOVETEC 13].

Mantenimiento centrado en confiabilidad: proceso utilizado para determinar qué se debe hacer para asegurar que cualquier activo físico continúe haciendo lo que sus usuarios quieren que haga en su contexto operacional actual. [*Confiabilidad operacional de equipos: metodologías y herramientas, Universidad de Talca*].

Mantenimiento correctivo: consiste en la reparación de averías o fallos funcionales a medida que se van produciendo. [Pistarelli 10].

Mantenimiento preventivo: consiste en reparar un ítem o reemplazar sus componentes en forma periódica, sin importar su estado de condición al iniciar la intervención, y bajo la hipótesis de que el patrón de fallas que rige su comportamiento tiene un periodo de vida útil conocido, alcanzando finalmente los mismos niveles de confiabilidad y calidad original.

Mantenimiento restaurativo: conocido como Mantenimiento de Restauración Programada, concibe intervenciones controladas en función del resultado obtenido luego de aplicar otras rutinas Pro-activas, que vuelve el sistema a su estado de condición básica original. [Pistarelli 10].

Pallets: Estructura metálica que sirve para almacenar y trasportar envases.

Plan de mantenimiento preventivo: Conjunto de manuales en los cuales se detallan las actividades que se realizan en los equipos a mantener. [Pistarelli 10].

Sala de control: Espacio físico ubicado en la plataforma de envasado, destinado a controlar la producción, registrar las fallas de las máquinas y donde se reúnen todos los paneles eléctricos de los equipos.

Lista de abreviaturas y siglas

GLP: Gas licuado del Petróleo

RM: Región Metropolitana

US\$: Dólares americanos

ENAP: Empresa Nacional del Petróleo

SVS: Superintendencia de Valores y Seguros

TAS: Tratamiento de Aguas Servidas

RILES: Residuos Industriales Líquidos

WLPGA: World LP Gas Association. Asociación Mundial del Gas Licuado de Petróleo

SOFOFA: Sociedad de Fomento Fabril

SEC: Superintendencia de Electricidad y Combustibles

SAP: System, Applications and Products. Sistemas, Aplicaciones y Productos

MTTO: Mantenimiento

5K: 5 Kilos

15K: 15 Kilos

45K: 45 Kilos

NONA: No orden, No actividad.

TPM: Total Productive Maintenance. Mantenimiento Productivo Total

RCM: Reliability Centered Maintenance. Mantenimiento Centrado en Confiabilidad

CA: Análisis de Criticidad

FMECA: Análisis de Métodos y Efectos de Falla y Criticidad

RCFA: Análisis Causa Raíz

RBI: Inspección Basada en Riesgo

IP: Impacto en la Producción

IA: Impacto en el Ambiente

IS: Impacto en la Seguridad

CR: Costo de Reparación

TPR: Tiempo Promedio de Reparación

NC: No Crítico

BC: Baja Criticidad

MC: Media Criticidad

C: Crítico

AC: Alta Criticidad

F: Función principal.

FF: Falla Funcional.

FM: Modo de Falla.

H: Consecuencia de falla oculta.

S: Consecuencia en la seguridad.

E: Consecuencias ambientales.

O: Consecuencias operacionales.

H1, S1, O1, N1: Factibilidad de realizar tareas a condición.

H2, S2, O2, N2: Factibilidad de realizar tareas de reacondicionamiento cíclico.

H3, S3, O3, N3: Factibilidad de realizar tareas de sustitución cíclica.

H4: Factibilidad de realizar búsqueda de fallas.

H5: Factibilidad de daño al medio ambiente o a la seguridad de las personas.

S4: Factibilidad de realizar una combinación de tareas.

PLC: Programmable Logic Controller. Controlador Lógico Programable

AMFE: Análisis de Modos, Fallas y Efectos

POE: Procedimiento Operativo Estándar.

kg: kilogramos

ton: toneladas

mg: miligramos

l: litros

m: metros

hr: hora

env: envases

Lista de símbolos

Símbolos Visio



Inicio o fin del proceso



Toma de decisiones y ramificación



Actividades de un proceso



Documento de entrada o salida



Datos operacionales de entrada y salida



Dirección y sentido del flujo de proceso

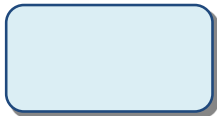
Símbolos Bizagi



Evento de Inicio



Evento de Fin



Actividad: paso dentro del proceso, representa el trabajo realizado dentro de una organización y consume recursos como tiempo y costos.



Compuertas: Se utilizan para controlar los puntos de divergencia y convergencia del flujo (Decisiones, actividades en paralelo y puntos de sincronización). Anotaciones al interior del rombo indican el tipo de comportamiento de la compuerta.



Objeto de dato: indican datos que entran o salen de una actividad



Dirección y sentido del flujo del proceso

Lista de Figuras

Figura 1.1: Plantas Lipigas, %volumen de Ventas.....	20
Figura 1.2: Gráfico de participación de mercado de distribuidores de GLP en Chile, año 2014.....	21
Figura 1.3: Gráfico de principales proveedores en toneladas durante 2014.....	22
Figura 1.4: Ubicación Planta Concón Lipigas S.A.....	24
Figura 1.5: Organigrama Lipigas Planta Concón.....	25
Figura 1.6: Proceso productivo planta Concón.....	28
Figura 1.7: Gráfico volumen de ventas Productos Lipigas, Planta Concón.....	29
Figura 1.8: Proceso productivo Lipigas planta Concón.....	30
Figura 1.9: Diagrama de bloques, secuencia de máquinas presentes en las líneas de envasado.....	36
Figura 1.10: Diagrama de flujo, Línea 5K	37
Figura 1.11: Diagrama de flujo, línea 15K.....	38
Figura 1.12: Diagrama de flujo, Línea 45K.....	39
Figura 1.13: Tipos de Mantenimiento.....	41
Figura 1.14: Diagrama de proceso mantenimiento restaurativo, Línea 15K planta Concón Lipigas.....	44
Figura 1.15: Diagrama de proceso de mantención correctiva línea 15K Planta Concón Lipigas.....	45
Figura 1.16: Diagrama de situación actual.....	46
Figura 1.17: Número de detenciones planificadas y producidas por falla, Línea 15K.....	47
Figura 1.18: Número de detenciones mantenimiento Restaurativo y Correctivo, Línea 15K.....	47
Figura 1.19: Tiempo de detención en Horas, planificadas y producidas por falla, Línea 15K.....	48
Figura 1.20: Tiempo de detención Mantenimiento Restaurativo y Correctivo, Línea 15K.....	48
Figura 1.21: Diagrama de Ishikawa o Causa-Efecto.....	51
Figura 1.22: Diagrama de Pareto, Causas del problema.....	52
Figura 2.1: Parámetros de la Confiabilidad Operacional.....	74
Figura 2.2: Probabilidad condicional de falla y vida útil.....	81
Figura 2.3: Efecto de fallas prematuras.....	81
Figura 2.4: Fallas relacionadas con la edad.....	81
Figura 2.5: Curva P-F.....	83
Figura 2.6: Acciones a falta de.....	84
Figura 2.7: Metodología a aplicar en el trabajo de título.....	85
Figura 3.1: Grupo de Análisis RCM II.....	99
Figura 3.2: Distribución de actividades de mantenimiento, situación actual.....	104
Figura 3.3: Distribución de actividades de mantenimiento propuesta.....	104

Figura 3.4: Tasa de realización de mantenimiento preventivo actual y propuesta.....	105
Figura 4.1: Resultados equipos críticos Línea 15K.....	107
Figura 4.2: Resultados de mano de obra interna y externa AMFE.....	108
Figura 4.3: Distribución de actividades de mantenimiento, situación actual.....	108
Figura 4.4: Distribución de actividades de mantenimiento propuesta.....	109

Lista de Tablas

Tabla 1.1: Ficha Empresarial Planta Lipigas Concón.....	24
Tabla 1.2: Sectores y áreas de la Planta Lipigas Concón.....	25
Tabla 1.3: Gestión del departamento de Mantenimiento.....	26
Tabla 1.4: Criterios de selección de tipo de producto planta Concón.....	34
Tabla 1.5: Prioridad de criterios identificado por encuesta.....	35
Tabla 1.6: Características generales de las líneas de envasado.....	36
Tabla 1.7: Datos por línea de los criterios de selección.....	40
Tabla 1.8: Prioridad de criterios identificado por encuesta.....	40
Tabla 1.9: Selección de metodologías aplicables.....	57
Tabla 1.10: Selección del método adecuado.....	58
Tabla 1.11: Resumen de metodologías aplicables al trabajo de título.....	60
Tabla 2.1 Tipos de Mantenimiento.....	61
Tabla 2.2: Ponderación de frecuencias de falla.....	68
Tabla 2.3: Ponderación del impacto en la producción.....	69
Tabla 2.4: Ponderación del impacto en el medio ambiente.....	69
Tabla 2.5: Ponderación del impacto en la seguridad.....	70
Tabla 2.6: Ponderación en los costos de reparación.....	71
Tabla 2.7: Ponderación del tiempo de detención.....	71
Tabla 2.8: Matriz de Criticidad de equipos.....	72
Tabla 2.9: Cálculo de Criticidad de Equipos Planta de envasado Línea 15K Lipigas Concón.....	73
Tabla 2.10: Hoja de información RCM II.....	76
Tabla 2.11: Hoja de decisión RCM II.....	77
Tabla 3.1: Frecuencia de falla/ Análisis de Criticidad.....	87
Tabla 3.2: Impacto en la producción/ Consecuencia 1 / Análisis de Criticidad.....	88
Tabla 3.3: Impacto al Ambiente/ Consecuencia 2 / Análisis de Criticidad.....	88
Tabla 3.4: Impacto en la seguridad / Consecuencia 3 / Análisis de Criticidad.....	88
Tabla 3.5: Impacto en el costo de reparación / Consecuencia 4 / Análisis de Criticidad.....	89
Tabla 3.6: Impacto en el tiempo de detención / Consecuencia 5 / Análisis de Criticidad.....	89
Tabla 3.7: Nivel de criticidad línea 15K, Lipigas planta Concón.....	89
Tabla 3.8: Calculo de niveles de Criticidad para equipos Línea 15K Envasado.....	90 y 106
Tabla 3.9: Extracto Hoja de Información RCM II para Subsistema “Ariete de Descarga”.....	100
Tabla 3.10: Resumen de conceptos RCM II.....	101
Tabla 3.11: Consecuencias, tareas proactivas y Acciones “A falta de”.....	101
Tabla 3.12: Extracto Hoja de decisión RCM II para Subsistema “Ariete de Descarga”.....	102
Tabla 3.13: Extracto POE para Subsistema “Ariete de Descarga”.....	103

Resumen

El presente Trabajo de Título se realizó en el Departamento de Mantenimiento, perteneciente a la Gerencia de Logística y Operaciones de la Empresa Lipigas S.A ubicada en la comuna de Concón, Valparaíso. Éste departamento se encarga de la planificación del mantenimiento de todas las plantas de envasado a nivel nacional.

Se realizó un análisis de los diferentes productos que posee la empresa para escoger la zona de estudio. Primero se identificó el producto más importante bajo diferentes criterios, tales como volumen de producción, de ventas, ingresos por venta y utilidad operacional, dando como resultado los productos envasados. A continuación se procedió a acotar aún más el objeto de estudio, utilizando *Matriz de ponderación*, seleccionando la línea productiva de envasados de 11 kg y 15 kg.

Se realizaron diferentes actividades para identificar y clasificar el tipo de mantenimiento que posee la planta actualmente. Se utilizó la bibliografía de Pistarelli, clasificando el mantenimiento actual como un mantenimiento de "*Acciones Reactivas*" las que están compuestas por "*Mantenimiento Restaurativo*" y "*Mantenimiento Correctivo*", cuyo principal problemática es la incertidumbre en materia del estado de los equipos y sus eventuales detenciones imprevistas, las que por cierto conllevan diferentes tipos de consecuencias a la empresa tanto económicas como de imagen corporativa. Dichos antecedentes, y junto con la bibliografía de Pistarelli, se identificó la problemática como "Inexistencia de Confiabilidad Operacional de equipos que asegure la disponibilidad de activos industriales, disminuyendo la frecuencia de detenciones no programadas".

Se efectuó una selección de metodología a aplicar, calificando diferentes métodos en matrices de ponderación, las cuales entregaron como resultado el método RCM II como la metodología correcta para desarrollar este estudio y entregar confiabilidad operacional de los equipos instalados en planta. Además se decidió utilizar el método "*Análisis de Criticidad*" de equipos para enfocar este trabajo a las máquinas más críticas de la línea 15K.

La aplicación del método para dar solución a la problemática y cumplir los objetivos propuestos, se realizó en 3 etapas:

Etapa 1: Análisis de criticidad de equipos.

Etapa 2: Aplicación del método RCM II.

Etapa 3: Comparación de la Situación Actual v/s Propuesta.

En la Etapa 2 se diseñaron *Procedimientos Operativos Estándar (POE)* para los componentes de los equipos críticos, con la finalidad de realizar el plan de mantenimiento preventivo, el cual posee sustituciones y reacondicionamientos cíclicos, inspecciones periódicas y procedimientos de mantenciones correctivas. En esta etapa también se identificaron los mantenimientos que deben ser realizados por personal externo a la planta Lipigas, cuyos procedimientos estándar son desconocidos para el departamento de mantenimiento, y se refieren básicamente a mantenciones de tipo eléctrico y electrónico, no obstante, muchos de estos procedimientos son parte del plan de mantenimiento preventivo y por ende se han incorporado, a este trabajo, los intervalos de frecuencia analizados en la

metodología *Análisis de Modos, Fallas y Efectos (AMFE)* y *Hojas de decisión RCM II*. Con lo anterior se confeccionó un documento que se entregó al departamento de mantenimiento: "Manual de Procedimientos Estándar, Línea 15K, Sistema Paletizado y Llenado".

Por último se realizó un análisis del mantenimiento actual versus la propuesta del plan de mantenimiento preventivo, por medio de indicadores de productividad, fundamentando la importancia de la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo adecuado.

Se diagnosticó la situación actual de la empresa Lipigas S.A. en la planta Concón, logrando determinar sus procesos productivos, delimitando el objeto de estudio y el proceso del mantenimiento actual y su clasificación. De este modo se identificó la problemática y eventualmente el primer objetivo específico de esta Trabajo de Título.

Se aplicó el análisis de criticidad de equipos la línea 15K, para seleccionar las máquinas a las cuales se les aplico la metodología RCM II, y se concluyó que los sistemas *altamente críticos* son: Paletizado y Llenado.

Se empleó la metodología RCM II a los equipos críticos logrando confeccionar el "*Plan de Mantenimiento Preventivo*", el cual está fundado bajo la aplicación de las herramientas "Árbol lógico de decisión", "Hoja de decisión" y "Procedimiento Operativo Estándar (POE)".

Finalmente se realizó un análisis de los resultados obtenidos y la comparación de la situación actual con la propuesta de este trabajo, cuyo resultado se refleja en la disminución de las actividades de mantenimiento correctivo en un 32% y un aumento de las actividades de mantenimiento preventivo en un 76%. El aumento del mantenimiento preventivo tiene como beneficio brindar Confiabilidad y disminuir los Riesgos, aumentando la disponibilidad de los activos industriales, a través de la disminución de las detenciones no programadas, minimizando averías imprevistas de los equipos y minimizando los gastos debido a reparaciones de emergencia, entre otras cosas.

Abstract

This paper covers the work undertaken to obtain a qualification certificate. The Maintenance Department within the purview of the Operations and Logistics Division of Lipigas S.A., a company located in Concón, Valparaíso, was the subject of this study.

In choosing the industrial area for the study, an initial survey to identify the most important products as regards volume, unit sale income and operational profit indicated that bottled gas fit these criteria. To narrow the scope of the study a weighted average within these products showed that the 15K. bottling line would be the preferred subject of this undertaking.

To identify and classify the type of maintenance currently in place at the plant, the Pistarelli bibliography pointed towards "*Reactive Actions*" that are composed of "*Restorative Maintenance*" and "*Corrective Maintenance*". The main shortfalls of these procedures are the uncertainty of ascertaining the condition of the equipment and eventual unforeseen stoppages, which can cause consequential economic damage and corporate image deterioration. Such history and literature along with Pistarelli, the issue as "Lack of Operational Reliability of equipment to ensure the availability of industrial assets, decreasing the frequency of unscheduled stoppages" was identified.

In order to deliver operational reliability of the plant's equipment, a selection of methodologies within various matrices suggested using the RCM II method as the preferred procedure. Additionally, a decision to adopt "*Critical Phase Analysis*" to focus on the most critical machines of the 15 Kg. line was implemented.

The three-stage approach to solve the identified problem areas were the following:

Stage 1: Critical Phase Analysis of the equipment.

Stage 2: RCM II implementation.

Stage 3: Present vis-à-vis Proposed methods comparison.

To achieve the preventive maintenance plan in phase 2, *Standard Operational Procedures* designed to define cyclic substitution and refurbishment actions as well as periodic inspection intervals and corrective maintenance were drawn up.

Phase 2 also included maintenance procedures of third-party personnel external to the Lipigas plant. These procedures, unknown to the internal Maintenance Department, encompass mainly electrical and electronic maintenance actions. Nevertheless, many of these procedures are part of the preventive maintenance plan and have, therefore, been incorporated to the frequency interval analysis of the RCM II *Analysis modes, Falls & Effects (FMEA) and critical path decision sheets*.

The "Manual of Standard Procedures, 15 Kg. line, Palletizing and Filling System" is the documented result of using and publishing the above steps.

A comparative analysis between present procedures and those outlined in the proposal using variables productivity indicators justify the importance of applying an adequate preventive maintenance plan.

The current situation of the company was diagnosed Lipigas SA plant in Concon, achieving determining their production processes, defining the object of study and the process of the current maintenance and ranking. Thus the problem and eventually the first specific objective of this Working Title was identified.

Criticality analysis equipment the 15K line was applied to select the machines to which they applied the RCM II methodology and concluded that highly *critical systems* are palletizing and filling.

RCM II methodology to be employed achieving critical equipment make the "*Preventive Maintenance Plan*" which is founded on the application of the "Logical decision tree", "Decision sheet" and tools "Standard Operating Procedure (SOP)".

Finally, an analysis of the results and comparison of the current situation with the proposal of this work, the result is reflected in the decline corrective maintenance activities by 32% and increased preventive maintenance activities are conducted in 76%. Increased preventive maintenance is to benefit providing reliability and reduce risks by increasing the availability of industrial assets, through the reduction of unscheduled downtime, minimizing unplanned equipment failures and minimizing the costs due to emergency repairs, among other things.

Introducción

Lipigas es la empresa líder en la venta y distribución de gas licuado del petróleo (GLP) para uso residencial, comercial, industrial y vehicular en Chile, alcanzando un 37% de participación en el mercado nacional en el 2014. Empresas Lipigas S.A., grupo que además de contar con una amplia cobertura en Chile, cuenta con presencia internacional, a través de Lima Gas en Perú y Chilco en Colombia, extendiendo así su red en los mercados más dinámicos de Latinoamérica.

La Planta situada en la comuna de Concón, la cual es una de las 4 plantas envasadoras principales, de un total de 12 plantas a nivel nacional, es la planta que se ha seleccionado para el análisis de este trabajo de título. Esta planta abastece de GLP a toda la quinta región incluyendo clientes industriales, comerciales y domiciliarios con diferentes productos envasados y granel. Los productos envasados son distribuidos a las empresas sub-distribuidoras directas y a las centrales de transferencia, las cuales son las encargadas de distribuir el GLP a los clientes finales, este abastecimiento es coordinado en el área de logística de la Planta Concón, según diferentes factores como la demanda y el consumo habitual de las comunas, y es por ello que es esencial mantener y producir el stock suficiente para cumplir con la distribución oportuna satisfaciendo las necesidades de los clientes. Debido a lo anterior, es primordial mantener las líneas de producción funcionando de forma continua y planificada, es por ello que el mantenimiento es un ítem relevante para la empresa, respecto a disminuir al mínimo las fallas imprevistas en los equipos y el tiempo de reparación, sin embargo, hoy en la Planta de envasado no existe mantenimiento preventivo y por lo tanto existe gran incertidumbre acerca de las fallas futuras.

El análisis de este trabajo de título se centra en la planta de envasado, específicamente en la línea 15K en donde se producen cilindros de 15 kg y 11 kg, debido a que se ha estudiado que este producto es el más importante para la empresa según diferentes criterios.

Se ha analizado el proceso de mantenimiento que la empresa posee en la actualidad, y se ha llegado a la conclusión que las actividades de mantenimiento responden a actividades reactivas, ya que se realiza mantenimiento restaurativo 13% y correctivo 87% en un periodo de seis meses. El gran porcentaje de mantenimiento correctivo indica que en aquel momento ha habido detención de la línea y por lo tanto paralización imprevista de la producción. El mantenimiento basado en actividades reactivas no entrega confiabilidad operacional a los equipos de planta, convirtiéndose ello en la problemática que desea abordar este Trabajo de Título.

Por lo tanto, el objetivo general de este trabajo de título es: *“Proponer Plan de Mantenimiento para el equipo crítico del área de envasado utilizando el método RCM II, para la Línea 15K en Planta Concón, Lipigas S.A.”*

Los objetivos específicos para realizar lo anterior están basados en diagnosticar la situación actual, seleccionar equipos críticos y aplicarles el método RCM II con el fin de comparar la situación actual con la propuesta y ver la conveniencia de su implementación.

Capítulo 1: Antecedentes Generales

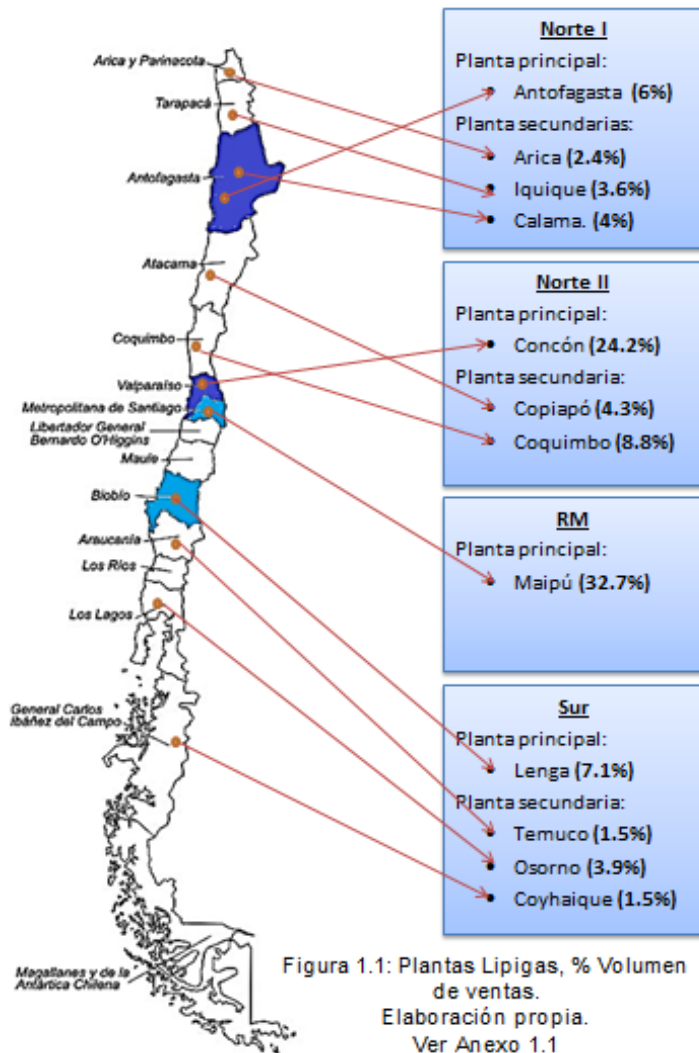
A continuación se describe la Empresa Lipigas S.A de manera general, para luego puntualizar en cada área y producto de la planta Concón, la cual será objeto de estudio. En este capítulo se especifica la problemática y la solución propuesta, los objetivos y el resultado esperado, analizando las metodologías aplicables.

1.1. Descripción de la empresa

Lipigas S.A. es la compañía líder en la venta y distribución de gas licuado del petróleo (GLP) para uso residencial, comercial, industrial y vehicular en Chile. Además de contar con una amplia cobertura en Chile, cuenta con presencia internacional, a través de Lima Gas en Perú y Chilco en Colombia, extendiendo así su red en los mercados más dinámicos de Latinoamérica. Lipigas es experto en soluciones energéticas y se caracteriza por entregar un servicio de calidad comprometiéndose con el cuidado de las personas y el medioambiente.

En 1950 se crea la empresa Lipigas S.A. dedicada a la comercialización de gas licuado de petróleo (GLP) en la provincia de Valparaíso. Desde 1959 a 1985, el grupo de familias propietarias Santa Cruz, Noguera y Vinagre realizan un proceso de adquisiciones de pequeñas empresas regionales de distribución de GLP. De esta forma, bajo la propiedad de las familias antes mencionadas, quedan las empresas distribuidoras de GLP: Agrogas, Codigas, Enagas y Lipigas.

En 2000 el grupo propietario vendió a la empresa petrolera internacional Repsol YPF el 45% de las acciones de Agrogas, Codigas, Enagas, Lipigas y empresas filiales de transporte y re-inspección de cilindros. En ese momento se inició el proceso de unificación de las cuatro marcas regionales y filiales agrupándolas bajo Empresas Lipigas, este proceso de fusión de la compañía culminó en 2004, con una sola empresa gestionada centralizadamente con presencia a lo largo del país.



Para julio de 2012, la participación que estaba en manos de Repsol YPF fue adquirida por Larrain Vial por cerca de US\$ 540 millones.

Durante 2010, la empresa ingresó el mercado colombiano, concretando la constitución de la sociedad Chilco Distribuidora de Gas y Energía, quien en ese momento tiene presencia en 13 de los 32 departamentos del país, además crea la sociedad Chilco Metalmecánica que tiene como finalidad la fabricación de estanques y cilindros de gas licuado.

En 2013, comenzaron las obras de construcción de las instalaciones del terminal marítimo ubicado en la bahía de Quintero, región de Valparaíso. Esta construcción, realizada en conjunto con la empresa Oxiquim S.A., le permite a Lipigas importar directamente GLP desde el 4 de marzo del 2015.

Ese mismo año, 2013, la empresa adquirió la empresa de gas licuado Lima Gas en Perú; mientras que al mismo tiempo, a nivel nacional, ingresó al mercado de la distribución de gas natural licuado a industrias.

Lipigas cuenta con doce plantas de almacenamiento y envasado en: Arica, Iquique, Antofagasta, Calama, Copiapó, Coquimbo, Valparaíso, y en la región Metropolitana, Talcahuano, Temuco, Osorno y Coyhaique. Comercializa el elemento a través de una red de 2000 distribuidores, posee 15 centrales de distribución y ventas y 4 oficinas comerciales. Emplea a 925 trabajadores.

Empresas Lipigas S.A. abastece al 37% del mercado nacional, abarcando desde Arica hasta Coyhaique. Por esta razón, hoy se constituye como la empresa líder en distribución de gas licuado a lo largo del país y primera en servicio, trabajando diariamente para entregar a sus clientes siempre la mejor atención. En la Figura 1.2 se presenta la participación de mercado de los competidores en la distribución nacional de GLP, para el año 2014.



Figura 1.2: Gráfico de participación de mercado de distribuidores de GLP en Chile, año 2014.
Fuente: Elaboración propia.

La experiencia adquirida durante estos años de crecimiento constante ha sido acompañada siempre de nuevas tecnologías y criterios de renovación, tanto así, que nuevamente, Lipigas liderará el mercado del Gas Licuado gracias al plan de modernización

de su planta de envasado en Concón, la cual está categorizada como la planta envasadora de gas licuado más moderna en América Latina.

La estrategia de abastecimiento de gas por parte de la empresa Lipigas se realiza conforme a la demanda proyectada en el presupuesto anual, mediante una combinación de proveedores que permitan aprovechar las oportunidades de importación de los excedentes de producción de los países vecinos. Los principales proveedores en Chile corresponden, en un 62%, a Gasmar y ENAP, y el resto del gas proveniente de Argentina y Perú, como se muestra en la Figura 1.3.

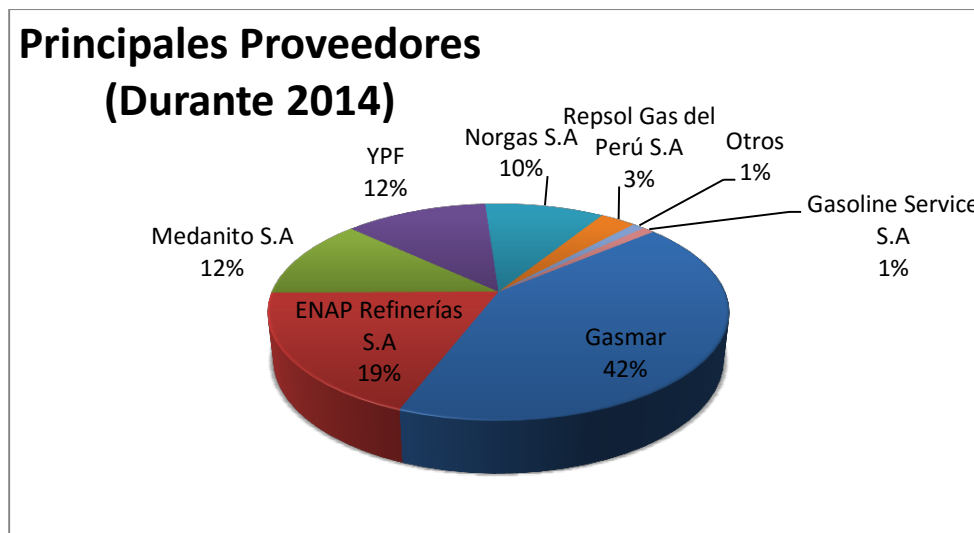


Figura 1.3: Gráfico de principales proveedores en toneladas durante 2014.

Fuente: Extraído de la página web de la superintendencia de valores y seguros, www.svs.cl

Esta matriz de abastecimiento cambiará durante este año 2015, debido a la importación, recepción y almacenamiento de GLP desde la terminal marítima de Quintero. [Humphreys 14].

La nueva infraestructura de recepción, almacenaje y despacho de GLP, contribuye a aumentar en 50% la capacidad total de importación vía marítima para la zona central de Chile, en respuesta al aumento sostenido de la demanda de este combustible en el país. Si en 2004 el consumo anual de GLP era de 939 mil toneladas, en 2014 creció a un millón 164 mil toneladas y se espera que a fines de este año 2015 llegue a cifras cercanas a un millón 200 mil toneladas. [Humphreys 14].

“Con esta obra, Lipigas está contribuyendo a aumentar en forma importante la capacidad total de importación y almacenamiento de GLP en Chile y a garantizar que se mantenga el suministro continuo de una energía que es usada en el 96% de los hogares en Chile”, explicó Ángel Mafucci, gerente general de Lipigas”.

El tanque refrigerado cuenta con una capacidad de 25 mil ton, equivalentes a 50 mil m³, y está conectado a un sistema de tuberías subterráneas que lleva el combustible hasta las plantas envasadoras de Lipigas en Maipú, Región Metropolitana, y Concón, Región de Valparaíso. El terminal también cuenta con rampas para abastecer de GLP transportado por

camiones a las regiones de la zona norte y sur de Chile. Observe la evolución de los márgenes de explotación operacional y los costos de venta de Lipigas S.A. en el Anexo 1.2.

En los siguientes párrafos se presentan la visión y misión de la empresa Lipigas S.A. extraído de la página web oficial www.lipigas.cl.

VISIÓN

Ser un actor relevante en la distribución y comercialización de gas en Latinoamérica, creando valor a largo plazo para nuestros accionistas, colaboradores, clientes y las sociedades donde operamos.

MISIÓN

Ser una empresa de energía que contribuya al desarrollo sustentable, mejorando la calidad de vida, a través de la comercialización de gas en Latinoamérica.

A continuación se detallan los motivos por los cuales se ha seleccionado la Planta Concón para realizar el Trabajo de Título.

- **Cercanía:** debido a que la Universidad de Valparaíso, sede Valparaíso, en donde las alumnas memoristas cursan la carrera de Ingeniería Civil Industrial, está situada en la quinta región, es conveniente realizar el estudio en la región en donde se desenvuelven académicamente y residen.
- **Planta principal de Norte II:** como se ha mencionado anteriormente, la Zona Norte II abarca 3 regiones, (III, IV y V región) y la planta principal de esta zona es la Planta de Concón, lo cual es muy conveniente para la realización del trabajo de título, dada la cercanía, la tecnología, el proceso, la organización, entre otros.
- **Disposición de la gerencia:** la gerencia de logística y operaciones se ha manifestado de forma positiva a la solicitud de la realización del trabajo de título en el área de mantenimiento, y ha presentado especial motivación para trabajar en conjunto y obtener un estudio que sea beneficioso tanto para la organización, como para las alumnas memoristas.

1.2. Lipigas Planta Concón

Lipigas S.A. planta Concón, ubicada a 1,6 Km de la rotonda de Concón por el Camino internacional Antiguo (calle 2 Norte # 200), corresponde a una de las 4 plantas envasadoras principales, de un total de 12 plantas a nivel nacional, fue fundada en el año 1950 pero la planta que existe actualmente funciona desde el año 1998.

Lipigas ha desarrollado aplicaciones para el gas licuado en la Industria como una alternativa altamente eficiente en los complejos procesos de fundición, refinación, tratamientos de metales e infinidad de aplicaciones en otras áreas industriales. Lipigas proporciona un Servicio Integral mediante el cual, primero se evalúa un problema energético, y luego se diseñan proyectos, ya sea para la sustitución de energía, o bien para la aplicación de Lipigas Granel en industrias y edificios nuevos. Como muestra versátil de su capacidad creadora, los ingenieros de Lipigas han diseñado y desarrollado los carruseles para automatizar la línea de envasado de las Plantas Lipigas. Toda esta capacidad técnica ha

sido posible, gracias a la constante preocupación de la empresa por dotar a su Departamento de Estudios y Desarrollo con la más avanzada de las tecnologías y la más exigente capacitación para los ingenieros y personal técnico que conforman este importante grupo profesional.



Figura 1.4 Ubicación Planta Concón Lipigas S.A
Fuente: Imagen satelital extraída de página Wikimapia

La zona destacada en color rojo en la Figura 1.4 muestra la ubicación de la planta Concón Lipigas S.A.

En la Tabla 1.1 se presenta la ficha empresarial de Lipigas planta Concón.

Nombre de fantasía	Lipigas
Razón social	Empresa Lipigas S.A.
RUT	92.322.000 – 3
Giro	Comercializadora y distribuidora de gas licuado GLP
Domicilio Legal	Calle 2 Norte # 200, Concón
Fono	(56 32) 656500
Fax	(56 32) 656595
Sitio Web	www.lipigas.cl

Tabla 1.1: Ficha empresarial planta Lipigas Concón
Fuente: información extraída de la página web www.chiledir.cl

La planta Concón entrega apoyo a las plantas secundarias Copiapó y Coquimbo, entregando abastecimiento de materia prima por medio de transferencia en camiones botella. Además de apoyar con material, también está a cargo de la distribución de las zonas Norte 1 y Norte 2, de manera que los pedidos, ya sean de producto envasado o granel, llegan a la planta Concón, y son los encargados de la logística quienes tienen la responsabilidad de coordinar el despacho, las rutas, los camiones, la cantidad de producto, etc., con el fin de mantener y respetar las políticas de la empresa, procurando entregar los productos de manera confiable y oportuna.

El recinto en donde se sitúa la planta Lipigas de Concón posee diferentes sectores y áreas, las cuales se presenta en la Tabla 1.2.

Edificio administrativo	<ul style="list-style-type: none"> • Jefe de planta • Administración y finanzas • Contabilidad • Mantenimiento 	<ul style="list-style-type: none"> • Abastecimiento • Comercial • Cobranza • Personas
Edificio Distribución	<ul style="list-style-type: none"> • Logística envasado • Logística Granel 	<ul style="list-style-type: none"> • Coordinación de despacho y recepción • Bodega
Planta de envasado	<ul style="list-style-type: none"> • Jefe de producción • Mantenimiento planta 	<ul style="list-style-type: none"> • Envasado cilindros
Zona de transferencia	<ul style="list-style-type: none"> • Jefe de producción 	<ul style="list-style-type: none"> • Despacho y recepción camiones Granel
Zona de Tanques	<ul style="list-style-type: none"> • Tratamiento materias primas 	<ul style="list-style-type: none"> • Sector de Gasoductos • Abastecimiento
Equipos auxiliares	<ul style="list-style-type: none"> • Zona tratamiento TAS • Zona de tratamiento de RILES • Sala bomba de incendio 	<ul style="list-style-type: none"> • Sala bomba auxiliar de incendio • Zona odorante • Sala Eléctrica
Mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Re inspección (externo) 	<ul style="list-style-type: none"> • Taller mecánico

Tabla 1.2: Sectores y áreas de la planta Lipigas Concón.

Fuente: Elaboración propia.

Cabe señalar que la planta Concón es la única que ha integrado una empresa (Cemcogas S.A.) que se dedica a realizar la re-inspección de cilindros dentro de sus mismas instalaciones. Esto entrega una gran ventaja para la planta ya que rebaja en un 30% los costos asociados a la re-inspección y mantenimiento de cilindros.

En la Figura 1.5 se muestra el organigrama general de Lipigas, planta Concón.

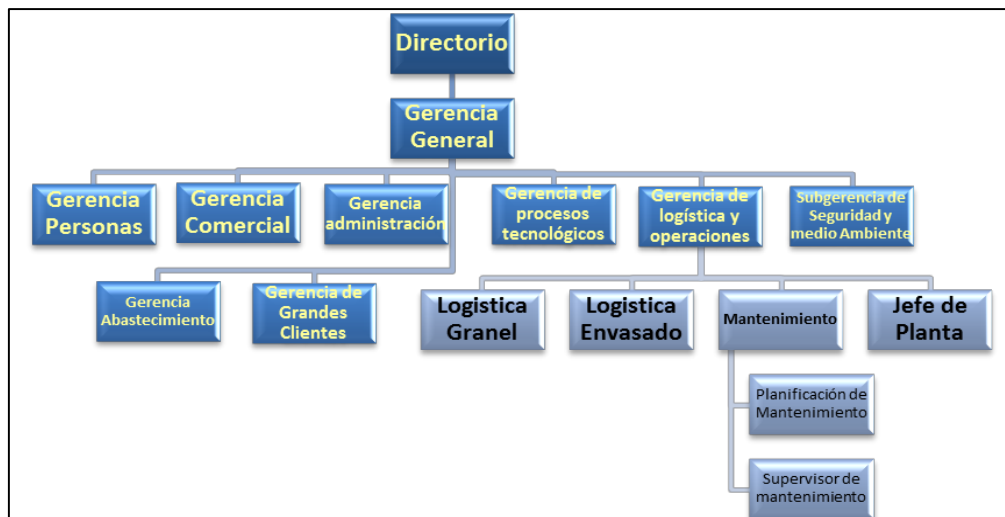


Figura 1.5 Organigrama Lipigas Planta Concón

Fuente: Elaboración propia con datos de intranet Lipigas.

1.2.1. Gerencia de Logística y Operaciones

El departamento de operaciones posee 3 jefes de planta a nivel nacional, cada uno de ellos tiene destinada una zona del país y dentro de sus responsabilidades está supervisar y analizar el trabajo de los departamentos de Logística Granel, Logística Envasado y Mantenimiento. Ver Anexo 1.3- Organigrama del Área de Mantenimiento proporcionado por la Empresa.

Dentro de la planta Lipigas de Concón existe una subdivisión del departamento de Mantenimiento, por un lado está el mantenimiento de instalaciones y por el otro el mantenimiento de planta.

- **Mantenimiento de instalaciones:** se refiere al mantenimiento de todas las instalaciones que no están directamente relacionadas con el proceso productivo, como por ejemplo, el edificio administrativo, planta TAS, Zona odorante, entre otros.
- **Mantenimiento de planta:** se refiere al mantenimiento de todos aquellos equipos que están directamente relacionados con el proceso productivo, por ejemplo las líneas de producción y los equipos involucrados.

En la Tabla 1.3 se presenta la gestión del departamento de Mantenimiento y su determinación.

Gestión de Departamento de Mantenimiento	Determinación
Realizar presupuestos	El departamento de mantenimiento debe determinar en base a datos históricos, la demanda de repuestos que serán requeridos durante el año y asignar los recursos económicos correspondientes
Coordinar con externos para mantenimiento	Se le llama mantenimiento por terceros o mantenimiento externo. Se evalúa la necesidad de contratar a un externo para alguna mantención correctiva que los mecánicos de planta no puedan solucionar. (Eléctrico, electrónico, tornero).
Gestión de repuestos para realizar mantenciones	Determina el proveedor de repuestos y materiales más adecuado en relación al precio, calidad y tiempo de despacho. Dicha gestión se realiza mensualmente.
Gestión y seguimiento de la mantención	El departamento de mantenimiento ha incorporado recientemente un sistema de información que está en línea con las actividades de envasado, entre ellas, las detenciones y sus causas. Además evalúan proyecto de rediseño y su implementación.
Supervisar el mantenimiento	Los supervisores de mantenimiento son los encargados de revisar el mantenimiento programado y correctivo que realizan los mecánicos de planta, y en caso de ser necesario, coordinará la solicitud de mecánicos externos según la gravedad de la detención. Además son encargados de pronosticar, revisar y analizar las actividades de mantenimiento.

Tabla 1.3: Gestión del departamento de Mantenimiento.

Fuente: Elaboración propia.

1.3. Descripción general de procesos

En este punto se realiza una descripción de algunos procesos desarrollados en la planta Lipigas Concón, los cuales son: Proceso de Venta (para los productos Envasados y Granel), Proceso Operacional y Proceso Productivo.

En seguida se realiza un análisis que permite seleccionar el producto que será objeto de estudio, el cual ha dado como resultado el producto envasado (se describe proceso de envasado). Los productos envasados tienen diferentes formatos y por lo tanto se producen en diferentes líneas, es por ello que es necesario realizar un nuevo análisis que permite seleccionar la línea de producción a la cual se realizará el estudio.

En el Anexo 1.4 se presenta el comportamiento de GLP y su consumo en Chile.

1.3.1. Proceso de venta

El proceso de venta de GLP tiene dos formas diferentes debido a la naturaleza de los productos de planta. Por una parte existe el proceso de venta de cilindros y por el otro está el proceso de venta de granel, ambos procesos tienen su propio departamento en el área de logística.

Debido a que Lipigas tiene la política de mantener la calidad del servicio y los productos de la empresa, la planta Concón coordina todas las ventas de cilindros y gas granel del norte del país, con el fin de que todos los clientes reciban sus pedidos oportunamente.

En el Anexo 1.20 se presenta el proceso de venta, tanto de cilindros como de granel, para la planta de Concón, la cual abastece a la quinta región.

1.3.2. Proceso Operacional planta Concón

En la Figura 1.6 se presenta la ilustración y descripción del proceso operacional de la planta Concón, identificando las áreas y los pasos esenciales de la organización, cuyo principal objetivo son la elaboración y distribución de sus productos.

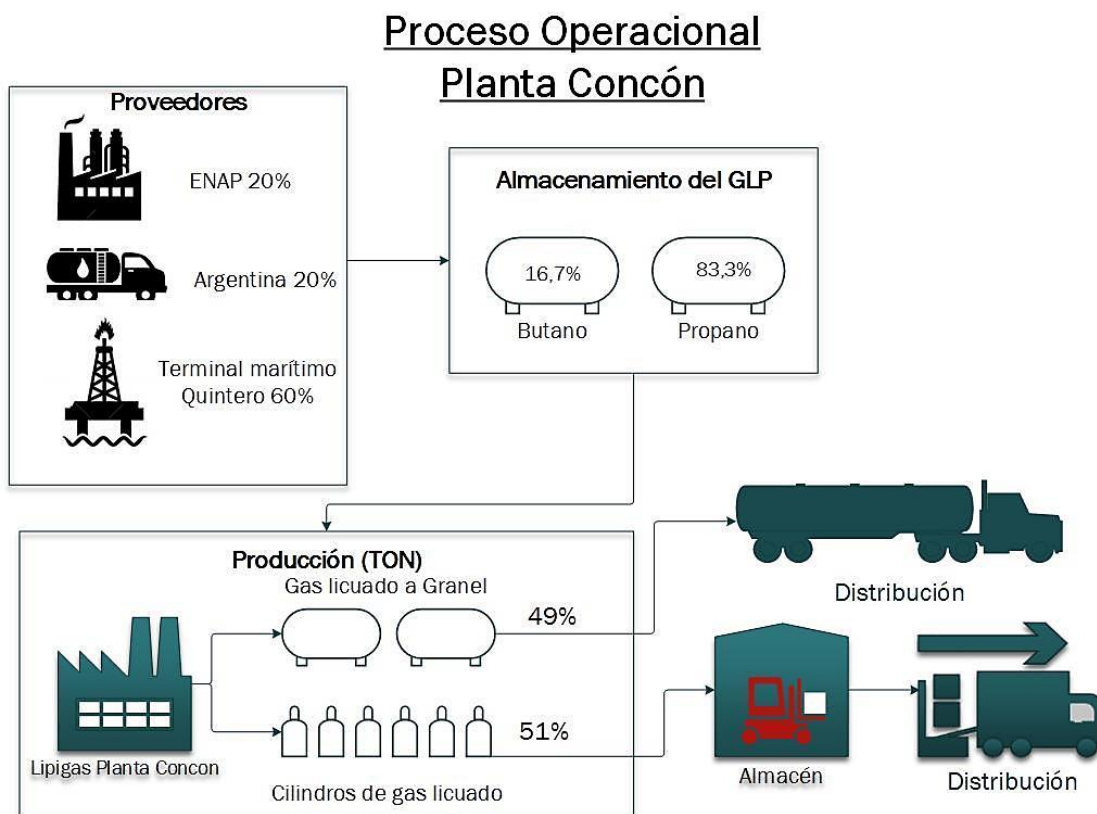


Figura 1.6: Proceso productivo planta Concón.
Fuente: Elaboración propia.

1.3.2.1. Descripción proceso operacional

La planta Concón Lipigas recibe el GLP desde la terminal Marítima de Quintero por medio de un sistema de tuberías subterráneas. También es abastecida por medio de ENAP, con la cual mantiene una red de ductos que la une con planta Lipigas. Por último, puede ser abastecida por medio de camiones que vienen desde Argentina o Gasmar.

El GLP proveniente de ENAP y de la terminal marítima, es suministrado a la empresa como Butano y Propano, de manera separada. Estos componentes son almacenados en la zona de Tanques que posee el recinto, para luego crear las diferentes mezclas que se requieren en envasado y/o zona de transferencia.

En el caso de los cilindros, una vez rellenos, serán almacenados por medio de pallets en zonas destinadas para cada formato, para luego ser despachados a los centros de distribución y ventas.

En el caso de la zona de transferencia, el producto es distribuido en camiones granel o botellas para ser distribuidos a clientes industriales, comerciales, domiciliarios bombona, domiciliario medidor o para transferencia entre plantas.

1.3.2.2. Productos Planta Lipigas

Lipigas planta Concón produce el gas licuado de cuatro formas distintas:

- **Gas envasado:** en cilindros de 5, 11, 15 y 45 kg los cuales pueden contener el GLP común o catalítico. También se producen cilindros de 15 kg de aluminio o fierro que tienen usos mayormente industriales. Los cilindros son propiedad de la compañía y su comercialización se realiza básicamente por medio de dos canales: los distribuidores exclusivos y los distribuidores multimarca.
- **Gas Granel (canal 25 y 26):** suministro mediante recargas de gas en estanques que tienen capacidad desde 190 a 5.000 l. El estanque es propiedad de la compañía distribuidora de gas y es reabastecido sólo por esta misma, de manera programada de acuerdo a la demanda del cliente. En el mercado de gas licuado a granel la compañía se encuentra integrada verticalmente para atender al consumidor final, contando así con un canal de distribución propio. Dentro de esta categoría se integra el gas vehicular, el cual corresponde a un pequeño porcentaje de ventas. El gas vehicular es un producto que se encuentra en etapa de introducción en el mercado es una alternativa limpia, confiable y amigable con el medio ambiente, que posee un menor costo, en comparación a otros combustibles. En Chile se utiliza principalmente en taxis, colectivos y flotas comerciales.
- **Gas de medidor (canal 30):** está diseñado para abastecer a múltiples puntos de consumo independientes, desde un estanque común. El medidor registra el caudal de gas que entra a la red de cada cliente y captura una lectura mensual.
- **Gas industrial (canal 27):** suministro a industrias mediante recargas de gas en estanques que tienen capacidad desde 0,3 m³ a 7,6 m³. El estanque es propiedad de la compañía y es recargado por la misma, dependiendo de las necesidades del cliente.

En la Figura 1.7 se presenta el volumen de ventas, en toneladas, de los diferentes productos que posee la planta Concón para el periodo del 2014.

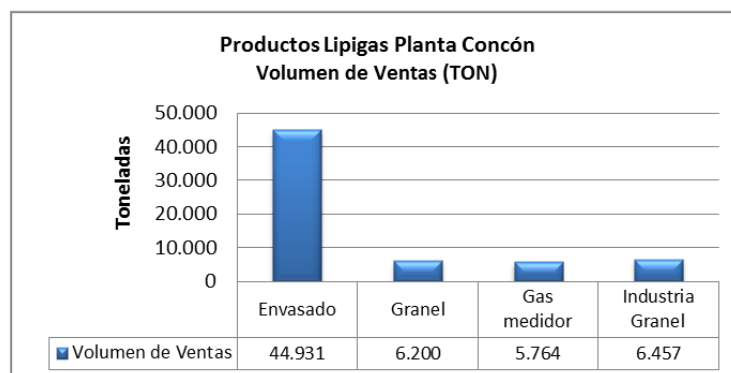


Figura 1.7: Gráfico volumen de ventas Productos Lipigas, Planta Concón, 2014.
Fuente: Elaboración propia.

1.3.3. Proceso productivo

En la Figura 1.8 se presenta la ilustración y descripción del proceso operacional de la planta Lipigas Concón, especificando las zonas y flujo de los procesos productivos.

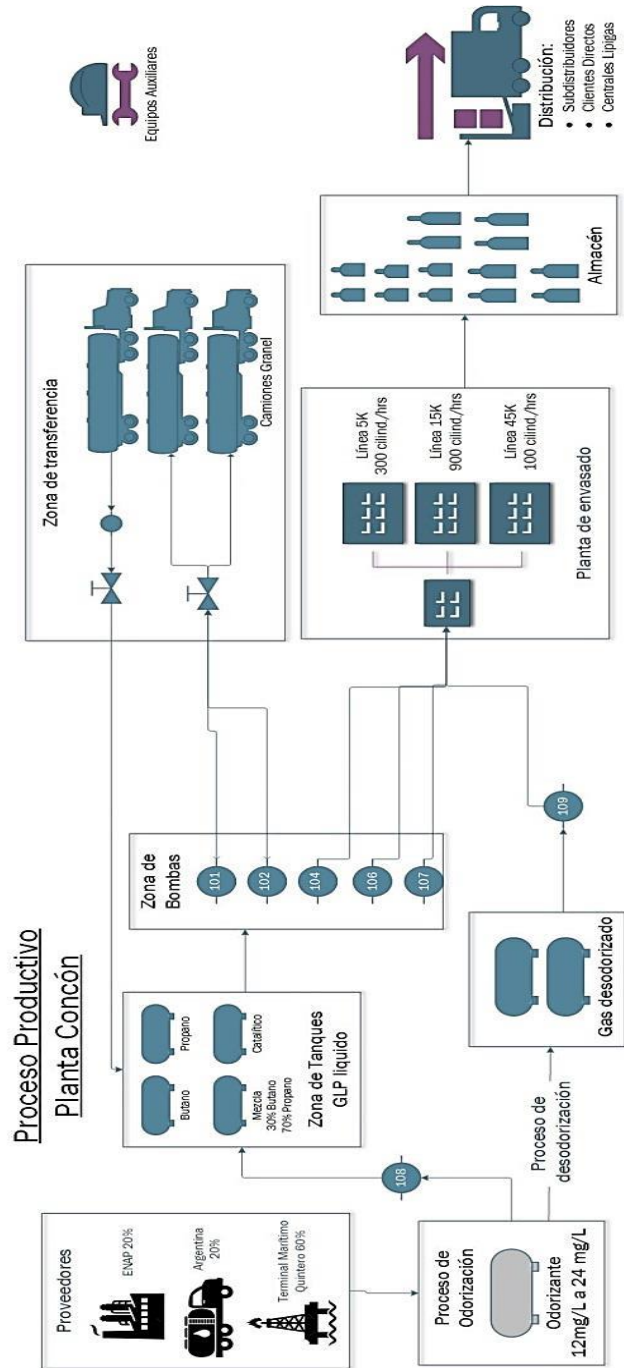


Figura 1.8: Proceso productivo Lipigas planta Concón.
Fuente: Elaboración propia.

1.3.3.1. Descripción proceso productivo

- **Ingreso de GLP a la Planta**

El proceso productivo en la planta Lipigas de Concón inicia con el ingreso del GLP a la planta por medio de gasoductos que vienen desde ENAP y de la terminal marítima de Quintero.

Los precios a los que es comprado el GLP a sus proveedores depende de dos factores principales, el precio del dólar y del petróleo. El precio del dólar influye principalmente en el producto que es importado desde los diferentes centros que abastecen Lipigas Concón. Las alzas o bajas del petróleo influyen directamente al precio al cual es adquirido el GLP, debido a que es un producto se obtiene de la destilación del petróleo.

La planta mantiene una capacidad de almacenaje de 3.600 ton, de las cuales 600 ton, es decir, el 16,7% destinado al almacenamiento de Butano y el restante, el 83,3% es destinado para el almacenamiento de Propano.

El GLP corriente que ingresa a la Planta tiene una densidad de 0,540 g/cm³. En la industria, las menores densidades representan a los productos del petróleo más ligeros, los cuales son los más requeridos en el mercado y al mismo tiempo los de mayor precio. La referencia que sustenta esta clasificación, es la gravedad API (Instituto de Petróleo Americano), que es una "medida de densidad". La gravedad API se basa en la comparación de la densidad del petróleo con la densidad del agua.

Antes de que el gas sea almacenado en los estanques, pasa por un proceso de odorización en donde se le agrega THT para añadirle aroma, ya que de esa manera se detecta la presencia de gas en el ambiente en caso de fuga, debido que el gas por sí solo no presenta ningún olor. El THT (dimetil sulfuro) es una sustancia peligrosa ya que es posiblemente carcinógeno y mutágeno, venenoso, corrosivo, medioambientalmente riesgoso y volátil (presentando un riesgo de inhalación), es por esto que se mantiene almacenado de manera muy segura y es administrado al gas en una pequeña proporción, entre 12mg/l y 24 mg/l en fase líquida de GLP, como dicta la norma nacional.

- **Zona de Tanques**

Una vez que el gas ha sido odorizado puede seguir dos diferentes caminos:

- a) Destinarse al sector de estanques de gas especial, en donde se prepara el gas dependiendo del tipo gas que el cliente solicite, para ello, primero debe ser desodorizado en una pequeña área llamada "Área de filtro gases propileno". Este gas especial es utilizado generalmente para las empresas que producen aerosoles o encendedores. Del área de filtro se genera residuo líquido que contiene algunos componentes riesgosos para salud a exposiciones prolongadas. Este residuo es enviado a una planta de tratamiento de residuos líquidos.
- b) Por otro lado, el butano y el propano odorizado pasa a la zona de tanques GLP líquido, para ser almacenados de forma separada. En esta zona se preparan las mezclas de GLP que la empresa Lipigas ofrece al mercado. Se realizan dos mezclas

frecuentemente, la corriente y la catalítica. Para hacer la mezcla de GLP normal o corriente, primero se añade butano en uno de los estanques de 400 m³ para luego inyectar desde la parte inferior el propano, hasta formar una relación ideal de 30% - 70% respectivamente.

El clima es un factor que afecta tanto el nivel de consumo del gas como la mezcla de GLP, pues en meses calurosos el consumo de gas disminuye y por el contrario en los meses de frío éste aumenta. En el caso de las mezclas, en sectores más fríos, como es el sur de Chile, la mezcla de GLP deberá tener un mayor porcentaje de propano, lo que permitirá una mejor combustión debido a la mejor vaporización que logra este gas a bajas temperaturas, mientras que en zonas cálidas y templadas, una mezcla con mayor porcentaje de butano ofrecerá una mayor combustión.

La mezcla del gas catalítico se hace en la misma proporción propano-butano que la mezcla corriente, con la diferencia que es un gas más puro, es decir, tiene una densidad menor que no debe pasar los 0,530 g/cm³, por lo general, la planta obtiene gas catalítico de densidades 0,508 g/cm³ o 0,509 g/cm³, es decir, tiene una alta pureza. Este gas se caracteriza por contaminar menos, ser más limpio, no dañar la capa de ozono y preservar la vida útil de algunos artefactos.

En la planta existen 15 tanques con capacidad de 400m³, 12 tanques de 100 m³ y 4 estanques de 160m³ especiales para gas catalítico.

- **Zona de Bombas**

Para poder transferir el GLP a la zona en donde sea requerido, es decir, ya sea a la zona de envasado o la zona de transferencia, se requiere de bombas. En la planta existen seis bombas para estos fines, cada una de ellas se utiliza para un producto diferente y/o zona específica.

- 101 y 102: transporta cualquier tipo de producto a la zona de transferencia.
- 104: transporta Mezcla Especial a línea de 45 kg.
- 106: transporta mezcla GLP normal a todas las líneas de envasado.
- 107: transporta gas especial para catalítico y autogas a todas las líneas de envasado.
- 108: transferir propano, butano o mezcla a los diferentes niveles de estanques.
- 109: transporta solo propelente (gas desodorizado) a la línea de envasado.

- **Zona de transferencia**

La zona de transferencia es el lugar en donde los camiones son rellenos de GLP para ser transportado, o para recibir GLP importado.

En el primer caso, existen cuatro diferentes escenarios:

- 1) Rellenar camiones Granel para reparto domiciliario y/o comercial (gas de medidor y gas para bombona). Estos camiones tienen una capacidad de 18m³ y salen a reparto según la demanda de pedidos para bombonas y la programación del llenado de estanques domiciliarios, la cual es analizada diariamente por el departamento de logística.

- 2) Rellenar camiones botella para reparto industrial, estos estanques tienen una capacidad de 55m³ y se programan los despachos según la demanda de los clientes, aproximadamente se llenan 8 botellas ya sea para reparto industrial o para transferencia entre plantas.
- 3) Rellenar camiones botella para transferencia entre plantas. Es común que la planta Concón apoye otras plantas del norte del país para cumplir con la demanda, ya que predomina la imagen de la empresa Lipigas S.A. por sobre el desempeño individual de cada planta.
- 4) Aprovechamiento de GLP importado. En la Zona de Transferencia también llegan camiones botella de GLP desde Argentina o Gasmar, los cuales se reciben, y su contenido es transfiriendo a la zona de Tanques por medio de bombas situadas en la zona de transferencia. En esta zona se encuentran dos tipos de equipo importantes, las bombas y los compresores. Los compresores son utilizados para realizar el intercambio de presión que se requiere para llenar los camiones.

- **Planta de envasado**

La planta de envasado es el lugar en donde son envasados los diferentes formatos 5, 11, 15 y 45 kg y las diferentes mezclas ya sean las especiales, las de GLP normal, el catalítico y autogas.

La planta de envasado tiene tres líneas de producción, cada una de ellas opera de manera diferente y produce según la demanda estimada diaria, esta demanda es calculada por el área de distribución y entregada al jefe de producción a las 15 hr, para que éste calcule la cantidad de producto que le falta por despachar, o por el contrario, si ya ha cumplido con la demanda diaria, el Supervisor de planta utiliza el tiempo restante para generar stock para el día siguiente. Por lo tanto el volumen de producción es muy similar al volumen de venta.

Los horarios de trabajo varían según la temporada. En temporada alta se trabaja con dos turnos, distribuidos desde las 8:00 hr a las 23:00 hr. En temporada baja se trabaja un turno, desde las 8:00 hr a las 15:30 hr, con posibilidad de horario extendido hasta 18:00 hr. Estos horarios pueden variar dependiendo de las fluctuaciones en la demanda.

La temporada alta comienza en Abril y se extiende hasta el mes de Septiembre, mientras que la temporada baja es desde Octubre hasta Marzo. Los días que se trabaja en la planta son seis, de lunes a sábado.

- **Almacén**

Los cilindros son almacenados, por medio de pallets, en diversos sectores de la empresa que se encuentran al aire libre. Estos pallets son movilizados por medio de grúas horquilla, cabe destacar que es la única empresa distribuidora de gas licuado que cuenta con el sistema de Paletizado, lo que permite un almacenamiento más eficiente y protege la salud de los operarios, ya que no necesitan grandes esfuerzos físico.

En las áreas de almacenamiento de cilindros no solo se guardan los cilindros llenos, sino también los cilindros vacíos, los que requieren de inspección y/o pintura, los que pertenecen a otras compañías o los que serán dados de baja por imperfecciones.

- **Distribución de cilindros**

Los camiones no hacen reparto directo, es decir, no abastecen la demanda del cliente final, sino que hacen repartos a las distribuidoras comerciales “sub-distribuidoras” por medio de los pedidos que la distribuidora solicita dependiendo de su necesidad, pero estos pedidos deben tener una cantidad mínima de productos para ser despachado, de lo contrario no se realizará el reparto. La coordinación y el detalle del pedido es una tarea que corresponde al área de logística, siendo ellos quienes se entenderán con el distribuidor comercial.

También existe la distribución de cilindros a las centrales de transferencia que trabajan con personal Lipigas, los que venden cilindros a sub-distribuidores o a clientes finales.

- **Equipos auxiliares**

Con equipos auxiliares se refiere a todos aquellos equipos necesarios para que la planta Concón funcione de manera correcta, segura y responsable con el medioambiente.

- Bomba de incendio
- Bomba auxiliar de incendio
- Compresor de aire
- Sala eléctrica
- Planta Tas (tratamiento de aguas servidas)
- Planta odorizante
- Planta de RILES

1.3.3.2. Selección del producto de estudio

A continuación se analiza los productos de la empresa Lipigas Concón para determinar el producto más importante, bajo diferentes criterios, con el fin de seleccionar el objeto de estudio.

Para seleccionar el producto a estudiar se ha identificado diversos criterios que son indispensables para realizar el análisis, en donde se ha realizado una encuesta a diferentes personas representando distintas áreas de la empresa, para identificar el orden de prioridad.

En la Tabla 1.4 se presenta los criterios de selección del tipo de producto y sus valores respectivos, en la planta Concón.

Producto	Producción (ton)	Volumen de venta (ton)	Ingresos por venta (MM\$)	Utilidad operacional % del ingreso
Envasado	54.490	44.931	\$33.830	29%
Granel	6.569	6.200	\$4.340	43%
Gas medidor	6.107	5.764	\$7.280	60%
Industria granel	6.841	6.457	\$3.223	30%

Tabla 1.4: Criterios de selección de tipo de producto planta Concón.
Fuente: Elaboración propia con datos facilitados por planta Lipigas.

Para seleccionar el producto de estudio, se ha confeccionado una matriz de decisión, que se puede observar en el Anexo 1.6. La descripción de los métodos utilizados para completar dicha matriz, se presenta a continuación.

- a) **Intervalos:** los intervalos se han calculado según los valores de cada uno de los criterios (obtenidos de la Tabla 1.4).

$$\text{Intervalo de clase} = \frac{\text{Valor Mayor} - \text{Valor menor}}{\text{Cantidad de intervalos}} \quad (1.1)$$

La cantidad de intervalos se ha seleccionado en base a la cantidad de tipos de producto que la empresa posee, en este caso la cantidad de intervalos son 4.

- b) **Orden de prioridad de criterios:** se han realizado encuestas a diferentes personas competentes en el área de estudio, entregando su opinión con respecto al orden de prioridad de los criterios. El detalle de la encuesta realizada se muestra en el Anexo 1.5, Tabla 1.

En la Tabla 1.5 se muestran los resultados obtenidos por la encuesta realizada a los funcionarios de la empresa.

Rangos	Ponderación	Criterios			
		Volumen Producción	Volumen Venta	Ingresos por venta	Margen operacional
[12-14]	4	1	1	4	1
]14-16]	3				
]16-18]	2				
]18-20]	1				

Tabla 1.5: Prioridad de criterios identificado por encuesta.

Fuente: Elaboración propia.

- c) **Ponderación parcial:** es la ponderación del producto por cada uno de los criterios establecidos, ver matriz de ponderación Anexo 1.6.

$$\text{Ponderación Parcial} = (\text{ponderación del intervalo}) \times (\text{prioridad del criterio}) \quad (1.2)$$

- d) **Ponderación total:** es la ponderación total del producto, resultante de la suma de las ponderaciones parciales por cada criterio, ver matriz de ponderación Anexo 1.6.

$$\text{Ponderación total} = \sum \text{ponderaciones parciales del producto} \quad (1.3)$$

El producto seleccionado para el Trabajo de Título es “Envasado”, debido a que presenta la mayor puntuación total en la matriz de criterios v/s productos. Ver Anexo 1.6.

1.3.4. Proceso envasado

El proceso de envasado consiste en inyectar GLP a los cilindros que posteriormente serán comercializados principalmente para el consumo doméstico.

Lipigas utiliza los formatos de 5, 11, 15 y 45 kg tanto para comercializar el gas normal como el catalítico. Estos cilindros son fabricados en fierro y su peso, también denominado "Tara", es registrado en el cilindro, en una zona visible cerca de la válvula. La empresa además posee cilindros de aluminio o fierro en formatos de 15 kg para almacenar gas especial, utilizado para vehículos llamado Auto-gas. La comercialización de este producto es principalmente industrial, uno de los principales usos es como combustible para las grúas horquillas.

La planta de envasado Concón cuenta con tres líneas de producción, línea 5K, 15K y 45K, y sus características principales se presenta en la Tabla 1.6.

Características	Línea 5 kilos	Línea 15 kilos	Línea 45 kilos
Tipo de productos que envasa.	Cilindros de 5 kg, gas normal y catalítico.	Cilindros de 11 y 15 kg, gas normal y catalítico.	Cilindros de 45 kilos, gas normal y catalítico. Cilindros de 15 kg, gas especial (auto-gas).
Cantidad de máquinas.	7 maquinas	9 maquinas	5 maquinas
Eficiencia (nominal v/s real).	50%	65%	80%
Capacidad productiva.	350 cilindros/hr	900 cilindros/hr	100 cilindros/hr

Tabla 1.6: Características generales de las líneas de envasado.

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 1.9 muestra la secuencia de máquinas presente en cada una de las líneas de envasado de cilindros en la planta Concón.



Figura 1.9: Diagrama de bloques, secuencia de máquinas presentes en las líneas de envasado. Observe el detalle del diagrama en el Anexo 1.7.1.

Fuente: Elaboración propia.

Observación: La máquina detectora de ovalidad perteneciente a la línea 5K se encuentra detenida debido a un error de calibración. Su parámetro es demasiado exigente, resultado de haber sido calibrada con cilindros nuevos y en perfecto estado, lo cual no refleja el estado real y común de los cilindros que ingresan a la línea, por lo tanto, la máquina expulsa la mayoría de los cilindros. Se ha intentado cambiar la calibración de la máquina, sin embargo, es imposible a pesar de que se ha acudido a diferentes especialistas.

1.3.4.1. Proceso líneas de envasado

En la Figura 1.10 se presenta el diagrama de flujo del proceso productivo de la línea 5K.

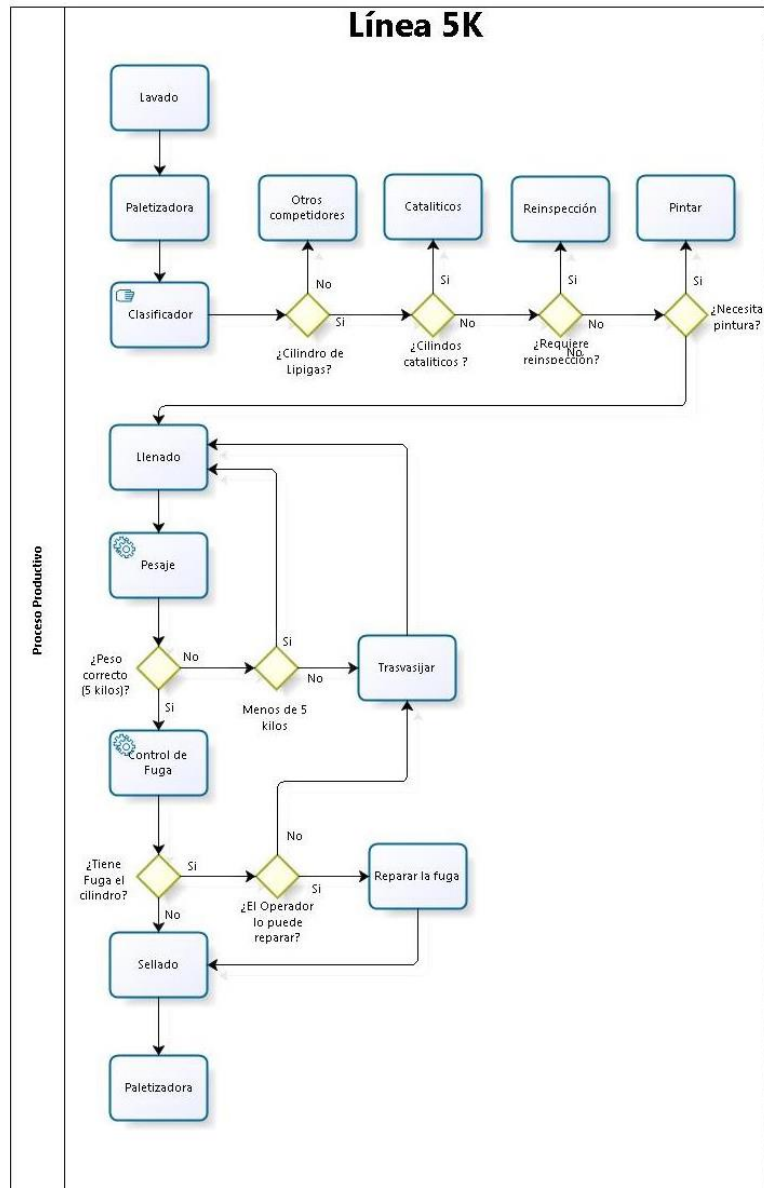


Figura 1.10: Diagrama de flujo, línea 5K.
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 1.11 se presenta el diagrama de flujo del proceso productivo de la línea 15K.

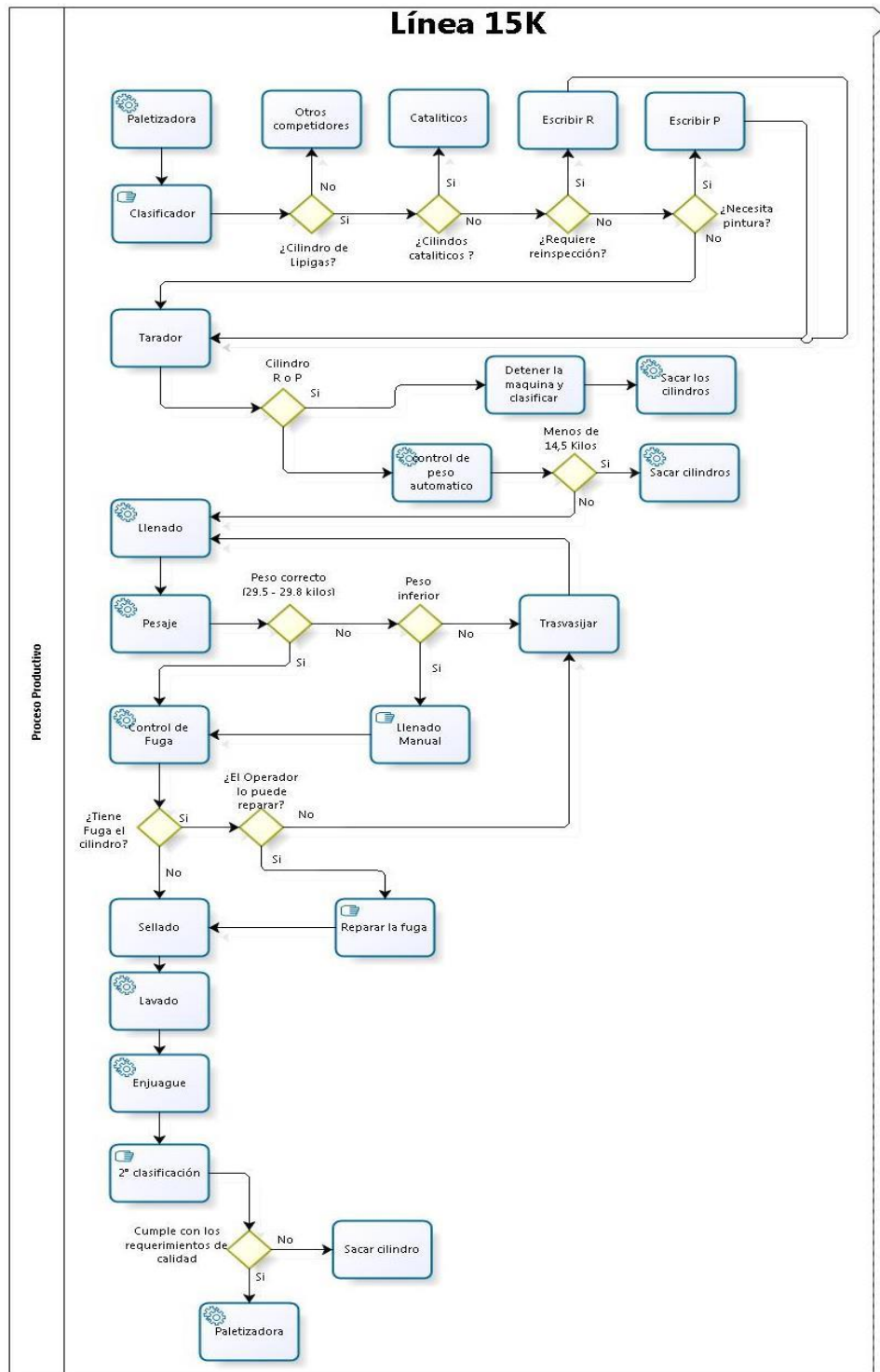


Figura 1.11: Diagrama de flujo, línea 15K.
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 1.12 se presenta el diagrama de flujo del proceso productivo de la línea 45K.

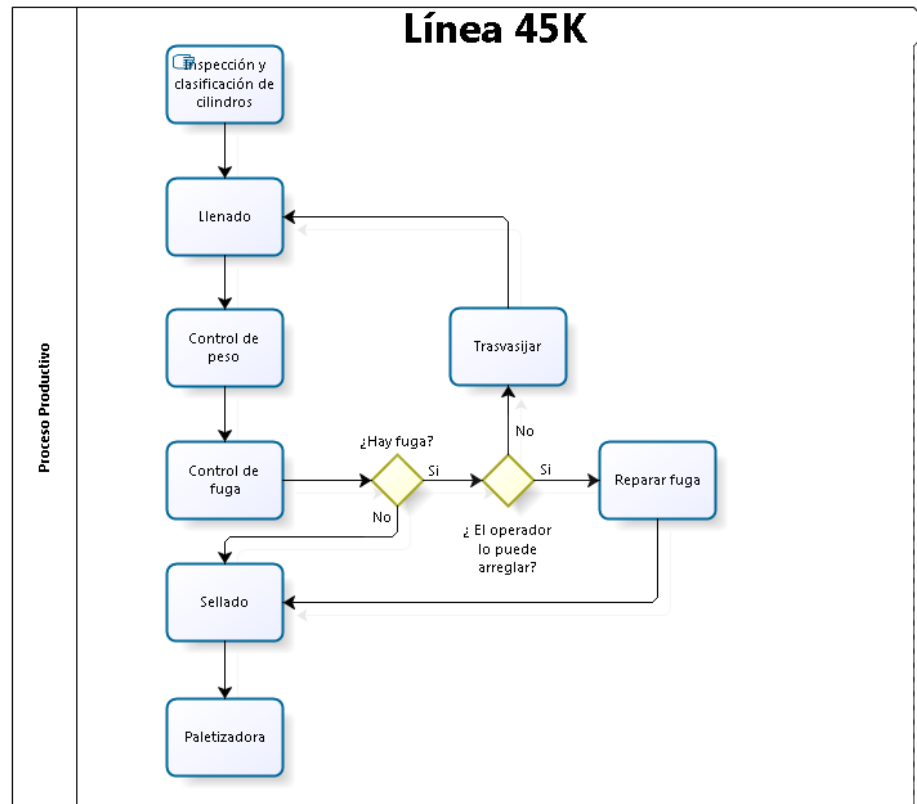


Figura 1.12: Diagrama de flujo, Línea 45K.
Fuente: Elaboración propia.

Para una mayor comprensión de los procesos ver Anexo 1.7.2 “Descripción proceso productivo de líneas de envasado”.

1.3.4.2. Selección línea de envasado para estudio.

Para continuar con la selección de la zona de estudio, se procede a escoger la línea de envasado, para ello, se ha seleccionado distintos criterios los cuales son: número de detenciones, tiempo de detención, volumen de producción, ingresos por venta y margen operacional de cada una de las líneas.

La información que se detalla a continuación servirá para completar la matriz de ponderación, la cual revelará la línea de envasado a escoger. El periodo comprendido es Enero – Diciembre de 2014, que corresponde a los datos entregados por la planta Lipigas de Concón. Para ver el detalle de las ventas ver Anexo 1.8.

	Número de detenciones Nov 2014 – May 2015	Tiempo de Detenciones hr Nov 2014 – May 2015	Producción/línea Ene-Dic 2014 Cantidad de cilindros	Ingresos por venta Pesos Chilenos Ene-Dic 2014 MM\$	Margen operacional
Línea 5K	396	258,3	849.567	\$3.561	47%
Línea 15K	372	237,3	2.798.606	\$25.091	26%
Línea 45K	341	257,0	279.026	\$5.177	27%

Tabla 1.7: Datos por línea de los criterios de selección.

Fuente: Elaboración propia.

Para seleccionar la línea de envasado que será objeto de estudio, se ha confeccionado una matriz de decisión, la cual se observa en el Anexo 1.9. La descripción de los métodos utilizados para completar dicha matriz, se presenta a continuación.

- a) **Intervalos:** los intervalos se han calculado según los valores de cada uno de los criterios obtenidos de la Tabla 1.7. Ver Formula 1.1, pág. 35.

La cantidad de intervalos se ha seleccionado en base a la cantidad de líneas de envasado que posee la planta, en este caso la cantidad de intervalos es 3.

- b) **Orden de prioridad de criterios:** se ha realizado encuestas a diferentes personas competentes en el área de estudio, entregando su opinión con respecto al orden de prioridad de los criterios. El detalle de la encuesta realizada se muestra en el Anexo 1.5, Tabla 2.

En la Tabla 1.8 se muestran los resultados obtenidos por la encuesta realizada a los funcionarios de la empresa.

Rangos	Ponderación	Criterios				
		N° detenciones	Tiempo detenciones	Producción por línea	Ingreso por venta	Margen operacional
[12-14,4]	5	1	2	5	4	3
]14,4-16,8]	4					
]16,8-19,2]	3					
]19,2-21,6]	2					
]21,6-24]	1					

Tabla 1.8: Prioridad de criterios identificado por encuesta.

Fuente: Elaboración propia.

- c) **Ponderación parcial:** es la ponderación de la línea de envasado por cada uno de los criterios establecidos, ver Formula 1.2, pág. 35. Ver matriz de ponderación Anexo 1.9.
- d) **Ponderación total:** es la ponderación total de la línea de envasado, resultante de la suma de las ponderaciones parciales por cada criterio, ver Formula 1.3, pág. 35. Observe los resultados en la matriz de ponderación Anexo 1.9.

La línea de envasado escogida es la línea 15K, debido a que presenta la mayor ponderación total en la matriz de decisión. Ver Anexo 1.9.

1.4. Proceso de mantenimiento.

En este punto se realiza una descripción del proceso de mantenimiento, que la Planta Concón desarrolla en la actualidad para el sector de envasado.

En un principio se ha analizado, utilizando bibliografía, el tipo de mantenimiento que se realiza en la Planta. Luego de haber realizado inspecciones visuales, entrevistas y encuestas, de manera de identificar y clasificar según los textos utilizados, las actividades de mantenimiento actuales.

1.4.1. Tipos de mantenimiento

En la Figura 1.14 se puede observar los tipos de mantenimiento que existen según Alejandro J. Pistarelli *“Manual de mantenimiento; Ingeniería Gestión y administración”*, texto con el cual realizaremos la clasificación de las actividades de mantenimiento actuales de la Planta de envasado Lipigas Concón.

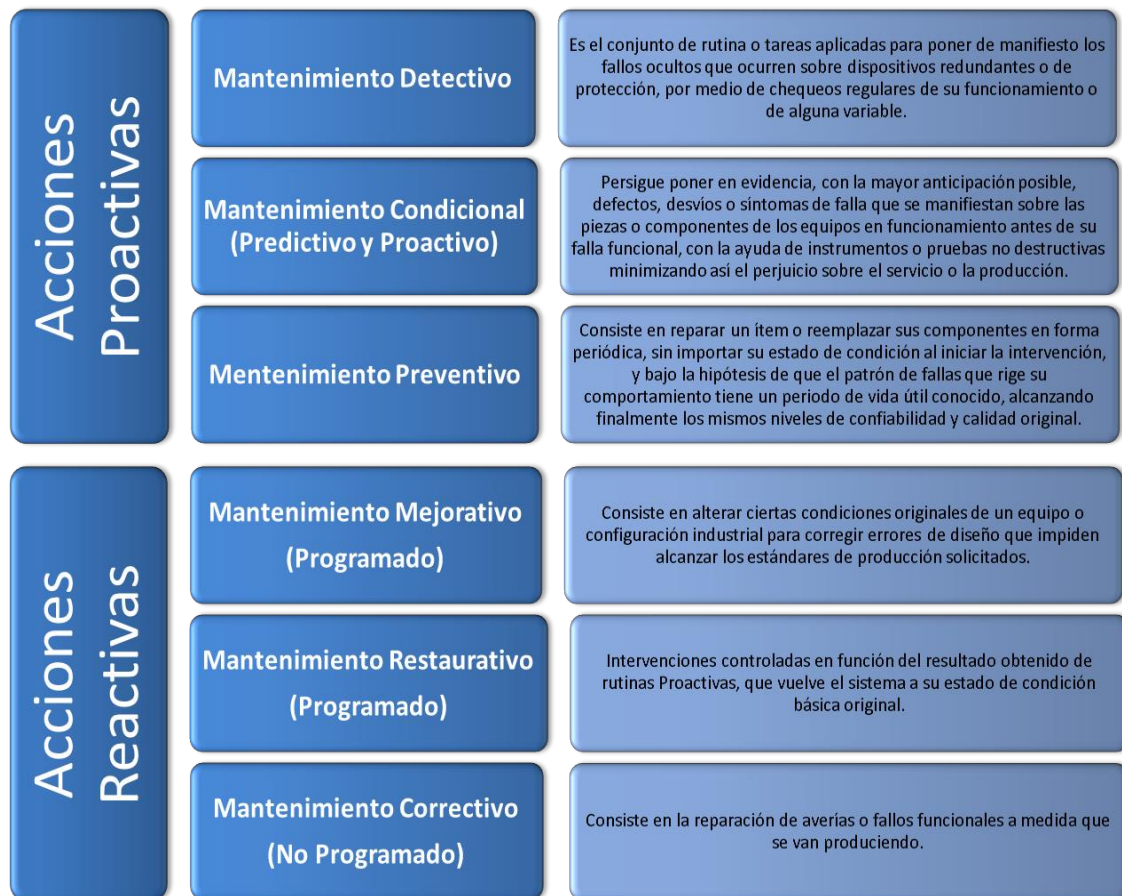


Figura 1.13: Tipos de Mantenimiento

Fuente: Manual de Mantenimiento; Ingeniería, Gestión y Organización. Alejandro J. Pistarelli.

1.4.2. Mantenimiento planta Concón

Como se ha mencionado anteriormente, en Lipigas el mantenimiento se divide en dos secciones, las cuales tienen designado un encargado para cada una. Una de las secciones se hace cargo del mantenimiento de las instalaciones que no están directamente relacionadas con el proceso productivo, y la otra sección se hace cargo del mantenimiento de todos los equipos y maquinaria que esté relacionada con el proceso productivo, el cual es denominado "Mantenimiento de Planta".

Luego de haber analizado la información recopilada en salidas a terreno (inspección visual), entrevistas a diferentes expertos relacionados con el área de Mantenimiento de planta y la información recopilada en fuentes bibliográficas, se ha identificado que el mantenimiento que la planta realiza tiene dos componentes; Mantenimiento Restaurativo y Mantenimiento Correctivo, ambos pertenecientes a Acciones Reactivas de Mantenimiento.

El mantenimiento de planta se realiza mayormente por personal interno de Lipigas que es contratado bajo el cargo de técnico mantenedor, los cuales realizan las actividades restaurativas programadas y correctivas, que cada una de las máquinas necesita según el plan de mantenimiento actual diseñado. Las mantenciones externas son muy reducidas, del orden del 8% del total de actividades, y se realizan dependiendo de la gravedad de la falla o por desperfectos electrónicos o eléctricos.

Para el mejor entendimiento, la planta Concón ha realizado una clasificación de los equipos y maquinarias que requieren de mantenimiento en planta, separándolas en zonas o áreas relacionadas, las cuales son las siguientes: camiones granel, zona de tanques, planta de envasado, zona bombas, zona de transferencia y equipos auxiliares.

Las actividades del mantenimiento de planta de envasado se ven afectadas principalmente por los repuestos requeridos, ya que la mano de obra está cubierta, en cierta medida, por los mismos mecánicos de planta. Adicionalmente, se hacen contrataciones de personal externo para las mantenciones en las cuales se requiere de personal más especializado.

La gestión de repuestos para el mantenimiento de planta redundante principalmente en el abastecimiento de los mismos, considerando las fallas habituales de los equipos. Con una parte del presupuesto anual, se realizan pedidos anuales de repuestos e insumos, que por lo general, son de alta rotación, y el monto restante es dividido en los 12 meses del año, con la finalidad de cubrir las necesidades de mantenimiento correctivo y restaurativo. El método de gestión de repuestos que la empresa posee, impide hacer gestión de proveedores, lo que entorpece el abastecimiento de los repuestos, desde el punto de vista de costos y el tiempo de entrega.

La empresa Lipigas planta Concón no posee una bodega de repuestos propiamente tal, se utiliza principalmente un sector del taller de mantenimiento para almacenar algunos repuestos, otras veces se utilizan diferentes sectores del edificio administrativo para guardarlos y en otras ocasiones se destina algún espacio dentro de la planta para almacenar, lo que impide una logística de distribución de los repuestos para su eventual uso. Hoy en día, la planta reconoce esta falencia y por tanto ya se ha comenzado a hacer el estudio de la inversión técnico de la incorporación de una bodega destinada para el almacenamiento de los repuestos.

Para mayor información en el Anexo 1.10 se presenta el diagrama del proceso de abastecimiento y uso de repuestos.

La línea 15K posee 13 equipos a los cuales se les debe hacer mantenimiento, entre ellas están el sección motriz, peso residual, paletizadora, introductor de cilindro, llenadora, detectora de fuga, cabina de prelavado, lavadora, línea re inspección, selladora, control de peso, detectora ovalidad y despaletizadora.

A continuación se describe el mantenimiento que se les realiza a los equipos de la línea 15K de la planta de envasado.

1.4.2.1. Equipos que requieren mantenimiento.

Cada uno de los equipos a los que se les realiza mantenimiento, poseen componentes neumáticos, mecánicos y eléctricos.

Con mantenimiento eléctrico se refiere a inspecciones, ajustes y/o reemplazos de cables, sensores, contactos, elementos eléctricos, tarjetas y componente lógico de los diferentes equipos que componen la línea de envasado 15K.

Con mantenimiento mecánico se refiere a todas las inspecciones, ajustes, limpieza, lubricado, reemplazos, etc. de los componentes mecánicos de los equipos utilizados en la línea 15K como motor-reductores, cadenas, descansos de pie, piñones, elementos neumáticos, rodamientos, sistemas de transmisión, arietes, válvulas, ruedas, entre otros. En el Anexo 1.11 se detalla los componentes de cada equipo perteneciente a la línea 15K, señalando mantenimiento mecánico o eléctrico.

En el Anexo 1.12 se puede observar, a modo de ejemplo, un documento y una ficha del mantenimiento diario de la línea 15K de la planta Lipigas Concón.

1.4.2.2. Tipos de mantenimiento

A continuación se describe los tipos de mantenimiento que se realiza en el área de Mantenimiento de Planta.

- **Mantención restaurativa**

El proceso actual de mantenimiento restaurativo se realiza en base a las siguientes actividades.

- a) Rutinas de inspección
- b) Limpieza ajuste y lubricación
- c) Calibración

Los documentos para realizar estas actividades los ha confeccionado el supervisor de mantenimiento, en base a la experiencia. Estos documentos están disponibles para que los operarios de planta los utilicen, según la frecuencia y los materiales que requiere.

Dado lo anterior, el proceso comienza cuando el mecánico de planta inicia una de las actividades de mantenimiento anteriormente descritas, apoyándose de los documentos de

mantenimiento, los cuales están clasificados por máquina y por línea. Ver Anexo 1.13 con un ejemplo del documento entregado a la planta de envasado.

El mecánico utiliza una ficha con las actividades de mantenimiento que debe realizar, esta ficha se rellena de manera diaria, semanal o anual dependiendo de la frecuencia de la actividad descrita por supervisor de mantenimiento de Planta, y debe apoyarse del documento facilitado por el mismo, ya que en él se especifica los materiales que debe utilizar. En caso que durante la inspección se identifique un problema en el mecanismo ya sea eléctrico o mecánico, se procede a realizar el mantenimiento correctivo.

El Técnico Mecánico de planta debe cerciorarse de que los Técnicos Mantenedores utilicen y registren en la ficha del equipo, el mantenimiento realizado, así como de las observaciones que el operario debe registrar en caso de que sea necesario. Ver Anexo 1.14 con ejemplo de ficha que el operario debe rellenar.

Las fichas completadas por los mecánicos y supervisor, se archivan para llevar un registro en planta de las actividades de mantenimiento que se han realizado para luego, cuando haya periodo de auditoría, todo esté en orden. También estos documentos estarán disponibles por si es necesario hacer algún análisis.

Recientemente se está llevando a cabo un sistema nuevo de registro, en donde el técnico mantenedor de planta, próximo a terminar su turno de trabajo, debe ingresar en *MTSolutions* para asignar el motivo de la detención de la producción, ya que el sistema está en red con el funcionamiento de las líneas de envasado y registran las detenciones (hora y tiempo) automáticamente en el sistema, sin asignar la causa.

En el caso que un mantenimiento correctivo deba realizarse por terceros (externo), el Supervisor de mantenimiento debe cotizar, coordinar y solicitar al externo, ya sea particular o empresa, para la realización del mantenimiento.

El diagrama de proceso de mantención restaurativo se presenta en la Figura 1.14.

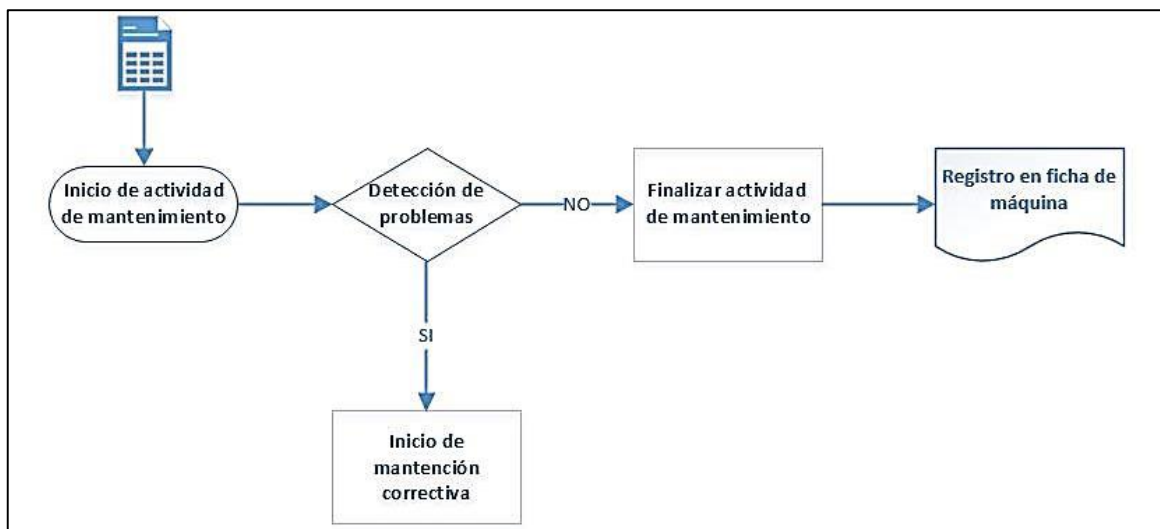


Figura 1.14: Diagrama de flujo mantenimiento restaurativo, Línea 15K planta Concón Lipigas. Fuente: Elaboración propia.

- **Mantenimiento Correctiva**

La mantención correctiva se puede realizar a consecuencia de una actividad de mantenimiento restaurativo, que identificó un problema en el mecanismo del equipo, o puede originarse por una falla inesperada que produjo la detención de la línea de envasado.

La reparación, dependiendo de la complejidad, será realizada por los mismos mecánicos de la planta o será realizada por terceros.

Cualquiera sea la causa del mantenimiento correctivo, si produjo una detención de la línea de envasado, el operador debe ingresar al sistema *MTSolutions*, clasificar la falla, registrarla y asignarla al periodo de detención de línea que corresponda.

En el sistema existen 387 clases de fallas diferentes y a cada una, el mecánico puede agregarle una observación, por lo tanto el sistema de monitoreo es bastante completo, pero se ha comenzado a utilizar desde Noviembre del 2014 y por lo tanto aún existen detalles que pulir.

Finalmente, el registro de datos en el sistema sirve para analizar la disponibilidad de los equipos así como también la eficiencia de la línea de producción y varios otros indicadores que ayudan a la empresa para la toma de decisiones.

Observe la imagen de detenciones Línea 15K en *MTSolutions* Anexo 1.15

El diagrama de flujo de mantención correctiva se observa en la Figura 1.15

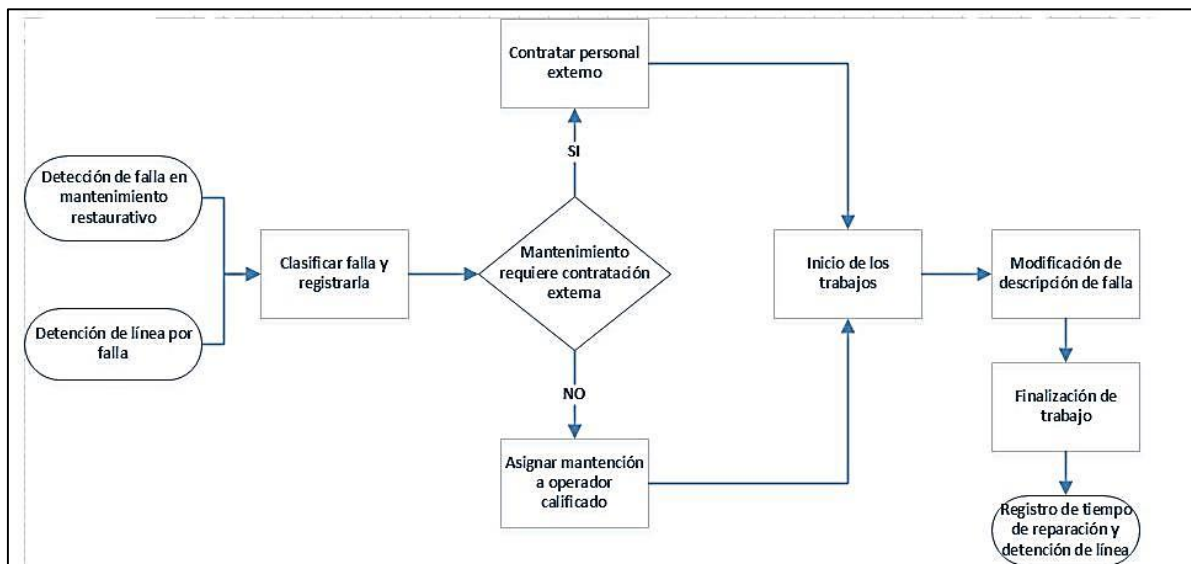


Figura 1.15: Diagrama de flujo de mantención correctiva línea 15K Planta Concón.

Fuente: Elaboración propia.

1.5. Definición del Problema

En este punto se define el problema considerando los antecedentes de la situación actual, específicamente la producción paralizada y sus consecuencias. Se aplica la herramienta Ishikawa para identificar las causas de la inexistencia de confiabilidad de los equipos en estudio, finalizando con Análisis de Pareto para jerarquizarlas con el fin de identificar las causas relevantes y dar solución al problema.

1.5.1. Antecedentes del Problema

Lipigas tiene como producto principal dentro de la planta de envasado los cilindros de 15 kg, ya que cuentan con una mayor demanda en el mercado, es por ello que la línea de envasado de 15 kg es la más moderna dentro de la planta, envasando 900 cilindros/hr con una eficiencia del 65%. Cabe destacar que las mantenciones dentro de una planta que cuenta con solo una línea de producción de su producto estrella, son fundamentales. En la Figura 1.16 se presenta el diagrama del mantenimiento actual de planta.



Figura 1.16: Diagrama de situación actual.
Fuente: Elaboración propia.

Como se ha mencionado, Lipigas realiza mantenimiento en torno a acciones reactivas, las cuales se enmarcan en Mantenimiento Reactivo y Mantenimiento Correctivo, dependiendo de la situación.

El mantenimiento basado en acciones reactivas no permite prevenir o predecir fallas de la maquinaria y eventuales detenciones, lo que conlleva la paralización de la producción. La paralización de la producción, dependiendo del tiempo de reparación de la maquinaria, puede impactar no solo en la producción sino también en diversas áreas de ella, como por ejemplo: excesivos aumentos en los costos de mantenimiento, disminución de los ingresos por ventas y/o incremento en los costos operacionales consecuencia de la producción paralizada y por último, impactos en la imagen corporativa debido al no cumplimiento de las necesidades de la demanda.

1.5.1.1. Producción paralizada

La falta de Acciones proactivas en el mantenimiento actual de la Planta Concón, es una de las causas de las fallas en los activos industriales, las cuales también son parte de las causas, no planificadas, por las que se detiene la línea de producción.

En el Anexo 1.16 se da a conocer la clasificación que el sistema posee para las detenciones de la línea 15K.

Dentro de la clasificación de las detenciones, para este caso de estudio, nos interesan las detenciones relacionadas con las fallas de los equipos y las detenciones planificadas, en donde se encuentra el mantenimiento restaurativo programado (aquellos que se visualiza en color amarillo en la tabla del Anexo 1.16).

En la Figura 1.17, Figura 1.18, Figura 1.19 y Figura 1.20, se puede apreciar la distribución del número y el tiempo de las detenciones planeadas y detenciones producidas por fallas, de la línea 15K, en un periodo de seis meses, obtenidos del sistema *MTSolutions*.

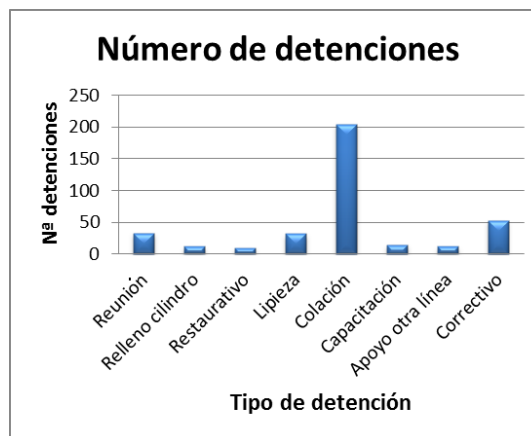


Figura 1.17: Número de detenciones planificadas y producidas por falla, Línea 15K
Fuente: Elaboración propia.



Figura 1.18: Número de detenciones mantenimiento restaurativo y correctivo, Línea 15K.
Fuente: Elaboración propia.

Con respecto al mantenimiento de la gráfica anterior, se puede rescatar que sí se reúnen las detenciones relacionadas con el mantenimiento restaurativo y el mantenimiento correctivo, el 16% de las detenciones son producidas por el mantenimiento programado, mientras que el 84 % de las detenciones son producidas por fallas de los equipos. Ver Anexo 1.17.

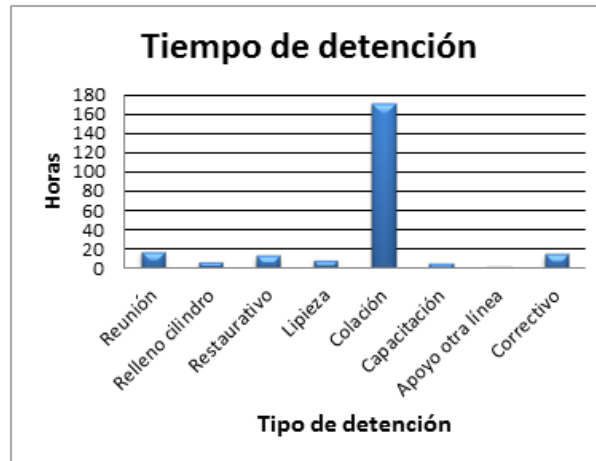


Figura 1.19: Tiempo de detención en Horas, planificadas y producidas por falla, Línea 15K.
Fuente: Elaboración propia.

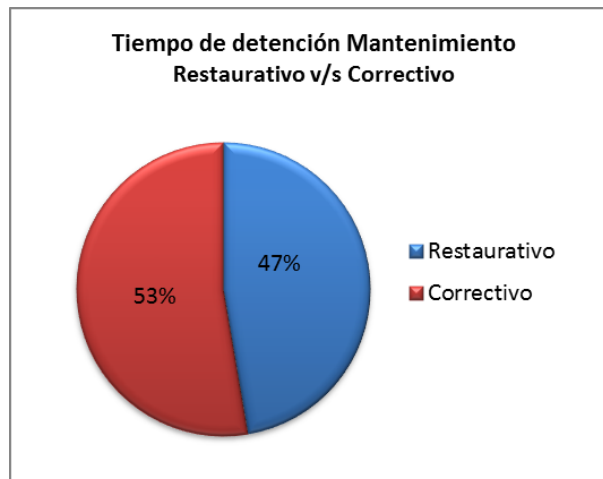


Figura 1.20: Tiempo de detención Mantenimiento restaurativo y correctivo, Línea 15K.
Fuente: Elaboración propia.

Con respecto al mantenimiento, de la gráfica anterior se puede rescatar que según el tiempo de duración de la detención, las detenciones producidas por fallas son ligeramente superiores a las detenciones producidas por el mantenimiento restaurativo programado. Anexo 1.17.

Si bien la clasificación que posee mayor tiempo y número de detenciones en la línea es “Colación”, ésta categoría no está siendo evaluada como objeto de estudio, sin embargo, se recomienda retirar este ítem de los indicadores de producción que tiene actualmente la empresa y reemplazarlo por un ítem de “actividad de mantención diaria”, debido a que este periodo se utiliza con esos fines.

Consecuencias de paralización de la producción.

Al paralizarse la producción, en la mayoría de los motivos clasificados en la tabla del Anexo 1.16, se genera diferentes consecuencias para la organización, las cuales se detallan a continuación:

- **Aumento de costos operacionales:** diariamente se calcula la demanda de cilindros bajo diferentes factores, esta demanda es comunicada al supervisor de producción de planta, el cual debe cumplir con dichos requerimientos y dejar un margen de cilindros envasados como stock de seguridad. Al producirse detenciones en la línea, dependiendo del tiempo de detención, el supervisor podrá o no cumplir con la meta del día en el horario normal de trabajo, si no cumple, se incurrirá en horas extras, aumentando los costos operacionales.
- **Disminución en los ingresos:** si bien la planta está dispuesta a pagar horas extras a sus trabajadores para cumplir con las demandas del día y así obtener el margen operacional esperado, existen fallas que no pueden ser resueltas rápidamente y el riesgo que eso ocurra aumenta a medida que no se realice ajustes, inspecciones o cambio de repuestos de manera preventiva. Además, en temporada alta, cuando la demanda aumenta considerablemente, una detención prolongada en la línea 15K provocaría tiempo irrecuperable de producción, y en consecuencia, una pérdida de ingreso por no cumplir con la demanda requerida diaria. Se debe tomar en cuenta que la línea produce 900 envases por hora y la planta posee una demanda diaria normal de 170 ton en envases de 11 y 15 kg.
- **Imagen corporativa:** cuando la empresa no cumple la demanda de sus clientes, el cliente se decepciona produciendo virales negativos acerca de los servicios que entrega, en consecuencia, la imagen corporativa se ve afectada y es muy difícil y costoso recuperarla.
Para no dañar la imagen corporativa de la empresa, Lipigas mantiene distintas políticas acerca del tiempo de distribución a los clientes, pero es esencial que exista stock de productos para cumplir con las metas propuestas.

1.5.2. Problema detectado

El problema se enfoca en el área de mantenimiento de la planta Concón de Lipigas, específicamente en la línea 15K del área de envasado, luego de haber realizado una selección objetiva, respaldada en investigación y datos, plasmados en una matriz de ponderación. El periodo en el cual se definirá la problemática es de Noviembre del 2014 a Mayo del 2015, debido a la reciente implementación de monitoreo *MTSolutions*, que entrega datos reales del registro y control de las líneas productivas.

“La confiabilidad de un sistema o un equipo, es la probabilidad que dicha entidad pueda operar durante un determinado periodo de tiempo sin pérdida de su función. El fin último del Análisis de confiabilidad de los activos físicos es cambiar las actividades reactiva y correctivas, no programadas y altamente costosas, por acciones preventivas planeadas que dependan de análisis objetivos, situación actual e historial de equipos y permitan un adecuado control de costos”. [Espinosa 11]

Como se ha mencionado anteriormente, el mantenimiento que posee la empresa en las líneas de envasado, se ha definido como una combinación entre mantenimiento restaurativo y mantenimiento correctivo, ambas pertenecientes a Acciones Reactivas de mantenimiento, y según la bibliografía, son actividades que no entregan confiabilidad operacional de equipos.

En la Figura 1.18 y Figura 1.20 se puede apreciar claramente que predomina el mantenimiento correctivo en cuanto a detenciones de línea se trata, sin embargo, la mayoría de las mantenciones restaurativas no involucran una detención, ya que prevalecen la inspección y chequeos rutinarios.

Una de las desventajas del Mantenimiento Correctivo mencionadas anteriormente señala que *“En intervenciones correctivas no controladas, puede afectarse la disponibilidad de Planta deteniendo la producción y generando grandes pérdidas en cantidad y calidad”* [Pistarelli 10], esto conlleva una incertidumbre operacional, posibles pérdidas en la producción, y aumento en los costos globales de mantenimiento y producción.

Las mantenciones Reactivas Restaurativas, a pesar de estar programadas, no aseguran una confiabilidad operacional, sin embargo son parte de un Plan de Mantenimiento Preventivo, el cual tiene como beneficio brindar Confiabilidad y disminuir los Riesgos, aumentando la disponibilidad de los activos industriales, a través de la disminución de las detenciones no programadas, minimizando averías imprevistas de los equipos y minimizando los gastos debido a reparaciones de emergencia, entre otras cosas.

Por lo tanto, el problema detectado es la *“inexistencia de Confiabilidad Operacional de equipos que asegure la disponibilidad de los activos industriales, disminuyendo las frecuencias de detenciones no programadas”*.

Cabe destacar que la empresa maneja costos globales de mantenimiento, sin tener una visión detallada de los costos implicados en cada una de las mantenciones efectuadas, dejando en incertidumbre los costos reales que se consumieron por máquina o por línea.

1.5.3. Análisis Pareto para priorizar las causas del problema.

Ya que se ha identificado el problema, lo siguiente será reconocer las causas, para ello se han propuesto diferentes motivos en base a inspección visual e investigación.

A continuación se presenta el Diagrama de Causa y Efecto en donde está representado el problema identificado y las causas propuestas.

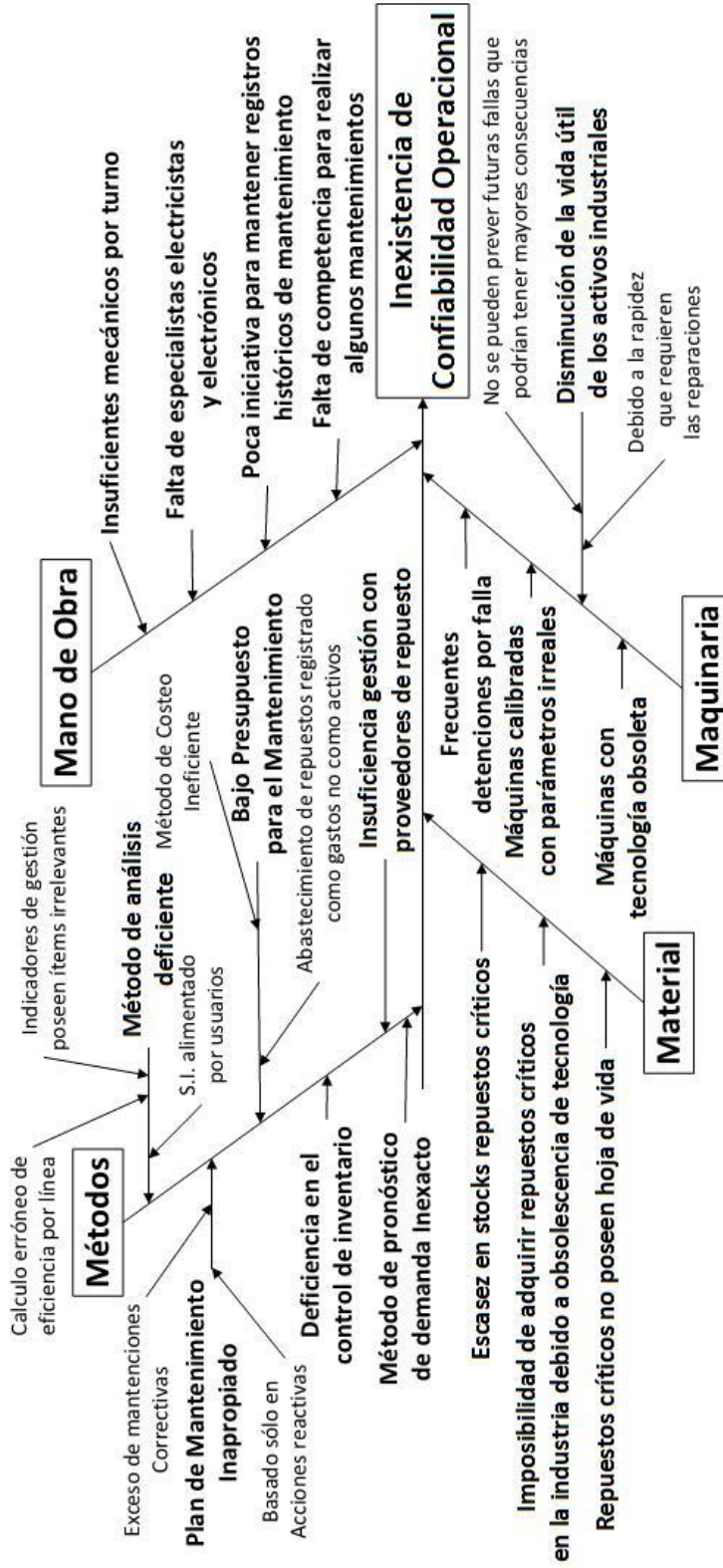


Figura 1.21: Diagrama de Ishikawa o Causa-Efecto.
Fuente: Elaboración propia.

Para priorizar las causas del problema, se creó y aplicó una encuesta a diferentes expertos, en donde se les solicitó evaluar las causas con una calificación de 1 a 7. Observe la encuesta “Relevancia de Causas” en el Anexo 1.18.

El objetivo de esta encuesta es realizar un Análisis de Pareto para identificar las causas más frecuentes y relevantes del problema, de esta manera priorizarlas para dirigir el estudio a los objetivos del Trabajo de Título. El procedimiento se describe a continuación:

- a) Proponer causas de la problemática.
- b) Realizar encuesta para cuantificar prioridades de las causas.
- c) Sumar las calificaciones de todos los expertos para cada causa (Frecuencia).
- d) Cálculo de frecuencia y frecuencia acumulada.
- e) Realización de diagrama de Pareto.
- f) Identificación de causas relevantes.

Producto de la encuesta aplicada a los expertos de todas las áreas involucradas, acerca de la confiabilidad de las máquinas, se obtuvo que las causas con mayor frecuencia acumulada, que cubren el 80% aproximadamente son: exceso de mantenimiento correctivo, falta de mecánicos especialistas electrónicos y electricistas, máquinas con tecnologías obsoletas y método de costeo ineficiente, presente en el Anexo 1.19. El resultado obtenido de Análisis de Pareto se presenta en el siguiente Diagrama de Pareto, Figura 1.22.

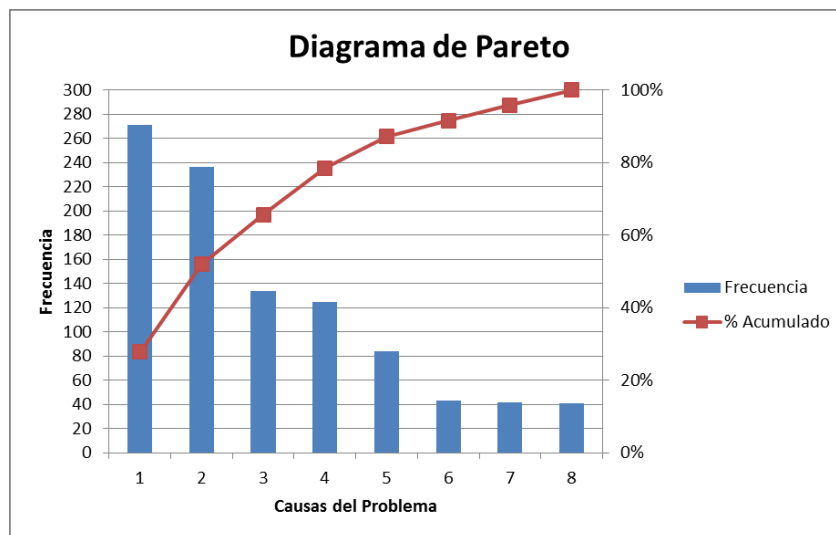


Figura 1.22: Diagrama de Pareto, Causas del problema.
Fuente: Elaboración propia.

1.6. Metodologías aplicables

En el presente punto se realiza un análisis de diferentes metodologías aplicables al problema, que tienen la característica de solucionar la mayoría de las causas ya identificadas. Se comparan las ventajas y desventajas de cada método respecto de su aplicación en lugar de otro.

1.6.1. Mantenimiento productivo total (TPM)

La filosofía principal del Mantenimiento Productivo Total es lograr un equipo de trabajo involucrado al máximo que proteja, cuide, limpie y realice todas las labores de mantenimiento preventivo, para lograr que no se produzca ningún tipo de fallo o avería que detenga la producción. Para ello se necesita un compromiso por parte de todas las áreas de la empresa.

Ventajas

- Optimizar al máximo los procesos de producción de cualquier industria, aumentando los beneficios económicos y ampliando el margen de beneficios por cada producto fabricado.
- Lograr una máxima motivación del personal vinculado a cualquier proceso.
- Evitar averías graves que aumente los costes y detengan la producción. Esto es posible gracias a un mantenimiento periódico y estructurado que cubre todos los aspectos necesarios para saber que las máquinas están operando con normalidad.

Desventajas:

- Implementación lenta y costosa.
- Necesidad de un compromiso total de la empresa.
- Cambio de hábitos productivos.
- Aceptación de normas estrictas de calidad y la revisión periódica de cada uno de los equipos o máquinas utilizadas en el proceso de producción.

Importantes organizaciones como Dupont, Kodak, Motorola, Ford Motor Co., Boeing, General Electric, y también el Servicio Postal de los EE.UU., comenzaron a usar esta metodología, considerada por el gobierno Estadounidense como una de las "mejores prácticas de manufactura". Ahora varios cientos de empresas ya se encuentran bajo este innovador proceso del TPM. Sin embargo, sólo un pequeño porcentaje de ellas tienen éxito en esta disciplina ya que cuando no se capta correctamente el proceso de pensamiento o existen pobre comunicación o débil liderazgo, la implementación de TPM se hace difícil y frecuentemente falla. [TPMOnline 11].

1.6.2. Mantenimiento centrado en Confiabilidad (RCM)

El RCM o *Reliability Centered Maintenance* es una metodología para el desarrollo de un plan de mantenimiento basado en el análisis de fallos de la instalación. El objetivo fundamental de la implantación de un Mantenimiento Centrado en Fiabilidad o RCM en una planta industrial, es aumentar la disponibilidad y disminuir costes de mantenimiento.

Ventajas

- Mejora la comprensión del funcionamiento de los equipos y sistemas.
- Analiza todas las posibilidades de fallo de un sistema y desarrolla mecanismos que tratan de evitarlos.
- Determina una serie de acciones que permiten garantizar una alta disponibilidad de la planta, equipos más seguros, mejorar la calidad de los productos y disminuir costos.
- Su lenguaje técnico es común, sencillo y fácil de entender para todos los empleados vinculados al proceso RCM, permitiendo al personal involucrado en las tareas saber

qué pueden y qué no pueden esperar de esta aplicación y quien debe hacer qué, para conseguirlo.

Desventajas

- Dificultad al definir los límites de aplicación de la metodología.
- Se requiere de la colaboración de todas aquellas personas relacionadas al equipo, en ocasiones se puede generar resistencia de algunos departamentos a compartirla.
- Dificultad en el manejo de gran cantidad de información.
- Requerimiento de un equipo de trabajo fijo.

El Mantenimiento Centrado en Confiabilidad fue desarrollado en un principio por la industria de la aviación comercial de los Estados Unidos, en cooperación con entidades gubernamentales como la NASA y privadas como la Boeing (constructor de aviones). Desde 1974, el Departamento de Defensa de los Estados Unidos, ha usado el RCM, como la filosofía de mantenimiento de sus sistemas militares aéreos. El éxito del RCM en el sector de la aviación, ha permitido que otros sectores tales como el de generación de energía (plantas nucleares y centrales termoeléctricas), petroleros, químicos, gas, refinación y la industria de manufactura, se interesen en implantar esta filosofía de gestión del mantenimiento, adecuándola a sus necesidades de operación. [Amendola 06].

1.6.3. Análisis de Criticidad (CA)

Es una técnica que permite jerarquizar sistemas, equipos e instalaciones, en función de su impacto global, para entregarles mayor atención de mantenimiento en función del proceso que realizan.

La información recolectada en este estudio podrá ser utilizada para:

- Priorizar ordenes de trabajo de operaciones y mantenimiento.
- Priorizar proyectos de inversión.
- Diseñar políticas de mantenimiento.
- Seleccionar una política de manejo de repuestos y materiales.
- Dirigir políticas de mantenimiento hacia las áreas o sistemas más críticos.

El análisis de criticidad permite obtener una jerarquización validada de los procesos y sistemas lo cual permitirá la utilización óptima del recurso humano y económico dirigido hacia sistemas claves de alto impacto; potencializar adiestramiento y desarrollo de habilidades en el personal, basado en la criticidad de sus procesos y sistemas; priorizar la ejecución y detección de oportunidades perdidas, MCC y análisis Causa Raíz; Facilitar y centralizar la implementación de un programa de inspección basada en riesgos.

La Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, diseñó un sistema de mantenimiento con base en análisis de criticidad y análisis de modos y efectos de falla, aplicada a la planta de Coque de fabricación primaria en la empresa Acerías Paz del Río S.A, en donde el análisis de criticidad permitió unificar criterios de las directivas de mantenimiento y producción para establecer el orden jerárquico, que permitió direccionar los esfuerzos hacia los equipos críticos. [Montaña 06].

1.6.4. Análisis de Métodos y Efectos de Falla y Criticidad (FMECA)

FMECA es una metodología que permite determinar los modos de falla de los componentes de un sistema, el impacto y la frecuencia con que se presentan.

El análisis FMECA es una extensión del modo de fallo y análisis de efecto FMEA, mediante la inclusión de un análisis de criticidad, que se utiliza para trazar la probabilidad de los modos de fallo en relación a la gravedad de sus consecuencias.

La diferencia fundamental en relación con el FMEA es que el FMECA, además de establecer una relación entre los diferentes modos de fallo de un equipo o sistema y las consecuencias de cada uno de ellos, añade a esta consideración el establecimiento de la criticidad de cada uno de estos fallos. Es decir, establece un orden relativo de importancia de los fallos en función de las consecuencias de cada uno de ellos.

Ventajas

- Identificar y crear una relación entre las causas de las fallas y sus efectos.
- Capacidad de señalar los distintos modos de fallas.
- Identifica deficiencias en el diseño para implementación de mejoras.
- Recomienda programas de inspección.
- Prioriza en función de frecuencia y criticidad, concentrando los recursos en los modos de mayor prioridad.

Desventajas

- Análisis de falla simple. Cada modo de falla es considerado individualmente.
- En sistemas complejos, una sola causa de falla.

Esta herramienta, comúnmente acompañada de otras metodologías, ha entregado soluciones de ingeniería y planificación a grandes empresas como Vale, Alcoa, Petrobras, Coca-Cola, BHP Billiton, Codelco, Ecopetrol, entre otras, las que buscaron solucionar problemas como revisar los procedimientos de mantención y estudiar las fallas humanas, aumento de seguridad para prevenir los riesgos ambientales y de seguridad, bajo costo durante el ciclo de vida de los activos, gestión económica de activos, gestión y planificación de inversión en activos (AIPM) y hacer análisis RAMS de los equipos industriales. [Aremas 13].

1.6.5. Análisis Causa Raíz (RCFA)

Es una técnica sistemática que, a través de la aplicación de diversas herramientas, persigue determinar las causas que originan las fallas, sus impactos y sus frecuencias de aparición, para poder mitigarlas o eliminarlas. El objetivo final es garantizar la confiabilidad operacional y mejorar la eficiencia, confiabilidad y rentabilidad de los procesos.

Identificar y eliminar por completo un problema o falla, trae consigo los siguientes beneficios:

- Reducción del número de incidentes, fallas o desperdicios, con los ahorros de dinero correspondientes.

- Mejoramiento de la confiabilidad (de procesos y humana), la protección ambiental y la seguridad de la organización.
- Mejoramiento de la eficiencia de los procesos.

La identificación de las causas fundamentales es la clave para la prevención de recurrencias similares. Un beneficio adicional de un efectivo RCA es que, con el tiempo, las causas identificadas en la población de los sucesos pueden ser utilizadas para identificar las principales oportunidades de mejora.

La Universidad Industrial de Santander de Bucaramanga, Colombia, aplicó la metodología RCFA, para la eliminación de un mal actor en equipos críticos de la Superintendencia de Operaciones de Mares (SOM) – Ecopetrol S.A., que permitió identificar las verdaderas causas de la “Falla repetitiva en los ventiladores” logrando representar gráficamente las relaciones de causa y efecto que condujeron a descubrir los eventos indeseables y/o causas raíces que originaron la falla.

1.6.6. Inspección Basada en Riesgos (RBI)

Es una técnica que permite definir la probabilidad de falla de un equipo o sistema, y las consecuencias que las fallas pueden generar sobre la gente, el ambiente y los procesos.

Es un método de evaluación que utiliza el riesgo como base para priorizar y gestionar los esfuerzos de un programa de inspección. En una planta, un gran porcentaje del riesgo está asociado con un pequeño número de equipos. IBR permite un cambio en la inspección de los recursos de mantenimiento para proveer un mayor nivel de cobertura sobre los equipos de alto riesgo y un apropiado esfuerzo sobre los de bajo riesgo.

Uno de los beneficios que surgen de un programa de IBR es aumentar los tiempos operativos, al mismo tiempo que disminuye, o al menos se mantiene, el nivel de riesgo.

El método de Inspección Basada en Riesgo consiste básicamente en combinar la evaluación de:

- Probabilidad de falla: se obtiene de analizar todas las formas de degradación que puedan ser razonablemente esperadas y que afectan a un recipiente en un servicio particular.
- Consecuencia de falla: debe considerar los potenciales incidentes que pueden ocurrir como resultado de pérdidas de fluido, explosiones, fuego, exposición tóxica, impacto ambiental y efectos sobre la salud, derivadas de la falla de un equipo.

Beneficios de la implementación de IBR

- Determinar los métodos más apropiados de inspección
- Determinar las frecuencias apropiadas para inspección interna, externa y en servicio
- Tomar las acciones de prevención y mitigación para reducir la probabilidad y la consecuencia de falla de los equipos, logrando mayor eficiencia, aumento de la productividad y mayor rentabilidad.

La empresa Bureau Veritas, líder mundial en servicios de Ensayo, Inspección y Certificación, ha desarrollado un esquema de inspección basada en riesgos, creando

herramientas de software amigables con el usuario corporativo. Actualmente más de 30 empresas refineras en el mundo utilizan esta herramienta para controlar, de la manera más eficiente, la degradación observada y proyectada de equipos industriales tanto de carácter presurizado como estructurales. [Bureau Veritas 15].

1.6.7. Análisis de metodologías aplicables y selección.

Luego que se ha descrito las ventajas y desventajas de las metodologías aplicables a al problema y sus causas, se prosigue a la selección de la metodología más competente a través de tablas de ponderación.

Inicialmente se ha confeccionado la Tabla 1.9 que presenta una comparación respecto de los objetivos generales que debe cumplir la metodología para su desarrollo en este Trabajo de Título, con el fin de disminuir las opciones de metodología a aplicar.

Objetivos que debe cumplir la Metodología	Métodos					
	TPM	RCM	CA	FMECA	RCFA	RBI
Que brinde Confiabilidad Operacional	*	*		*	*	
Que brinde Disponibilidad de los equipos	*	*			*	*
Jerarquiza maquinarias críticas o de mayor impacto global			*	*		*
Que mitiguen o eliminen las fallas	*	*		*	*	
Minimizar el riesgo	*	*		*		*
Ponderación	4	4	1	4	3	3

Tabla 1.9: Selección de metodologías aplicables.

Fuente: Elaboración propia.

Los métodos con mayor puntuación son TPM, RCM y FMECA, los cuales son puestos a evaluación bajo diferentes objetivos específicos propuestos, según el problema y sus causas en la Tabla 1.10. El procedimiento se describe a continuación:

- El puntaje de los objetivos que debe cumplir la metodología, varían según la relevancia que posee, para dar solución al problema propuesto (0,10; 0,20; 0,25).
- Cada método se ha calificado con puntajes 1, 4 y 7, en donde 1 es bajo, 4 es medio y 7 es alto, con respecto al cumplimiento del objetivo correspondiente.
- Para conseguir la ponderación de cada objetivo en cada método, se ha multiplicado el puntaje con la calificación. Dichas ponderaciones se han sumado para obtener la ponderación final de cada uno de ellos.

Objetivos que debe cumplir la Metodología	Puntaje	Métodos					
		TPM		RCM II		FMECA	
Que pueda identificar las fallas más recurrentes	0,20	1	0,20	7	1,40	4	0,80
Que jerarquice los equipos por su criticidad	0,20	7	1,40	7	1,40	7	1,40
Que mitigue o elimine las fallas	0,25	1	0,25	4	1,00	7	1,75
Que tenga las herramientas para diseñar un plan de mantenimiento	0,25	7	1,75	7	1,75	1	0,25
Que involucre a todos los actores del proceso	0,10	7	0,70	4	0,40	1	0,10
Ponderación	1,00		4,30		5,95		4,30

Tabla 1.10: Selección del método adecuado.

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 1.10 la metodología con mayor ponderación es Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM II), por ende es la adecuada para resolver el problema.

1.7. Objetivos y resultado esperado

A continuación se definen los objetivos y el resultado esperado del Trabajo de Título.

1.7.1. Objetivo general

Proponer Plan de Mantenimiento para el equipo crítico del área de envasado utilizando el método RCM II, para la Línea 15K en Planta Concón, Lipigas S.A.

1.7.2. Objetivos específicos

- I. Diagnosticar la situación actual del mantenimiento de la Planta de envasado.
- II. Identificar los equipos críticos con el fin de delimitar el objeto de estudio, utilizando método de análisis de criticidad de equipos.
- III. Sugerir un Plan de Mantenimiento utilizando el método RCM II.
- IV. Comparar situación propuesta con la actual, utilizando indicadores de cambio.

1.7.3. Resultado esperado

El resultado esperado del presente Trabajo de Título es realizar una propuesta de un plan de mantenimiento para el equipo crítico del área de envasado, específicamente en la línea 15K, utilizando el método RCM II, que en su implementación entregue confiabilidad y aumente la disponibilidad de aquellos equipos, analizando además la conveniencia de su ejecución bajo diferentes aspectos operacionales.

1.7.4. Limitaciones

El presente Trabajo de Título abarca la línea de producción 15K, específicamente a los equipos críticos que serán seleccionados. No incluye la implementación del método ni su simulación, debido a las limitaciones de tiempo y políticas de la empresa.

En los casos que el método RCM II arroje “Rediseño” como medida de solución en los modos de fallas, no se llevara a cabo el análisis de investigación e implementación del proyecto, ya que dicho estudio abarca temas extensos como lo son: análisis de mercado, análisis técnico, análisis económico, análisis financiero, distribución y logística, simulación e implementación, entre otros, que no son parte del objetivo de este Trabajo de Título.

En los casos que el mantenimiento se deba llevar a cabo por un externo, estos procedimientos no serán estandarizados en este trabajo, debido a que las empresas externas realizan sus propios procedimientos estándares, estando fuera del conocimiento del grupo de análisis.

Debido al desconocimiento de los costos de mantenimiento por equipo y por línea de envasado, es que no se llevará a cabo una comparación bajo esta perspectiva. Los costos que maneja la empresa son globales los cuales son inservibles para un análisis acabado de ellos.

Otras limitaciones a este trabajo son análisis de inventario y estudio de proveedores (logística de abastecimiento).

1.8. Resumen capítulo 1: Antecedentes generales

En este capítulo se ha descrito la empresa Lipigas desde una perspectiva nacional, en primera instancia, acercándose cada vez más a lo específico, el área de estudio. Para ello se ha utilizado una serie de herramientas de selección, indicándose finalmente la Línea 15K de la Planta de Envasado Concón como objeto de estudio.

Se ha descrito los procesos organizacionales, productivos y de mantenimiento de la Planta Lipigas Concón, con la finalidad de comprender la situación actual e identificar la problemática, respaldándola con datos obtenidos de la inspección visual, entrevistas, encuestas y el suministro de documentos y registros.

Con la información recopilada se ha detectado el siguiente problema:

“Inexistencia de Confiabilidad Operacional que asegure la disponibilidad de los activos industriales, disminuyendo las frecuencias de detenciones no programadas.

Acto seguido de identificar la problemática se han propuesto diferentes causas asociadas a la misma (diagrama causa – efecto) y se les ha solicitado a los expertos involucrados, jerarquizarlas desde las más a las menos relevantes, para utilizar esa información en un Diagrama de Pareto. Lo anterior ha servido como base para realizar la selección de la metodología aplicable para este trabajo de título que dará solución a la mayor cantidad de causas del problema. Las causas más relevantes obtenidas son: Falta de mecánicos especialistas electrónicos y eléctricos, Exceso de mantenimiento Correctivo y Maquinas con tecnologías obsoletas.

La siguiente tarea fue investigar diferentes metodologías que entregaran solución a la problemática y sus causas, y se ha tomado la decisión que la metodología adecuada para el desarrollo de este estudio es “Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM II)”.

En base a lo planteado anteriormente, se establecieron los objetivos, general y específicos, así como también el resultado esperado y las limitaciones de este estudio. Los objetivos se detallan a continuación:

Objetivo general

“Proponer Plan de Mantenimiento para el equipo crítico del área de envasado utilizando el método RCM II, para la Línea 15K en Planta Concón, Lipigas S.A.”

Objetivos específicos

- I. Diagnosticar la situación actual del Mantenimiento de la Planta de envasado.
- II. Identificar los equipos críticos con el fin de delimitar el objeto de estudio, utilizando método de análisis de criticidad de equipos.
- III. Sugerir Plan de Mantenimiento utilizando el método RCM II.
- V. Comparar situación propuesta con la actual, utilizando indicadores de cambio.

En relación a los objetivos específicos establecidos, se han determinado las metodologías aplicables para las diferentes fases del estudio, los cuales se detallan en la Tabla 1.11:

	Pasos del diseño	Metodologías aplicables
A	Diagnóstico de la situación actual	Organigrama, entrevistas, inspección visual, gráficos, diagrama de flujo, diagrama de bloques, encuestas, matriz de ponderación.
B	Definición del problema	a. Diagrama causa-efecto b. Diagrama de Pareto
C	Selección equipos críticos	Análisis de criticidad
D	Propuesta de plan de Mantenimiento	RCM II
E	Comparación situación actual con la propuesta.	a. Productividad. b. Disponibilidad

Tabla 1.11: Resumen de metodologías aplicables al Trabajo de Título.

Fuente: Elaboración propia.

Capítulo 2: Metodología

En este capítulo se describe el estado del arte, es decir, el marco teórico que corresponde a la metodología que se desarrollará en las etapas del estudio.

2.1. Definiciones

A continuación se define los tipos de mantenimiento según el texto de Alejandro J. Pistarelli *“Manual de mantenimiento; Ingeniería Gestión y Administración”* además se define en términos genéricos el Análisis de Pareto y Diagrama de Causa y Efecto.

2.1.1. Tipos de Mantenimiento

Los nombres que suelen utilizarse para denominar los diferentes tipos de mantenimiento son muy variados y en algunas circunstancias resulta difícil establecer los límites entre uno y otro, a excepción del mantenimiento correctivo, la finalidad de todos es la misma, solo que parten de perspectivas distintas [Pistarelli 10].

Para especificar más detalladamente los distintos tipos de mantenimiento, es importante separarlos en dos grupos. Por un lado encontramos las tareas que involucran acciones netamente Reactivas y por otro, aquello que se caracterizan por acciones del tipo Proactivas [Pistarelli 10].

Acciones Reactivas	Mantenimiento Correctivo
	Mantenimiento Restaurativo
	Mantenimiento Mejorado
Acciones Pro-activas	Mantenimiento Preventivo
	Mantenimiento Predictivo
	Mantenimiento Proactivo
	Mantenimiento Detectivo
	Mantenimiento Previsivo

Tabla 2.1 Tipos de Mantenimiento

Fuente: Manual de Mantenimiento; Ingeniería, Gestión y Organización. Alejandro J. Pistarelli.

Acciones Reactivas

Una acción reactiva supone tomar algunas medidas para restablecer las funciones originales que se perdieron como consecuencia de un evento inesperado (falla funcional imprevista), si se trata de una emergencia, la programación casi no existe o sencillamente es imprevista [Pistarelli 10].

También puede ocurrir que sea necesario tomar algunas medida restaurativa luego de detectar un desvío (falla incipiente) en los parámetros del equipo o proceso (como requerimiento de algún otro tipo de mantenimiento), en cuyo caso también reaccionamos ante el desvío detectado pero con algo más de tiempo para la programación [Pistarelli 10].

Finalmente, en algunas oportunidades se hace imprescindible efectuar modificaciones, mejoras o rediseño, ya sea por razones de mantenibilidad, seguridad, procesos o capacidad (prestación deseada). En este caso las acciones reactivas tendrán aún más posibilidades de

programarse, las acciones reactivas no forman parte del Plan de Mantenimiento, sin embargo, son parte de la Planificación y Programación del área [Pistarelli 10].

Acciones Proactivas

Los Planes de Mantenimiento están constituidos por acciones del tipo Proactivas. Tienen como objetivo impedir que se manifiesten modos de falla, que no ocurran tan a menudo o minimizar sus consecuencias. Las áreas de mantenimiento manejan modos de falla tanto durante acciones Reactivas como Proactivas. Sin lugar a dudas, gestionar un evento (modo de falla) antes de que suceda, significa llevar adelante acciones Proactivas [Pistarelli 10].

Es importante destacar que la denominación que se le da a cada tipo de mantenimiento obedece a dos aspectos fundamentales [Pistarelli 10].

1° Aspecto: “Por clase de tarea”

- **Predictiva:** Involucra la utilización de cierta tecnología para identificar potenciales fallas.
- **Preventivo:** Asumimos el reemplazo o la reparación cíclica de algunos componentes.
- **Detectivo:** Cuando se persiguen los fallos ocultos en los sistemas de seguridad.

2° Aspecto: “Por el criterio para establecer las frecuencias de intervenciones”

Los criterios para establecer las frecuencias de intervenciones y los mecanismos de cálculos, hacen la diferencia de escoger entre lo Preventivo, Predictivo o Detectivo.

2.1.1.1. Mantenimiento Correctivo o Curativo

Consiste en la reparación de averías o fallos funcionales a medida que se van produciendo [Pistarelli 10].

Tareas típicas:

- Diagnóstico y búsqueda de elementos con fallas luego de la detención del equipo.
- Desmontaje, limpieza, y montaje de piezas y repuestos dañados.
- Sustitución de conjuntos cuya condición impiden la operación normal de la máquina.
- Ajuste, calibración, alineación, puesta a punto y pruebas de funcionamiento de elementos que impiden cumplir con las funciones de los equipos.
- Tareas menores como reposición de térmicos o cambios de fusibles, instrumentos y rieles.

Ventajas:

- Por lo general requiere poca planificación, excepto en trabajos de larga duración.
- Si la consecuencia de la falla funcional es controlada, se aprovecha al máximo la vida de los elementos y no se sobre-mantienen las máquinas.
- Se evitan grandes gastos preventivos y predictivos si la decisión de aplicar mantenimiento correctivo fue producto de un análisis costo-beneficio. Muchas empresas destinan sumas considerables de dinero en tareas pro-activas que no se justifican en lo económico.

- Si la intervención técnica es adecuada, se restituye rápidamente la operación del equipo.

Desventajas:

- En intervenciones correctivas no controladas puede afectarse la disponibilidad de planta deteniendo la producción y generando grandes pérdidas en cantidad y calidad.
- Se incrementa sustancialmente el riesgo de accidentes, porque suele actuarse de forma acelerada y caótica.
- Peligro de no contar con suficiente dotación al momento de suceder la avería.
- Posible incremento del plantel permanente, con aumento indiscriminado de gastos fijos.
- No siempre el personal que repara la avería conoce el profundidad la instalación o no cuenta con la información técnica suficiente. Las reparaciones no siempre son definitivas.
- En ocasiones se improvisan soluciones que alteran el diseño original, lo cual disminuye la mantenibilidad en futuras intervenciones.
- Pérdidas de información valiosa para establecer las causas que produjeron la avería.
- Se dificulta proyectar los gastos (costos) de mantenimiento y confeccionar presupuestos. [Pistarelli 10].

2.1.1.2. Mantenimiento Restaurativo:

El mantenimiento Restaurativo, conocido como Mantenimiento de Restauración Programada, concibe intervenciones controladas en función del resultado obtenido luego de aplicar otras rutinas Proactivas, que vuelve el sistema a su estado de condición básica original [Pistarelli 10].

Disparadores habituales del mantenimiento Restaurativo:

- Rutinas de Inspección Estadísticas o Dinámicas.
- Rutas de Lubricación.
- Chequeos de recorrida zonal.
- Defectos detectados durante la operación normal de la máquina.
- Inspecciones basadas en condición (predictivas/proactivas).
- Búsqueda de fallos ocultos.
- Cualquier otro intervención Proactiva de manteniendo. [Pistarelli 10].

2.1.1.3. Mantenimiento Mejorativo, Modificado o Rediseño

Consiste en alterar ciertas condiciones originales de un equipo o configuración industrial para corregir errores de diseño que impiden alcanzar los estándares de producción solicitados [Pistarelli 10].

Objetivos:

- Aumentar la capacidad nominal o prestación deseada de un equipo o sistema productivo.
- Aumentar la confiabilidad original y la disponibilidad.
- Dotar a los equipos de mayor seguridad inherente durante la operación.
- Disminuir tiempo de reparación o diagnóstico para mejorar la mantenibilidad.

- Eliminar fallos crónicos (recurrentes) que merman la confiabilidad e incrementan el riesgo de accidente o contaminación del medio ambiente.
- Adecuar las instalaciones a nuevas condiciones operativas de performance y rendimiento.
- Eliminar condiciones inseguras, fuentes de contaminación, lugares de difícil acceso o elementos redundantes innecesarios que pongan en riesgo la operación.
- Disminuir la frecuencia en intervenciones preventivas periódicas, con la baja consecuente del costo integral de mantenimiento.
- Reducir el gasto en piezas de recambio adaptando la instalación a otras de menor costo.
- Disminuir la probabilidad de falla por error de montaje (mortalidad infantil) proveyendo al sistema de configuraciones poka-yoke.
- Optimizar procesos y estándares de operación, mantenimiento o calidad. [Pistarelli 10].

2.1.1.4. Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo consiste en reparar un ítem o reemplazar sus componentes e forma periódica, sin importar su estado de condición al iniciar la intervención, y bajo la hipótesis de que el patrón de fallas que rige su comportamiento tiene un periodo de vida útil conocido, alcanzando finalmente los mismos niveles de confiabilidad y calidad original [Pistarelli 10].

Dentro de un Plan de Mantenimiento Preventivo encontramos:

- Reemplazo de equipos, subconjuntos, componentes o piezas.
- Conservación, revisión o restauración de ítems.
- Rutinas de inspección y chequeos de recorrida.
- Limpieza, ajustes y lubricación.
- Calibración.

Objetivos:

- Aumentar la disponibilidad de los activos industriales a través de la disminución de las detenciones no programadas.
- Minimizar las averías imprevistas de los equipos.
- Mejorar el aprovechamiento de mano de obra por medio de la programación de tareas.
- Mejorar la calidad de productos y servicios.
- Disminuir el riesgo para el personal en las operaciones de producción y mantenimiento.
- Minimizar los gastos debido a reparaciones de emergencia.
- Disminuir el impacto ambiental por medio de una mejor planificación de tareas. [Pistarelli 10].

2.1.1.5. Mantenimiento Condicional (Predictivo y Proactivo)

El mantenimiento condicional persigue poner en evidencia, con la mayor anticipación posible, defectos, desvíos o síntomas de falla que se manifiestan sobre las piezas o componentes de los equipos en funcionamiento antes de su falla funcional, con la ayuda de

instrumentos o pruebas no destructivas minimizando así el perjuicio sobre el servicio o la producción [Pistarelli 10].

Herramientas del Mantenimiento Predictivo:

- Los sentidos humanos a través de inspecciones.
- Análisis de vibraciones.
- Termografía infrarroja.
- Pirometría óptica.
- Inspección por ultrasonido.
- Cromatografía de líquidos y gases.
- Emisión acústica.
- Estetoscopia industrial.
- Inspección con tintas penetrantes.
- Análisis de partículas de desgaste.
- Endoscopia.
- Rayos X. etc.

Herramientas del Mantenimiento Proactivo:

- Análisis físico-químico de lubricantes (oxidación, viscosidad, etc.).
- Alineación y balanceo.
- Estudios de amperaje.
- Recuento de partículas contaminantes.
- Verificación de metales y aleaciones.
- Seguimiento de niveles térmicos.

Ventajas del mantenimiento Predictivo:

- Reducir los tiempos de parada no programada pronosticando la falla imprevista con la mínima interrupción del activo.
- Seguir la evaluación de una falla sintomática a lo largo del tiempo evitando llegar a la avería catastrófica o disminuyendo su consecuencia.
- Optimizar los recursos (mano de obra y materiales) programando las tareas correctivas o de restauración. Suele disminuir las horas extras por reparación de imprevistos.
- Realizar diagnósticos discrecionales para analizar causas raíz de falla.
- Aprovechar más cantidad de vida en equipos con periodos de vida útil prolongados o cuyo empeoramiento hacia la falla es progresivo.
- Ahorrar energía detectando fugas de calor en sistemas de calefacción o aislamiento.
- Disminuir los gastos fijos por ahorro en pólizas de seguro. Se disminuye el riesgo industrial inherente.
- Eliminar daños emergentes en piezas contiguas del equipo o en otras máquinas.

Ventajas del Mantenimiento Proactivo: (Incluye los beneficios Preventivos)

- Permite analizar la evolución de una falla sintomática reversible prácticamente desde la aparición de la causa raíz, debido a su sensibilidad de detección prematura.
- Provee información para trabajar sobre las causas y no sobre los efectos de los fallos.
- Reduce los gastos provocados por las fallas sistemáticas irreversibles.

- Ofrece un panorama muy acotado del estado de los componentes para decidir el momento más oportuno de su reemplazo o reparación.
- Prolonga la vida de equipos en los cuales la causa raíz hubieran generado una falla sintomática irreversible. Esto permite, en algunos ocasiones optimizar (aumentar o disminuir) el intervalo entre dos intervenciones preventivas (recambio o restauración) mejorando la confiabilidad y disponibilidad [Pistarelli 10].

2.1.1.6. Mantenimiento Detectivo:

Es el conjunto de rutina o tareas aplicadas para poner de manifiesto los fallos ocultos que ocurren sobre dispositivos redundantes o de protección, por medio de chequeos regulares de su funcionamiento o de alguna variable [Pistarelli 10].

2.1.2. Análisis de Pareto

Este análisis es una comparación cuantitativa y ordenada de elementos o factores según su contribución a un determinado efecto.

El objetivo de esta comparación es clasificar dichos elementos o factores en dos categorías: Las “Pocas Vitales” (los elementos muy importantes en su contribución) y los “Muchos Triviales” (los elementos poco importantes en ella). [FUNDIBEQ]

El diagrama de Pareto, también llamado curva cerrada o distribución A-B-C, es una gráfica para organizar los datos de forma que estos queden en orden descendente, de izquierda a derecha y separados por barras. [FUNDIBEQ]

Ventajas

- Es simple, no se requieren de cálculos complejos ni técnicas sofisticadas de representación gráfica.
- Identifica los elementos que más peso o importancia tienen dentro de un grupo.
- Comunica de forma clara, evidente y a simple vista, el resultado del análisis de comparación y priorización.
- Unifica los criterios enfocando y dirigiendo el esfuerzo de los componentes del grupo de trabajo hacia un objetivo prioritario común.
- Las decisiones a tomar son basadas en datos y hechos objetivos y no en ideas subjetivas.
- Puede ser aplicado a las situaciones más diversas y ser efectivo.

Desventajas

- Una desventaja de los diagramas de Pareto es que no dan una idea clara de sobre la causa raíz de los asuntos que se identificaron como el 20% que generan la mayoría de los problemas. Se necesitarán los análisis de modos de fallas-efecto y gráficos de causa y efecto para determinar las razones más básicas por las que los principales problemas identificados se están produciendo. [FUNDIBEQ]
- A veces se requerirán de varios diagramas de Pareto para rastrear la causa de los errores hasta su fuente.
- Internet y el entorno digital han cambiado las leyes de distribución y las reglas del mercado; Ahora existen dos mercados: uno centrado en el alto rendimiento de pocos productos y otro nuevo, basado en la suma o acumulación de todas las pequeñas

ventas de muchos productos, que puede igualar o superar al primero (“The Long Tail” descrito por Chris Anderson en 2004). [FUNDIBEQ]

2.1.3. Diagrama Causa y Efecto

Ésta metodología también llamada diagrama de Ishikawa o diagrama de espina de pescado, consiste en una representación gráfica sencilla en donde se representan las relaciones lógicas existentes entre las causas que producen un efecto bien definido, el problema. [FUNDIBEQ]

Al elaborarse puede verse de manera relacional, una especie de espina central (horizontal) representando el problema a analizar, que se escribe a su derecha. Sirve para analizar los problemas y sus causas, las cuales vendrían siendo las espinas. Por lo general se analizan varias categorías de causas principales que pueden ser resumidas en las llamadas 4 M's; Mano de obra, Materiales, Método y Maquinaria. [FUNDIBEQ]

Ventajas

- Ilustra, en una sola figura, todas las causas asociadas a un efecto o problema y sus posibles relaciones.
- Ayuda a clasificar causas dispersas y a organizar las relaciones mutuas.
- Facilita la selección de las causas de mayor influencia y ayuda a adoptar medidas correctivas.
- Recoge numerosas opiniones expresadas sobre las posibles causas que generan el problema.

Desventajas

- No es particularmente útil para entender los problemas extremadamente complejos, donde se correlacionan muchas causas y muchos problemas.
- El método no es ilustrativo para quienes no conocen el proceso y por lo tanto se requiere un mayor conocimiento en ello. [FUNDIBEQ]

2.2. Análisis de Criticidad

El Análisis de Criticidad es una metodología que permite establecer jerarquías en Instalaciones, Sistema, Equipos e incluso en elementos de ellos.

En el presente trabajo de título, la utilización de este método se aplicará para jerarquizar los equipos de la Línea 15K de envasado, donde será necesario contar con la mayor cantidad de datos históricos, los cuales serán recopilados por medio del Sistema de Información MTSolutions y por encuestas realizadas a los trabajadores de esa área, extrayendo información sobre el comportamiento de las fallas y sus posibles causas, analizando posteriormente el nivel de impacto que conllevan.

Para determinar el Grado de Criticidad de los equipos será necesario definir los siguientes términos: Frecuencia de Falla, Consecuencia o impacto y Matriz de Criticidad.

2.2.1. Frecuencia de Falla

La Frecuencia de Falla representa el número de eventos que provocan una disminución parcial o total en la capacidad de producir de un sistema, provocados por una falla o eventos inesperados, de algún elemento perteneciente a él, donde serán representativos los eventos que generen un mayor impacto en el proceso, interrumpiendo su normal funcionamiento.

Para jerarquizar las frecuencias de falla se aplica la Tabla 2.2, utilizando los datos recopilados previamente, donde se clasifican en cuatro grupos o rangos, según la cantidad de fallas que presente los equipos, asignando un valor máximo de 4 y un valor mínimo de 1, utilizar Fórmula 2.1:

$$\frac{(\text{Valor Máximo}-\text{Valor Mínimo})}{4} = x_1 \quad (2.1)$$

Intervalo 1: [Valor mínimo, (Valor mínimo+ x_1)]
 Intervalo 2: [(Valor mínimo+ x_1), (Valor mínimo+2 x_1)]
 Intervalo 3: [(Valor mínimo+2 x_1), (Valor mínimo+3 x_1)]
 Intervalo 4: [(Valor mínimo+3 x_1), Valor máximo]

Frecuencia	Valor
Intervalo 4	4
Intervalo 3	3
Intervalo 2	2
Intervalo 1	1

Tabla 2.2: Ponderación de frecuencias de falla.
 Fuente: Amendola 2006.

2.2.2. Consecuencia:

La consecuencia de las fallas se obtiene al considerar el impacto que genera para la empresa y la importancia que esta le atribuye. Para obtener la consecuencia se debe analizar los siguientes impactos de la falla:

- Impacto en la Producción
- Impacto en el Ambiente
- Impacto en la Seguridad
- Costos de Reparación
- Tiempo de Detención

Cada uno de estos será cuantificado, asignándoles un valor, el cual dependerá de su nivel de impacto, siendo 5 el valor máximo y 1 el valor mínimo.

2.2.2.1. Impacto a la Producción

Los Impactos en la Producción (IP) cuantifican las consecuencias que una falla o evento no deseado, afecta sobre la producción.

Para realizar esta valoración se multiplica la cantidad promedio de cilindros que se deja de envasar en un cierto intervalo de tiempo, debido a una detención por falla, por el costo promedio de vender un cilindro de 15 kilos. Ver Fórmula 2.2.

$$IP = \text{Cantidad } \bar{x}_{\text{cilindros no envasados}} * \text{Costo unitario } \bar{x}_{\text{de venta}} \quad (2.2)$$

Una vez calculados los valores de todas las maquinas, se clasifica en cinco grupos o rangos, según el impacto que presenten los equipos, asignando un valor máximo de 5 y un valor mínimo de 1, utilizando la Fórmula 2.3:

$$\frac{(\text{Valor Maximo}-\text{Valor Minimo})}{5} = x_1 \quad (2.3)$$

Intervalo 1: [Valor mínimo, (Valor mínimo+ x_1)]
 Intervalo 2: [(Valor mínimo+ x_1), (Valor mínimo+2 x_1)]
 Intervalo 3: [(Valor mínimo+2 x_1), (Valor mínimo+3 x_1)]
 Intervalo 4: [(Valor mínimo+3 x_1), (Valor mínimo+4 x_1)]
 Intervalo 5: [(Valor mínimo+4 x_1), Valor máximo]

Impacto en la Producción (IP)	Valor
Intervalo 5	5
Intervalo 4	4
Intervalo 3	3
Intervalo 2	2
Intervalo 1	1

Tabla 2.3: Ponderación del impacto en la producción.
 Fuente: Amendola 2006.

2.2.2.2. Impacto en el Ambiente

El Impacto en el Ambiente (IA) cuantifica las consecuencias que una falla o evento no deseado, afecta sobre el medio ambiente.

Para valorizar los niveles de impacto Ambiental, se utiliza niveles teóricos.

Impacto en el Ambiente	Valor
Daño Ambiental o Contaminación Irreversible, fuera de las instalaciones.	5
Daño Ambiental o Contaminación Reversible, fuera de las instalaciones.	4
Daño Ambiental o Contaminación Reversible, dentro de las instalaciones.	3
Daño Ambiental o Contaminación en el Área de Equipo	2
No se Detecta Daño Ambiental	1

Tabla 2.4: Ponderación del impacto en el medio ambiente.
 Fuente: Amendola 2006.

2.2.2.3. Impacto en la Seguridad

El Impacto en la Seguridad (IS) cuantifica las consecuencias que una falla o evento no deseado, afecta sobre la integridad física y salud del personal de la empresa, principalmente a los operadores de la línea de envasado.

Los intervalos de valorización están dirigidos al impacto desde el punto de vista de los accidentes que pueden causar al personal de Planta, excluyendo las probabilidades de enfermedades profesionales que se ocasionarían eventualmente por el uso de los equipos. Lo anterior se debe a que el análisis se enfoca en las fallas y no en el uso prolongado de las maquinarias.

Para valorizar los niveles de impacto en la Seguridad, se utiliza niveles teóricos.

Impacto en la Seguridad	Valor
Muerte del Personal o incapacidad total permanente	5
Lesiones o Heridas con incapacidad parcial permanente	4
Lesiones o Heridas con incapacidad temporal	3
Lesiones o Heridas Leves No incapacitantes (primeros auxilios)	2
No origina lesiones al Personal	1

Tabla 2.5: Ponderación del impacto en la seguridad.
Fuente: Amendola 2006.

2.2.2.4. Costo de Reparación

Los Costos de Reparación (CR) son los costos asociados a las reparaciones de equipos por causa de una falla o evento no deseado, donde el área de mantenimiento debe incurrir en costos como repuestos, requerimiento de personal externo e insumos varios.

Para realizar la valoración se sumaran los costos por concepto de repuesto (valor estimativo), costos de mantenimiento externo aproximado debido a fallas eléctricas y/o electrónicas, e insumos varios relacionados con el mantenimiento de acciones reactivas. Ver Fórmula 2.4.

$$CR = \text{Costo del Repuesto} + \text{Costo asociado a la reparación (mantención externa e insumos)} \quad (2.4)$$

Una vez calculados los valores de todas las máquinas, se clasifican en cinco grupos o rangos, según el Costo de Restauración que presenten los equipos, asignando un valor máximo de 5 y un valor mínimo de 1, utilizando la Fórmula 2.5:

$$\frac{(\text{Valor Maximo} - \text{Valor Minimo})}{5} = x_1 \quad (2.5)$$

- Intervalo 1: [Valor mínimo, (Valor mínimo + x_1)]
 Intervalo 2: [(Valor mínimo + x_1), (Valor mínimo + $2x_1$)]
 Intervalo 3: [(Valor mínimo + $2x_1$), (Valor mínimo + $3x_1$)]
 Intervalo 4: [(Valor mínimo + $3x_1$), (Valor mínimo + $4x_1$)]
 Intervalo 5: [(Valor mínimo + $4x_1$), Valor máximo]

Costos de Reparación	Valor
Intervalo 5	5
Intervalo 4	4
Intervalo 3	3
Intervalo 2	2
Intervalo 1	1

Tabla 2.6: Ponderación en los costos de reparación.
Fuente: Amendola 2006.

2.2.2.5. Tiempo de Detención

El Tiempo de Detención es el tiempo promedio, ya sea segundo/minutos/hora, en el cual se detiene un equipo por causa de una falla o evento no deseado, el cual es registrado por ciertos operadores y mecánicos de la Planta de envasado en el Sistema, donde se considera desde el momento en que se produjo la falla hasta que vuelve al proceso normal de operación, conocido también como Tiempo Promedio en Reparación (TPR).

Para valorizar los niveles de impacto o consecuencia, se utilizara el tiempo máximo y mínimo registrado en el sistema por falla de equipos, utilizando la Fórmula 2.6:

$$\frac{(\text{Valor Maximo}-\text{Valor Minimo})}{5} = x_1 \quad (2.6)$$

Intervalo 1: [Valor mínimo, (Valor mínimo+ x_1)]
 Intervalo 2: [(Valor mínimo+ x_1), (Valor mínimo+2 x_1)]
 Intervalo 3: [(Valor mínimo+2 x_1), (Valor mínimo+3 x_1)]
 Intervalo 4: [(Valor mínimo+3 x_1), (Valor mínimo+4 x_1)]
 Intervalo 5: [(Valor mínimo+4 x_1), Valor máximo]

Tiempo de Detención	Valor
Intervalo 5	5
Intervalo 4	4
Intervalo 3	3
Intervalo 2	2
Intervalo 1	1

Tabla 2.7: Ponderación del tiempo de detención.
Fuente: Amendola 2006.

2.2.3. Matriz de Criticidad

La Matriz de Criticidad es una herramienta que permite identificar el grado de criticidad que presentan las instalaciones, sistemas o equipos que se encuentran bajo un estudio. Dicha matriz clasifica en No Critico, Bajo Criticidad, Media Criticidad, Crítico y Alta Criticidad, dada la siguiente valoración:

- Criticidad de 4 a 5 : Equipo No Critico (NC)
- Criticidad de 6 a 20 : Equipo con Baja Criticidad (BC)
- Criticidad de 21 a 30 : Equipo con Media Criticidad (MC)
- Criticidad de 31 a 60 : Equipos Crítico (C)
- Criticidad de 61 a 140 : Equipos con Alta Criticidad (AC)

Para Realizar el Análisis de Criticidad de los equipos, se deben utilizar las frecuencias de fallas y sus consecuencias para identificar el grado de criticidad de cada equipo, aplicando la Fórmula 2.7:

$$\text{Criticidad} = \text{Frecuencia de falla} * \text{Consecuencia} \quad (2.7)$$

Donde la consecuencia se obtiene utilizando la Fórmula 2.8:

$$\text{Consecuencia} = (IP) * (TD) + (CR) + (IS) + (IA) \quad (2.8)$$

Una vez obtenido el valor ponderado entre la Frecuencia de falla y la Consecuencia, se ingresa a la Matriz de Criticidad, que se presenta en la Tabla 2.8, para identificar el grado de criticidad que presentan los equipos.

Frecuencia	Grado de Criticidad				
4	BC	C	C	AC	AC
3	BC	MC	C	C	AC
2	BC	BC	MC	C	C
1	NC	BC	BC	BC	MC
	5	10	15	20	25
	Consecuencia				

Tabla 2.8: Matriz de Criticidad de equipos.

Fuente: Amendola 2006.

Los resultados obtenidos deben ser analizados a fin de definir acciones para minimizar los impactos asociados a los modos de falla identificados que causan la falla funcional. Este análisis final permitirá validar los resultados obtenidos, a fin de detectar cualquier posible desviación que amerite la reevaluación de la criticidad.

La identificación de los equipos más críticos permite orientar los recursos y esfuerzos a solucionar las causas que lo llevan a tener un mayor impacto o consecuencia. Si en el análisis el equipo obtiene frecuencias de ocurrencias altas, las acciones recomendadas para llevar la criticidad de un valor más tolerable deben orientarse a reducir la frecuencia de ocurrencia del evento. Si el valor de criticidad se debe a valores altos en alguna de las categorías de consecuencias, las acciones deben orientarse a mitigar los impactos que el evento o falla puede generar.

2.2.4. Análisis de Criticidad para los Equipos de la Línea 15K de Envasado.

En la Tabla 2.9 se registra la ponderación de criticidad calculada, donde se ingresan los valores de las frecuencias de falla, sus consecuencias y el grado según la tabla de Matriz de criticidad.

Cálculo de Criticidad								
Equipos de la Línea de envasado 15K	Frecuencia de falla	IP	IS	IA	CR	TD	Ponderación de Criticidad	Grado de Criticidad
Motriz								
Peso residual								
Paletizadora								
Detectora de fuga								
Introduccion de cilindros								
Llenadora								
Línea de re inspección								
Selladora								
Control de peso								
Detectora de ovalidad								
Cabina de prelavado								
Lavadora								
Despaletizadora								

Tabla 2.9: Cálculo de Criticidad de Equipos Planta de envasado Línea 15K Lipigas Concón.
Fuente: Elaboración propia.

Una vez obtenido el Grado de Criticidad, se seleccionaran las maquinas con mayor nivel de criticidad para aplicar el método RCM II y así dar solución a la problemática planteada en este Trabajo de Título.

2.3. Confiabilidad operacional

La confiabilidad de un sistema o un equipo, es la probabilidad que dicha entidad pueda operar durante un determinado periodo de tiempo sin pérdida de su función. El propósito final del Análisis de Confiabilidad de los activos físicos es cambiar las actividades reactiva y correctivas, no programadas y altamente costosas, por acciones preventivas planeadas que dependan de análisis objetivos, situación actual e historial de equipos y permitan un adecuado control de costos.

La Confiabilidad Operacional se define como una serie de procesos de mejora continua, que incorporan en forma sistemática, avanzadas herramientas de diagnóstico, metodologías de análisis y nuevas tecnologías, para optimizar la gestión, planeación, ejecución y control de la producción industrial. [*Confiabilidad operacional de equipos: metodologías y herramientas, Universidad de Talca*].

La Confiabilidad Operacional tiene 4 parámetros operativos, mostrados en la Figura 2.1:



Figura 2.1: Parámetros de la Confiabilidad Operacional
Fuente: Fernando Espinosa Fuentes: *“Confiabilidad operacional de equipos: Metodologías y herramientas, Universidad de Talca.*

Este Trabajo de Título se enfoca principalmente en la confiabilidad de equipos y la mantenibilidad de ellos.

2.4. Método RCM II

Al mantener un activo, el estado que debemos preservar es aquel en el que continúe haciendo aquello que los usuarios quieren que haga. [Moubray04].

“Mantenimiento: asegurar que los activos físicos continúen haciendo lo que sus usuarios quieren que hagan”. [Moubray04].

Los requerimientos de los usuarios van a depender de donde y como se utilice el activo (contexto operacional). Esto lleva a la siguiente definición formal de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad:

“Mantenimiento centrado en confiabilidad: un proceso utilizado para determinar qué se debe hacer para asegurar que cualquier activo físico continúe haciendo lo que sus usuarios quieren que haga en un contexto operacional actual”. [Moubray04].

2.1.2. RCM: las siete preguntas básicas

Para identificar las necesidades reales de mantenimiento de los activos en su contexto operacional la metodología RCM II propone un procedimiento de análisis que consta de siete preguntas. [Moubray04].

- 1) ¿Cuáles son las funciones y los parámetros de funcionamiento asociados al activo en su actual contexto operacional?
- 2) ¿De qué manera falla en satisfacer dichas funciones?
- 3) ¿Cuál es la causa de cada falla funcional?
- 4) ¿Qué sucede cuando ocurre cada falla?
- 5) ¿En qué sentido es importante cada falla?
- 6) ¿Qué puede hacerse para prevenir o predecir cada falla?
- 7) ¿Qué debe hacerse si no se encuentra una tarea proactiva adecuada?

Los siguientes conceptos son considerados por las **dos primeras preguntas** del proceso RCM:

Funciones y Parámetros de funcionamiento:

Funciones: la definición de una función consiste de un verbo, un objeto y el estándar de funcionamiento deseado por el usuario. [Moubray04].

Estándares de funciones: el objetivo del mantenimiento es asegurarse que los activos físicos continúen haciendo lo que sus usuarios quieren que haga. La magnitud de aquello que los usuarios quieren que el activo haga puede definirse a través de un estándar mínimo de funcionamiento. Si pudiésemos construir un activo físico capaz de rendir según este funcionamiento mínimo sin deteriorarse en ningún modo, ese sería el fin de la cuestión. [Moubray04].

Fallas funcionales

Falla: se define “falla” como la incapacidad de cualquier activo de hacer aquello que sus usuarios quieren que haga. [Moubray04].

Fallas funcionales: una falla funcional se define como la incapacidad de cualquier activo físico de cumplir una función según un parámetro de funcionamiento aceptable para el usuario. [Moubray04].

2.1.3. Herramientas clave de la metodología RCM II

A continuación se presenta las herramientas clave de la metodología RCM II las cuales son análisis de Métodos de falla y sus efectos (AMFE) y el Árbol Lógico de Decisión.

2.1.3.1. Análisis de Modos de Falla y sus Efectos (AMFE)

Las **preguntas 3 y 4** buscan identificar aquellos modos de falla que son posibles causantes de cada falla funcional, y determinar los efectos de falla asociados con cada modo de falla. Esto se realiza a través de un análisis de modos de falla y efectos (AMFE) para cada falla funcional.

Modos de falla: un modo de falla es cualquier evento que causa una falla funcional. [Moubray04].

La mejor manera de mostrar la conexión y la diferencia entre los estados de falla y los eventos que podrían causarlos es primero hacer un listado de fallas funcionales, y luego registrar los modos de falla que podrían causar cada falla funcional, como se muestra en la Tabla 2.10:

Hoja de información RCM II	Sistema:		Sistema N°	Facilitador	Fecha	Hoja N°
	Subsistema:		Subsistema N°	Auditor	Fecha	De
Función	Falla funcional (Pérdida de Función)		Modo de falla (Causa de la Falla)		Efecto de falla	
1	A		1			
			2			
	B		1			
			2			
2	A		1			
			2			
	B		1			
			2			

Tabla 2.10: Hoja de información RCM II.

Fuente: [Moubray04].

Efecto de falla: El cuarto paso en el proceso de revisión RCM consiste en hacer una lista de lo que de hecho sucede al producirse cada falla. Los efectos de falla describen qué pasa cuando ocurre un modo de falla. [Moubray04].

(Nótese que efecto de falla no es lo mismo que consecuencia de falla. Un efecto de falla responde a la pregunta ¿Qué ocurre?, mientras que una consecuencia de falla responde la pregunta ¿Qué importancia tiene?). [Moubray04].

Para responder las **preguntas 5 y 6** del proceso de RCM debemos considerar los siguientes conceptos:

Técnicamente factible y merecer la pena.

Cada vez que ocurre una falla en un activo físico, de alguna manera afecta a la organización que lo utiliza. Algunas fallas afectan la producción, la calidad del producto o la atención al cliente. Otras representan un riesgo para la seguridad o el medio ambiente. Algunas incrementan los costos operativos, por ejemplo al incrementar el consumo de energía, mientras que algunas tienen impacto en cuatro, cinco, o seis de estas áreas. Otras aparentemente no tienen efecto alguno si ocurren por sí solas, pero ponen en riesgo a la organización, exponiéndola a fallas más serias. [Moubray04].

Si cualquiera de estas fallas no es prevenida, el tiempo y el esfuerzo que se necesitan para repararlas también afecta a la organización, porque la reparación de fallas consume recursos que podrían ser mejor aprovechados en otras tareas más rentables. [Moubray04].

Este enfoque sobre las consecuencias hace que RCM comience con el proceso de selección de tareas asignando los efectos a cada modo de falla y clasificándolas dentro de una de las cuatro categorías definidas por RCM. El paso siguiente es encontrar una tarea proactiva que sea físicamente posible de realizar y que produzca, o que permita realizar una tarea que reduzca, las consecuencias de la falla al punto que sea tolerable para el dueño o el usuario del activo. Si podemos encontrar dicha tarea, se dice que es técnicamente factible. [Moubray04].

Si una tarea es técnicamente factible, podemos entonces pasar al tercer paso en el cual nos preguntamos si realmente la tarea reduce las consecuencias de la falla a un punto que justifique los costos directos e indirectos de hacerla, si la respuesta es si, diremos que la tarea merece la pena [Moubray04].

Una tarea proactiva merece la pena si reduce las consecuencias del modo de falla asociado a un grado tal que justifique los costos directos e indirectos de hacerla.
[Moubray04].

Si no es posible encontrar una tarea proactiva adecuada, la naturaleza de las consecuencias de falla también indican que acción “a falta de” debería ser tomada. Las tareas “a falta de” corresponde a la **pregunta 7** del proceso RCM.

2.1.3.2. Árbol Lógico de Decisión RCM II

Esta herramienta permite seleccionar las actividades de mantenimiento según la filosofía del RCM II. Integra todos los procesos de decisión en una estructura estratégica que se aplica a cada uno de los modos de falla listados en la hoja de información RCM II. Se utiliza para dar respuesta a las preguntas 5, 6 y 7 del proceso. Observe el “Árbol Lógico de Decisión” en el Anexo 2.1.

Los resultados obtenidos luego de la aplicación del árbol lógico de decisión, se registran en la hoja de decisión RCM II como se muestra en la Tabla 2.11:

Hoja de decisión RCM II			SISTEMA										Facilitador:		Fecha:
			SUBSISTEMA										Auditor:		
Referencia de información			Evaluación de las consecuencias				H1 S1 O1 N1	H2 S2 O2 N2	H3 S3 O3 N3	Acción a falta de			Tarea Propuesta	Intervalo inicial	A realizar por
F	FF	FM	H	S	E	O				H4	H5	S4			

Tabla 2.11: Hoja de decisión RCM II.

Fuente: [Moubray04].

La nomenclatura de la tabla anterior es la siguiente:

F: Función principal.

FF: Falla funcional.

FM: Modo de falla.

H: Consecuencia de falla oculta.

S: Consecuencia en la seguridad.

E: Consecuencias ambientales.

O: Consecuencias operacionales.

H1, S1, O1, N1: Factibilidad de realizar tareas a condición.

H2, S2, O2, N2: Factibilidad de realizar tareas de reacondicionamiento cíclico.

H3, S3, O3, N3: Factibilidad de realizar tareas de sustitución cíclica.

H4: Factibilidad de realizar búsqueda de fallas.

H5: Factibilidad de daño al medio ambiente o a la seguridad de las personas.

S4: Factibilidad de realizar una combinación de tareas.

A continuación serán explicados en detalle los siete pasos para la aplicación de la metodología RCM II [Moubray04].

1) ¿Cuáles son las funciones y los parámetros de funcionamiento asociados al activo en su actual contexto operacional?

Antes de poder aplicar un proceso para determinar qué debe hacerse para que cualquier activo físico continúe haciendo aquello que sus usuarios quieren que haga en su contexto operacional, necesitamos hacer dos cosas:

- Determinar qué es lo que sus usuarios quieren que haga.
- Asegurar que es capaz de realizar aquello que sus usuarios quieren que haga.

Por esto el primer paso del el proceso de RCM es definir las funciones de cada activo en su contexto operacional, junto con los parámetros de funcionamiento deseados. Lo que los usuarios esperan que los activos sean capaces de hacer puede ser dividido en dos categorías:

- Funciones primarias, que en primera instancia resumen el porqué de la adquisición del activo. Esta categoría de funciones cubre temas como velocidad, producción, capacidad de almacenaje o carga, calidad de producto y servicio al cliente. [Moubray04].
- Funciones secundarias la cual reconoce que se espera de cada activo que haga más que simplemente cubrir sus funciones primarias. Los usuarios también tienen expectativas relacionadas con las áreas de seguridad, control, contención, confort, integridad estructural, economía protección, eficiencia operacional, cumplimiento de regulaciones ambientales, y hasta de apariencia del activo. [Moubray04].

La magnitud de aquellos que los usuarios quieren que el activo haga puede definirse a través de un estándar mínimo de funcionamiento. [Moubray04].

2) ¿De qué manera falla en satisfacer dichas funciones?

El único hecho que puede hacer que un activo no pueda desempeñarse conforme a los parámetros requeridos por sus usuarios es alguna clase de falla. Esto sugiere que el mantenimiento cumple sus objetivos al adoptar una política apropiada para el manejo de una falla. Sin embargo, antes de poder aplicar una combinación adecuada de herramientas para el manejo de una falla, necesitamos identificar que fallas pueden ocurrir. [Moubray04].

El proceso de RCM lo hace en dos niveles:

- En primer lugar, identifica las circunstancias que llevaron a la falla
- Luego se pregunta qué eventos pueden causar que el activo falle.

En el mundo RCM, los estados de falla son conocidos como fallas funcionales porque ocurren cuando el activo no puede cumplir una función de acuerdo al parámetro de funcionamiento que el usuario considera aceptable. [Moubray04].

3) ¿Cuál es la causa de cada falla funcional? (Modo de falla)

Una vez identificadas las fallas funcionales, se deben identificar todos los hechos que de manera razonablemente posible puedan haber causado cada estado de falla. Estos hechos se denominan modos de falla. [Moubray04].

Si deseamos aplicar un mantenimiento verdaderamente proactivo a cualquier activo físico, debemos tratar de identificar todos los modos de falla que puedan afectarlo. El ideal sería poder identificarlos antes de que ocurriesen o al menos antes de que vuelvan a ocurrir.

Una vez que cada modo de falla ha sido identificado es posible considerar qué sucede cuando ocurre, evaluar las consecuencias y decidir si debiera hacerse algo para anticipar, prever, detectar, corregir, o hasta rediseñar. [Moubray04].

Un programa de mantenimiento global debe tener en cuenta todos los eventos que tienen posibilidad de amenazar la funcionalidad de los activos. Los modos de falla pueden ser clasificados en tres grupos de la siguiente manera:

- Cuando la capacidad cae por debajo del funcionamiento deseado.
- Cuando el funcionamiento deseado se eleva encima de la capacidad inicial.
- Cuando desde el comienzo el activo físico no es capaz de hacer lo que se quiere.

4) ¿Qué sucede cuando ocurre cada falla? (Efecto de falla)

El cuarto paso es hacer una lista de lo que de hecho sucede al producirse cada modo de falla. Esto se denomina efecto de falla. [Moubray04].

La descripción de estos efectos debe incluir toda la información necesaria para ayudar a la evaluación de las consecuencias de las fallas, debe hacerse constar lo siguiente:

- La evidencia (si la hubiera) de que se ha producido una falla.
- Las maneras (si las hubiera) en que la falla supone una amenaza para la seguridad o el medio ambiente.
- Las maneras (si las hubiera) en que afecta a la producción o a las operaciones
- Los daños físicos (si los hubiera) causados por la falla.
- Qué debe hacerse para reparar la falla.

Nótese que efecto de falla no es lo mismo que consecuencia de falla. Un efecto de falla responde a la pregunta ¿Qué ocurre?, mientras que una consecuencia de falla responde a la pregunta ¿Qué importancia tiene? [Moubray04].

5) ¿En qué sentido es importante cada falla?

Si las fallas no son prevenidas, el tiempo y el esfuerzo que se necesitan para repararlas también afecta a la organización, porque la reparación de fallas consume recursos que podrían ser mejor aprovechados en otras tareas más rentables. [Moubray04].

La naturaleza y la gravedad de estos efectos definen las consecuencias de la falla. En otras palabras, definen la manera en que los dueños y los usuarios de los activos creerán que cada falla es importante. [Moubray04].

El primer paso en el proceso RCM es separar las funciones ocultas de las evidentes porque las ocultas requieren de un manejo especial. [Moubray04].

a) Categorías de fallas evidentes:

Las fallas evidentes se clasifican en tres categorías de importancia decreciente:

- Consecuencias para la seguridad y medio ambiente: una falla tiene consecuencia en la seguridad si puede lesionar o matar a alguien. Tiene consecuencias para el medio ambiente si puede infringir alguna normativa relativa al medio ambiente de carácter corporativo, regional o nacional. [Moubray04].
- Consecuencias operacionales: una falla tiene consecuencia operacional si afecta a la producción o a las operaciones (volumen de producción, calidad del producto, servicio al cliente o costo operacional, además del costo directo de la reparación). [Moubray04].
- Consecuencias no operacionales: las fallas evidentes que caen dentro de esta categoría no afectan ni a la seguridad ni a la producción, de modo que solo involucran el costo directo de la reparación. [Moubray04].

b) Consecuencias de Fallas ocultas

Algunas fallas ocurren de tal forma que nadie sabe que el elemento se ha averiado a menos que se produzca otra falla.

Las fallas ocultas no tienen un impacto directo, pero exponen a la organización a fallas múltiples de consecuencias serias. [Moubray04].

Estas categorías son la base para la toma de decisiones en el proceso de mantenimiento, ya que su revisión permite centrar la atención sobre las actividades de mantenimiento que tienen el mayor efecto sobre el desempeño de la organización y resta importancia a aquellas que tienen escaso resultado [Moubray04].

6) ¿Qué puede hacerse para prevenir o predecir cada falla? (Mantenimiento Proactivo)

Las tareas proactivas se llevan a cabo antes que ocurra una falla, con el objetivo de prevenir que el componente llegue a un estado de falla. Abarcan lo que comúnmente se denomina mantenimiento “predictivo” y “preventivo”, aunque RCM utiliza los términos reacondicionamiento cíclico, sustitución cíclica y mantenimiento a condición. [Moubray04].

a) Tareas Preventivas

Desde el punto de vista técnico, existen dos temas a tomar en cuenta para la selección de tareas proactivas. Estos son:

- La relación entre la edad del componente que se está considerando y la probabilidad de que falle.
- Qué sucede una vez que ha comenzado a ocurrir la falla.

1 Fallas relacionadas con la edad

Las características del desgaste ocurren mayormente cuando los equipos entran en contacto directo con el producto. Las fallas relacionadas con la edad también tienden a estar asociadas con la fatiga, la oxidación, la corrosión y la evaporación. [Moubray04].

En la Figura 2.3, Figura 2.4 y Figura 2.5, se observan las gráficas del comportamiento de: Probabilidad condicional de falla y vida útil, Efecto de fallas prematuras, Fallas relacionadas con la edad, respectivamente.

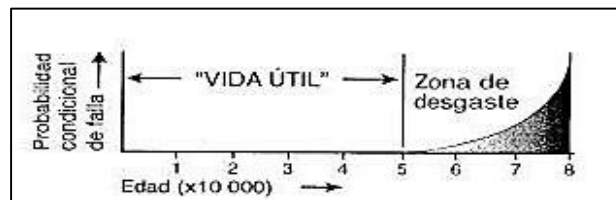


Figura 2.2. Probabilidad condicional de falla y vida útil.
Fuente: [Moubray04].

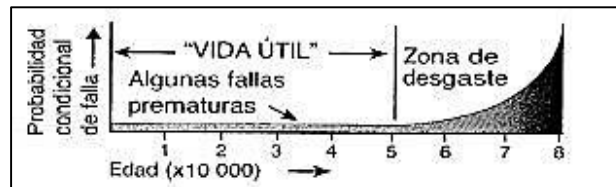


Figura 2.3. Efecto de fallas prematuras.
Fuente: [Moubray04].

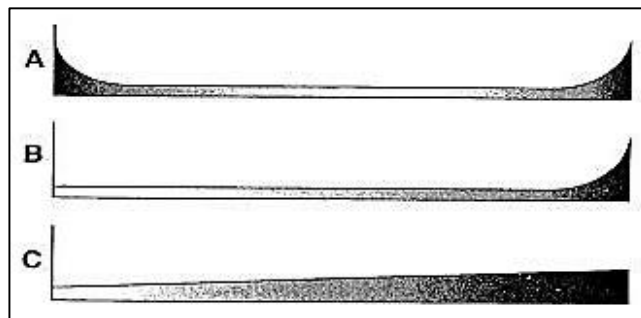


Figura 2.4. Fallas relacionadas con la edad.
Fuente: [Moubray04].

La metodología RCM II provee criterios simples, precisos y fáciles de entender, para decidir cuáles de las tareas proactivas son técnicamente factibles en el contexto operacional y para decidir quién debería hacerlas y con qué frecuencia. [Moubray04].

- **Tareas de Reacondicionamiento cíclicas:** consisten en reacondicionar la capacidad de un elemento o componente antes de un límite de edad operacional específico, independiente de su condición en ese momento [Moubray04].
- **Tareas de sustitución Cíclica:** consisten en sustituir un componente antes de un límite de edad definida, más allá de su condición en ese momento. [Moubray04].

Las tareas de reacondicionamiento y sustitución cíclica en conjunto conforman lo que se conoce como mantenimiento preventivo. Ambos términos muchas veces se pueden aplicar exactamente a la misma tarea, y el término apropiado depende del nivel al cual se lleva a cabo el análisis. [Moubray04].

La frecuencia con la que se realiza cada tarea de reacondicionamiento cíclico está determinada por la vida útil del elemento, como lo muestra la Figura 2.3.

En otras palabras:

La frecuencia de una tarea de reacondicionamiento o sustitución cíclica está determinada por la edad en la que el elemento o componente muestra un rápido incremento en la probabilidad condicional de falla.

2 Fallas no asociadas con la Edad.

Uno de los desarrollos más desafiantes de la administración del mantenimiento moderno ha sido el descubrimiento de que en realidad muy pocos modos de falla se ajustan a alguno de los patrones de falla que muestra la Figura 2.5. Esto se debe principalmente a una combinación de variaciones en el esfuerzo aplicado y complejidad creciente [Moubray04].

- **Esfuerzo variable:** el deterioro no siempre es proporcional al esfuerzo aplicado, y el esfuerzo no siempre es aplicado consistentemente. Muchas fallas son causadas por incrementos en el esfuerzo aplicado, que a su vez son causados por operación incorrecta, montaje incorrecto, o daños externos.
En todos aquellos casos hay muy poca o casi ninguna relación entre cuanto tiempo el activo físico estuvo en servicio y la posibilidad de que ocurra la falla. [Moubray04].
- **Complejidad:** en el caso de elementos complejos, la situación se torna todavía menos predecible. Los elementos se tornan más complejos para mejorar el funcionamiento (al incorporar tecnología nueva o adicional, o automatizando) o para hacerlos más seguros (utilizando dispositivos de seguridad). Es más probable que sufran fallas al azar los elementos complejos que los elementos simples. [Moubray04].

b) Tareas predictivas

Fallas potenciales y Mantenimiento a Condición

- **Falla potencial:** es un estudio identificable que indica que una falla funcional está a punto de ocurrir o en el proceso de ocurrir. [Moubray04].
- **Tareas de condición:** son técnicas para detectar fallas potenciales. Las tareas a condición permiten actuar evitando las posibles consecuencias que surgirían si se desencadena una falla funcional. Se denominan así porque los componentes se dejan en servicio “a condición” de que ocurran alcanzando los parámetros de funcionamiento deseado. [Moubray04].

En la Figura 2.6 se ilustra lo que sucede en las etapas finales de la falla, cómo se deteriora al punto en que puede ser detectada (punto “P”) y luego, si no es detectada y corregida, continua deteriorándose, generalmente a una tasa acelerada, hasta que llega al punto de falla funcional (“F”). [Moubray04].

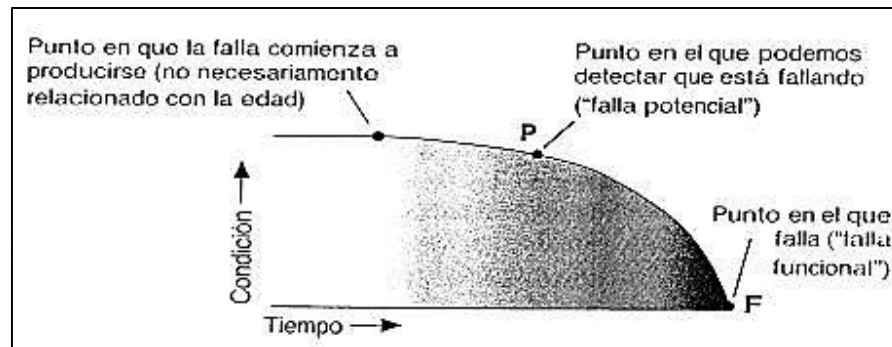


Figura 2.5: Curva P-F.
Fuente: [Moubray04].

Las tareas a condición deben ser realizadas a intervalos menores al intervalo P-F

7) ¿Qué debe hacerse si no se encuentra una tarea proactiva adecuada? (Acciones “a falta de”)

Si no puede hallarse para un modo de falla determinado una tarea proactiva que sea técnicamente factible y que merezca la pena ser realizada, la acción “a falta de” que debe llevarse a cabo **está regida por las consecuencias de la falla**, de la siguiente manera:

- Si no puede encontrarse una tarea proactiva que reduzca el riesgo de la falla múltiple asociada con la función oculta a un nivel tolerablemente bajo, entonces debe realizarse periódicamente una tarea de búsqueda de falla. Si no puede encontrarse una tarea de búsqueda de falla apropiada, la decisión “a falta de” puede resultar en la posibilidad de rediseño. [Moubray04].
- Si no puede encontrarse una tarea proactiva que reduzca el riesgo de una falla que podría afectar a la seguridad o al medio ambiente a un nivel tolerablemente bajo, obligatoriamente se debe rediseñar el componente o cambiar el proceso. [Moubray04].

- Si no puede encontrarse una tarea proactiva que cueste menos, en un periodo de tiempo, que una falla que tiene consecuencias operacionales, la decisión “a falta de” inicial es no realizar mantenimiento programado. (Si esto ocurre y las consecuencias operacionales siguen siendo inaceptables, entonces la decisión “a falta de” secundaria nuevamente es el rediseño). [Moubray04].
- Si no puede encontrarse una tarea proactiva que cueste menos, en un periodo de tiempo, que una falla que tiene consecuencias no operacionales, la decisión “a falta de” inicial es no realizar mantenimiento programado, y si los costos de reparación son demasiado altos, la decisión “a falta de” secundaria es nuevamente el rediseño. [Moubray04].

La ubicación de las acciones “a falta de” en el marco de decisión RCM se muestra en la Figura 2.7:

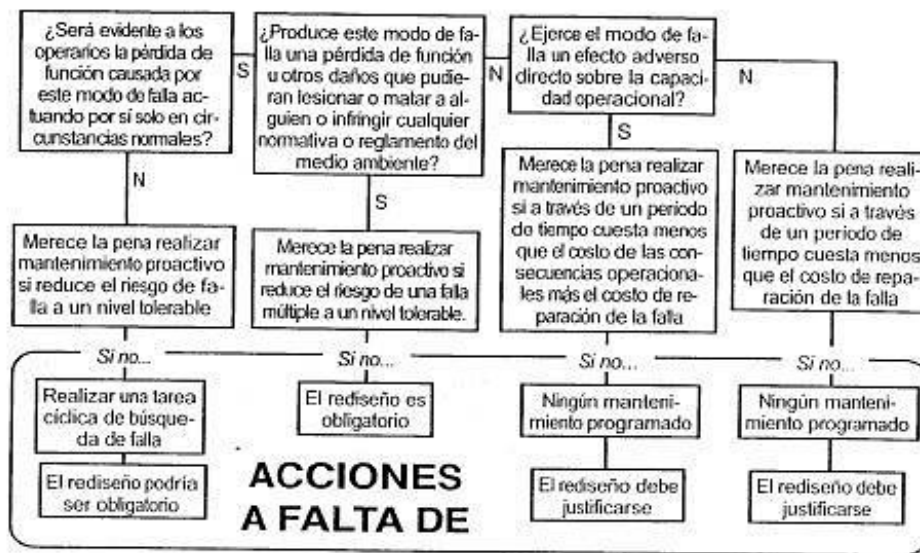


Figura 2.6: Acciones a falta de.

Fuente: Moubray 04.

Si no se encuentra una tarea proactiva que sea técnicamente factible, se debe tomar una “acción a falta de” adecuada para tratar directamente el estado de falla. RCM II reconoce tres categorías de “acciones a falta de”. [Moubray04].

- **Búsqueda de fallas:** se aplica solo a las fallas ocultas o no relevantes. Las tareas de búsqueda de falla implican revisar periódicamente funciones ocultas para determinar si ha falla. [Moubray04].
- **Rediseño:** implica hacer cambios de una sola vez a las capacidades iniciales de un sistema. [Moubray04].
- **Ningún mantenimiento programado:** no se realiza ningún esfuerzo por anticipar o prevenir los modos de falla y se deja que ésta simplemente ocurra, para luego repararla. Comúnmente se conoce como mantenimiento o rotura. [Moubray04].

2.5. Diagrama de Flujo (Metodología a aplicar)

En la Figura 2.8 se presenta el diagrama de flujo que representa el camino a seguir para la realización del estudio de los equipos pertenecientes a la línea 15K de envasado de la Planta Concón Lipigas, a los cuales se les realizará, en primer lugar, un análisis de criticidad para seleccionar los equipos que serán el objeto de análisis. Serán seleccionados los equipos que resulten con un nivel “altamente crítico” y “crítico” para luego aplicarles la metodología del RCM II. Finalmente se llevará a cabo una comparación de la situación actual y la situación propuesta por medio de Indicadores de Cambio.

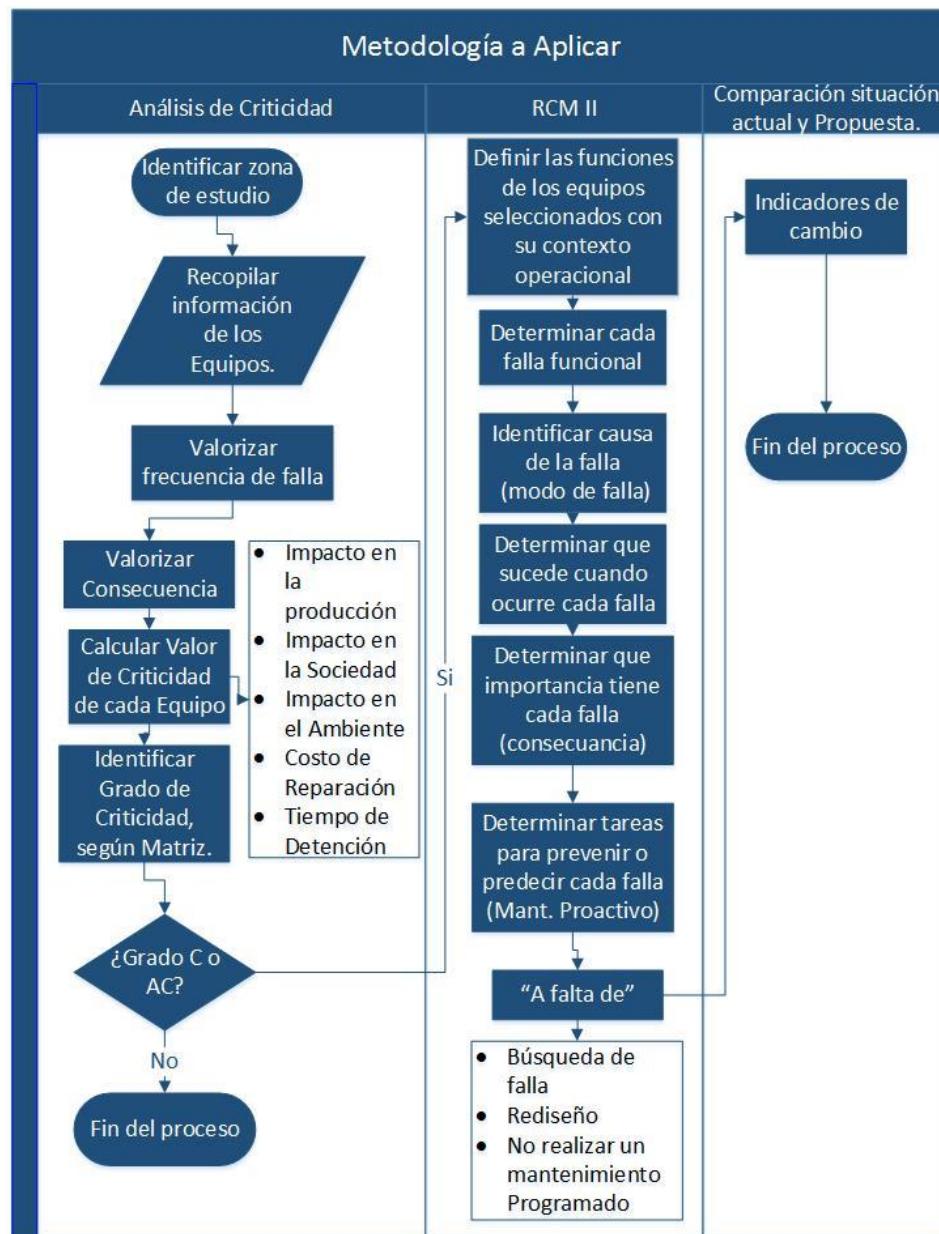


Figura 2.7: Metodología a aplicar en el Trabajo de Título.
Fuente: Elaboración propia.

2.6. Resumen Capítulo 2: Metodologías

En este capítulo se presentó los tipos de mantenimiento, las metodologías utilizadas para identificar las principales causas de la problemática planteado en el Capítulo 1 y las metodologías que se aplicara para resolver dicho problema.

Para abordar el objetivo general se utilizaran dos metodologías principalmente:

- Análisis de Criticidad

Esta herramienta revela las máquinas críticas de la Línea 15K, por medio de la frecuencia de falla y sus impactos o consecuencias, donde las maquinas que obtengan una ponderación Crítica (C) o Altamente Crítica (AC) serán las seleccionadas para pasar a la siguientes etapa.

- Método RCM II

Este análisis pretende identificar las funciones de las máquinas seleccionadas y en qué forma pueden fallar, seleccionar ciertas actividades preventivas aplicables y efectivas para preservar la funcionalidad de ellas, identificando y eliminando los posibles modos de falla que afectan la confiabilidad del sistema.

El método del RCM II continua con la realización de procedimientos operativos estándar (POE), los cuales se utilizará en la elaboración del documento con la propuesta del plan de mantenimiento que se le entregará a la empresa Lipigas, planta Concón.

Una vez aplicadas estas herramientas se procede a una comparación de la situación actual con la propuesta, utilizando un análisis de indicadores de cambio.

Capítulo 3: Aplicación de metodología

En este capítulo se procede a aplicar la metodología descrita en el Capítulo 2 “Metodologías” del presente Trabajo de Título.

3.1. Etapa 1: Análisis de Criticidad

En el siguiente punto se aplica el análisis de criticidad a las máquinas de la Línea de envasado 15K perteneciente a la Planta Concón Lipigas, para ello, es necesario identificar “Frecuencia de falla” y “Consecuencia”, para luego aplicar la Fórmula 2.7, señalada en el Capítulo 2.

3.1.1. Análisis de Frecuencia de Falla

Para obtener los intervalos de valorización de la Frecuencia de falla se utilizara la Fórmula 2.1 del Capítulo 2, y la información de frecuencia de falla de un año (2014) para la línea de envasado 15K. Ver Anexo 3.1. En la Tabla 3.1 se puede apreciar el resultado de la elaboración de intervalos y la asignación de su valor respectivo.

Frecuencia de Falla	Valor
]50,5-66,0] en un año	4
]35,0-50,5] en un año	3
]19,5-35,0] en un año	2
]04,0-19,5] en un año	1

Tabla 3.1: Frecuencia de falla/ Análisis de Criticidad.
Fuente: Elaboración propia.

3.1.2. Consecuencia

En este punto se realiza la ponderación de equipos según las consecuencias de las fallas producidas en la línea 15K. Las consecuencias consideradas para este análisis son:

3.1.2.1. Impacto en la Producción (IP)

Para obtener el impacto en la producción es necesaria la información de la cantidad de cilindros que se deja de envasar a causa de una detención de línea, y el costo unitario promedio de venta de los cilindros. Lo anterior se utilizará para reflejar en qué medida afectan a los ingresos de la empresa dichas detenciones. Para obtener el IP utilizar Fórmula 2.2 del Capítulo 2.

Una vez calculado el impacto de la producción (Ver Anexo 3.2) se procede a la confección de los intervalos de valorización, utilizando la Fórmula 2.3 del Capítulo 2, cuya valorización se observa en la Tabla 3.2.

Impacto en la Producción (IP)	Valor
]76,856-96,070] Millones de pesos	5
]57,642-76,856] Millones de pesos	4
]38,428-57,642] Millones de pesos	3
]19,214-38,428] Millones de pesos	2
[00,000-19,214] Millones de pesos	1

Tabla 3.2: Impacto en la producción/ Consecuencia 1 / Análisis de Criticidad.
Fuente: Elaboración propia.

3.1.2.2. Impacto en el Ambiente (IA)

Para reflejar el Impacto Ambiental de las máquinas de la línea 15K, se recopiló la información por medio de una encuesta realizada al encargado de prevención de riesgo de la planta, ver Anexo 3.3. La valorización del IA se presenta en la Tabla 3.3.

Impacto en el Ambiente	Valor
Daño Ambiental o Contaminación Irreversible, fuera de las instalaciones.	5
Daño Ambiental o Contaminación Reversible, fuera de las instalaciones.	4
Daño Ambiental o Contaminación Reversible, dentro de las instalaciones.	3
Daño Ambiental o Contaminación en el Área de Equipo	2
No se Detectan Daño Ambiental	1

Tabla 3.3: Impacto al Ambiente/ Consecuencia 2 / Análisis de Criticidad.
Fuente: Elaboración propia.

3.1.2.3. Impacto en la Seguridad (IS)

Para reflejar el Impacto en la Seguridad del personal de la línea 15K, se recopiló la información por medio de una encuesta realizada al encargado de prevención de Riesgos de la Planta, ver Anexo 3.3. La valorización del IS se presenta en la Tabla 3.4.

Impacto en la Seguridad	Valor
Muerte del Personal o incapacidad total permanente	5
Lesiones o Heridas con incapacidad parcial permanente	4
Lesiones o Heridas con incapacidad temporal	3
Lesiones o Heridas Leves No incapacitantes (primeros auxilios)	2
No origina lesiones al Personal	1

Tabla 3.4: Impacto en la seguridad / Consecuencia 3 / Análisis de Criticidad.
Fuente: Elaboración propia.

3.1.2.4. Costo de Reparación (CR)

Para obtener el Costo de Reparación es necesaria la información de los costos asociados a los repuestos, el requerimiento de personal externo y los insumos que se utilizan en una mantención. Para obtener el CR utilizar Fórmula 2.4 del Capítulo 2.

Una vez calculado el impacto en los Costos de Reparación (Ver Anexo 3.4) se procede a la confección de los intervalos de valorización, utilizando la Formula 2.5 del Capítulo 2. La valorización del CR se presenta en la Tabla 3.5.

Costos de Reparación	Valor
]9,532 - 11,66] Millones de pesos	5
]7,404 - 9,532] Millones de pesos	4
]5,276 - 7,404] Millones de pesos	3
]3,148 - 5,276] Millones de pesos	2
]1,020 - 3,148] Millones de pesos	1

Tabla 3.5: Impacto en el costo de reparación / Consecuencia 4 / Análisis de Criticidad.
Fuente: Elaboración propia.

3.1.2.5. Tiempo de Detención (TD)

Para obtener los intervalos de valorización del Tiempo de Detención, se utiliza la Fórmula 2.6 del Capítulo 2, y la información de tiempo de detención obtenida del Sistema de información *MTSolutions*, donde se tiene registradas las detenciones de 8 meses, ver Anexo 3.2. La valorización del TD se presenta en la Tabla 3.6.

Tiempo de Detención	Valor
]7,888-9,860] Horas	5
]5,916-7,888] Horas	4
]3,944-5,916] Horas	3
]1,972-3,944] Horas	2
]0,000-1,972] Horas	1

Tabla 3.6: Impacto en el tiempo de detención / Consecuencia 5 / Análisis de Criticidad.
Fuente: Elaboración propia.

3.1.3. Matriz de Criticidad

Para crear la Matriz de Criticidad de la Línea 15K se valorizaron los niveles de impacto de cada máquina para calcular la Consecuencia y su Grado de Criticidad, utilizando la Fórmulas 2.7 y 2.8 del Capítulo 2, cuyo resultado se observa en la Tabla 3.7.

Frecuencia	Grado de Criticidad				
	4	BC	C	C	AC
3	BC	MC	C	C	AC
2	BC	BC	MC	C	C
1	NC	BC	BC	BC	MC
	5	10	15	20	25
	Consecuencia				

Tabla 3.7: Nivel de criticidad línea 15K, Lipigas planta Concón
Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 3.8 se muestran los valores obtenidos del análisis de consecuencia de cada máquina, con su ponderación y grado de criticidad.

Cálculo de Criticidad								
Equipos de la Línea de envasado 15K	Frecuencia de falla	IP	IS	IA	CR	TD	Ponderación de Criticidad	Grado de Criticidad
Motriz	2	2	4	1	2	2	22	MC
Peso residual	2	1	1	1	4	1	14	BC
Paletizadora	3	1	5	1	3	1	30	MC
Detectora de fuga	3	1	2	1	4	1	24	MC
Introduccion de cilindros	2	2	2	1	3	2	20	BC
Llenadora	4	3	3	1	5	3	72	AC
Línea de re inspección	1	1	4	1	2	1	8	BC
Selladora	1	1	2	1	2	1	6	BC
Control de peso	3	1	1	1	4	1	21	MC
Detectora de ovalidad	2	1	1	1	4	1	14	BC
Cabina de prelavado	1	1	2	2	1	1	6	BC
Lavadora	1	2	1	3	2	2	10	BC
Despaletizadora	3	4	5	1	5	4	81	AC

Tabla 3.8: Calculo de niveles de Criticidad para equipos Línea 15K Envasado.

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar, las máquinas “Llenadora” y “Despaletizadora” son las que tienen mayor ponderación, clasificando como Altamente Critico según el análisis de criticidad. Estas dos Maquinarias son las seleccionadas para aplicar la metodología de RCM II y confeccionar un Plan de Mantenimiento de acciones Proactivas.

En la planta se habla de despaletizado y paletizado por separado, para identificar con mayor facilidad las fallas y los componentes de los equipos, sin embargo dichas máquinas componen una sola estructura, por lo que se aplica la metodología RCM II a ambas adquiriendo el nombre de “Sistema Paletizado”.

3.2. Etapa 2: Aplicación del método RCM II

En esta etapa se describe los equipos que se ha seleccionado a partir del análisis de criticidad, con el fin de llevarlos a la hoja de información RCM II (metodología AMFE), la cual define, con ayuda de un grupo de análisis, las funciones de cada equipo, la manera en cómo podrían fallar dichas funciones, las causas que generan aquellas fallas y los efectos operacionales que traen consigo. Finalmente, utilizando la herramienta “Árbol Lógico de Decisión RCM II”, se realiza un análisis de las consecuencias determinando las actividades de mantenimiento necesarias para mitigarlas o evitarlas, el cual será registrado en la hoja de decisión RCM II.

3.2.1. Descripción de los sistemas críticos de la línea 15 K y sus componentes.

A continuación se describe los sistemas que serán analizados bajo la aplicación de la metodología RCM II, y los equipos que los componen. La información se ha recopilado mediante manuales de fabricante, entrevistas con personal de mantenimiento e inspección

visual. Se describen los subsistemas identificando las principales funciones que cumplen, para luego comenzar con el análisis AMFE.

3.2.1.1. Sistema de Paletizado

Descripción General

La Paletizadora permite un movimiento automático de los envases de GLP llenos y vacíos entre los pallets y la cadena transportadora.

Los pallets con envases vacíos son acomodados por uno de los lados de la paletizadora (lado de entrada o Despaletizadora), y los envases llenos son retirados por el otro lado de la unidad (lado de salida o Paletizadora). Los pallets son transportados a través de las zonas de trabajo por medio de una carretilla elevadora, o también conocidas como grúas horquillas.

La estructura de la Paletizadora consiste en dos perfiles en forma de "I" que contienen un conjunto de rieles para guiar los pallets, un sistema de paro de pallets, y detectores de presencia y de paso de pallets (detectores de posición).

El sistema de tracción de los pallets consiste en dos cadenas que circulan dentro de dos guidores paralelos a la estructura de la Paletizadora. Estas cadenas son tiradas por un engranaje reductor accionado por un motor antideflagrante (Moto-reductor)

Los postes principales de la Paletizadora están provistos de un sistema de elevación que permite elevar y separar los pallets de las cadenas de tracción, evitando el desgaste inútil de las cadenas transportadoras y pallets. Este sistema también es llamado como Mangas Levantes.

La Paletizadora es diseñada para operar de modo completamente automático, aunque permite secuencias manuales de paro de emergencia, bloqueo de pellets, etc., pulsando botones e interruptores localizados en los cuadros de control.

La Paletizadora está dividida en 9 posiciones operacionales, en el siguiente orden:

- Introducción de pallets con cilindros vacíos
- Posición intermedia de descarga (x2)
- Poste eléctrico de descarga
- Posición intermedia de pallets vacíos (x1)
- Poste neumático de carga
- Posición intermedia de carga (x2)
- Salida de pallets con cilindros llenos

Estas unidades conectadas con el PLC, permiten el control de todas las operaciones que van sucediendo en la paletizadora.

Ficha técnica del equipo

- Referencia: Paletizadora automática a cadenas
- Versión: 9 postes
- Cadencia máxima de trabajo: 1200 env/hr
- Dimensiones totales (largo x ancho x alto): 22.210(mm) x 8.500(mm) x 2.305(mm)
- Nivel de presión acústica: <= 70 dB (A)
- Energía:
 - Aire comprimido:
 - Consumo: 62 Nm³/h
 - Presión: 6 bar
 - Filtro: 40 μ
 - Electricidad:
 - Voltaje: 220/380 V
 - Frecuencia: 50 Hz
 - Unidad hidráulica de descarga:
 - Potencia: 1,5 kW
 - Velocidad: 1.500 rpm
 - Flujo: 13,5 l/mm
 - Presión: 60 bar
 - Capacidad tanque: 50 l
 - Unidad Motriz:
 - Potencia: 5,5 kW
 - Velocidad: 1.500 Rpm
 - Relación reducción: i=44,74

Descripción detallada del equipo

La paletizadora permite el transporte de los pallets a través de las diferentes estaciones operacionales, cuyo sistema de transporte está compuesto principalmente de:

1. Estructura principal.
2. Sistema de transmisión.
3. Poste de introducción de pallets.
4. Posición intermedia.
5. Poste de Descarga y elevador de barras automático.
6. Poste de carga.
7. Poste de salida de pallets llenos.
8. Subsistemas principales:
 - a. Elevador de barras.
 - b. Ariete de descarga.
 - c. Manga levante.
 - d. Tope de contacto.
 - e. Freno pallet.
 - f. Ariete de carga.
 - g. Motor-reductor.

1. Estructura principal

Esta parte es la base estructural en donde están montados:

- Cadena de transmisión en la que se transportan los pallets.
- Sistema de paro que permite poner los pallets en posición correcta frente a los postes de carga y descarga, llamados **Frenos de pallets**.
- Varios sensores eléctricos de posición de los pallets o de los envases.
- Rieles laterales guías que mantienen los pallets alineados.
- Rieles guías para la cadena de transmisión que mantienen los pallets.
- Sistema elevador frente a cada poste.

2. Sistema de transmisión:

Consiste principalmente en cadenas de transmisión que se desplazan en rieles guías en forma de U reposando en la estructura principal. Una banda de polietileno reduce la fricción entre las cadenas y los rieles guías, por lo que no es necesario lubricar las cadenas. Un grupo motor-reductor maneja las cadenas.

Cada poste de la paletizadora está equipado con sistemas de elevación de pallets de la cadena cuando no se desea el movimiento de dicho pallets, llamado **Mangas Levantes**.

3. Poste de introducción de pallets:

El poste de introducción de pallets permite colocar, con una grúa horquilla, pallets con envases vacíos.

4. Posición intermedia:

En esta posición no se realiza ni una operación, solo cumple la función del traslado de pallets del puesto de descarga al puesto de carga.

5. Poste de Descarga y elevador de barras automático:

El poste de descarga es accionado por un empujador eléctrico.

Los envases vacíos son descargados de los pallets en filas de cinco. Esta evacuación es posible sólo si el elevador automático de barras está en posición alta (abierto).

La serie de envases es empujada hacia el transportador a cadenas del centro de llenado. Una vez que todos los envases están fuera del pallet, la barra desciende automáticamente y el pallet puede desplazarse hacia el poste siguiente.

Este poste está compuesto de:

- Un chasis en forma de pedestal anclado directamente en el suelo y unido a la Paletizadora.
- Una barra empujadora con una placa de "Ertalon" y guiada por cadenas (**Ariete de Descarga**).
- Un motor eléctrico acciona la barra de empuje, mediante un reductor y una cadena de posición fija.
- Un conjunto de sensores eléctricos para el ciclo automático controlado por el PLC.
- Dos paros detienen el pallet en el poste de descarga antes que el mismo sea elevado.

- El sistema Elevador de barras permite operar automáticamente los pallets, abriendo y cerrando las barras. Tan pronto como el pallet para frente al poste de descarga, una señal automática controla que se enganchen los dedos (brazos) mecánicos que levantan la barra y dejan los envases salir del pallet hacia las cadenas transportadoras. Esto está compuesto de:
 - a) Un chasis soporte.
 - b) Una barra elevadora movida por dos pistones neumáticos. El carrito es guiado por dos guías laterales.
 - c) Dos brazos móviles con ganchos en los extremos que trabajan con un movimiento de vaivén gracias a 4 pequeños pistones neumáticos.
 - d) Un sistema neumático de distribución.
 - e) Seis sensores para la posición de la barra.
- Un sistema elevador en los transportadores a cadenas, con un pistón neumático con dos guías se mantiene una serie de envases sobre el transportador a cadenas durante la introducción.
- Según el tipo de envase, un tope en la descarga que mantiene los envases en el transportador a cadena.
- Un tope de contacto que detecta la presencia de envases en el transportador.

6. Poste de carga:

Asegura de la introducción de envases llenos en el pallets. Apenas el sistema elevador levanta la barra (**Levante de Barras**), se introducen envases en filas de cinco.

Este está compuesto de:

- Una estructura de metal anclada en el suelo.
- Una barra empujadora (**Ariete de carga**) protegida con dos amortiguadores y guiada por un conjunto de guías cilíndricos con cojinetes lineales.
- En función del tipo de envase, será necesario colocar los amortiguadores hidráulicos entre la barra de empuje y el chasis, para cambiar la posición de la guía.
- Un pistón neumático que acciona la barra empujadora.
- Un contador que luego de contar cinco envases acciona el paro lateral (perpendicular) para impedir que se acerquen otros envases y ordena la retirada de la barra empujadora. Este contador es montado en un soporte regulable fijado en el guía permitiendo de posicionar el mismo adecuadamente de modo que el contador este en contacto con los envases.
- Un contador que luego de contar seis envases acciona el descenso del sistema Elevador de barras e impide la entrada de envases en el pallets. Este pallets lleno es enviado a posición intermedia de carga hasta su salida.
- Un sistema automático Elevador de barras.
- Dos paros (Frenos) de pallets que inmovilizan el pallets en el poste de carga, antes de que el mismo sea elevado.
- Un dispositivo de paro perpendicular.
- Un tope, protegido en su extremo con una placa de "Ertalon" detiene la serie de envases antes de ser cargados.
- Un circuito neumático que controla la secuencia. A pesar de ellos, todos los movimientos son manejados por el PLC.
- Tapas de protección.

7. Poste de salida de pallets llenos:

Este poste permite que la grúa horquilla retire los pallets llenos con envases que ya han llegado al poste y que han sido elevados. Está compuesto por:

- Dos topes para la grúa horquilla, fijados en el suelo.
- Un sensor que asegura el movimiento del pallets siguiente, apenas el poste está libre.

3.2.1.2. Sistema de Llenado

Descripción general

La misión del carrusel de llenado consiste en recibir envases vacíos provenientes de la cadena transportadora principal y llenarlos durante la rotación. Una vez llenos, los envases son enviados hacia la cadena transportadora de salida.

Ficha técnica del equipo

- Referencia: Carrusel de llenado
- Versión: 33 postes (puestos de llenado)
- Cadencia máxima de trabajo: 1200 env/h
- Dimensión: ϕ 69.000
- Nivel de presión acústica: \leq 70 dB (A)
- Energía:
 - a) Aire comprimido
 - Consumo ; 40,4 Nm³ /h
 - Presión: 6 bar
 - Filtro: 40 μ
 - b) Electricidad
 - Voltaje: 220 / 380 V
 - Frecuencia: 50 Hz
 - Potencia: 1,5 Kw
 - Velocidad de rotación: 1.500 Rpm

Descripción detallada del equipo

El carrusel está compuesto por los siguientes elementos:

1. Columna central.
 - a) Unidad giratoria.
 - b) Unidad fija.
 - c) Caja presurizada.
2. Llenado.
 - a) Puestos de llenado.
3. Motorización.
4. Admisión automática.
5. Unidad electrónica y neumática.

1. Columna central:

La columna central es el centro mecánico del carrusel. Esta alimenta con gas y aire las coronas de distribución por medio de juntas giratorias, alimentación que es requerida por el poste de llenado y el circuito auxiliar. Por ello la columna está equipada con circuitos de distribución con juntas universales.

La columna está compuesta por una parte giratoria y una parte fija. Además en la parte fija se encuentra el armario presurizado.

a) Unidad giratoria: La unidad giratoria soporta los postes de llenado y alimenta estos últimos con aire y GLP. Esta Unidad está compuesta por dos partes.

a) Estructura

- Fabricada con perfiles de acero soldado.
- Soportada en su parte central por la columna distribuidora.
- Soportada en su parte exterior por ruedas inversadas.
- Provista de dos anillos de distribución de GLP y aire comprimido.

b) Parte giratoria columna central

Está compuesta de un rodete centrado en la parte fija por medio de rodamientos y cojines de empuje. Juntas de goma aseguran la estanqueidad de los circuitos.

- En este soporte se fijan los brazos del armazón giratorio (estructura) y la tubería de distribuidores de alimentación GLP y aire.

b) Unidad fija: Está compuesta de un árbol hueco solidario a un trípode anclado al suelo por medio de tres pies mantenidos con tornillos. Los circuitos de GLP y de aire están conectados de la siguiente manera:

- a) La entrada de GLP en la parte inferior por el centro.
- b) La entrada de aire en la parte inferior lateral.

c) Armario presurizado:

a) El armario presurizado está suspendido de un soporte y situado en el eje del centro de la estructura del carrusel. Este panel está conectado, por un lado, con la columna central (parte móvil), y por el otro, con el soporte que a la vez es el conducto de los cables y tubo neumático (parte fija).

b) La parte superior es fija, y la parte inferior gira. Esta rotación es permitida gracias a una caja de contactos giratorios, fijada en la parte inferior del armario presurizado.

c) Las conexiones eléctricas entre todas las básculas de llenado y el PLC se realizan por medio de este panel de presurización, tanto para la comunicación como para la alimentación de energía eléctrica.

d) Características:

- Tipo: D224
- Dimensiones
 - Alto: 450 mm
 - Ancho: 600 mm
 - Profundidad: 430 mm

- Capacidad: 0,12 m³
- Presión red: 6 bar
- Sección de entrada: 3/8
- Flujo necesario: 40 Nm³ /h
- Tiempo de barrido: 2 min
- Temporizador regularizado en: B y C
- Regulación presurización: 6 mbar
- Arranque de emergencia: 3 mbar
- Duración del barrido
 - Presión en el armario: 8 mbar
 - Presión en el circuito de mando: 4,5 bar

2. Llenado (básculas de llenado):

El Carrusel posee 33 puestos de llenado o básculas de llenado, los cuales son los que ejecutan el acto de llenar los envases vacíos según la información recopilada por el PLC desde los diferentes puntos de recepción de datos. Dicha información indica en qué puesto quedara cada envase según su tara y peso residual, de esa manera el másico llena con el suficiente GLP para que el envase termine con las características de peso deseados.

Cada uno de los puestos de llenado posee los siguientes elementos:

- **Centrador:** unidad encargada de centrar los envases por medio de dos brazos mecánicos accionados neumáticamente.
- **Medidor de caudal másico:** unidad electrónica vinculada con el PLC por medio de una tarjeta electrónica, encargada de medir el caudal del fluido en unidades de masa.
- **Cabezal de llenado:** elemento que se ensambla a la válvula jumbo de los envases. Por el cual circula la cantidad de GLP especificada por el PLC y medida por el Másico.
- **Válvula de paso Gas:** elemento electro-neumático que se encuentra conectada con el cabezal de llenado y su función es dar el paso del GLP mediante una señal enviada desde el PLC. Esta válvula se encuentra “normalmente cerrada”.
- **Cuadro de válvulas:** panel que almacena diferentes componentes electrónicos y lógicos.

3. Motorización:

El movimiento giratorio del carrusel se efectúa por medio de un **motor-reductor** que mueve una rueda con cubierta de goma que ejerce presión constante contra el borde exterior de la estructura. La motorización se compone de un pequeño motor eléctrico que acciona la rueda y un variador de velocidad que regula sus revoluciones.

4. Admisión a carrusel (automática):

- Esta unidad está ubicada fuera del carrusel, en el transportador a cadenas y abastece al carrusel con envases vacíos. Los envases son admitidos de a uno en los puestos de llenado.
- Esta admisión automática es controlada por un PLC. Las informaciones provienen de la báscula electrónica de control de peso residual (tipo de envase) y del carrusel (autorización de admisión).

- Esta unidad está compuesta por:
 - Un pistón de admisión (empujador).
 - Un conjunto de paro de envases (dispositivo de paro perpendicular).
 - Un tope ajustable para mantener cualquier tipo de envase en el eje del desviador (posicionado automático).
 - Dos guías desmontables para mantener cualquier tipo de envase en el eje del transportador (posicionado manual).
 - Un conjunto de detectores para el control y movimiento de los envases.

5. Unidad electrónica y neumática

Estas unidades conectadas con el PLC, permiten el control de todas las operaciones que van sucediendo en el poste de admisión (admisión automática), las básculas de llenado (puestos de llenado) y la eyección (salida del carrusel).

Un dispositivo de detección fijado al suelo en la entrada del carrusel permite la identificación de las básculas (número de la báscula: la primera o las otras).

Otro dispositivo de detección fijado al suelo en la salida del carrusel permite la eyección o no, de envases en función del peso del envase, y de la disposición del transportador de salida del carrusel.

Los detectores de posición a la entrada y a la salida del carrusel, permiten la admisión y la salida automática de los envases.

Un detector montado en la estructura, bajo cada una de las básculas de llenado y cada plataforma realiza la conexión con el conjunto de detección fijo para saber si se puede introducir un nuevo envase.

- El PLC reconoce:
 - a) Si el carrusel está en rotación.
 - b) La cadencia teórica de trabajo.
 - c) El tiempo necesario para hacer una rotación.
- Ficha de cálculo:

$$\text{Cadencia teórica de trabajo} = \left[\frac{360^{\circ} \cdot 33}{\text{tiempo de una vuelta del carrusel}} \right] * 10 \quad (3.1)$$

Este carrusel está equipado con 30 básculas y 1.200 env/h.

Tiempo teórico para que el carrusel con 30 básculas efectúe una vuelta = 90 s.

3.2.2. Grupo Análisis

Para realizar el análisis RCM II se ha trabajado junto a un grupo de análisis, el cual está compuesto por personal de mantenimiento y operaciones. El análisis se llevó a cabo por medio de reuniones y recopilación de documentos como los manuales de fabricantes para los componentes de los sistemas. Se realizaron visitas a la planta de envasado para

evidenciar de manera visual lo descrito en los manuales, de manera de diseñar una descripción organizada y clara. En la Figura 3.1 se observan los integrantes del grupo de análisis.



Figura 3.1: Grupo de Análisis RCM II.

Fuente: Elaboración propia.

Descripción de las funciones del grupo de análisis.

- **Jefe nacional de mantenimiento:** tiene una visión global del proceso operativo. Su rol dentro de las reuniones fue mantener el enfoque de análisis dentro de los límites del mantenimiento de equipos.
- **Planificador de mantenimiento:** su rol dentro de las reuniones fue mantener una conversación activa a través de un debate con el grupo de análisis, entregando información teórica y práctica del proceso de mantenimiento de los sistemas y subsistemas.
- **Supervisor de mantenimiento:** permitió el acceso a los manuales del fabricante, de donde se extrajo información sobre la descripción de los equipos, sus subsistemas y componentes importantes. Dicha información es fundamental para la aplicación de la metodología RCM II.
- **Supervisor de planta:** su rol dentro de la reunión de experto fue entregar la mayor información obtenido por sus años de experiencia en el proceso operacional, entregando detalles de la función principal de los subsistemas, sus fallas, causas y efectos que provocan.

3.2.3. Análisis de Modos, Fallas y Efectos (AMFE)

Para confeccionar la Hoja de información de RCM II, primero se identificó los sistemas y subsistemas de los equipos anteriormente seleccionados según el análisis de criticidad con ayuda de manuales de fabricante.

Se identificó las funciones de cada uno de los subsistemas junto con sus parámetros de funcionamiento operacional deseado, para luego seleccionar las fallas funcionales que se pueden desarrollar, es decir, los eventos que producen la incapacidad de que el activo cumpla la función bajo los parámetros aceptables para el usuario.

En el siguiente paso se determinó las causas “Modos de Falla” para cada una de las fallas funcionales anteriormente descritas, para luego finalizar con el efecto que trae consigo cada modo de falla, para lo cual se consideraron efectos operacionales, ambientales, de seguridad y no operacionales. Adicionalmente se incluyó la recomendación para solucionar la falla o en algunos casos para evitarla.

El resultado obtenido bajo el análisis AMFE se registra en las hojas de información RCM II, que se presenta en el Anexo 3.5. A continuación se muestra un extracto del AMFE realizado al Sistema de Paletizado, Subsistema “Ariete de Descarga”.

Hoja de Información RCM II		Sistema: Paletizado			
		Subsistema: Ariete de descarga			
Función		Falla Funcional	Modo de Falla	Efecto de Falla	
1	Empujar los cilindros desde el pallet hacia la línea transportadora (En grupos de 5 envases a la vez).	A	No empuja los cilindros	1	Falla eléctrica Una falla eléctrica produce la detención total del sistema eléctrico del motor que acciona el ariete de descarga. • Reparar
				2	Falla en el motor-reductor Una falla mecánica en el motor-reductor produce una detención del motor que acciona el ariete de descarga. • Evitar el desgaste de los componentes mecánicos (lubricación y limpieza) • Revisar y reemplazar componentes dañados/desgastados
				3	Rotura de Eslabones Cadena empuje La ruptura de un eslabón produce la detención del ariete de descarga debido a que no posee la fuerza de empuje direccional para descargar el pallet. • Cambiar cadena
				4	Desgastes de componentes (Pernos, engranajes, eje y piñón) El uso prolongado de ciertos componentes desgastados afectan el funcionamiento del ariete. • Cambio de componente desgastado
				5	Deformación cadena de empuje Múltiples deformaciones en la cadena de empuje disminuyen la fuerza direccional imposibilitando la descarga. • Mantenimiento de la cadena
				6	Falla en la programación (PLC) La comunicación con el PLC se ve afectada producto de la pérdida de programación, y por lo tanto no se acciona el ariete. • Reprogramación PLC

Tabla 3.9: Extracto Hoja de Información RCM II para Subsistema “Ariete de Descarga”.

Fuente: Elaboración propia.

3.2.4. Árbol Lógico de Decisión RCM II

Antes de seguir con el análisis RCM II es necesario tener presente los siguientes conceptos que se muestra a modo de resumen en la Tabla 3.10, vistos anteriormente en el Capítulo 2 del presente Trabajo de Título.

Concepto	Definición
Falla	Se define "falla" como la incapacidad de cualquier activo de hacer aquello que sus usuarios quieren que haga.
Falla funcionales	Una falla funcional se define como la incapacidad de cualquier activo físico de cumplir una función según un parámetro de funcionamiento aceptable para el usuario.
Falla potencial	Es un estudio identificable que indica que una falla funcional está a punto de ocurrir o en el proceso de ocurrir.
Técnicamente factible	Tarea proactiva que sea físicamente posible de realizar y que produzca, o que permita realizar una tarea que reduzca, las consecuencias de la falla al punto que sea tolerable para el dueño o el usuario del activo.
Merece la pena	Si la tarea reduce las consecuencias de la falla a un punto que justifique los costos directos e indirectos de hacerla, si la respuesta es sí, diremos que la tarea merece la pena.

Tabla 3.10: Resumen de conceptos RCM II.

Fuente: Elaboración Propia.

El siguiente paso en la aplicación de la metodología RCM II, es la toma de decisiones en cuanto a las tareas o acciones que se realizarán para prevenir las fallas y/o disminuirlas a un nivel tolerable. Para ello, primero se debe identificar la consecuencia de la falla funcional, luego identificar la tarea proactiva que se realizará o, en su defecto, las acciones "a falta de".

Para realizar este procedimiento, es recomendable utilizar el "Árbol Lógico de Decisión". Ver Anexo 2.1.

En la Tabla 3.11 se presenta un cuadro resumen de las categorías fundamentales para aplicar el "Árbol lógico de decisión" y guiar el procedimiento correctamente.

Concepto	Categorías
Consecuencias	<ul style="list-style-type: none"> • Fallas ocultas • Ambientales y seguridad • Operacionales • No operacionales
Tareas proactivas	<ul style="list-style-type: none"> • Reacondicionamiento cíclico • Sustitución cíclica • Tarea a condición
Acciones a falta de	<ul style="list-style-type: none"> • Búsqueda de fallas • Ningún mantenimiento programado • Rediseño

Tabla 3.11: Consecuencias, tareas proactivas y Acciones "A falta de".

Fuente: Elaboración propia.

Observe los cuadros resúmenes en el Anexo 3.6 para guiarse en la aplicación de la metodología de “AMFE” y “Tablas de decisión” utilizadas para aplicar el RCM II.

Los resultados obtenidos en esta etapa, para todos los subsistemas anteriormente analizados con la herramienta AMFE, se registran en las hojas de decisión RCM II presentes en el Anexo 3.7. A continuación se muestra un extracto de las Hojas de decisión RCM II realizado al Sistema de Paletizado, subsistema “Ariete de Descarga”.

Hoja de decisión RCM II			Sistema: Paletizado Subsistema: Ariete de Descarga						Facilitador: María José Damián, Stefanie Rybertt Auditor: Marco Noccetti Madariaga			Fecha: 14/08/15			
Referencia de información			Evaluación de las consecuencias				H1 S1 O1 N1	H2 S2 O2 N2	H3 S3 O3 N3	Acción a falta de			Tarea Propuesta	Intervalo inicial	A realizar por
F	FF	FM	H	S	E	O			H4	H5	S4				
1	A	1	N				N	S					Tarea de reacondicionamiento cíclico: Restaurar componentes eléctricos y mecánicos del motor.	Bianual	Eléctrico externo
			N				S						Tarea a condición: Revisar componentes del motor. Programar reacondicionamiento o sustitución según caso de falla.	Mensual	Mecánico
		2	N				N	N	S				Tarea de sustitución cíclica: Realizar sustitución de Cadena de empuje.	Trianual	Mecánico
		3	N				S						Tarea a condición: Revisar componentes. Programar sustitución de componentes desgastados.	Semanal	Mecánico
		4	S	N	N	S	S						Tarea a condición: Revisar cadena de empuje. Programar Reacondicionamiento si es necesario.	Trimestral	Mecánico
		5	N				N	N	N	N	N			Ningún mantenimiento programado: Reprogramación en caso de interrupción en la comunicación.	–

Tabla 3.12: Extracto Hoja de decisión RCM II para Subsistema “Ariete de Descarga”.

Fuente: Elaboración propia.

3.2.5. Elaboración de los POE y propuesta de un Procedimiento de Mantenión.

En el punto anterior se ha analizado los equipos en estudio, bajo la herramienta del árbol lógico de decisión, plasmados en la hoja de decisión RCM II, en donde se ha identificado la actividad de mantenimiento, la frecuencia y el responsable que requiere cada uno de los activos físicos.

En este punto se procede a confeccionar los Procedimiento Operativos Estándar (POE) para todas aquellas tareas de mantención que requieren mantenimiento preventivo. Cabe mencionar, que actualmente la empresa no posee manuales de procedimiento, por lo cual se realizaron reuniones con mecánicos, supervisor y planificador de mantenimiento para elaborar los POE. Para aquellos equipos que, según el análisis realizado, no requieren de mantenimiento preventivo, se debe seguir con el mantenimiento actual “Restaurativo Programado” que lleva a cabo la empresa bajo los instructivos existentes, estas actividades son básicamente lubricación y limpieza.

En la Tabla 3.13 se presenta un extracto de los POE realizados, los cuales se puede ver a cabalidad en el Anexo 3.8. El siguiente POE corresponde sustitución de cadena de Empuje, subsistema “Ariete de Descarga”.

Procedimiento Operativo Estándar	
Ariete de Descarga	
Intervalo	Realizado por
Anual	Mecánico
Sustitución de cadena de Empuje	
1. Delimitar zona a intervenir	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre detenida	
3. Realizar procedimiento de detención de línea.	
4. Retirar cadena: <ul style="list-style-type: none"> • Situar prensa • Retirar tapa lateral • Retirar seguros seeger laterales de eslabones con el saca seguros • Retirar eslabones laterales • Desmontar Cadena 	
5. Incorporar nueva cadena de empuje al circuito, <ul style="list-style-type: none"> • Montar cadena • Poner tapa lateral • Colocar seguros seeger • Retirar prensa 	
6. Sacar seguridad y restablecer electricidad en el circuito	
7. Verificar correcto funcionamiento realizando pruebas de empuje con carga	
8. Despejar área de trabajo.	

Tabla 3.13: Extracto POE para Subsistema “Ariete de Descarga”

Fuente: Elaboración propia

Dado lo extenso de los elementos presentes en los activos fijos a los cuales se les debe realizar POE, se han tomado algunos elementos comunes presentes en varios de ellos, realizando un POE por cada componente común:

- Cilindro neumático
- Válvula neumática
- Electroválvula
- Cambio de sensores “Límite de Carrera”

Finalmente se ha logrado uno más de los objetivos específicos propuestos en este Trabajo de título, al realizar una propuesta de Mantenimiento preventivo basados en la metodología RCM II. Se ha confeccionado el documento que posee el plan de mantenimiento, junto con sus procedimientos, se puede observar en el Anexo 3.12, el cual será entregado y presentado al departamento de mantenimiento de la empresa Lipigas, Concón.

Se crearon fichas comprobantes de mantenimiento preventivo, correctivo e inspecciones, las cuales se pueden observar en el Anexo 3.9.

Con la implementación de los procedimientos de mantención propuestos, se pretende entregar confiabilidad y disponibilidad de los equipos, asegurando que no pierdan su funcionalidad entre los periodos de la mantención preventiva, y de esa manera disminuir las

detenciones inesperadas en la producción, que como hemos visto, conllevan diferentes consecuencias.

3.3. Etapa 3: Comparación Situación actual v/s Propuesta

En la siguiente etapa se analiza la situación actual versus la propuesta de mantenimiento realizada, con el fin de identificar la conveniencia de su aplicación. A continuación se presentan diferentes puntos de vista para analizar las ventajas y desventajas de los dos escenarios.

Indicadores de cambio

Actividad de mantenimiento: Se refiere a la naturaleza de la actividad de mantenimiento realizada, la cual no refleja la cantidad de actividades totales realizadas de una cierta clase de actividad.

Para la comparación de las actividades de mantenimiento entre la situación actual y la propuesta, se ha seleccionado todas las actividades de mantenimiento, tanto correctivas, preventivas e inspecciones programadas y se ha analizado cada una de ellas, con la finalidad de identificar el nivel de cambio del plan de mantenimiento para los equipos en estudio. Remítase al Anexo 3.11 para observar la tabla comparativa.



Figura 3.2: Distribución de actividades de mantenimiento, situación actual.
Fuente: elaboración propia.



Figura 3.3: Distribución de actividades de mantenimiento propuesta.
Fuente: elaboración propia.

Al observar las Figura 3.2, Figura 3.3 y la tabla de comparación del Anexo 3.11, se determina que las actividades de mantenimiento correctivo disminuyen de 53 a 23 (32%) y las de mantenimiento preventivo aumentan de 25 a 44 (76%).

La tasa de realización de mantenimiento preventivo (ver Fórmula 3.2), es un indicador que permite visualizar la distribución de las actividades de mantenimiento calendarizadas.

$$\text{Tasa de realización de mantenimiento preventivo} = \frac{N^{\circ} \text{ actividades llevadas a cabo}}{N^{\circ} \text{ de actividades preventivas}} \quad (3.2)$$

Cuanto mayor que 1.0 se la tasa, menores son las actividades de mantenimiento preventivas calendarizadas por la empresa.

En la Figura 3.4 se observan las tasas de realización de mantenimiento preventivo, calculadas con la Fórmula 3.2, considerando 80 actividades llevadas a cabo vistas en el Anexo 3.11.

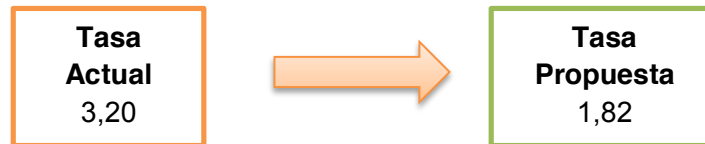


Figura 3.4: Tasa de realización de mantenimiento preventivo actual y propuesta.
Fuente: Elaboración propia.

En la tasa Actual, por cada 3,2 actividades llevadas a cabo, una es de naturaleza restaurativa, mientras que en la tasa propuesta, por cada 1,82 actividades de mantenimiento realizadas, una es de naturaleza preventiva.

3.4. Resumen Capítulo 3: Aplicación de la Metodología

En este capítulo se aplicó la metodología seleccionada en el Capítulo 2, la cual se ha empleado en tres etapas.

Etapa 1: Análisis de Criticidad

En esta etapa se ha realizado un análisis de criticidad de equipos, con el fin de identificar la maquinaria seleccionada para realizar el estudio que dará origen al plan de mantenimiento preventivo.

Cálculo de Criticidad								
Equipos de la Línea de envasado 15K	Frecuencia de falla	IP	IS	IA	CR	TD	Ponderación de Criticidad	Grado de Criticidad
Motriz	2	2	4	1	2	2	22	MC
Peso residual	2	1	1	1	4	1	14	BC
Paletizadora	3	1	5	1	3	1	30	MC
Detectora de fuga	3	1	2	1	4	1	24	MC
Introduccion de cilindros	2	2	2	1	3	2	20	BC
Llenadora	4	3	3	1	5	3	72	AC
Línea de re inspección	1	1	4	1	2	1	8	BC
Selladora	1	1	2	1	2	1	6	BC
Control de peso	3	1	1	1	4	1	21	MC
Detectora de ovalidad	2	1	1	1	4	1	14	BC
Cabina de prelavado	1	1	2	2	1	1	6	BC
Lavadora	1	2	1	3	2	2	10	BC
Despaletizadora	3	4	5	1	5	4	81	AC

Tabla 3.8: Calculo de niveles de Criticidad para equipos Línea 15K Envasado.

Fuente: Elaboración propia.

Los equipos seleccionados para realizar el estudio y posterior plan de mantenimiento preventivo son “Llenadora” y “Despaletizadora”.

Etapa 2: Aplicación del método RCM II

En esta etapa se describieron los equipos en estudio para dar paso a la aplicación de la herramienta AMFE. Dicha herramienta ayudó a identificar las funciones de los elementos de cada subsistema, así como también sus modos de falla. A continuación se utilizó el árbol lógico de decisión y los resultados de dicha actividad se plasmaron en la hoja de decisión de RCM II, en donde se pudo identificar, junto con el grupo de análisis, la actividad de mantenimiento de cada uno de los elementos analizados, la frecuencia y el encargado de realizarlas. Finalmente se realizaron Procedimientos Operativos Estándar (POE) para cada actividad de mantenimiento preventivo y correctivo que no se encontraban formalizados en la empresa, los que se utilizaron para generar el documento del plan de mantenimiento preventivo propuesto por este estudio y que será facilitado a la empresa Lipigas, Planta Concón.

Vea en el Anexo 3.10 los cuadros resúmenes del mantenimiento preventivo y correctivo, tanto interno como externo, obtenidos al aplicar la metodología.

Etapa 3: Comparación situación actual versus propuesta

En esta etapa se realizó una comparación de las actividades de mantenimiento actuales correctivas y restaurativas, versus las actividades preventivas y correctivas del plan propuesto. En esta etapa también se realizó una comparación de la tasa de realización de mantenimiento preventivo.

Capítulo 4: Análisis de Resultados

En este capítulo se da a conocer el análisis y los resultados obtenidos luego de la aplicación de la metodología.

4.1. Análisis de Criticidad

Al realizar el análisis de criticidad de los equipos presentes en la línea 15K, se obtuvo como resultado la distribución que se presenta en la Figura 4.1.

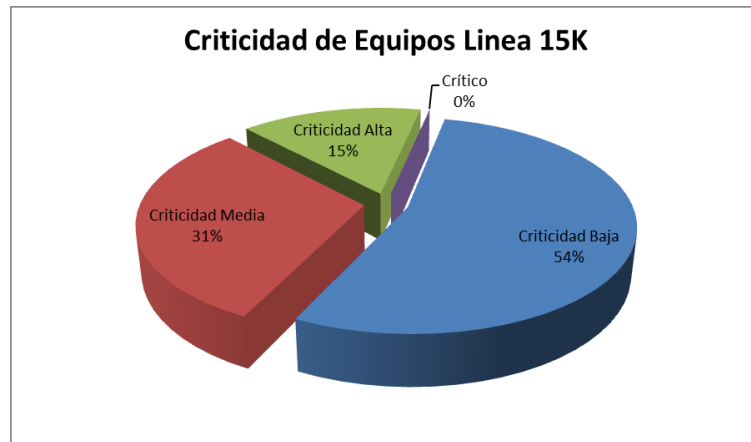


Figura 4.1: Resultados equipos críticos Línea 15K.
Fuente: Elaboración propia.

Los equipos que resultaron con “criticidad alta” obtuvieron ponderaciones muy altas en comparación a los demás equipos (81 y 72 para llenado y Paletizado respectivamente), es por esto que ningún equipo resultó con nivel “Crítico”, siendo la ponderación de criticidad 30 la que le continuó, calificando con nivel “Criticidad Media”.

Las consecuencias determinantes que hicieron que los equipos Paletizado y llenado resultaron con “Alta Criticidad”, fueron “Impacto en la seguridad” (IS) y “Costo de Reparación” (CR). Obtuvieron además ponderaciones de 3 y 4 con respecto a la Frecuencia de Falla, respectivamente.

4.2. Actividades de mantenimiento externo versus interno

Como se ha mencionado anteriormente, Lipigas cuenta personal interno, contratado para realizar las actividades de mantenimiento programado y correctivo, sin embargo, existen algunos mantenimientos que no pueden ser realizados por ellos debido al nivel de conocimiento, dificultad e implementos limitados que estas requieren.

En la Figura 4.2 se observa el porcentaje de distribución entre las actividades de mantenimiento interno y externo consensuadas en la programación de la propuesta realizada.

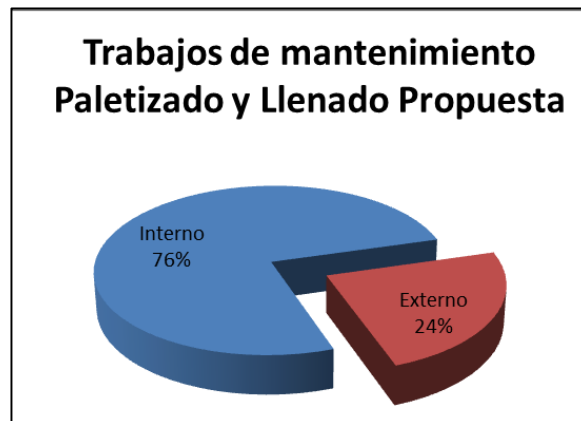


Figura 4.2: Resultados de mano de obra interna y externa, AMFE.
Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior se observa que el 76% de las actividades de mantenimiento programadas, pueden ser realizadas por personal interno de la planta, mientras que el 24% deben ser realizadas por personal externo.

4.3. Actividades de mantenimiento Preventivo versus Correctivo

Como se ha mencionado anteriormente, este Trabajo de Título no incluye la implementación del método, es por ello que es imposible utilizar indicadores de productividad para realizar análisis de la situación actual versus la propuesta, sin embargo, se realiza un análisis de la naturaleza de las actividades de mantenimiento, obteniendo los resultados que se muestran en las Figuras 4.3 y Figura 4.4.



Figura 4.3: Distribución de actividades de mantenimiento, situación actual.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 4.4: Distribución de actividades de mantenimiento propuesta.
Fuente: Elaboración propia.

En las gráficas anteriores se presentan la naturaleza de las actividades llevadas a cabo en el escenario actual y la propuesta que se ha realizado bajo estudios basados en la metodología RCM II, junto con un grupo de análisis que apoyó en la toma de decisiones. Dichos resultados se pueden apreciar en detalle en el Anexo 3.11. La grafica indica principalmente que las actividades actuales restaurativas evolucionan a un mantenimiento preventivo, en la comparación se determina que en la situación actual, 25 actividades se realizan en forma restaurativa, y la propuesta lleva a la realización de 43 actividades preventivas, revelando un aumento del 76%.

Por otro lado, las actividades de mantenimiento correctivas disminuirían de 53 a 36, revelando una disminución del 32%.

Capítulo 5: Conclusiones, recomendaciones y sugerencias.

En este capítulo se presenta las conclusiones de este Trabajo de Título y las recomendaciones y sugerencias para la empresa.

5.1. Conclusiones

A modo de conclusión general, y luego de haber cumplido con los objetivos propuestos, se logró elaborar un plan de mantenimiento preventivo basado en la metodología RCM II para los equipos críticos de la línea 15K, dichos sean estos el Paletizado y Llenado y sus componentes, donde las tareas asignadas a realizar como mantención son: sustitución cíclica, reacondicionamiento cíclico, inspecciones o revisiones programadas y mantención correctiva, ya sea realizado por el personal interno y/o externo de la planta Concón Lipigas, tanto para componentes mecánicos, neumáticos y eléctricos. El proceso para generar los procedimientos operativos estándar se realizó capturando los conocimientos y la experiencia del grupo de análisis, compuesto por: jefe nacional, supervisor y planificador de mantenimiento, y acompañado del supervisor de planta de envasado.

Tras llevar a cabo la metodología propuesta se creó un plan de mantenimiento preventivo, el cual está enfocado a disminuir la incertidumbre entregando confiabilidad a los equipos instalados, mitigando las fallas imprevistas y permitiendo que las maquinas prolonguen su vida útil y se mantengan operativas durante los intervalos de mantenimiento, cumpliendo así con las necesidades de producción, especialmente en esta empresa que produce según la demanda diaria y requiere de jornadas de trabajo exitosas y altamente eficientes para cumplir con ella, principalmente en los periodos de alto consumo.

El plan de mantenimiento está compuesto por:

- a) AMFE, cuyo propósito es determinar las funciones, las fallas y sus efectos, contenido en el Anexo 3.5.
- b) Árbol lógico de decisión, que indica los componentes que deben ser considerado para realizar el mantenimiento preventivo según sea técnicamente factible y merezca la pena, contenido en el Anexo 2.1 y Anexo 3.6.
- c) Hoja de decisión, del cual se obtienen las frecuencias de las mantenciones preventivas de cada componente, así como también el personal responsable de dichas actividades, contenido en el Anexo 3.7.
- d) Procedimientos Operativos Estándar (POE), en donde se observan en detalle los pasos a seguir para realizar cada una de las actividades de mantenimiento preventiva, correctivas e inspecciones, incluyendo procedimientos de seguridad, herramientas necesarias y recomendaciones, contenido en el Anexo 3.8.

A continuación se detallan las conclusiones obtenidas de los análisis realizados en cada capítulo de este Trabajo de Título.

- En primera instancia se identificó la situación actual de la empresa, analizando sus productos para seleccionar el producto más importante bajo diversos criterios,

obteniendo como resultado, los envasados. Una vez identificado el producto se analizó la línea de producción, bajo otros criterios, dando como resultado la línea 15K.

- Se determinó el tipo de mantenimiento que se lleva a cabo, siendo estos de naturaleza de acciones reactivas, incluyendo mantenciones correctivas y restaurativas. Se realizó un levantamiento de dichos procesos, determinando los equipos que requieren mantenimiento.
- Se analizó la situación actual identificando las consecuencias del tipo de mantenimiento que llevan a cabo, tanto de carácter productivo como corporativo. Básicamente el mantenimiento de acciones reactivas producen paralización imprevista de la línea.
- Se identificó la problemática y sus causas utilizando las herramientas de análisis de Ishikawa y Pareto. Se detectó el problema como: “inexistencia de confiabilidad operacional de equipos que asegure la disponibilidad de los activos industriales, disminuyendo las frecuencias de detención no programadas”
- Se realizó un análisis de diferentes metodologías aplicables para dar solución a la problemática, obteniendo como resultado RCM II, bajo la confección de una matriz de ponderación. Se consensuó la aplicación del método de “Análisis de criticidad”, para aplicar RCM II a los equipos críticos de la línea 15K.
- La aplicación del método de análisis de criticidad de equipos entregó como resultado el sistema Paletizado y Llenado como altamente críticos, siendo estos el 15% de los equipos de la línea 15K, por lo tanto el método RCM II se aplicó a dicho equipos.
- Se determinó la función principal de los subsistemas, identificando los componentes de cada uno de ellos, para aplicar las herramientas del RCM II como son: Hoja de información (AMFE), hoja decisión del Árbol Lógico de Decisión.
- Una vez aplicada la metodología, se confeccionó la propuesta del plan de mantenimiento preventivo, elaborando los Procedimientos Operativos Estándar (POE), los que se adjuntaron en un manual creado para la disposición del departamento de mantenimiento de la planta, contenido en el Anexo 3.12.
- El resultado de las actividades de mantenimiento propuestas en la hoja de decisión, muestran que dichos trabajos pueden ser realizados en un 76% con personal interno, mientras el 24% debe ser realizado por empresas externas.
- Finalmente se realizó un análisis de los resultados obtenidos y la comparación de la situación actual con la propuesta de este trabajo, cuyo resultado se refleja en la disminución de las actividades de mantenimiento correctivo en un 32% y un aumento de las actividades de mantenimiento preventivo en un 76%.

5.2. Recomendaciones y sugerencias

En este Trabajo de Título y su propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para el equipo crítico de la línea productiva 15K, espera como resultado que en su implementación entregue confiabilidad de aquellos equipos, mitigando las fallas imprevistas, disminuyendo la incertidumbre y asegurando la disponibilidad de ellos.

Las recomendaciones y sugerencias para el departamento de mantenimiento de la Planta de Concón, Lipigas S.A, son las siguientes:

- Aplicar el método RCM II a los equipos críticos de las diferentes zonas y áreas de la planta, y de esta manera entregar confiabilidad operacional a toda la Planta.
- Cumplir con todas las actividades de mantenimiento propuestas y con sus intervalos de tiempo de realización, ya que su cumplimiento daría como resultado una disminución de falla y un aumento de disponibilidad de equipos.
- Reevaluar las frecuencias de realización de las actividades preventivas e inspecciones, ya que el uso prolongado, independiente a las reacondiciones previamente ejecutadas, los equipo paulatinamente sufren desgastes, requiriendo mantenciones en intervalos menores. Analizar si estos intervalos son técnicamente factible y merecedor de la pena, en caso de no ser económicamente factible, evaluar rediseño de equipos.
- En este estudio se ha obtenido como resultado que el 24% de las actividades de mantenimiento son realizadas por empresas externa, se recomienda incorporar al equipo interno de mantenimiento de la planta a un profesional que poseas los conocimientos eléctricos y electrónicos para llevar a cabo estas mantenciones. Con la finalidad de que el mantenimiento sea oportuno, evitando que las consecuencias de fallas por dichos motivos afecten a la producción.
- Adquirir herramientas de mantenimiento tales como: prensa para cambios de rodamientos, alineación de piñones, medición de temperatura en motores, con la finalidad de disminuir el error humano, en el caso de las mediciones, y el tiempo de reparación, en el caso de cambio de rodamientos.
- Para implementar el plan de mantenimiento preventivo, se requiere incorporar un mecánico extra, debido a que trabajo un mecánico por turno, el cual no daría abasto para realizar todas las actividades programadas e imprevistas del turno.
- Reemplazar válvulas paso gas de las basculas de llenado del carrusel por actuadores neumáticos. Actualmente la existencia de stock de válvulas paso gas en la planta es limitada debido a la obsolescencia de ellas en el mercado. Además posee componentes que se desgastan fácilmente. El remplazo por un actuador neumático es la mejor opción, ya que no posee componentes de fácil desgaste, son más económicos y hay existencia en el mercado. La migración de un sistema a otro es simple y merecedor de la pena.

- Se recomienda mejorar la comunicación entre los planificadores y los ejecutores del mantenimiento de la planta, debido a que en varias ocasiones el plan de mantenimiento dista de la realidad de la capacidad de los técnicos mantenedores, ya sea en el ámbito del tiempo disponible como la factibilidad de las actividades de mantenimiento.
- Cuando se provoca una detención en la producción, este evento se registra en el *MTSolutions* automáticamente pero sin especificar la razón, denominado “No asignada”. El mecánico debe dirigirse a la sala de control y asignar el motivo de la detención que se produjo a una hora y tiempo de detención determinado, registrado en el sistema. Se recomienda implementar un sistema de ingreso de datos portátil o de fácil alcance, para que el registro se haga en el momento y no se pierdan datos importantes por la demora del ingreso al sistema.
- Se recomienda disminuir el tiempo mínimo de detención para ser registrado en el sistema *MTSolutions*, actualmente de 5 min, ya que se pierde información de fallas recurrentes de rápida reparación.
- Una vez implementado el Plan de mantenimiento a todos los equipos críticos de la planta, esta información se puede utilizar para obtener el stock máximo y mínimo, con la finalidad de optimizar el espacio físico de la bodega y disponer de repuestos en el tiempo oportuno. Además esta información serviría para hacer estudio de abastecimiento, considerando precio, calidad y tiempo de despacho.
- Se recomienda confeccionar un software de registro y control de actividades de mantenimiento programadas. Dicho sistema se puede implementar con facilidad por medio de aplicación disponibles en la web. Principalmente que consista en la creación de un cronograma con la frecuencia de actividades programadas, que generadas alertas por medio e-mail y la confirmación de su realización por el mismo medio, así poder tener una mayor retroalimentación de la información de mantenimiento preventivo y controlar el cumplimiento de él.

Con la implementación del software y en base a los campos que se requieran para el correcto registro de las actividades de mantenimiento, se deben agregar los repuestos e insumos que se utilizan en cada actividad. Lo anterior servirá para descargar información de la cantidad de repuestos e insumos que se utilizan para cada sistema y subsistema, con el fin de crear un modelo de análisis para los costos de mantenimiento.

Bibliografía

[Pistarelli 10] Alejandro J. Pistarelli. **Manual de mantenimiento; Ingeniería Gestión y administración.** Argentina 2010.

[Amendola 06] Luis José Amendola. **Gestión de proyectos de activos industriales.** Valencia 2006: Editorial de la UPV.

[Moubray 04] John Moubray. **Mantenimiento Centrado en Confiabilidad RCM II.** Edición en Español Traducido por Ellmann, Sueiro y Asociados. Segunda edición 1997 United Kingdom, Edición en Español 2004.

[Espinosa 11] Fernando Espinosa Fuentes. **Confiabilidad Operacional de Equipos: Metodologías y Herramientas.** Universidad de Talca 2011.

[Humphreys 14] **Primera clasificación del emisor y sus valores Empresa Lipigas.** Clasificadora de Riesgo Humphreys, Súper intendencia de Valores y Seguros. Santiago, Las Condes. Julio 2014. Disponible vía web en www.svs.cl/docuemntos/pueag/crcri/recri_2014070079364.pdf visitada en Mayo 2015.

[FUNDIBEQ] Fundación iberoamericana para la gestión de la calidad. **Diagrama de Pareto.** (Disponible vía web en http://www.fundibeq.org/opencms/export/sites/default/PWF/downloads/gallery/methodology/tools/diagrama_de_pareto.pdf visitada en Junio de 2015).

[FUNDIBEQ] Fundación iberoamericana para la gestión de la calidad. **Diagrama de causa – Efecto.** Disponible vía web en http://www.fundibeq.org/opencms/export/sites/default/PWF/downloads/gallery/methodology/tools/diagrama_causa_efecto.pdf visitada en Junio de 2015).

[Cortez & Ayala 15] Silvana G. Cortez & Consuelo A. Ayala. **Propuesta de un Plan de Mantenimiento Preventivo basado en la metodología RCM II para los equipos de almacenamiento y suministro de combustible de las Estaciones de Servicio de una empresa distribuidora de combustible.** Valparaíso: Universidad de Valparaíso, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil Industrial. 2015.

[Parker 03] Apostilla M1001 BR, **Tecnología Neumática Industrial.** Empresas Parker, enero 2003.

[Lipigas SA 12] **Procedimiento: aislamiento y bloqueo de energías,** Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo. Versión 002, Agosto 2012.

[TPMOnline 11] TPMOnline. **TPM en América, Empresas individuos – Exitos y Fallas.** Agosto 2011. (Disponible vía web en http://www.leanexpertise.com/TPMONLINE/articles_on_total_productive_maintenance/tpm/tpmprocess/TPMinAmericaSpanish.htm visitada en Noviembre 2015).

[Montaña 06] Leonardo Montaña Riveros. **Diseño de un sistema de mantenimiento con base en análisis de criticidad y análisis de modos y efectos de falla en la planta de Coque de fabricación primaria en la empresa Acerías Paz del Río S.A.** Universidad La Universidad Pedagógica y tecnológica. Colombia 2006.

[Aremas 13] Aremas Smart Business Solutions. **Manutención Centrada en la Confiabilidad (RCM) + FMEA/FMECA**. Santiago, Chile 2013. (Disponible vía web en <http://www.areas.net.br/5672/espanol-manutencion-centrada-en-la-confiabilidad-rcm-fmeafmea-2/?lang=es> visitada en Noviembre de 2015).

[Bureau Veritas 15] Bureau Veritas. **Inspección Basada en Riesgos (RBI)**. México. (Disponible vía web en http://www.bureauveritas.com.mx/services%20sheet/service_sheet_10514# visitada en Noviembre 2015).

[RENOVETEC 13] Renovetec. **El plan de mantenimiento**. España 2013.

[Scientia et Technica] Scientia et Technica Año XII, No 30. **Artículo: La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento**. Mayo de 2006. U.T.P.

**Universidad de Valparaíso
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil Industrial**



**Propuesta de un Plan de Mantenimiento para el equipo crítico del
área de envasado, utilizando el método RCM II para entregar
confiabilidad y disponibilidad a los equipos seleccionados en la
Línea 15K de la empresa Lipigas planta Concón.**

Volumen 2

Por

**María José Damián Diez
Stefanie Maureen Rybertt Goldammer**

**Trabajo de Título para optar al Grado de
Licenciado en Ciencias de la Ingeniería y título de
Ingeniero Civil Industrial**

Profesor guía: Augusto Vargas Schüler

**Valparaíso, Chile
Diciembre de 2015**

Contenido

Anexos Capitulo 1	4
Anexo 1.1 – Porcentaje de volumen de ventas Lipigas a nivel nacional.....	4
Anexo 1.2 – Márgenes de explotación operacional y los costos de venta de Lipigas SA.	5
Anexo 1.3 – Organigrama área de mantenimiento Planta Concón, Lipigas	6
Anexo 1.5 – Encuesta para priorizar criterios	8
Anexo 1.6 – Matriz de criterios v/s productos (Selección de producto)	9
Anexo 1.7 – Descripción de los procesos de envasado	10
Anexo 1.7.1 – Descripción máquinas por línea del diagrama de bloques.....	10
Anexo 1.7.2- Descripción proceso productivo de líneas de envasado.	11
Anexo 1.8 – Volumen de ventas y neto facturado, productos envasados, Planta Concón .	13
Anexo 1.9 – Matriz de decisión (Selección de Línea de Producción)	14
Anexo 1.10 – Diagramas de procesos: Abastecimiento y uso de repuestos.	15
Anexo 1.11 – Componentes de los equipos seccionados y su mantenimiento	16
Anexo 1.12 – Documentos para realizar mantenimiento restaurativo diario.	17
Anexo 1.13 – Documentos mantenimiento restaurativo.	18
Anexo 1.14 – Ficha de plan de mantenimiento restaurativo.....	20
Anexo 1.15 – Registro de Detenciones programa de monitoreo de producción <i>MTSolutions</i>	21
Anexo 1.16 – Clasificación de detenciones de la línea 15K.....	22
Anexo 1.17 – Análisis de detenciones línea de envasado 15K.....	23
Anexo 1.18 – Encuesta para asignar relevancia de las causas del problema.	24
Anexo 1.19 – Análisis de Pareto para Causas de la problema.	25
Anexo 1.20 – Venta de Cilindros y Granel, Planta Concón	26
Anexos Capítulo 2	29
Anexo 2.1 – Árbol Lógico de Decisión	29
Anexos Capitulo 3	30
Anexo 3.1 – Análisis de criticidad / frecuencia de fallas.	30
Anexo 3.2 - Análisis de criticidad / Impacto en la producción y tiempo de detención.....	30
Anexo 3.3 – Análisis de criticidad / Impacto en la seguridad y medio ambiente.....	31
Anexo 3.4 – Análisis de criticidad / Costo de reparación.....	32
Anexo 3.5 – AMFE.....	35
Anexo 3.6 – Cuadros resúmenes “AMFE” y “Tablas de Decisión”.....	48

Anexo 3.7 – Hoja de decisión RCM Idl	50
Anexo 3.8 – POE	60
POE – Detención de línea	60
POE – Sistema Paletizado.....	61
POE – Sistema de Llenado.....	78
POE – Comunes	90
Anexo 3.9 – Fichas comprobantes	93
Anexo 3.10 – Cuadros resúmenes del mantenimiento preventivo y correctivo, interno y externo producto del RCM II.....	96
Anexo 3.11 – Tabla comparativa de actividades de mantenimiento, Actual versus Propuesta.....	98
Anexo 3.12 – Plan de Mantenimiento, Procedimiento Operativo Estándar (POE), Línea 15K Sistema Paletizado y Llenado.	101

Anexos Capitulo 1

Anexo 1.1 – Porcentaje de volumen de ventas Lipigas a nivel nacional

		Volumen de ventas en Kg	%volumen de ventas
Concón	Centro 1100	44.935.334	24,2%
Coquimbo	Centro 1200	16.333.972	8,8%
Copiapó	Centro 1300	7.992.716	4,3%
Antofagasta	Centro 1400	11.073.795	6,0%
Calama	Centro 1500	7.397.380	4,0%
Iquique	Centro 1600	6.782.950	3,6%
Arica	Centro 1700	4.458.903	2,4%
Lenga	Centro 2300	13.132.764	7,1%
Temuco	Centro 2700	2.853.670	1,5%
Osorno	Centro 2800	7.246.909	3,9%
Coyhaique	Centro 2900	2.805.468	1,5%
Maipú	Centro 5100	60.873.196	32,7%
TOTAL		185.887.057	

Tabla: Volumen de ventas Empresas Lipigas S.A. por planta

Fuente: Elaboración propia

Anexo 1.2 – Márgenes de explotación operacional y los costos de venta de Lipigas SA.

En la siguiente figura se puede observar la evolución de los márgenes de explotación, operacional y el costo de venta de Lipigas, como porcentaje de su ingreso. Se aprecia que los indicadores de eficiencia considerados muestran una constante caída desde 2009 hasta principios de 2014. Esto se puede asociar a que el costo de venta ha ido en aumento en relación a los ingresos de la compañía, lo que se pretende apaciguar con el terminal de Quinteros que hoy en día ha comenzado a operar.

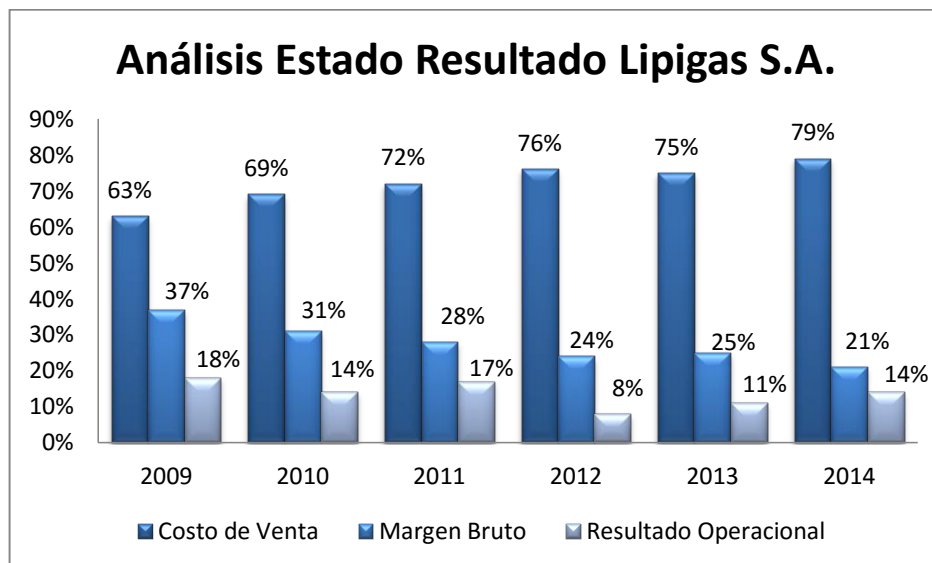
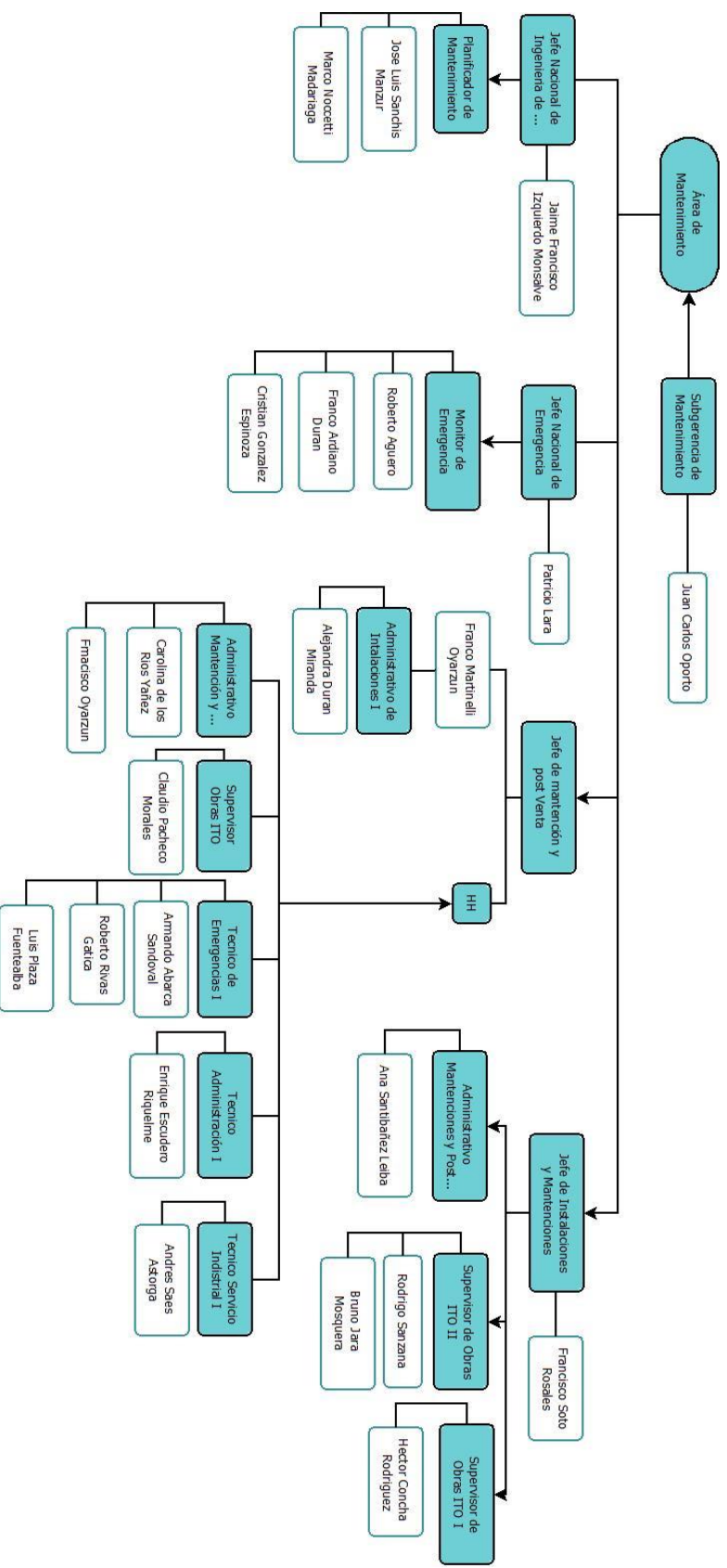


Gráfico de evolución de costo de venta, margen bruto y resultado operacional como porcentaje del ingreso anual de Lipigas desde 2009 a 2014

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 1.3 – Organigrama área de mantenimiento Planta Concón, Lipigas



Fuente: Facilitado por la organización.

Destacado en color azul se encuentran los cargos que tiene el área de mantenimiento y sin relleno se representan los puestos de trabajo.

Anexo 1.4 – Comportamiento de GLP y su consumo en Chile.

El GLP en Chile

El GLP es energía limpia y concentrada que se almacena indefinidamente y se transporta en estado líquido bajo presión moderada y a temperatura ambiente. Con solo liberar al GLP de su presión, es decir, dejándolo salir de su recipiente (cilindro o tanque), de forma controlada, se transforma en gas, que al combinarse con el oxígeno del aire y una fuente de inmisión combustiona y genera gas quemado. El producto de la combustión, además de energía liberada, se compone de agua y anhídrido carbónico que es el mismo gas que se adiciona a las bebidas para generar burbujas. No emiten material particulado, no deja residuos ni productos sulfurados, está libre de plomo y de otros productos contaminantes. En resumen, es una energía moderada de alta pureza, transportable, accesible, eficiente y muy conveniente.

Las fuentes de donde es extraído el GLP son del petróleo, mediante el proceso conocido como “Cracking del petróleo” en donde el petróleo es separado en diversos componentes de acuerdo con sus densidades y puntos de ebullición, y la segunda fuente es mediante el gas natural de pozos. El gas natural contiene de 1% a 3% de GLP y debe ser separado previo a su transporte por gasoductos. A nivel mundial, el 60% del GLP consumido proviene de su extracción del gas natural.

En Chile, el GLP es producido por la Empresa Nacional del Petróleo ENAP abasteciendo al mercado nacional con 500.000 toneladas, pero también es importado del mercado internacional por ENAP, Gasmar S.A, Norgas S.A, Empresa Lipigas S.A, Gasco S.A. y Abastible S.A. sumando un total aproximado de 500.000 toneladas anuales importadas.

Las empresas Envasadoras y/o distribuidoras de GLP en Chile son Abastible S.A, Empresa Lipigas S.A y Gasco S.A.

Según la asociación Chilena de gas licuado A.G., Miembro de la World LP Gas Association (WLPGA) y de la sociedad de Fomento Fabril (SOFOFA), el consumo nacional anual de GLP en Toneladas es el que se muestra a continuación.

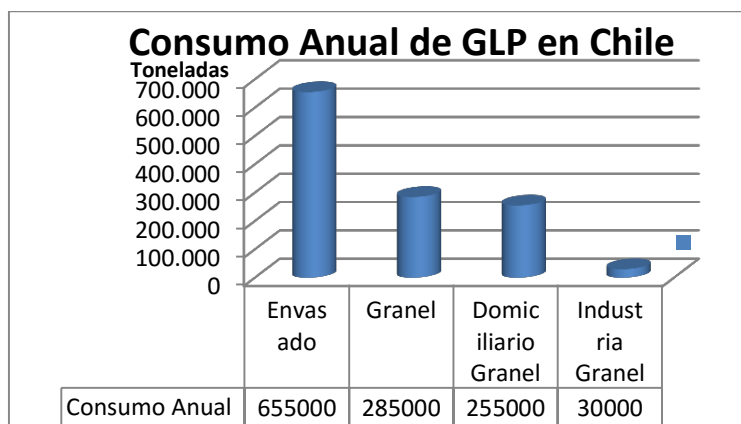


Gráfico de Consumo de GLP en Chile en Toneladas

Fuente: Elaboración propia, información extraída de la página Web GLP Chile.

Anexo 1.5 – Encuesta para priorizar criterios

Para realizar la selección del producto que será objeto de estudio, se ha propuesto diferentes criterios, los cuales deberán ser ordenados por prioridad según las apreciaciones de diferentes expertos por medio una encuesta: Califique con notas de 1 a 4 según la relevancia del criterio para la selección del producto más importante para la empresa, en donde 1 es “muy relevante” y 4 es “poco relevante”.

Tabla 1: Resumen de encuesta realizada a expertos para la selección de productos.

Productos	Criterios	CARGO										Suma	Prioridad
		Jefe Planta	Subgerente Mantenimiento	Jefe Administrativo	Analista de Abastecimiento	Supervisor de Planta	Jefe Nacional de Ingeniería	Agente Zonal (comercial)	Suma	Prioridad			
Envasado Granel	Producción	4	1	4	1	1	4	4	4	19	1		
	Volumen de venta	3	3	3	2	4	3	2	20	1			
Domiciliario Industrial	Ingreso / venta	2	2	1	3	2	1	1	12	4			
	Margen operacional	1	4	2	4	3	2	3	19	1			

Fuente: Elaboración propia, Encuestas

Luego de la selección del producto de estudio en donde el resultado ha sido “Envasado”, se ha realizado una nueva encuesta a expertos para priorizar los criterios que ayudaran a la selección de la línea de envasado que será objeto de estudio, por medio de una encuesta: Califique con notas de 1 a 5 según la relevancia del criterio para la selección de la línea más importante para la empresa, en donde 1 es “muy relevante” y 5 es “poco relevante”.

Tabla 2: Resumen de encuesta realizada a expertos para la selección de línea

Líneas	Criterios	CARGO						Suma	Prioridad
		Jefe planta	Subgerente Mantenimiento	Supervisor de Planta	Jefe Nacional de Ingeniería	Agente Zonal (comercial)	Planificador de Mantenimiento		
Línea 5K Línea 15K Línea 45K	N° detenciones	3	4	3	5	5	4	24	1
	Tiempo detenciones	2	4	2	4	4	5	21	2
	Producción / línea	1	2	5	2	1	1	12	5
	Ingreso / venta	5	1	1	3	2	3	15	4
	Margen operacional	4	3	4	1	3	2	17	3

Fuente: Elaboración propia, Encuesta.

Prioridad: se obtuvo de la resta del número mayor con el número menor, obtenido de la sumatoria del valor de los criterios en encuesta, dividido por la cantidad de criterios, con la finalidad de crear intervalos de clase. A menor sumatoria, menor prioridad.

Anexo 1.6 – Matriz de criterios v/s productos (Selección de producto)

A continuación se presenta la herramienta que se ha utilizado para seleccionar el tipo de producto a estudiar. El producto que presente la ponderación total mayor será el escogido como objeto de estudio.

Criterio			Prioridad	Ponderación Parcial por producto			
Intervalo	Ponderación	Envasado		Granel	Domiciliario granel	Industria granel	
Volumen de producción	54.490-42.394	4	1	4	1	1	1
	42.393-30.299	3		4	1	1	1
	30.298- 18.203	2					
	18.204- 6.107	1					
Volumen de venta	44.931-35.139	4	1	4	1	1	1
	35.138-25.348	3		4	1	1	1
	25.347-15.556	2					
	15.555-5.764	1					
Ingresos por venta	33.830-26.178	4	4	4	1	1	1
	26.177-18.527	3		16	4	4	4
	18.526-10.875	2					
	10.874-3.223	1					
Margen operacional	60% - 52%	4	1	1	2	4	1
	51% - 45%	3		1	2		1
	44% - 37%	2				4	
	36% - 29%	1					
Ponderación Total por producto				25	8	10	7

Ponderación de producto debido a los criterios de selección.

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 1.7 – Descripción de los procesos de envasado

Anexo 1.7.1 – Descripción máquinas por línea del diagrama de bloques.

Línea 5K:

- **Paletizadora:** Encargada de recibir pallets con envases e incorporarlos a la línea de producción y viceversa.
- **Detectora de Ovalidad:** Encargada de detectar el estado de la goma de las válvulas de los envases.
- **Puesto de llenado:** Encargada de llenar los envases de GLP, esta línea cuenta con 8 puestos de envasado en forma lineal.
- **Control de peso:** Verifica que el peso del envases este dentro de lo normativo.
- **Detectora de fuga:** Verifica que no existan fugas en las válvulas de los envases.
- **Selladora:** Encargada de calentar el sello termocontraible.
- **Sistema transporte de envases:** Cadenas transportan los envases durante todo el proceso.

Línea 15K:

- **Paletizadora:** Encargada de recibir pallets con envases e incorporarlos a la línea de producción y viceversa.
- **Detectora de Ovalidad:** Encargada de detectar el estado de la goma de las válvulas de los envases.
- **Control de peso residual:** Encargada de medir el peso residual del gas en el envase.
- **Puesto de llenado:** Encargada de llenar los envases de GLP, esta línea cuenta con 29 puestos operativos de envasado en forma de carrusel.
- **Control de peso:** Verifica que el peso del envases este dentro de lo normativo.
- **Detectora de fuga:** Verifica que no existan fugas en las válvulas de los envases.
- **Máquina de lavado:** Lava los cilindros con jabón industrial.
- **Selladora:** Encargada de calentar el sello termocontraible.
- **Sistema transporte de envases:** Cadenas transportan los cilindros durante todo el proceso.

Línea 45k:

- **Puesto de llenado:** Encargada de llenar los envases de GLP, esta línea cuenta con 6 puestos de envasado en forma lineal.
- **Control de peso:** Verifica que el peso del envase este dentro de lo normativo.
- **Detectora de fuga:** Verifica que no existan fugas en las válvulas de los envases.
- **Selladora:** Encargada de calentar el sello termocontraible.
- **Sistema transporte de envases:** Cadenas transportan los cilindros durante todo el proceso.

Anexo 1.7.2- Descripción proceso productivo de líneas de envasado.

Proceso	Línea 5 Kilos	Línea 11-15 Kilos	Línea 45 Kilos
Entrada de los cilindros al proceso.	Utilizan la máquina Paletizadora, la cual es semiautomática que tiene como función empujar los cilindros hacia fuera o hacia dentro de los pallet.		Ingreso de cilindros en forma manual.
Clasificación	<p>Clasificación de los cilindros al momento de recibirlos según:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Competencia • Re inspección • Estado de pintura • Catalíticos <p>Se retiran y almacenan en distintos pallet.</p>	<p>Clasificación de los cilindros al momento de recibirlos según:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Competencia • Re inspección • Estado de pintura • Catalíticos <p>En caso de catalíticos y competencia, se retiran antes de ingresar a la línea. En caso de re inspección y pintura colocar R o P, respectivamente para su expulsión automática.</p>	<p>Clasificación de los cilindros al momento de recibirlos según:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Competencia • Re inspección • Estado de pintura • Catalíticos <p>Se retiran y almacenan en distintos pallet.</p>
Ingreso de tara	Maquina semiautomática donde se ingresa el valor de la tara de los cilindros.	Maquina semiautomática donde se ingresa el valor de la tara de los cilindros o en caso de tener una R o P, presionar comando para expulsión automática de la línea.	Maquina semiautomática donde se ingresa el valor de la tara de los cilindros.
control de peso residual	Sin control de peso residual.	Calcula el peso residual de los cilindros. En caso de que tenga menos de la tara, se retira el cilindro del sistema. En caso de estar dentro del peso de la tara, se calcula automáticamente el peso residual para inyectar la cantidad de GLP faltante.	Sin control de peso residual.
Llenado	8 puestos de llenado en forma lineal. La cantidad de GLP a inyectar es calculada por medio de una balanza integrada en el sistema que cuando llega a su peso, deja de inyectar.	29 puestos de llenado en forma de carrusel. La cantidad de GLP a inyectar es calculada previamente en el proceso de control de peso residual donde se asigna el puesto de llenado y la cantidad de GLP automáticamente.	6 puestos de llenado en forma lineal. La cantidad de GLP a inyectar es por medio de una balanza donde deja de inyectar cuando llega a su peso ideal.
Pesaje	Los cilindros son pesados después del llenado para verificar si la cantidad de GLP es la correcta. En caso de estar fuera de los límites permitidos es expulsado de la línea automáticamente.		
Trasvasijar	Proceso en el cual se retira el GLP inyectado en los cilindros por dos razones: <ul style="list-style-type: none"> • Exceso de GLP en el cilindro. • Fuga en las válvulas de los envases. 		
Llenado manual	No posee dicha tarea.	Los cilindros que son expulsados del sistema por tener menos peso de lo permitido, se les inyecta de	No posee dicha tarea

	forma manual el GLP faltante.		
Control de fuga	El proceso consiste en verificar que no existan fugas en las válvulas de los cilindros. En caso de tener fuga, se expulsa del proceso de forma automática		
Reparación de fuga	Un operador revisa si la fuga es reparable de forma inmediata. En caso de reparar la fuga, pasa al proceso siguiente del control de fuga. En caso de no reparar la fuga se trasvasija. (Para comprobar la fuga, el operador utiliza una solución jabonosa)		
Sellado	Primero el operador coloca los sellos en las válvulas de los cilindros, para luego ingresar a una máquina de sellado donde se aplica calor, contrayendo los sellos.		
Lavado	Este proceso se realiza previamente, fuera del proceso de envasado.	Proceso automático donde se utiliza un jabón industrial que lava los cilindros.	No se lavan los cilindros.
Secado	Este proceso se realiza previamente, fuera del proceso de envasado.	Proceso automático donde se utiliza aire a presión para secar los envases.	No se secan los cilindros.
2° clasificación	No posee.	En última instancia un operador revisa la apariencia del envase (control de calidad). En caso de estar fuera de lo normativo, se trasvasijan y envían pintar.	No posee.
Salida del proceso de envasado	Los envases llenos son paletizados. Por cada pallet hay 80 cilindros.	Los envases llenos son paletizados. Por cada pallet hay 48 envases de 11 kilos y 30 envases de 15 kilos.	Los envases llenos son paletizados manualmente. Por cada pallet hay 14 envases.
Sistema de cadena de transporte	Todo el proceso posee cadenas transportadoras para pasar de un proceso a otro.		

Fuente: Elaboración propia

Anexo 1.8 – Volumen de ventas y neto facturado, productos envasados, Planta Concón

Formato	Volumen Producción		Volumen Venta		Neto Facturado
	Cant. Cil	Ton.	Cant. Cil	Ton.	Pesos Chilenos
05K	819.018	4.095	678.455	3.392	\$ 3.412.753.371
11K	130.093	1.431	119.368	1.313	\$ 1.060.530.356
15K	2.627.731	39.416	2.180.761	32.711	\$ 23.609.060.948
45K	151.613	6.823	124.194	5.589	\$ 4.154.763.761
5 CAT	30.549	153	27.799	139	\$ 148.549.200
11 CAT	5.725	63	5.524	61	\$ 52.135.777
15 CAT	35.057	526	30.132	452	\$ 369.951.948
45 CAT	2.377	107	1.805	81	\$ 65.036.385
AUT AL	114.866	1.723	72.655	1.090	\$ 872.151.158
AUT F	10.170	153	6.863	103	\$ 85.315.804
TOTAL	3.927.199	54.490	3.247.556	44.931	\$ 33.830.248.708

Producción, ventas e ingresos 2014 Lipigas.

Fuente: Entregado por Planta Concón Lipigas.

Anexo 1.9 – Matriz de decisión (Selección de Línea de Producción)

A continuación se presenta la herramienta que se ha utilizado para seleccionar la línea de envasado, matriz de decisión. La línea de envasado que presente la ponderación total mayor será el escogido como objeto de estudio.

Criterio			Prioridad	Ponderación Parcial por producto		
Intervalo	Ponderación	Línea 5K		Línea 15K	Línea 45K	
Número de detenciones	379-396	3	1	3	2	1
	360-378	2		3	2	1
	341-359	1				
Tiempo de detención	251,4-258,3	3	2	3	2	3
	244,4-251,3	2		6	4	6
	237,3-244,3	1				
Volumen de Producción	1.958.747 - 2.798.606	3	5	1	3	1
	1.118.887 - 1.958.746	2		5	15	5
	279.089 - 1.118.886	1				
Ingresos por venta	18554-26049	3	4	1	3	1
	11058-18553	2		4	12	4
	3561-11057	1				
Margen operacional	47% - 40%	3	3	3	1	1
	39% - 33%	2		9	3	3
	32% - 26%	1				
Ponderación Total por producto				27	36	19

Ponderación de línea de envasado por criterio de selección.

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 1.10 – Diagramas de procesos: Abastecimiento y uso de repuestos.

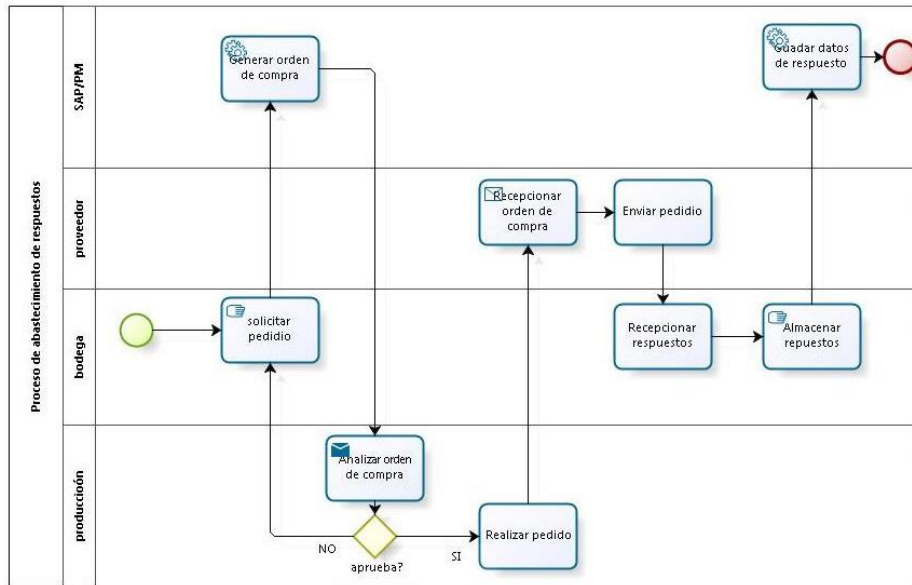


Diagrama de proceso de Abastecimiento de repuestos
Fuente: Elaboración propia.

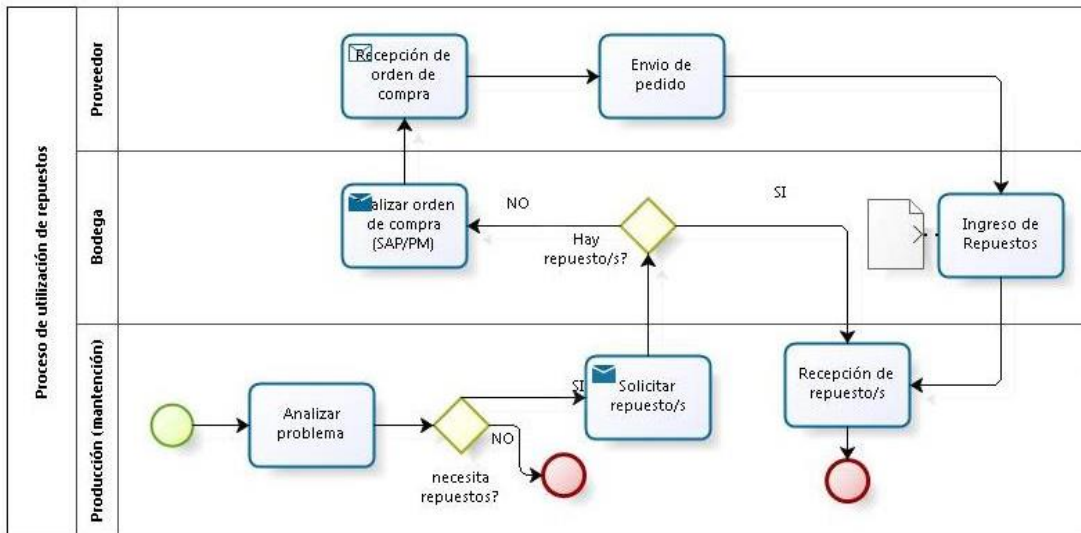


Diagrama de proceso del uso de los repuestos
Fuente: Elaboración propia.

Anexo 1.11 – Componentes de los equipos seccionados y su mantenimiento

Equipo línea de envasado 15K						
	Motriz	Peso residual	Paletizadora	Detector de fuga	Introduccion de cilindro	Llenadora
Eléctrica	Transporte de envases	Cuadro de válvulas Eyector Paro perpendicular Paro tijera Pesaje	Ariete Carga Cuadro de válvulas Freno Pallets Elevador de Barras Paro perpendicular Manga Levante Ajuste Lateral	Paro perpendicular Eyector Detector Paro Dedo Cuadro Control	Cuadro Válvulas Tablero Neumático Introduccion Paro perpendicular	Salida Carrusel Alimentación GLP Llenado Cuadro Válvulas Motriz Columna Carrusel
Mecánica	Transporte de envases	Cuadro de válvulas Arrastre envases Eyector Paro perpendicular Paro tijera	Ariete Carga Cuadro de válvulas Manga Levante Ajuste Lateral Elevador de Barras Arrastre Pallets Paro perpendicular Freno Pallet	Detector Cuadro Control Eyector Paro perpendicular Paro Dedo	Cuadro Válvulas Introduccion Paro perpendicular Posicionador Tablero Neumático	Alimentación GLP Motriz Columna Carrusel Cuadro Válvulas Llenado Salida Carrusel

Equipos que requieren mantenimiento, línea 15K.

Fuente: Elaboración propia.

Equipo línea de envasado 15K							
	Línea re inspección	Selladora	Control de peso	Detector ovalidad	Cabina de pre-lavado	Lavadora	Despaletizadora
Eléctrica	Eyector. Introduccion. Levante. Paro perpendicular.	Sellado Paro perpendicular Cuadro Válvulas	Paro tijera Eyector Cuadro Válvulas Ajuste de Peso Control Arrastre envases	Detector Cuadro Válvulas Posicionador Paro perpendicular Eyector Paro Dedo	Jabonado	Enjuague Paro perpendicular	Elevador de Barras Ariete Descarga Paro perpendicular Manga Levante Tope de Contacto Freno Pallet
Mecánica	Eyector Introduccion Levante Paro perpendicular Posicionador	Sellado Cuadro Válvulas Paro perpendicular Regulador	Cuadro Válvulas Eyector Ajuste de Peso Paro tijera Arrastre envases	Posicionador Eyector Detector Cuadro Válvulas Paro Dedo Paro perpendicular	Jabonado	Enjuague Paro perpendicular	Tope de Contacto Ariete Descarga Elevador de Barras Manga Levante Paro perpendicular Freno Pallet

Continuación

Fuente: Elaboración propia

Anexo 1.12 – Documentos para realizar mantenimiento restaurativo diario.

EMPRESAS LIPIGAS		PLANTA: CON CON	
EQUIPO: Mntt. Diario		MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
UBICACION: Plataforma de envasado			
Mantenimiento diario 15 kilos.			
+			
Número de actividad	Actividad que se debe realizar	Frecuencia de trabajo	Materiales y repuestos
1	ROMANA DE CONTROL: • Chequeo romana de control.	D	Peso patrón.
2	ROMANA DE LLENADO: • Chequeo romana.	D	Peso patrón.
3	LÍNEA TRANSPORTADORA: • Limpiar superficie exterior y periferia del equipo.	D	Paño, escoba.
4	• Verificar estado de la estructura.	D	Visual.
5	VÁLVULAS DE VARILLA: • Comprobar ruido inusual (falla de vástago, fugas de aire, accionamiento pegado).	D	Audio, visual.
	PALETIZAD: • Verificar funcionamiento sensores inductivos, re-apretar de ser necesario.	D	Visual, atornillador.

Documento para realizar mantenimiento restaurativo diario
Fuente: Facilitado por el supervisor del área de mantenimiento.

Programa de Mantenimiento Diario 15 Kg.																																																		
Nombre Encargado:																Año:																																		
Mes:																A APROBADO N/A NO APROBADO P PENDIENTE																																		
Mantenciones																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	27	28	29	30	31				
Diario	ROMANA DE CONTROL:																																																	
	Chequeo romana de control.																																																	
	ROMANA DE LLENADO:																																																	
	Chequeo romana.																																																	
	LÍNEA TRANSPORTADORA:																																																	
	Limpiar superficie exterior y periferia del equipo.																																																	
	Verificar estado de la estructura.																																																	
	VÁLVULAS DE VARILLA:																																																	
	Comprobar ruido inusual (falla de vástago, fugas de aire, accionamiento).																																																	
	PALETIZADO:																																																	
Verificar estado sensores inductivos, re-apretar de ser necesario.																																																		
Observaciones:																																																		
<div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>																																																		

Ficha para el control del mantenimiento diario
Fuente: Facilitado por el supervisor del área de mantenimiento.

Anexo 1.13 – Documentos mantenimiento restaurativo.

EMPRESAS LIPIGAS	PLANTA: CON CON
EQUIPO: Carrusel Pam	MANTENIMIENTO PREVENTIVO
UBICACIÓN: Plataforma de envasado	


Número de actividad	Actividad que se debe realizar	Frecuencia de trabajo	Materiales y repuestos
1	SISTEMA MOTRIZ: <ul style="list-style-type: none"> Inspeccionar estado del equipo (desgaste de componentes). 	S	Visual.
2	<ul style="list-style-type: none"> Inspeccionar correcta ventilación del equipo (aspa, rodamientos). 	S	Visual.
3	<ul style="list-style-type: none"> Verificar limpieza superficie exterior y periferia del equipo. 	S	Paño limpio, escobilla.
4	<ul style="list-style-type: none"> Comprobar ruido y vibración inusual. 	S	Visual.
5	<ul style="list-style-type: none"> Verificar fugas de aceite. 	S	Auditivo.
6	<ul style="list-style-type: none"> Inspeccionar caja de conexiones eléctricas. 	S	Visual.
7	<ul style="list-style-type: none"> Re-apreté de pernos y caja de conexión eléctrica. 	M	Atornillador, llaves punta corona.
8	<ul style="list-style-type: none"> Revisar nivel de aceite. 	M	Visual.
9	<ul style="list-style-type: none"> Lubricar descansos y rozamientos carrusel. 	M	Lubricante, grasera.
10	<ul style="list-style-type: none"> Cambio de aceite (Shell Omala 220). 	M	Guaípe, llaves punta corona.
11	<ul style="list-style-type: none"> Verificar alineación y estado de rodamientos (realizar corrección de ser necesario). 	A	
12	<ul style="list-style-type: none"> Medir consumo eléctrico. 	A	

13	DEL CABEZAL DE LLENADO: <ul style="list-style-type: none"> Verificar estado y fugas del cabezal de llenado (líneas gas, válvulas de gas, vástago guía, cilindro neumático). 	S	Visual.
14	<ul style="list-style-type: none"> Revisar desgaste excesivo o ranuras en componentes (cilindro neumático, vástago guía, válvula de gas, cabezal de llenado, distanciador). 	S	Visual.
15	<ul style="list-style-type: none"> Limpiar área del cabezal de llenado (vástago guía, cilindro neumático). Lubricar vástago guía. 	S	Paño limpio, guaípe. Lubricante dieléctrico.

16	<ul style="list-style-type: none"> Revisar cilindro neumático (verificar si hay filtración entre cámaras). 	S	Prueba neumática.
17	<ul style="list-style-type: none"> Verificar limpieza y lubricación de válvulas neumáticas. 	S	Lubricante dieléctrico.
18	<ul style="list-style-type: none"> Cambio y reparación de cabezal de GLP (cambio de O`ring, goma hermeticidad). 	M	Llaves punta corona.

19	DEL SISTEMA DE CENTRADO Y EYECTOR: <ul style="list-style-type: none"> Verificar estado y fugas de centrador y levante neumático (líneas y conectores neumáticos, válvulas, vástago guía, cilindro neumático). 	S	Visual.
20	<ul style="list-style-type: none"> Revisar desgaste excesivo o ranuras en componentes (ruedas de teflón, cilindro neumático, vástago guía, válvula). 	S	Visual.
21	<ul style="list-style-type: none"> Limpiar y lubricar área del centrador neumático vástago guía (lubricar), cilindro neumático). 	S	Paño, guaipe, escobilla, solvente dieléctrico.
22	<ul style="list-style-type: none"> Revisar cilindro neumático (verificar si hay filtración entre cámaras). 	S	Auditivo, visual.
23	<ul style="list-style-type: none"> Limpieza y lubricación de válvula neumática y buje vástago guía. 	S	Lubricante dieléctrico. Grasea.
24	<ul style="list-style-type: none"> Verificar presión de servicio. 	S	Visual.
25	<ul style="list-style-type: none"> Comprobar estado teflón (ruedas, centrador) o cambiar si es necesario. 	M	Visual Atornillador, llaves punta corona.

Anexo 1.14 – Ficha de plan de mantenimiento restaurativo.

Programa de Mantenimiento Carrusel 15 Kg.																																					
Nombre Encargado:																																					
Año:																																					
Puesto n°:																																					
														A APROBADO N/A NO APROBADO P PENDIENTE																							
Mantenciones														Enero		Febrero			Marzo			Abril			Mayo			Junio									
														1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	19	20	21	22	23	24	25	26
Mensual	SISTEMA MOTRIZ:																																				
	Re-apreté de pernos y caja de conexión eléctrica.																																				
	Revisar nivel de aceite.																																				
	Lubricar descansos y rozamientos carrusel.																																				
	Cambio de aceite (Shell Omala 220).																																				
	DEL CABEZAL DE LLENADO:																																				
	Cambio y reparación de cabezal de GLP (cambio de oring, goma hermeticidad).																																				
Año	DEL SISTEMA DE CENTRADO Y EYECTOR:																																				
	Comprobar estado teflón (ruedas, centrador) o cambiar si es necesario.																																				
Observaciones:																																					

Programa mantenimiento carrusel Sistema motriz
Fuente: Supervisor del Área de mantenimiento.

Programa de Mantenimiento Puesto de Llenado 15 Kg.																																					
Nombre Encargado:																																					
Año:																																					
Puestos n°:1-2-3-4-5																																					
														A APROBADO N/A NO APROBADO P PENDIENTE																							
Mantenciones														Enero		Febrero			Marzo			Abril			Mayo			Junio									
														1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
SEMANAL	DEL SISTEMA DE CENTRADO Y EYECTOR:																																				
	Verificar estado de centrador sistema de articulación.																																				
	Revisar desgaste u otros componentes (ruedas de teflón, cilindro neumático, vástago guía, válvula).																																				
	Limpiar y lubricar área del centrador neumático vástago guía.																																				
	Revisar cilindro neumático (verificar si hay filtración entre cámaras).																																				
MENSUAL	Limpieza y lubricación de válvula neumática.																																				
	Verificar estado de flexibles de GLP.																																				
	DEL SISTEMA DE LLENADO:																																				
	Cambio y reparación de cabezal de GLP (cambio de oring, goma hermeticidad).																																				
Cambio y reparación de valvula paso GLP (cambio de oring, goma hermeticidad).																																					
Verificar estado de los distanciadores.																																					
Observaciones:																																					

Programa de mantenimiento carrusel Sistema Centrado y Ejector y Sistema de Llenado
Fuente: Supervisor del Área de Mantenimiento.

Anexo 1.15 – Registro de Detenciones programa de monitoreo de producción *MT Solutions*



Fuente: *MT Solutions*

Anexo 1.16 – Clasificación de detenciones de la línea 15K.

Tipo de detención	Detalle	Detalle
Fallas	Todos los equipos dentro de la línea de envasado	387 posibles causas de fallas (aprox.)
Detenciones Planeadas	Capacitación	-
	Colación	1 hora/día
	Limpieza	Línea Re inspección
		Aseo Planta
		Otras
	Mantenimiento	-
	Reuniones	-
	Relleno de Cilindros	-
Apoyo otra línea	-	
NONA	No orden No actividad	Tiempo detenido debido a que los stocks mínimos de producto envasado definidos están satisfechos
Paradas Externas	Falta alimentación en línea	Cilindros
		Grúa Horquilla
		Lavado
		Falta GLP
	Falta de Agua	-
	Falta energía Eléctrica	-
	Falta de Pallets	-
Falta personal	-	
Cambio de Formato	Gas normal a gas catalítico (viceversa)	-
	Cilindros de 11 a 15 (viceversa)	-
Periodo No Laboral	Festivos y domingos	-
Mantenimiento por terceros	Mantenciones de mayor complejidad	-

Clasificación de detenciones de la línea 15K.

Fuente: Elaboración propia con información recopilada de *MTSolution*

Anexo 1.17 – Análisis de detenciones línea de envasado 15K.

Línea 15K	
Detención planificada	Tiempo horas
Reunión	17,27
Relleno cilindro	6,02
Restaurativo	13,25
Limpieza	7,67
Colación	171,13
Capacitación	5,28
Apoyo otra línea	1,90
Correctivo	14,75
	237,26

Línea 15K	
Detención planificada	Intervenciones
Reunión	33
Relleno cilindro	12
Restaurativo	10
Limpieza	32
Colación	205
Capacitación	15
Apoyo otra línea	12
Correctivo	53
	372

Fuente: Información extraída de Software *MTSolutions*

Anexo 1.18 – Encuesta para asignar relevancia de las causas del problema.

Las causas identificadas en el diagrama de Ishikawa, se evalúan para darle prioridad en la siguiente encuesta, y de esa forma realizar el Análisis de Pareto, en el Anexo 1.19.

ENCUESTA: RELEVANCIA DE CAUSAS Alumnas Memoristas	Asigne y complete con calificación de 1 a 7, en donde 1 es "irrelevante" y 7 es "muy relevante", para las causas de confiabilidad operacional de la maquinaria en la Planta Lipigas Concón.
---	---

	Supervisor de mantención	Supervisor de Planta	Subgerente Mantenimiento	Jefe nacional ingeniería en	Planificador de mantenimiento Planta	Planificador mantenimiento	Mecánico industrial	Técnico de mantenimiento
Métodos	NOTA							
Plan de mantenimiento inapropiado								
Basado sólo en Acciones reactivas	4	6	7	7	6	5	6	6
Exceso de mantenencias Correctivas	4	7	7	7	7	7	7	4
Bajo presupuesto para el mantenimiento								
Método de costeo ineficiente	5	4	7	6	7	6	6	5
Abastecimiento de repuestos registrado como gastos no como activo	2	6	7	4	5	5	5	6
Método de análisis deficiente								
Cálculo erróneo de eficiencia por línea	4	4	6	6	5	6	7	5
Indicadores de gestión poseen ítems irrelevantes	5	4	5	6	5	6	6	4
Sistema de información alimentado por usuarios	4	4	5	7	5	7	6	5
Deficiencia en el control del inventario	3	3	5	4	5	6	7	6
Insuficiente gestión con proveedores de repuestos	4	3	6	3	6	4	5	6
Método de pronóstico de demanda inexacto	6	5	7	3	4	5	5	6
Mano de obra								
Insuficientes mecánicos por turno	5	6	7	5	6	7	7	5
Falta de especialistas electricistas y electrónicos	5	7	7	7	7	7	4	6
Poca iniciativa para mantener registros históricos de mantenimiento	4	5	7	7	7	7	6	5
Falta de destreza para realizar ciertos mantenimientos	5	5	6	7	5	5	6	5
Material								
Escasez en stocks de repuestos críticos	4	6	7	6	6	5	3	5
Imposibilidad de adquirir repuestos críticos en la industria debido a obsolescencia de tecnología	3	5	7	5	7	6	7	7
Repuestos críticos no poseen hoja de vida	4	4	7	5	7	7	6	6
Maquinaria								
Frecuentes detenciones por falla	5	6	5	6	7	6	6	5
Máquinas calibradas con parámetros irreales	5	3	6	7	7	6	4	4
Disminución de la vida útil de los activos industriales								
Debido a la rapidez que requieren las reparaciones por falla	5	4	6	6	5	6	5	6
No se pueden prever futuras fallas que podrían tener mayores consecuencias	5	4	7	5	6	4	6	6
Máquinas con tecnología obsoleta	4	6	7	7	7	7	7	5

Fuente: Elaboración propia

Anexo 1.19 – Análisis de Pareto para Causas de la problema.

	Causas del Problema	Frecuencia	Frecuencia	Frecuencia %	Frecuencia Acumulada %
1	Exceso de mantenencias correctivas	50	271	27,77%	27,77%
	Frecuentes detenciones por falla	46			
	Disminución de la vida útil de los equipos debido a la rapidez que requieren las reparaciones por falla.	43			
	Escasez en stocks de repuestos críticos	42			
	No se pueden prever futuras fallas que podrían tener mayores consecuencias	43			
	Plan de manto. Basado sólo en Acciones Reactivas	47			
2	Falta de mecánicos especialistas, eléctricos y electrónicos	50	236	24,18%	51,95%
	Poca iniciativa para mantener registro históricos de mantenimiento	48			
	Repuestos críticos no poseen hoja de vida	46			
	falta de destreza para realizar ciertos mantenimientos	44			
	Insuficiente mecánicos por turno	48			
3	Maquinas con tecnología obsoleta	50	134	13,73%	65,68%
	Insuficientes gestión con proveedores de repuestos	37			
	Imposibilidad de adquirir repuestos críticos en la industria debido a obsolescencia de tecnología	47			
4	Método de costeo ineficiente	46	125	12,81%	78,48%
	Abastecimiento de repuestos registrado como gastos no como activos	40			
	Deficiencia en el control de inventario	39			
5	Indicadores de gestión poseen ítems irrelevantes	41	84	8,61%	87,09%
	Calculo erróneo de eficiencia por línea	43			
6	Sistema de información alimentado por usuarios	43	43	4,41%	91,50%
7	Maquinas calibradas con parámetros irreales	42	42	4,30%	95,80%
8	Método de pronósticos de demanda inexacto	41	41	4,20%	100,00%

Análisis de Pareto para Causas de la problemática.

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 1.20 – Venta de Cilindros y Granel, Planta Concón

Venta de Cilindros Planta Concón

La venta de cilindros sigue dos tipos de canales diferentes, el canal “sub-distribuidor directo” y el canal “central de transferencia”. En promedio se realizan 23 despachos diarios desde la planta de Concón abasteciendo toda la quinta región en camiones que tienen capacidad de llevar entre 12 y 24 pallets dependiendo el tipo de camión.

A continuación se muestra las etapas del proceso de venta de cilindros por canal.

- **Canal sub-distribuidor directo:** los sub-distribuidores directos son aquellas empresas independientes que realizan las ventas directas al cliente final.
 - a) Solicitud de pedido: el sub-distribuidor solicita un pedido por medio de la página web de Lipigas o por medio de sistema de llamado SLL.
 - b) El operador ingresa el pedido al sistema SAP/Ventas y verifica el stock máximo y mínimo del distribuidor.
 - c) El operador designa un camión con el módulo necesario para el despacho (capacidad del camión), cada camión tiene un código y con él toda su información, ya sea capacidad, chofer, rutas, disponibilidad, entre otros.
 - d) El operador coordina el despacho de los cilindros solicitados con el chofer del camión y posteriormente se ingresa la actividad al módulo SAP.
 - e) El chofer realiza la entrega y por medio de diferentes alternativas el distribuidor puede realizar el pago.

- **Canal central de transferencia:** las centrales de transferencia son puntos de venta que trabajan con personal Lipigas S.A., los cuales pueden realizar ventas directas o ventas a sub-distribuidores directos. En la quinta región existen 4 Centrales de transferencia, las cuales son Placilla, Miraflores, Belloto y Curimón.
 - a) Revisión de stock: el operador de logística de cilindros chequea el SLL o SAP revisando el nivel de stock que mantiene cada una de las centrales de transferencia, ya que debe procurar que siempre estén abastecidas.
 - b) Abastecimiento: para cada una de las centrales se tiene un stock de seguridad y un abastecimiento programado diario para condiciones normales. Durante el transcurso del día las centrales ingresan sus ventas en el sistema y el operador debe programar el abastecimiento dependiendo de la demanda y las ventas, coordinando despachos desde la planta Concón.
 - c) Despacho: el procedimiento es similar al del sub-distribuidor, con la diferencia que el operador determina la cantidad de producto que será despachado y los ingresos por la venta de las centrales va directamente a Lipigas S.A.

Venta de gas Granel planta Concón

La venta de gas granel sigue 4 canales distintivos en planta y son los siguientes:

- **Canal 25 (Residencial):** se refiere a la venta de GLP granel a clientes residenciales que poseen bombonas o tanques pequeños con volúmenes de 0,3m³, 0,5m³ y 1m³ situados en sus domicilios para su uso doméstico.
- **Canal 26 (Comercial):** se refiere a la venta de GLP granel a clientes comerciales que utilizan el gas para el consumo de su empresa como lo son las panaderías, restaurantes, colegios, hospitales, etc.
- **Canal 27 (Industrial):** se refiere a la venta de GLP granel a las grandes industrias o clientes importantes, como los son por ejemplo industrias mineras.
- **Canal 30 (Medidor):** se refiere a la venta de GLP granel que se realiza principalmente a edificios, en estanques relativamente grandes, en donde es de responsabilidad de Lipigas mantener siempre abastecido para el uso de los clientes, para ello la planta programa el abastecimiento por medio de planillas, en donde se registra toda la información del estanque. Se ha asignado un porcentaje de riesgo de un 35% de la capacidad del estanque para iniciar la programación del abastecimiento. Cada domicilio en donde es distribuido el gas posee su propio medidor y es de esta manera como se vende el gas mensualmente.

Los estanques en su mayoría son entregados en comodato y, una vez instalados, cuentan con servicio de mantención. Cada 10 años deben ser re-inspeccionados para garantizar un funcionamiento seguro. La instalación de los estanques es realizada por contratistas autorizados por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC) bajo la estricta supervisión de personal Lipigas, contando con una posterior certificación de la misma Superintendencia. Los estanques cuentan con un medidor de fácil manejo, en donde se puede comprobar la cantidad de gas almacenado y controlar el nivel de relleno.

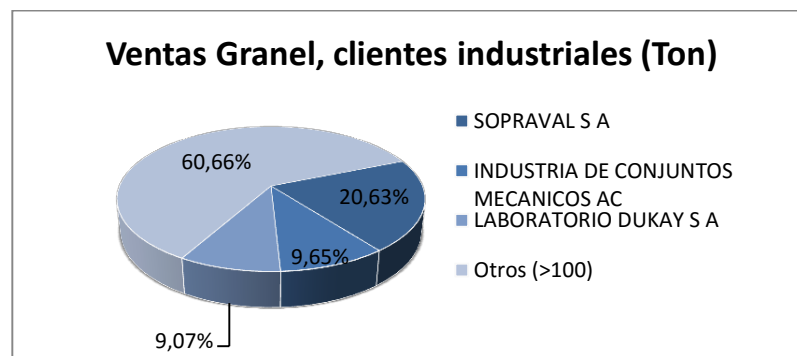
En la planta Lipigas existen 13 camiones graneleros destinados para el despacho de GLP y, en la quinta región, se distribuyen unos 130.000 l, diariamente.

A continuación se describen las etapas del proceso de venta granel de la planta Lipigas Concón.

- a) **Toma de pedido:** el proceso comienza con la toma de pedido, o con la generación de éste por parte de Lipigas.
 - a.1. **Pedidos solicitados por clientes:** los clientes ingresan a la plataforma virtual de Lipigas www.lipigas.cl o por medio del *Call Center* realizan la solicitud de su pedido y el pedido queda ingresado en el sistema.
 - a.2. **Pedidos generados automáticamente:** Lipigas genera el pedido de acuerdo a la demanda y las necesidades de abastecimiento.
- b) **Planificación de pedido:** la planificación de pedidos se realiza con el sistema de ruteo *Roadnet*, utilizado por UPS a nivel mundial. Con este sistema la empresa se asegura que la distribución sea óptima, al menos en cuanto a la planificación.

- c) **Carga de camión con GLP:** se asigna el módulo del camión que realizará la distribución del pedido, dependiendo de su capacidad y disponibilidad. El camión se dirige a la zona de transferencia (isla) que cuenta con 6 estaciones de recepción y despacho de GLP. Una vez cargado el GLP en el camión se registra la carga y el código para ser ingresado al sistema de información y autorizar el despacho.
- d) **Monitoreo:** la planta Lipigas de Concón cuenta con 4 sistemas para asegurar que se cumplan los compromisos con los clientes.
- **Sistemas de llamados:** sistema para monitorear los pedidos, conectado en tiempo real con el dispositivo móvil del camión (POS).
 - **POS:** llamado así por sus siglas en inglés, Point of Sale (punto de venta). Es un dispositivo que sirve para apoyar la gestión de venta, posee un software que permite procesar la información para darle curso a las transacciones.
 - **GPS:** cada camión está dotado de un GPS, el cual reporta en tiempo real lo que está haciendo el camión, por ejemplo, reportes de ruta, pedidos sin autorización, detenciones excesivas, alarmas al llegar o inyectar en geo-cercas determinadas, etc.
 - **SAP:** estrategias de transporte que compete a la frecuencia, las rutas y la contratación que el chofer debe seguir para que se cumpla lo planificado.
- e) **Termino de la ruta asignada:** el término del proceso consiste en la llegada del camión a su destino, ubicarse en el lugar designado, cumplir paso a paso con todas las medidas de seguridad para la descarga, atender al cliente y llenar el estanque. Finalmente retornar a la planta de distribución.

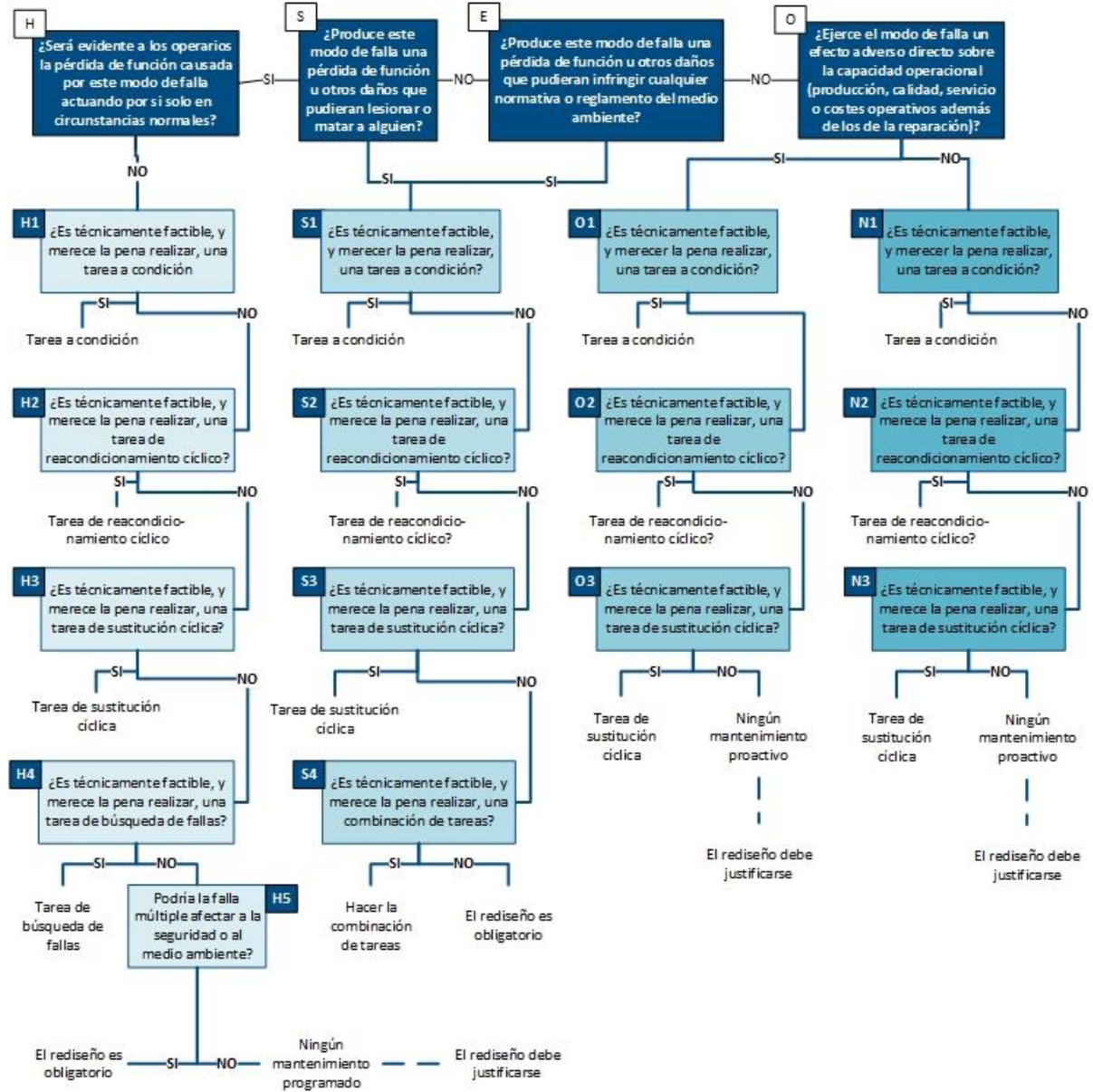
En la siguiente figura se presenta la distribución, en toneladas, de ventas de los principales clientes industriales que posee la empresa Lipigas, planta Concón.



Fuente: Elaboración propia.

Anexos Capítulo 2

Anexo 2.1 – Árbol Lógico de Decisión



Anexos Capitulo 3

Anexo 3.1 – Análisis de criticidad / frecuencia de fallas.

	Frecuencia de falla
Cabina de pre-lavado	4
Control de peso	36
Despaletizadora	50
Detectora Fuga	42
Detectora Ovalidad	34
Introduccion de cilindro	32
Lavadora	18
Línea re inspección	19
Llenadora	66
Paletizadora	37
Peso residual	35
Selladora	17
Sistema motriz transporte envases	20
Total general	409

Anexo 3.2 - Análisis de criticidad / Impacto en la producción y tiempo de detención.

	tiempo de detención (hr)	cilindros perdidos	pérdida de ingreso	Pérdida de ingresos (MM\$)
Cabina de pre-lavado	0,00	0,00	\$ -	\$ -
Control de peso	0,00	0,00	\$ -	\$ -
Despaletizadora	9,86	8874,00	\$ 96.069.924	\$ 96,07
Detectora Fuga	1,47	1321,33	\$ 14.304.755	\$ 14,30
Detectora Ovalidad	0,00	0,00	\$ -	\$ -
Introduccion de cilindro	2,55	2294,00	\$ 24.834.844	\$ 24,83
Lavadora	2,11	1895,00	\$ 20.515.270	\$ 20,52
Línea re inspección	0,00	0,00	\$ -	\$ -
Llenadora	4,33	3894,67	\$ 42.163.661	\$ 42,16
Paletizadora	1,33	1200,33	\$ 12.994.809	\$ 12,99
Peso residual	0,00	0,00	\$ -	\$ -
Selladora	0,38	345,00	\$ 3.734.970	\$ 3,73
Sistema motriz transporte envases	3,23	2903,67	\$ 31.435.095	\$ 31,44

Precio de venta promedio por cilindro	\$ 10.826
Producción de cilindros por hora	900
Recopilación de datos <i>MTSolutions</i>	desde 1/11/14
	hasta 1/07/15

Anexo 3.3 – Análisis de criticidad / Impacto en la seguridad y medio ambiente.

Encuesta realizada a Prevencionista de Riesgos Luis Plaza

Impacto en la Seguridad	Valor
Muerte del Personal o incapacidad total permanente	5
Lesiones o Heridas con incapacidad parcial permanente	4
Lesiones o Heridas con incapacidad temporal	3
Lesiones o Heridas Leves No incapacitantes (primeros auxilios)	2
No origina lesiones al Personal	1

Impacto en el Ambiente	Valor
Daño Ambiental o Contaminación Irreversible, fuera de las instalaciones.	5
Daño Ambiental o Contaminación Reversible, fuera de las instalaciones.	4
Daño Ambiental o Contaminación Reversible, dentro de las instalaciones.	3
Daño Ambiental o Contaminación en el Área de Equipo	2
No se Detecta Daño Ambiental	1

Equipos de la Línea de envasado 15K	Impacto en la seguridad	Impacto ambiental
Motriz	4	1
Peso residual	1	1
Paletizadora	5	1
Detectora de fuga	2	1
Introduccion de cilindros	2	1
Llenadora	3	1
Línea de re inspección	4	1
Selladora	2	1
Control de peso	1	1
Detectora de ovalidad	1	1
Cabina de prelavado	2	2
Lavadora	1	3
Despaletizadora	5	1

Anexo 3.4 – Análisis de criticidad / Costo de reparación.

Costo de reparación	
Repuesto	
Insumos	\$ 8.924.424
Personal externo	\$ 4.547.246

Equipos de la Línea de envasado 15 K	Costos de repuestos
Cabina de pre-lavado	\$ 643.101,72
Control de peso	\$ 6.431.017,24
Despaletizadora	\$ 10.117.840,21
Detectora Fuga	\$ 6.645.384,48
Detectora Ovalidad	\$ 5.787.915,52
Introduccion de cilindro	\$ 4.716.079,31
Lavadora	\$ 2.572.406,90
Línea reinspección	\$ 3.001.141,38
Llenadora	\$ 10.075.260,34
Paletizadora	\$ 5.359.181,03
Peso residual	\$ 5.787.915,52
Selladora	\$ 3.001.141,38
Sistema motriz transporte envases	\$ 3.429.875,86
promedio sobre los \$500.000	943118
Promedio bajo \$500.000	214367,2414

Equipos de la Línea de envasado 15 K	Cantidad de repuestos electricos por maquina	Costo Mant. Externo
Motriz	2	\$ 86.614
Peso residual	9	\$ 389.764
Paletizadora	6	\$ 259.843
Detectora de fuga	11	\$ 476.378
Introduccion de cilindros	12	\$ 519.685
Llenadora	16	\$ 692.914
Línea de re inspección	3	\$ 129.921
Selladora	8	\$ 346.457
Control de peso	13	\$ 562.992
Detectora de ovalidad	10	\$ 433.071
Cabina de prelavado	1	\$ 43.307
Lavadora	3	\$ 129.921
Despaletizadora	11	\$ 476.378
total	105	\$ 4.547.246

Equipos de la Línea de envasado 15K	total de veces de Mant. Restaurativo anual	Costo de insumos por maquina
Motriz	24	\$ 95.279
Peso residual	228	\$ 905.146
Paletizadora	246	\$ 976.605
Detectora de fuga	156	\$ 619.311
Introduccion de cilindros	114	\$ 452.573
Llenadora	225	\$ 893.236
Línea de re inspección	228	\$ 905.146
Selladora	154	\$ 611.371
Control de peso	114	\$ 452.573
Detectora de ovalidad	300	\$ 1.190.982
Cabina de prelavado	84	\$ 333.475
Lavadora	243	\$ 964.695
Despaletizadora	132	\$ 524.032
Total	2248	\$ 8.924.424

costos de Insumos anuales	\$ 8.924.424
costo unitario	\$ 3.970

Equipos de la Linea de envasado 15 K	Cantidad de repuestos electricos por maquina	Costo Mant. Externo
Motriz	2	\$ 86.614
Peso residual	9	\$ 389.764
Paletizadora	6	\$ 259.843
Detectora de fuga	11	\$ 476.378
Introduccion de cilindros	12	\$ 519.685
Llenadora	16	\$ 692.914
Línea de re inspección	3	\$ 129.921
Selladora	8	\$ 346.457
Control de peso	13	\$ 562.992
Detectora de ovalidad	10	\$ 433.071
Cabina de prelavado	1	\$ 43.307
Lavadora	3	\$ 129.921
Despaletizadora	11	\$ 476.378
total	105	\$ 4.547.246

Costo mantenimiento personal externo	\$ 4.547.246
Costo unitario mantenimiento externo	\$43.307

	Costo de reparación Anual			Total	MM\$
	Repuestos	Insumos	Personal externo		
Motriz	\$ 3.429.876	\$ 95.279	\$ 86.614	\$ 3.611.769	\$ 3,61
Peso residual	\$ 5.787.916	\$ 905.146	\$ 389.764	\$ 7.082.826	\$ 7,08
Paletizadora	\$ 5.359.181	\$ 976.605	\$ 259.843	\$ 6.595.629	\$ 6,60
Detectora de fuga	\$ 6.645.384	\$ 619.311	\$ 476.378	\$ 7.741.073	\$ 7,74
Introduccion de cilindros	\$ 4.716.079	\$ 452.573	\$ 519.685	\$ 5.688.338	\$ 5,69
Llenadora	\$ 10.075.260	\$ 893.236	\$ 692.914	\$ 11.661.410	\$ 11,66
Línea de re inspección	\$ 3.001.141	\$ 905.146	\$ 129.921	\$ 4.036.209	\$ 4,04
Selladora	\$ 3.001.141	\$ 611.371	\$ 346.457	\$ 3.958.969	\$ 3,96
Control de peso	\$ 6.431.017	\$ 452.573	\$ 562.992	\$ 7.446.583	\$ 7,45
Detectora de ovalidad	\$ 5.787.916	\$ 1.190.982	\$ 433.071	\$ 7.411.968	\$ 7,41
Cabina de prelavado	\$ 643.102	\$ 333.475	\$ 43.307	\$ 1.019.884	\$ 1,02
Lavadora	\$ 2.572.407	\$ 964.695	\$ 129.921	\$ 3.667.024	\$ 3,67
Despaletizadora	\$ 10.117.840	\$ 524.032	\$ 476.378	\$ 11.118.250	\$ 11,12

Anexo 3.5 – AMFE

Sistema de Paletizado

Hoja de Información RCM II Función		Sistema: Paletizado			
Subsistema: Elevador de Barras (levante)		Falla Funcional			
Modo de Falla		Efecto de Falla			
Eleva las barras para permitir la carga de pallets (Presión requerida de 6 a 8 bar)	A	No eleva las barras	1	Falla en componentes neumáticos	No se realiza elevación de barras producto de la falla instantánea del mecanismo neumático <ul style="list-style-type: none"> Sustitución de componentes (manguera, conectores y filtro regulador)
			2	Falla de electroválvulas	Al fallar la electroválvula por motivos eléctricos, impide la transferencia de información y por lo tanto el elevador de barra no responde <ul style="list-style-type: none"> Cambiar electroválvula
			3	Falla mecánica por rotura de Brazos	El elevador de barras no puede sujetar la barra del pallet debido a la rotura uno o ambos brazos y en consecuencia no se eleva. <ul style="list-style-type: none"> Reparar (soldar) o cambiar brazos.
			4	Falla en la programación (PLC)	La comunicación con el PLC se ve afectada producto de la pérdida de programación, y por lo tanto no se elevan las barras. <ul style="list-style-type: none"> Reprogramación PLC
			1	Falla en los cilindros	La elevación de las barras se realiza de manera irregular producto de la falla de alguno de los 6 cilindros neumáticos, (articulación defectuosa). <ul style="list-style-type: none"> Lubricación periódica Sustitución o Restauración cilindro
			2	Falla de válvulas	Al fallar una o varias válvulas neumáticas, el elevador de barras funciona de manera defectuosa debido a la incorrecta transmisión de aire a los cilindros neumáticos. <ul style="list-style-type: none"> Sustitución de válvula
	B	Eleva las barras con dificultad.			

				descarga. <ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento de la cadena (cambio de eslabones y seguros segger)
			6 Falla en la programación (PLC)	La comunicación con el PLC se ve afectada producto de la perdida de programación, y por lo tanto no se acciona el ariete. <ul style="list-style-type: none"> • Reprogramación PLC

Hoja de Información		Sistema: Paletizado		
RCM II		Subsistema: Ariete de Carga		
Función	Falla Funcional	Modo de Falla		
1 Ariete: Cargar los cilindros al pallet (En grupos de 5 envases)	A No carga los cilindros al pallet	1	Falla en el cilindro de Ariete de carga	Problemas en el vástago guía u otros componentes del cilindro, provoca falla en el cilindro, lo que ocasiona que el ariete no se accione y por lo tanto no es posible introducir los cilindros al pallet. Esto ocurre debido a que el pistón ejerce gran fuerza de empuje para introducir los envases llenos al pallet. <ul style="list-style-type: none"> • Reparar o cambiar cilindro
		2	Falla de válvulas neumática	Al fallar la válvula 5/2 PP, no se acciona el cilindro neumático de empuje del ariete y por lo tanto no se introducen los cilindros. <ul style="list-style-type: none"> • Cambio de válvula
		3	Falla de electroválvulas	La electroválvula no entrega la señal a la válvula neumática y por lo tanto no se acciona el cilindro neumático. <ul style="list-style-type: none"> • Cambio o reparación.
		4	Falla en la programación (PLC)	La comunicación con el PLC se ve afectada producto de la perdida de programación, y por lo tanto no se acciona el ariete. <ul style="list-style-type: none"> • Reprogramación PLC

2	Ajuste Lateral: Ajustar y centrar según formato de cilindro (11 Kg o 15 Kg)	A	No ajusta o centra los envases	1	Falla cilindro neumático lateral ajuste	Una falla en el cilindro neumático provoca un desajuste en el centrado de los envases dificultando el paletizado. <ul style="list-style-type: none"> • Reparar o cambiar cilindro
				2	Falla Válvula direccional cilindro lateral	Una falla en la válvula direccional impide el correcto funcionamiento del cilindro neumático lateral de ajuste, dificultando el paletizado. <ul style="list-style-type: none"> • Cambio de válvula.
3	Paro perpendicular: Detener el tránsito de envases cada vez que pasen 5 por el sensor		No detiene el tránsito de envases	1	Falla cilindro neumático	Falla en el cilindro neumático provoca que el tope no se accione o que no retroceda. <ul style="list-style-type: none"> • Reparar cilindro neumático
				2	Falla Válvula neumática	Al fallar la válvula 5/2 PP, no se acciona el cilindro neumático de empuje del ariete y por lo tanto no se introducen los cilindros. <ul style="list-style-type: none"> • Cambio de válvula
				3	Falla electroválvula	La electroválvula no entrega la señal a la válvula neumática y por lo tanto no se acciona el cilindro neumático. <ul style="list-style-type: none"> • Cambio o reparación.
				4	Falla en el sensor	Una falla en el sensor o rotura de la varilla, genera que no se entregue la información al PLC del tránsito de los envases, y por lo tanto el tope no se acciona cuando corresponde. <ul style="list-style-type: none"> • Cambiar varilla • Cambiar sensor
				5	Falla estructural	Debido al desgaste estructural provocado por el movimiento del paro, el buje de bronce se gasta, ocasionando fallas en el paro. <ul style="list-style-type: none"> • Enviar a tornear (restaurar)

Hoja de Información		Sistema: Paletizado		Efecto de Falla	
RCM II		Subsistema: Motriz		Modo de Falla	
Función		Falla Funcional		Modo de Falla	
1 Movilizar los pallets de un puesto a otro (0,2m/s)	A No hay movimiento de pallets	1	Falla o corte en la cadena del sistema motriz	Debido al desgaste de la cadena por el uso prolongado o poca lubricación, se produce deformación o corte de la misma provocando detención del sistema motriz. <ul style="list-style-type: none"> • Reemplazo de cadena 	
		2	Falla en componentes mecánicos	Debido al desgaste de componentes (cadena de transmisión, piñón (Z-14, motriz y conducido), poleas) <ul style="list-style-type: none"> • Verificar y reemplazar componentes desgastados. • Verificar alineación. 	
		3	Falla en el motor-reductor	Una falla en componentes del motor-reductor produce la detención total del sistema motriz de paletizado. <ul style="list-style-type: none"> • Revisar causa y reparar 	
	B Movimiento de pallets con dificultad	1	Falla en componentes mecánicos	Debido al desgaste de componentes (cadena de transmisión, piñón (Z-14, motriz y conducido), poleas) <ul style="list-style-type: none"> • Verificar y reemplazar componentes desgastados. • Verificar alineación. 	
		2	Acetate contaminado	Debido a la suciedad presente en el aceite se pierde el funcionamiento normal de los componentes internos <ul style="list-style-type: none"> • Cambio de aceite 	

Hoja de Información		Sistema: Paletizado		Modo de Falla		Efecto de Falla	
RCM II		Subsistema: Manga Levante		Modo de Falla		Efecto de Falla	
Función		Falla Funcional		Modo de Falla		Efecto de Falla	
1 Levantar los pallets para ser frenados en los puesto de carga y descarga (Presión requerida de 6 a 8 bar)	A No levantan los pallets (no los frena)	B Levantar los pallets con dificultad	1	Falla de válvulas neumáticas.	Colisión de pallets y desorden en el circuito debido a que la válvula no entrega presión de aire a las mangas levante. <ul style="list-style-type: none"> • Cambio o mantención de válvula neumática. 		
			2	Falla de electroválvulas	Colisión de pallets y desorden en el circuito debido a que la electroválvula no comunica la válvula neumática. <ul style="list-style-type: none"> • Cambio de electroválvula 		
			3	Límite de carrera en mal estado	El sensor del límite de carrera no entrega la señal para que se eleven las mangas levante y por lo tanto el pallet no se levanta y queda rozando con la cadena. <ul style="list-style-type: none"> • Reemplazo o mantención de límite de carrera 		
			4	Fuga de aire en las Mangas	Colisión de pallets y desorden en el circuito, debido a que las mangas no pueden levantar el pallet y por lo tanto no se detiene. <ul style="list-style-type: none"> • Cambio de mangas 		
			5	Falla en la programación (PLC)	La comunicación con el PLC se ve afectada producto de la pérdida de programación, y por lo tanto no se acciona el ariete. <ul style="list-style-type: none"> • Reprogramación PLC 		
			1	Falla en la válvula neumática	La válvula neumática entrega menos presión de aire que el requerido para levantar totalmente el pallet y por lo tanto el levante se ejecuta con dificultad o a menor elevación de la especificada <ul style="list-style-type: none"> • Cambio o mantención de la válvula 		
		2	Fuga de aire en alguna de las mangas	La fuga de aire en alguna de las mangas provoca que la manga se infle de manera anormal, disminuyendo su fuerza de elevación de pallets y por lo tanto la elevación se realiza de manera			

				irregular
				<ul style="list-style-type: none"> • Cambiar manga

Hoja de Información RCM II		Sistema: Paletizadora y Despaletizadora		
Función		Subsistema: Freno Pallet	Modo de Falla	Efecto de Falla
1 Frenar los pallets en los puestos de carga y descargar su alineación. (Presión requerida de 6 a 8 bar)	A No frena los pallets		1 Falla de los cilindros neumáticos	El cilindro neumático no acciona los paros para frenar el pallet, debido a que el vástago guía está en malas condiciones o se quebró. <ul style="list-style-type: none"> • Reparar cilindro neumático, limpiar o lubricar vástago
			2 Falla de válvulas neumática	La válvula no permite el paso de aire requerido para accionar los cilindros neumáticos del freno <ul style="list-style-type: none"> • Reemplazar o mantener válvula
			3 Falla en electroválvulas	La electroválvula no entrega la señal a la válvula neumática y por lo tanto no se acciona el freno de pallets. <ul style="list-style-type: none"> • Reparar o reemplazar electroválvula
			4 Falla en el sensor de límite de carrera	Falla del sensor inductivo no comunica la acción de detener el pallet y por lo tanto no hay descarga de envases a la línea. <ul style="list-style-type: none"> • Reemplazo de sensor inductivo
			5 Falla en la programación (PLC)	La comunicación con el PLC se ve afectada producto de la pérdida de programación, y por lo tanto no se acciona el freno de pallets. <ul style="list-style-type: none"> • Reprogramación PLC

Sistema de Llenado

Hoja de información RCM II		Sistema: Llenado	
Función		Subsistema: Carrusel de llenado	
Falla Funcional		Modo de Falla	
		Efecto de Falla	
<p>1</p> <p>Unidad Giratoria: Permitir que la estructura del carrusel gire a la velocidad requerida (1,5 RPM)</p>	<p>A</p> <p>La estructura con dificultad</p>	1	<p>El mal estado de los rodamientos de la columna central produce dificultad para el movimiento de la estructura y disminución de la velocidad de rotación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cambio de rodamiento
		2	<p>La soldadura defectuosa en los anillos inferiores de carrusel.</p> <p>La soldadura defectuosa en los anillos inferiores produce vibraciones e inestabilidad generando que la estructura gire con dificultad.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rectificar soldadura de anillos
		3	<p>Mal estado de las ruedas del carrusel</p> <p>Un desgaste en los rodamientos de las ruedas, aumenta la fricción entre la base y las ruedas dificultando el movimiento.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cambio de rodamiento • Cambio de rueda
		4	<p>Pernos sueltos en las uniones de la estructura</p> <p>Se produce desalineamiento, lo que genera vibraciones desgastando los rodamientos de la estructura.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apretar o reemplazar pernos
	<p>B</p> <p>La estructura se detiene</p>	1	<p>La rotura de un rodamiento de la columna central detiene de inmediato el movimiento rotatorio de la estructura.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reemplazar rodamiento
2	<p>Columna Central: Distribuir de GLP a las coronas de distribución (60 m³/hr)</p>	A	<p>La columna central no alimenta de GLP a las coronas de distribución.</p> <p>Falla en sellos (O'ring) de la estructura central (perdida de hermeticidad)</p> <p>La falla en los sellos (O'ring) produce fuga descontrolada de GLP y pérdida de presión de distribución.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reemplazo de sello

3	Columna Central: Alimentar de aire a las coronas de distribución (6 Bar a 8 Bar)	A	La columna central no alimenta Aire a las coronas de distribución	1	Rotura de sello (cuadrip) columna central.	La rotura de sello produce fuga descontrolada de aire, perdida de presión y por tanto no es posible realizar el llenado <ul style="list-style-type: none"> • Reemplazar sello
				2	Rotura manguera de alimentación de aire	Perdida de aire (fuga) el carrusel no es capaz de llenar debido a la perdida de presión de aire. <ul style="list-style-type: none"> • Reparar o reemplazar manguera
		B	La columna central distribuye menos presión del aire requerido	1	Falla en los sellos de la columna central	Se pierde caudal y presión de aire y por lo tanto no es posible llenar puestos de llenado <ul style="list-style-type: none"> • Reemplazo de sello.
				2	Saturación del filtro de aire	La saturación del filtro de aire provoca perdida de caudal y presión de aire y por lo tanto se distribuye menos aire del requerido. <ul style="list-style-type: none"> • Limpieza o cambio de filtro
4	Caja Presurizada: Comunicación entre las basculas de llenado y el PLC	A	Problema con la comunicación	1	Perdida de hermeticidad (Regulación presurización: 6 mbares)	Los másicos se apagan automáticamente y por lo tanto no se realiza llenado <ul style="list-style-type: none"> • Reparación
				2	Falla de comunicación entre basculas y PLC	No se realiza llenado ya que el PLC no se comunica con las básculas de llenado. <ul style="list-style-type: none"> • Reprogramación PLC
				3	Perdida de comunicación sistema de seguridad hermeticidad. (Arranque de emergencia: 3 mbar)	Al haber una falla en la comunicación del sistema de seguridad de la hermeticidad de la caja presurizada, al existir una perdida en la hermeticidad no se detienen los másicos y por lo tanto se crea una ambiente de riesgo <ul style="list-style-type: none"> • Revisar periódicamente la programación y comunicación del PLC con el sistema de seguridad de la caja presurizada.
5	Caja presurizada: Alimentación de energía eléctrica (220/380 V)	A	Corte eléctrico	1	Alza de voltaje	Los conectores antiguos son más propensos a fallar con un alza de voltaje. <ul style="list-style-type: none"> • El rediseño debe justificarse (depreciación completa/equipo obsoleto)

Hoja de información RCM II		Sistema: Carrusel de llenado		
Función		Subsistema: Báscula de llenado		
Falla Funcional		Modo de Falla		
		Efecto de Falla		
1 Llenar con GLP los cilindros vacíos. (60 m ³ /hr)	A Un puesto de llenado no inyecta GLP al envase	1	Mal estado en el cabezal de llenado	Suciedad y desgaste de componentes del cabezal de llenado produce fricción entre sus componentes internos provocando eventualmente fuga de GLP. <ul style="list-style-type: none"> • Reacondicionamiento de cabezal
		2	Problemas en el cilindro neumático del cabezal de llenado	No acciona el cabezal de llenado y por lo tanto no se ensambla en la válvula del envase. No se produce llenado. <ul style="list-style-type: none"> • Reparar cilindro neumático
		3	Falla en la válvula neumática	Una falla en la válvula neumática que acciona el cilindro del cabezal provoca que el cilindro no se accione y por lo tanto que no se ejecuta el cabezal de llenado. <ul style="list-style-type: none"> • Reparar o cambiar válvula neumática
		4	Falla en electroválvula	Una falla en la electroválvula provoca una des comunicación entre el PLC y la válvula neumática lo que impide el accionamiento del cilindro neumático y por ende el cabezal de llenado <ul style="list-style-type: none"> • Cambiar electroválvula
		5	Falla otros componentes del cuadro de válvula	Falla en componentes del cuadro de válvulas provocan fallas en el accionamiento del puesto de envasado y por lo tanto no se realiza llenado <ul style="list-style-type: none"> • Reparación o remplazo de componentes cuadro de válvulas
		6	Des comunicación con el PLC	Interrupción en la comunicación con el PLC es lo que provoca que no se accione el puesto de llenado <ul style="list-style-type: none"> • Reprogramación PLC.
		7	Falla en la tarjeta electrónica	Una falla en la tarjeta electrónica provoca interrupción en la comunicación con el PLC y con

					todos los diferentes mecanismos del puesto de llenado. <ul style="list-style-type: none"> • Cambio de tarjeta electrónica
			8	Falla en el medidor de caudal másico	Una falla en el medidor de caudal másico provoca una detención automática del llenado. <ul style="list-style-type: none"> • Reparar medidor de caudal másico.
		B	1	Problemas en Válvula paso GLP (paso gas)	Un problema en los sellos y o'ring en la válvula paso gas provoca un fuga de GLP, inyectando menos cantidad al envase <ul style="list-style-type: none"> • Reparar o reemplazar válvula.
		C	1	Problemas en Válvula paso GLP (paso gas)	Un problema en el resorte de la válvula pasa gas neumática P/R, provoca un quede abierta, inyectando más GLP cuando se acciona el cabezal de llenado a los envases. <ul style="list-style-type: none"> • Reparar o reemplazar válvula.
		A	1	Falla en el perno central de tirante	El centrador no centra de manera correcta lo que produce que el encaje entre el cabezal de llenado y la válvula jumbo sea nula o parcial y por lo tanto el cabezal no inyecta GLP no se llena el envase. <ul style="list-style-type: none"> • Ajustar perno
			2	Rotura de brazos mecánicos	La rotura de uno o ambos brazos mecánicos impiden el correcto centrado del envase. <ul style="list-style-type: none"> • Sustituir brazo/s mecánico/s
			1	Falla cilindro neumático	El cilindro neumático no acciona los brazos para centrar el envase. <ul style="list-style-type: none"> • Reacondicionar o sustituir cilindro neumático
		B	2	Falla en válvula neumática	La válvula no permite el paso de aire requerido para accionar los cilindros neumáticos del centrador <ul style="list-style-type: none"> • Reemplazar válvula neumática
			3	Falla electroválvula	Una falla en la electroválvula provoca una des
2	Centrador: Centrar los envases en la báscula de llenado (Presión requerida de 6 a 8 bar)				

Hoja de información RCM II		Sistema: Carrusel de llenado	
Función		Subsistema: Motorización	
		Modo de Falla	
Falla Funcional		Efecto de Falla	
Proporcionar movimiento al carrusel (Carrusel: 1,5 Rpm Motor: 1500 Rpm)	A El motor-reductor se detuvo	1 Falla motor-reductor	Una falla en componentes del motor-reductor produce la detención total del sistema que acciona el movimiento del carrusel. <ul style="list-style-type: none"> Revisar causa y reparar
		2 Falla en el variador de velocidad	Una falla de gran proporción en el variador de velocidad provoca detención en el sistema motriz lo que imposibilita el movimiento giratorio del carrusel <ul style="list-style-type: none"> Reparar variador de velocidad
	B El motor-reductor tiene un ruido inusual	1 Falla motor-reductor	Una falla en componentes del motor-reductor produce vibraciones y a largo plazo provoca fallas importantes en el motor. <ul style="list-style-type: none"> Revisar causa y reparar
		2 Pernos sueltos	Provoca vibraciones y a largo plazo produce fallas importantes en el motor. <ul style="list-style-type: none"> Apretar o reemplazar pernos
		3 Nivel bajo de aceite	Debido al bajo nivel de aceite se pierde el funcionamiento normal de los componentes internos <ul style="list-style-type: none"> Cambio de aceite

Anexo 3.6 – Cuadros resúmenes “AMFE” y “Tablas de Decisión”

En los siguientes cuadros se muestran las características de los conceptos y sus categorías vistos en la Tabla 3.10 los cuales se deben tomar en cuenta, al momento de tomar las decisiones, para cada una de los modos de falla.

Consecuencia		Características de la consecuencia
Falla oculta		Algunas fallas ocurren de tal forma que nadie sabe que el elemento se ha averiado a menos que se produzca otra falla. Las fallas ocultas no tienen un impacto directo, pero exponen a la organización a fallas múltiples de consecuencias serias.
Falla evidente	Ambientales y de seguridad	Una falla tiene consecuencia en la seguridad si puede lesionar o matar a alguien. Tiene consecuencias para el medio ambiente si puede infringir alguna normativa relativa al medio ambiente de carácter corporativo, regional o nacional.
	Operacionales	Consecuencias operacionales: Una falla tiene consecuencia operacional si afecta a la producción o a las operaciones (volumen de producción, calidad del producto, servicio al cliente o costo operacional, además del costo directo de la reparación).
	No operacionales	Las fallas evidentes que caen dentro de esta categoría no afectan ni a la seguridad ni a la producción, de modo que solo involucran el costo directo de la reparación.

Características de consecuencias de fallas funcionales

Fuente: Elaboración propia.

Mantenimiento			
Tareas proactivas	Preventivo (fallas a causa de la edad)	Reacondicionamiento cíclico	Consisten en reacondicionar la capacidad de un elemento o componente antes de un límite de edad operacional específico, independiente de su condición en ese momento.
		Sustitución cíclica	Consisten en sustituir un componente antes de un límite de edad definida, más allá de su condición en ese momento.
	Predictivo (fallas no causadas por la edad)	Tarea a condición	Son técnicas para detectar fallas potenciales. Las tareas a condición permiten actuar evitando las posibles consecuencias que surgirían si se desencadena una falla funcional. Se denominan así porque los componentes se dejan en servicio “a condición” de que ocurran alcanzando los parámetros de funcionamiento deseado.

Características de las tareas proactivas

Fuente: Elaboración propia

Acciones a falta de	Características
Búsqueda de falla	Tareas cíclicas (a intervalos regulares) diseñadas para chequear si algo todavía funciona. La búsqueda de fallas se aplica sólo a las fallas ocultas o no reveladas. A su vez, las fallas ocultas sólo afectan a los dispositivos de protección.
Ningún mantenimiento programado	En este caso, los elementos son dejados en servicio hasta que ocurra una falla funcional, momento en el cual son reparados o reemplazados. "Ningún mantenimiento programado" sólo es válido si: <ul style="list-style-type: none"> • No puede encontrarse una tarea cíclica apropiada para una función oculta, y la falla múltiple asociada no tiene consecuencias para la seguridad o el medio ambiente • No puede encontrarse una tarea proactiva que sea costo-eficaz para fallas que tienen consecuencias operacionales o no operacionales.
Rediseño	Rediseño significa cualquier acción que implique un cambio en un plano o en una lista de piezas. Incluye una modificación en la especificación de un componente, el agregado de un elemento nuevo, la sustitución de una maquina entera por una de marca o tipo diferente, o cambiar una máquina de lugar. También significa cualquier otro cambio de una sola vez a un proceso o procedimiento que afecte la operación de la planta. A su vez incluye el entrenamiento como un método para lidiar con un modo de falla específico (que puede ser visto como un "rediseño" de la capacidad de la persona que está siendo entrenada).

Características de las Acciones "a falta de"

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 3.7 – Hoja de decisión RCM II

Hoja de decisión		Sistema: Paletizado										Facilitador: María José Damián, Stefanie Rybertt		Fecha:						
RCM II		Subsistema: Elevador de Barras										Auditor: Marco Nocetti Madarraga		14/08/15						
Referencia de información	F	FF	FM	Evaluación de las consecuencias					Acción a falta de					Tarea Propuesta	Intervalo Inicial	A realizar por				
				H	S	E	O	H1 O1 N1	H2 O2 N2	H3 O3 N3	H4	H5	S4							
A	1	N																Tarea a condición: Revisar componentes neumáticos. Programar cambio de los componentes según estado.	Semanal	Mecánico
	2	N																Ningún mantenimiento programado: Sustitución en caso de rotura.	--	Mecánico
	3	S	N	N	S	N	N	N										Ningún mantenimiento proactivo: Sustitución en caso de falla.	--	Mecánico
	4	N																Ningún mantenimiento programado: Reprogramación en caso de interrupción en la comunicación.	--	Electrónico Externo
B	1	N																Tarea a condición: Revisar estado de los cilindros. Programar Reacondicionamiento o sustitución según estado.	Mensual	Mecánico
	2	N																Ningún mantenimiento programado: Sustitución en caso de falla.	--	Mecánico
	3	N																Ningún mantenimiento programado: Reacondicionamiento o Sustitución según caso de falla.	--	Mecánico
	4	N																Tarea a condición: Revisar componentes mecánicos. Programar sustitución de componentes desgastados.	Semanal	Mecánico

Hoja de decisión		Sistema: Paletizado		Facilitador: María José Damián, Stefanie Rybertt		Fecha:														
RCM II		Subsistema: Aríete de Descarga		Auditor: Marco Nocetti Madariaga		14/08/15														
Referencia de información	FM	Evaluación de las consecuencias			Acción a falta de		Tarea Propuesta	Intervalo inicial	A realizar por											
		H	S	E	O	H1 S1 O1 N1				H2 S2 O2 N2	H3 S3 O3 N3	H4	H5	S4						
1	A	1	N				N	S									Tarea de reacondicionamiento cíclico: Restaurar componentes eléctricos y mecánicos del motor.	Bianual	Eléctrico externo	
			N				S											Tarea a condición: Revisar componentes eléctricos del motor. Programar reacondicionamiento o sustitución según caso de falla.	Semestral	Mecánico
		N				S												Tarea a condición: Revisar otros componentes del motor. Programar reacondicionamiento o sustitución según caso de falla.	Trimestral	Mecánico
		N				N	N	S										Tarea de sustitución cíclica: Realizar sustitución de Cadena de empuje.	Annual	Mecánico
		N				S												Tarea a condición: Revisar componentes desgastados.	Semanal	Mecánico
		N				S												Tarea a condición: Revisar niveles de aceite. Programar lubricación.	Semanal	Mecánico
		5	S	N	N	S	S										Tarea a condición: Revisar cadena de empuje. Programar Reacondicionamiento si es necesario.	Semanal	Mecánico	
		6	N				N	N	N								Ningún mantenimiento programado: Reprogramación en caso de interrupción en la comunicación.	--	Electrónico Externo	

Hoja de decisión		Sistema: Paletizado										Facilitador: María José Damián, Stefanie Rybertt		Fecha: 14/08/15									
RCM II		Subsistema: Ariete de Carga										Auditor: Marco Nocetti Madariaga											
Referencia de información	FF	FM	Evaluación de las consecuencias			Acción a falta de				Tarea Propuesta	Intervalo inicial	A realizar por											
			H	S	E	O	H1	H2	H3				H4	H5	S4								
F						O1	O2	O3															
1	A	1	N			N	S										Tarea de reacondicionamiento cíclico: Reacondicionar Cilindro Ariete.	Annual	Mecánico				
			N			S												Tarea a condición: Revisar estado del cilindro ariete. Programar Reacondicionamiento o Sustitución según estado.	Mensual	Mecánico			
			N																Ningún mantenimiento programado: Sustitución en caso de falla.	--	Mecánico		
			N																Ningún mantenimiento programado: Reacondicionamiento o Sustitución según estado.	--	Mecánico		
2	A	1	S	N	N	S											Tarea a condición: Revisar estado del cilindro lateral de ajuste. Programar Reacondicionamiento o Sustitución según estado.	Mensual	Mecánico				
			N																Ningún mantenimiento programado: Sustitución en caso de falla.	--	Mecánico		
			N																Ningún mantenimiento programado: Sustitución en caso de falla.	--	Mecánico		
			N																Ningún mantenimiento programado: Reacondicionamiento o Sustitución según estado.	--	Mecánico		
3	A	5	N															Tarea de reacondicionamiento cíclico: Reacondicionar estructura del paro perpendicular	Annual	Especialista externo (Tornero)			
			N																				
			N																				
			N																				
			N																				

Hoja de decisión		Sistema: Paletizado										Facilitador: María José Damián, Stefanie Rybertt		Fecha:							
RCM II		Subsistema: Motriz										Auditor: Marco Nocetti Madariaga		14/08/15							
Referencia de información	F	FF	FM	Evaluación de las consecuencias			H1 S1 O1 N1	H2 S2 O2 N2	H3 S3 O3 N3	Acción a falta de			Tarea Propuesta	Intervalo inicial	A realizar por						
				H	S	O				H4	H5	S4									
1	A	3	1	S	N	N	S									Tarea a condición: Revisar estado de cadena. Programar sustitución de cadena motriz si es necesario.	Semanal	Mecánico			
				N			S											Tarea a condición: Revisar estado de componentes. Sustitución de componentes gastados o dañados.	Mensual	Mecánico	
				N			N	S										Tarea de reacondicionamiento cíclico: Restaurar componentes eléctricos y mecánicos del motor.	Bianual	Eléctrico externo	
				N														Tarea a condición: Revisar componentes eléctricos del motor. Programar reacondicionamiento o sustitución según caso de falla.	Semestral	Mecánico	
				N														Tarea a condición: Revisar otros componentes del motor. Programar reacondicionamiento o sustitución según caso de falla.	Trimestral	Mecánico	
				N														Tarea búsqueda de fallas: Chequear Funcionalidad del Sistema Automático Eléctrico.	Bianual	Eléctrico externo	
	B	1	2	N	N			S									Tarea a condición: Revisar estado de componentes. Sustitución de componentes gastados o dañados.	Mensual	Mecánico		
					N														Tarea a condición: Revisar nivel de aceite. Programar cambio de aceite.	Trimestral	Mecánico

Hoja de decisión		Sistema: Paletizado										Facilitador: María José Damián, Stefanie Rybertt		Fecha: 14/08/15				
RCM II		Subsistema: Manga Levante										Auditor: Marco Nocetti Madariaga						
Referencia de información	F	FF	FM	Evaluación de las consecuencias					Acción a falta de					Tarea Propuesta	Intervalo inicial	A realizar por		
				H	S	E	O	H1 S1 O1 N1	H2 S2 O2 N2	H3 S3 O3 N3	H4	H5	S4					
A	1		N					N	N	N	N	N	N	N	N	Ningún mantenimiento programado: Sustitución en caso de falla.	--	Mecánico
	2		N					N	N	N	N	N	N	N	N	Ningún mantenimiento programado: Reacondicionamiento o Sustitución según caso de falla.	--	Mecánico
	3		N					N	N	N	N	N	N	N	N	Ningún mantenimiento programado: Reacondicionamiento o Sustitución según caso de falla.	--	Mecánico
	4		S	N	N	N	N	N	N	N	N					Ningún mantenimiento programado: Reacondicionamiento o Sustitución según caso de falla.	--	Mecánico
	5		N					N	N	N	N	N	N	N	N	Ningún mantenimiento programado: Reprogramación en caso de interrupción en la comunicación.	--	Electrónico Externo
B	1		N					N	N	N	N	N	N	N	N	Ningún mantenimiento programado: Sustitución en caso de falla.	--	Mecánico
	2		S	N	N	N	N	N	N	N	N					Ningún mantenimiento programado: Reacondicionamiento o Sustitución según caso de falla.	--	Mecánico

Hoja de decisión		Sistema: Paletizado										Facilitador: María José Damián, Stefanie Rybertt		Fecha: 14/08/15					
RCM II		Subsistema: Freno Pallet										Auditor: Marco Nocetti Madariaga							
Referencia de información	F	FF	FM	Evaluación de las consecuencias					Acción a falta de					Tarea Propuesta	Intervalo inicial	A realizar por			
				H	S	E	O	H1 S1 O1 N1	H2 S2 O2 N2	H3 S3 O3 N3	H4	H5	S4						
1 A			1	N				S									Tarea a condición: Revisar estado de los cilindros. Programar Reacondicionamiento o sustitución según estado.	Mensual	Mecánico
			2	N				N	N	N	N	N	N				Ningún mantenimiento programado: Sustitución en caso de falla.	--	Mecánico
			3	N				N	N	N	N	N	N				Ningún mantenimiento programado: Reacondicionamiento o Sustitución según caso de falla.	--	Mecánico
			4	S	N	N	S	N	N	N	N						Ningún mantenimiento programado: Reacondicionamiento o Sustitución según caso de falla.	--	Mecánico
			5	N				N	N	N	N	N	N				Ningún mantenimiento programado: Reprogramación en caso de interrupción en la comunicación.	--	Electrónico externo

Hoja de decisión		Sistema: Lenado			Facilitador: María José Damián, Stefanie Rybertt			Fecha:						
RCM II		Subsistema: Carrusel			Auditor: Marco Nocetti Madariaga			14/08/15						
Referencia de información	Evaluación de las consecuencias	H1 S1 O1 N1	H2 S2 O2 N2	H3 S3 O3 N3	Acción a falta de			Tarea Propuesta	Intervalo inicial	A realizar por				
					H4	H5	S4							
F	FF	FM	H	S	E	O								
1	A	1	N			N	N	S			Tarea de sustitución cíclica: Sustitución de los rodamientos de la columna central	Trianual	Mecánico	
		2	N			N	S				Tarea de reacondicionamiento cíclico: Reacondicionamiento de anillos.	Annual	Mecánico	
		3	N			N	S				Tarea de reacondicionamiento cíclico: Sustitución de los rodamientos de las ruedas del carrusel.	Annual	Mecánico y especialista externo	
		4	N			N	S				Tarea a condición: Revisar pernos de la columna central. Apreté o reemplazo de pernos si es necesario.	Mensual	Mecánico	
2	A	1	N			N	N	S			Tarea de sustitución cíclica: Sustitución de los rodamientos de la columna central.	Trianual	Mecánico	
		1	S	S		N	N	S			Tarea de sustitución cíclica: Sustitución de sellos O'ring en estructura central.	Annual	Mecánico	
		1	S	N	N	S					Tarea de sustitución cíclica: Sustitución de sellos Quadrip en estructura central.	Annual	Mecánico	
		2	S	N	N	S	N	N			Ningún mantenimiento proactivo: Reacondicionamiento o Sustitución en caso de falla.	--	Mecánico	
3	A	1	S	N	N	S	N	N			Tarea de sustitución cíclica: Sustitución de sellos en estructura central.	Annual	Mecánico	
		2	S	N	N	S	N	N			Tarea a condición: Revisar estado de filtro de Aire. Programar reacondicionamiento o sustitución según estado.	Mensual	Mecánico	
		1	S	N	N	S	N	N			Tarea de reacondicionamiento cíclico: Reacondicionar caja Presurizada.	Trianual	Eléctrico externo	
		2	N			S					Ningún mantenimiento programado: Reprogramación en caso de interrupción en la comunicación.	--	Electrónico externo	
4	A	1	S	N	N	S	N	N			Tarea búsqueda de fallas: Chequear Funcionalidad del Sistema seguridad de Hermeticidad.	Trianual	Especialista externo	
		2	N			N	N	N						
		3	N			N	N	N	S					
5	A	1	N			N	N	N	N	N			Rediseño	Especialista

Hoja de decisión		Sistema: Lenado										Facilitador: María José Damián, Stefanie Rybertt		Fecha: 14/08/15																																																																																																																																														
RCM II		Subsistema: Motorización										Auditor: Marco Nocetti Madariaga																																																																																																																																																
Referencia de información	F	FF	FM	Evaluación de las consecuencias			Acción a falta de				Tarea Propuesta	Intervalo inicial	A realizar por																																																																																																																																															
				H	S	O	H1 O1 N1	H2 O2 N2	H3 O3 N3	H4				H5	S4																																																																																																																																													
A	N	N	N	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	Tarea de reacondicionamiento cíclico: Restaurar componentes eléctricos y mecánicos del motor.	Bianual	Eléctrico externo																																																																																																																																												
																	1	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	Tarea a condición: Revisar componentes eléctricos del motor. Programar reacondicionamiento o sustitución según caso de falla.	Semestral	Mecánico																																																																																																																														
																															1	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	Tarea a condición: Revisar otros componentes del motor. Programar reacondicionamiento o sustitución según caso de falla.	Trimestral	Mecánico																																																																																																																
																																													1	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	Tarea a condición: Revisar pernos del motor- reductor. Apretar o sustituir pernos si es necesario.	Mensual	Mecánico																																																																																																		
																																																											1	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	Tarea a condición: Revisar nivel de aceite. Programar cambio de aceite.	Trimestral	Mecánico																																																																																				
																																																																									1	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	Ningún mantenimiento programado: Reprogramación en caso de interrupción en la comunicación.	--	Supervisor de planta																																																																						
																																																																																							1	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	Tarea de reacondicionamiento cíclico: Restaurar componentes eléctricos y mecánicos del motor.	Bianual	Eléctrico externo																																																								
																																																																																																					1	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	Tarea a condición: Revisar componentes eléctricos del motor. Programar reacondicionamiento o sustitución según caso de falla.	Semestral	Mecánico																																										
																																																																																																																			1	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	Tarea a condición: Revisar otros componentes del motor. Programar reacondicionamiento o sustitución según caso de falla.	Trimestral	Mecánico																												
																																																																																																																																	1	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	Tarea a condición: Revisar pernos del motor- reductor. Apretar o sustituir pernos si es necesario.	Mensual	Mecánico														
																																																																																																																																															1	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	Tarea a condición: Revisar nivel de aceite. Programar cambio de aceite.	Trimestral	Mecánico
1	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	Tarea de reacondicionamiento cíclico: Restaurar componentes eléctricos y mecánicos del motor.	Bianual	Eléctrico externo																																																																																																																																															
														1	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	Tarea a condición: Revisar componentes eléctricos del motor. Programar reacondicionamiento o sustitución según caso de falla.	Semestral	Mecánico																																																																																																																																	
																												1	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	Tarea a condición: Revisar otros componentes del motor. Programar reacondicionamiento o sustitución según caso de falla.	Trimestral	Mecánico																																																																																																																			
																																										1	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	Tarea a condición: Revisar pernos del motor- reductor. Apretar o sustituir pernos si es necesario.	Mensual	Mecánico																																																																																																					
																																																								1	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	Tarea a condición: Revisar nivel de aceite. Programar cambio de aceite.	Trimestral	Mecánico																																																																																							

Anexo 3.8 – POE

POE – Detención de línea

A continuación se muestra el procedimiento obligatorio de seguridad para realizar la detención de la energía eléctrica de la zona a intervenir.

Procedimiento Operativo Estándar	
Detención de área a intervenir	
Intervalo	Realizado por
-	-
1. Revisar que el equipo a intervenir esté preparado para recibir bloqueo	
2. Obtener los dispositivos de bloqueo que se ajusten al equipo y al trabajo a realizar (candado u otro dispositivo especial).	
3. Notificar a todos los trabajadores afectados que se utilizará un sistema de bloqueo y el objetivo de trabajo.	
4. Dirigirse a la zona a intervenir y presione el interruptor de detención local / parada de emergencia.	
5. Bloquear el equipo.	
6. Dirigirse a la sala de control y detenga el paso de corriente “des-energizar la línea” para el equipo a intervenir.	
7. Instalar el dispositivo de bloqueo para la sala de control.	
8. Comenzar trabajo de mantenimiento	

POE – Sistema Paletizado

Procedimiento Operativo Estándar	
Elevador de Barras	
Intervalo	Realizado por
Semanal	Mecánico
Revisión de componentes neumáticos (Mangueras, conectores)	
1. Delimitar la zona a intervenir	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre en funcionamiento.	
3. Realizar una inspección visual de los componentes neumáticos	
4. Si se observa algún componente dañado o desgastado, realizar sustitución o reacondicionamiento según naturaleza del componente. <ul style="list-style-type: none"> • Rotura, filtración o desgaste en mangueras: para realizar sustitución, diríjase a POE “Sustitución componentes neumáticos - mangueras”. • Conectores en mal estado: para realizar sustitución, diríjase a POE “Sustitución componentes neumáticos- Conectores” 	
Revisión de componentes neumáticos (FRL)	
5. Delimitar la zona a intervenir	
6. Realizar Procedimiento de detención de línea	
7. Cortar y bloquear válvulas de aire sistema neumático	
8. Liberar la presión residual	
9. Realizar una inspección visual de los componentes neumáticos	
10. Si se observa algún componente dañado o desgastado, realizar sustitución o reacondicionamiento según naturaleza del componente. <ul style="list-style-type: none"> • Componentes de Unidad FRL en mal estado: para realizar reacondicionamiento, diríjase a POE “Reacondicionamiento de FRL”. • Rotura de vaso o regulador de FRL diríjase a POE “Sustitución de FRL”. 	
11. En caso de no encontrar componentes dañados o desgastados, proceda con la siguiente revisión.	
Revisión de componentes Mecánicos	
12. Realizar una inspección visual de los componentes mecánicos	
13. Si se observa algún componente dañado o desgastado, realizar sustitución o reacondicionamiento según naturaleza del componente. <ul style="list-style-type: none"> • Desgaste o Rotura Cadena guía: para realizar Sustitución, diríjase a POE “Sustitución de componentes Mecánicos – Cadena guía”. • Desgaste de Cojinete de cadena: para realizar sustitución, diríjase a POE “Sustitución de componentes Mecánicos –Cojinete de cadena”. • Desgaste o Rotura de Rodamiento lineal: para realizar Sustitución, diríjase a POE “Sustitución de componentes Mecánicos – Rodamiento lineal”. • Desgaste de Cojinete lineal: para realizar Sustitución, diríjase a POE “Sustitución de componentes Mecánicos – Cojinete lineal”. 	
14. En caso de finalizar la actividad de mantenimiento, o de no encontrar componentes desgastados o dañados, finalizar inspección visual.	
15. Restablecer circuito	
16. Verificar correcto funcionamiento, realizando pruebas	
17. Despejar zona de trabajo	

Procedimiento Operativo Estándar	
Elevador de Barras	
Intervalo	Realizado por
Correctivo	Mecánico
Reacondicionamiento de unidad FRL	
1. Delimitar zona a intervenir	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre detenida	
3. Cortar el paso de aire accionando las válvulas de corte en ambos extremos.	
4. Liberar presión residual por medio de un conector cercano o utilizando un actuador.	
5. Retire el vaso protector haciéndolo girar en la rosca	
6. Revise el estado del vaso protector, unidad filtrante y goma o membrana. Realice los cambios correspondientes	
7. Cambio o limpieza de unidad filtrante: En caso que la unidad filtrante esté sucia, saturada o dañada, siga los siguientes pasos: <ul style="list-style-type: none"> • Retire la unidad filtradora • Realice limpieza del filtro si está sucia o saturada, e inserte el filtro nuevamente • Cambie la unidad filtradora si está dañada, insertando el nuevo repuesto. • Conecte el vaso protector girándolo en la rosca 	
8. Cambio de goma o membrana del regulador: Encaso que la goma se encuentre desgastada o rota siga los siguientes pasos: <ul style="list-style-type: none"> • Retirar tapa del regulador destornillando los pernos cruz • Retire la goma utilizando • Inserte la nueva goma • Ubique la tapa del regulador y sujétela con los pernos cruz 	
9. Verificar correcto funcionamiento realizando pruebas de presión, utilizando la válvula de corte. Observe que la presión, luego que pasa por la unidad FLR, corresponde a la indicada para el trabajo (6 a 8 Bar). Haga una prueba auditiva para verificar que no exista fuga.	
10. Energizar la línea y desbloquear la zona de trabajo	
11. Despejar área de trabajo.	

Procedimiento Operativo Estándar	
Elevador de Barras	
Intervalo	Realizado por
Correctivo	Mecánico
Sustitución componentes neumáticos	
Mangueras	
1. Delimitar zona a intervenir	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre detenida	
3. Realizar procedimiento de detención de línea.	
4. Liberar presión residual	
5. Retirar manguera del conector y del actuador según corresponda.	
6. Incorporar manguera nueva, de las mismas características de la dañada, al circuito. Al conectarla al actuador y al conector verifique que en cada caso se sienta un “click”.	
7. Energizar la línea y desbloquear el área de trabajo	
8. Verificar correcto funcionamiento realizando pruebas de presión.	
9. Despejar área de trabajo.	
Conectores	
1. Delimitar zona a intervenir	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre detenida	
3. Realizar procedimiento de detención de línea.	
4. Liberar presión residual	
5. Retirar mangueras unidas a los conectores dañados	
6. Retirar conector defectuoso del circuito, utilizando una llave punta corona.	
7. Incorporar conector nuevo al circuito, de las mismas características de los conectores dañados (mismas medidas).	
8. Insertar mangueras	
9. Energizar la línea y desbloquear el área de trabajo	
10. Verificar correcto funcionamiento realizando pruebas de presión. Realice inspección auditiva para verificar que no existe fuga.	
11. Despejar área de trabajo.	
Filtro Regulador Lubricador (FRL)	
1. Delimitar zona a intervenir	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre detenida	
3. Realizar procedimiento de detención de línea.	
4. Cortar el paso de aire accionando las válvulas de corte en ambos extremos.	
5. Liberar presión residual por medio de un conector cercano o utilizando un actuador	
6. Retirar la unidad FRL completa de la siguiente manera: <ul style="list-style-type: none"> • Desconecte los conectores de media que se encuentran a ambos lados de la unidad FRL • Retire la sujeción de la unidad FRL con el resto del sistema, extrayendo los pernos pasados de la placa adaptadora. 	
7. Realizar barrido de la línea	
8. Conectar el nuevo FRL al circuito <ul style="list-style-type: none"> • Apear la FRL a la placa adaptadora 	

<ul style="list-style-type: none"> • Reconectar los conectores de media
9. Energizar la línea y desbloquear el área de trabajo
10. Verificar correcto funcionamiento realizando pruebas de presión, utilizando las válvulas de corte. Observe que la unidad reguladora indica la presión correspondiente. Realice pruebas auditivas para verificar que no existe fuga.
11. Si las pruebas son exitosas, despejar área de trabajo.

Procedimiento Operativo Estándar	
Elevador de Barras	
Intervalo	Realizado por
Correctivo	Mecánico
Sustitución componentes mecánicos	
Cojinete de cadena	
1. Delimitar zona a intervenir	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre detenida	
3. Realizar procedimiento de detención de línea.	
4. Retirar Cojinete, sacando pernos que están acoplados a la estructura	
5. Incorporar nuevo cojinete, con las mismas características que el dañado.	
6. Conectar circuito	
7. Activar presión del circuito	
8. Verificar correcto funcionamiento realizando pruebas levantes	
9. Energizar la línea y desbloquear el área de trabajo	
10. Despejar área de trabajo.	
Cadena guía	
1. Delimitar zona a intervenir	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre detenida	
3. Realizar procedimiento de detención de línea.	
4. Retirar cadena guía, sacando pernos conectores que están acoplados a la estructura, la cadena sale completa.	
5. Incorporar nueva Cadena guía al equipo	
6. Conectar circuito	
7. Activar presión del circuito	
8. Verificar correcto funcionamiento realizando pruebas levantes	
9. Energizar la línea y desbloquear el área de trabajo	
10. Despejar área de trabajo.	
Rodamiento Lineal	
1. Delimitar zona a intervenir	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre detenida	
3. Realizar procedimiento de detención de línea.	
4. Retirar la estructura de la guía que posee el rodamiento lineal.	
5. Retirar Rodamiento lineal completo de la estructura desconectando seguro seeger.	
6. Incorporar nuevo Rodamiento lineal a la estructura, lubrique y accione seguro seeger.	
7. Incorpore la estructura a la guía.	

8. Restablecer presión de Aire
9. Verificar correcto funcionamiento realizando pruebas levantes.
10. Energizar la línea y desbloquear el área de trabajo
11. Despejar área de trabajo.

Procedimiento Operativo Estándar	
Elevador de Barras	
Intervalo	Realizado por
Mensual	Mecánico
Revisión estado de Cilindros	
1. Delimitar zona a intervenir	
2. Realice esta revisión mientras la zona de trabajo se encuentra en funcionamiento.	
3. Realizar inspección visual del estado de Cilindro <ul style="list-style-type: none"> • Desgaste o rotura de Vástago: Verifique que la unión entre el vástago y la estructura es firme (control de desgaste de hilos del perno de agarre). Verifique que el vástago no se encuentra dañado o desgastado en alguna otra sección • Alineación: verificar que el vástago realice su recorrido por completo. • Limpieza: verificar que el vástago realiza el recorrido a velocidad normal y sin dificultad • Fuga de Aire: realice una prueba auditiva, de no ser posible, realice prueba de tacto para verificar fuga. 	
4. En caso de ser necesario programar reacondicionamiento o sustitución de cilindros según corresponda. Remítase a “POE Reacondicionamiento de Cilindros”.	
5. En los casos en que el vástago no funciona o lo hace con dificultad, realice de inmediato el reacondicionamiento o sustitución según corresponda. Remítase a “POE Reacondicionamiento de Cilindros”	
6. Finalice la revisión del estado del cilindro.	
7. Despejar zona de trabajo	

Procedimiento Operativo Estándar	
Ariete de Descarga	
Intervalo	Realizado por
Semestral	Mecánico
Revisión Componentes Eléctricos (Motor)	
1. Identifique el motor a intervenir en la sala de control.	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre en funcionamiento y sin carga	
3. Revise el amperímetro correspondiente al motor en cuestión en la sala de control, no debe ser menor a 2,85 Amperes, sin carga	
4. Verificar que la zona de trabajo se encuentre en funcionamiento y con carga	
5. Revise el amperímetro correspondiente al motor en cuestión en la sala de control, no debe ser mayor a 3,45 Amperes, con carga	
6. En caso de encontrar fuera de los límites el amperaje del motor o una falla mayor,	

comunicar al supervisor para programar un mantenimiento con especialista externo.
7. Prosiga con la revisión del cable a tierra del motor en su zona física. En caso de encontrar el cable a tierra desconectado, proceder a su conexión.
8. En caso de no encontrar fallas, finalizar inspección.

Procedimiento Operativo Estándar	
Ariete de Descarga	
Intervalo	Realizado por
Trimestral	Mecánico
Revisión Componentes Mecánicos (Motor)	
1. Identifique el motor a intervenir	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre en funcionamiento y sin carga	
3. Realizar inspección: <ul style="list-style-type: none"> • Auditiva para rodamientos • Visual para piñón, eje y chaveta. Que se encuentren en buen estado. • Reapreté de pernos de sujeción del motor 	
4. En caso de encontrar un desgaste o ruido anormal, comunicar al supervisor el grado de criticidad del hallazgo para programar un mantenimiento con el especialista externo de manera oportuna.	
Revisión Ventilación (Motor)	
5. Verificar que la zona de trabajo se encuentre en funcionamiento	
6. Realizar inspección visual del movimiento de la aspa de ventilación del motor	
7. En caso de ver que es aspa se mueve con dificultad o se encuentra detenida, comunicar al supervisor para programar un mantenimiento con el especialista externo.	
Revisión de Temperatura (Motor)	
8. Verificar que la zona de trabajo se encuentre en funcionamiento	
9. Realizar inspección de tacto de la temperatura del motor ¹	
10. En caso de encontrar muy alta la temperatura, comunicar al supervisor para programar un mantenimiento con el especialista externo.	
11. En caso de no encontrar anomalías en los componentes finalice la inspección visual.	

¹Recomendación: Utilizar herramienta para medir temperatura

Procedimiento Operativo Estándar	
Ariete de Descarga	
Intervalo	Realizado por
Anual	Mecánico
Sustitución de cadena de Empuje	
1. Delimitar zona a intervenir	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre detenida	
3. Realizar procedimiento de detención de línea.	
4. Retirar cadena: <ul style="list-style-type: none"> • Situar prensa • Retirar tapa lateral • Retirar seguros seeger laterales de eslabones con el saca seguros • Retirar eslabones laterales • Desmontar Cadena 	
5. Incorporar nueva cadena de empuje al circuito, <ul style="list-style-type: none"> • Montar cadena • Poner tapa lateral • Colocar seguros seeger • Retirar prensa 	
6. Sacar seguridad y restablecer electricidad en el circuito	
7. Verificar correcto funcionamiento realizando pruebas de empuje con carga	
8. Despejar área de trabajo.	

Procedimiento Operativo Estándar	
Ariete de Descarga	
Intervalo	Realizado por
Semanal	Mecánico
Revisión Cadena de Empuje	
1. Delimitar la zona a intervenir	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre en funcionamiento	
3. Realizar una inspección visual de los componentes de la cadena de empuje	
4. Si se observa una deformación en la cadena, o alguna anomalía en su funcionamiento, ya sea por algún componente dañado o desgastado, realizar sustitución o reacondicionamiento según naturaleza del componente. <ul style="list-style-type: none"> • Rotura o desgaste de eslabón: para realizar sustitución de eslabón, diríjase a POE “Reacondicionamiento de cadena de empuje - eslabón”. • Rotura o falta de seguros seeger: para realizar sustitución de seguros seeger, diríjase a POE “Reacondicionamiento de cadena de empuje – seguros seeger”. 	
Revisión componentes Mecánicos Ariete	
5. Realizar una inspección visual de los componentes mecánicos del ariete	
6. Si se observa algún componente mecánico dañado o desgastado, realizar sustitución o reacondicionamiento según naturaleza del componente. <ul style="list-style-type: none"> • Rotura, desgaste o desalineación de estrella: para realizar sustitución estrella, diríjase a POE “Sustitución de componentes Mecánico Ariete - Estrella”. 	

<ul style="list-style-type: none"> • Rotura, desgaste de Machón de acoplamiento: para realizar sustitución de machón, diríjase a POE “Sustitución de componentes Mecánico Ariete – Machón”. • Desgaste de Ejes: para realizar sustitución Eje, diríjase a POE “Sustitución de componentes Mecánico Ariete - Eje”. • Rotura Pernos: para realizar sustitución de pernos, diríjase a POE “Sustitución de componentes Mecánico Ariete - Pernos”.
7. Revisar los niveles de aceite, en caso de identificar un nivel bajo de aceite el reductor, programar lubricación. Diríjase al POE “Lubricación Piñones helicoidales”.
8. En caso de observar pernos de sujeción sueltos, apretar de inmediato.
9. En caso de no encontrar anomalías en el sistema finalice la inspección visual.

Procedimiento Operativo Estándar	
Ariete de Descarga	
Intervalo	Realizado por
Correctivo	Mecánico
Reacondicionamiento de Cadena de Empuje	
Eslabón	
1. Delimitar zona a intervenir	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre detenida	
3. Realizar procedimiento de detención de línea.	
4. Retirar parte de la cadena: <ul style="list-style-type: none"> • Situar prensa • Retirar tapa lateral defectuosa • Retirar seguros seeger laterales de eslabones con el saca seguros • Retirar eslabones en mal estado 	
5. Incorporar nuevo eslabón lateral: <ul style="list-style-type: none"> • Incorporar eslabones nuevos • Colocar tapa lateral nueva • Colocar seguros seeger • Retirar prensa 	
6. Restablecer energía en la línea y en la zona del equipo.	
7. Verificar correcto funcionamiento realizando pruebas de empuje con carga	
8. Despejar área de trabajo.	
Seguros Seeger	
1. Delimitar zona a intervenir	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre detenida	
3. Realizar procedimiento de detención de línea.	
4. Retirar seguros: <ul style="list-style-type: none"> • Situar prensa • Retirar Tapa lateral defectuosa • Retirar seguros seeger laterales de eslabones con el saca seguros 	
5. Incorporar nuevos seguros: <ul style="list-style-type: none"> • Incorporar seguros seeger • Instalar tapa lateral nueva 	

<ul style="list-style-type: none"> • Retirar prensa
6. Restablecer energía en la línea y en la zona del equipo.
7. Verificar correcto funcionamiento realizando pruebas de empuje con carga
8. Despejar área de trabajo.

Procedimiento Operativo Estándar	
Ariete de Descarga	
Intervalo	Realizado por
Correctivo	Mecánico
Lubricación piñones helicoidales	
1. Delimitar zona a intervenir	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre detenida	
3. Realizar procedimiento de detención de línea.	
4. Retirar los tres tapones del compartimento de aceite.	
5. Verificar que el aceite usado sea extraído por completo	
6. Insertar el tapón inferior	
7. Introducir aceite desde el orificio superior hasta llegar al nivel del orificio lateral	
8. Incorporar tapones lateral y superior respectivamente	
9. Restablecer energía en la línea y en la zona del equipo.	
9. Despejar área de trabajo.	

Procedimiento Operativo Estándar	
Ariete de Descarga	
Intervalo	Realizado por
Correctivo	Mecánico
Sustitución de componentes Mecánico Ariete	
1. Delimitar zona a intervenir	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre detenida	
3. Realizar procedimiento de detención de línea	
4. Obtener las herramientas necesarias para realizar el trabajo: <ul style="list-style-type: none"> • Martillo • Llave punta corona • Llave allen • Destornillador • Lubricante 	
5. Retirar cadena de empuje ariete (Ver procedimiento de sustitución cadena de empuje para revisar método)	
Estrella:	
1. Retirar estrella: <ul style="list-style-type: none"> • Retirar pernos de sujeción • Sacar tapa de protección lateral utilizando martillo, destornillador y lubricante • Retirar pernos • Retirar estrella del eje, destornillando los prisioneros con llave allen. 	
2. Incorporar nueva estrella: <ul style="list-style-type: none"> • Colocar nuevo repuesto al eje con atornillando los prisioneros 	

<ul style="list-style-type: none"> • Apernar • Colocar tapa de protección lateral • Apernar pernos de sujeción • Incorporar Cadena Ariete
<p>Ejes: Existen 3 ejes que sujetan los piñones helicoidales</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Retirar eje: <ul style="list-style-type: none"> • Retirar estrella del eje. • Retirar Machón • Retirar Chaveta • Despernar eje 2. Incorporar nuevo eje: <ul style="list-style-type: none"> • Apernar eje • Instalar Chaveta • Incorporar Machón • Incorporar estrella • Apernar • Incorporar Cadena Ariete
<p>Machón de acoplamiento:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Retirar Machón: <ul style="list-style-type: none"> • Retirar pernos de anclaje • Desatomillar prisioneros de la estrella • Retirar estrella • Retirar goma y reemplazar en caso de desgaste • Sacar machón 2. Incorporar nuevo eje: <ul style="list-style-type: none"> • Incorporar Machón • Instalar goma • Incorporar estrella atornillando los prisioneros • Apernar pernos de anclaje • Instalar Cadena Ariete
<p>Pernos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reemplazar los pernos rotos que se encuentran en la tapa de protección de la estrella y anclaje
6. Restablecer energía de línea y en la zona de trabajo.
7. Verificar correcto funcionamiento realizando pruebas de empuje con carga
8. Despejar área de trabajo.

Procedimiento Operativo Estándar	
Ariete de Carga	
Intervalo	Realizado por
Anual	Mecánico
Reacondicionamiento del Cilindro Ariete	
1. Delimitar zona a intervenir	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre detenida	
3. Realizar procedimiento de detención de línea.	
4. Abrir caja protectora del cilindro	
5. Retirar Cilindro, soltando pernos de sujeción	

6. Desarmar hasta separar las partes esenciales (tensores, tapa, tubo y pistón con vástago)
7. Lavar las partes
8. Cambiar goma entre cámaras y sello de guarnición.
9. Efectuar correcciones en caso de ser necesario, básicamente lubricación o desmontaje defectuoso.
10. Recambiar las partes en caso de ser necesario (tensores, tapa, tubo o pistón con vástago).
11. Lubricar, armar y probar el funcionamiento
12. En caso de un desgaste total del cilindro, remítase al POE "Sustitución de Cilindros"
13. Restablecer energía de línea y en la zona de trabajo.
14. Verificar correcto funcionamiento realizando pruebas de carrera y control de fuga
15. Despejar área de trabajo

Procedimiento Operativo Estándar	
Ariete de Carga	
Intervalo	Realizado por
Mensual	Mecánico
Revisión Cilindros (Ariete de carga, Paro Perpendicular y Lateral de Ajuste)	
1. Delimitar zona a intervenir	
2. Realice esta revisión mientras la zona de trabajo se encuentra en funcionamiento y sin pallets	
3. Abrir tapa o malla protectora según corresponda.	
4. Realizar inspección visual del estado de Cilindro <ul style="list-style-type: none"> • Desgaste o rotura de Vástago: Verifique que la unión entre el vástago y la estructura es firme (control de desgaste de hilos del perno de agarre). Verifique que el vástago no se encuentra dañado o desgastado en alguna otra sección • Alineación: verificar que el vástago realice su recorrido por completo. • Limpieza: verificar que el vástago realiza el recorrido a velocidad normal y sin dificultad • Fuga de Aire: realice una prueba auditiva y de tacto para verificar fuga entre cámaras o sello de guarnición. 	
5. En caso de ser necesario programar reacondicionamiento o sustitución de cilindros según corresponda. Remítase a "POE Reacondicionamiento de Cilindros".	
6. En los casos en que el vástago no funciona o lo hace con dificultad, realice de inmediato el reacondicionamiento o sustitución según corresponda. Remítase a "POE Reacondicionamiento de Cilindros"	
7. Finalice la revisión del estado del cilindro.	
8. Cerrar tapa o malla protectora según corresponda	
9. Despejar zona de trabajo	

Procedimiento Operativo Estándar	
Freno de Pallet	
Intervalo	Realizado por
Mensual	Mecánico
Revisión estado de Cilindros	
1. Delimitar zona a intervenir	
2. Realice esta revisión mientras la zona de trabajo se encuentra energizada y sin pallets.	
3. Abrir tapa protectora.	
4. Realizar inspección visual del estado de Cilindro. Para realizar pruebas utilice los accionamientos manuales. <ul style="list-style-type: none"> • Desgaste o rotura de Vástago: Verifique que la unión entre el vástago y la estructura es firme (control de desgaste de hilos del perno de agarre). Verifique que el vástago no se encuentra dañado o desgastado en alguna otra sección • Alineación: verificar que el vástago realice su recorrido por completo. • Limpieza: verificar que el vástago realiza el recorrido a velocidad normal y sin dificultad • Fuga de Aire: realice una prueba auditiva, de no ser posible, realice prueba de tacto para verificar fuga. 	
5. En caso de ser necesario programar reacondicionamiento o sustitución de cilindros según corresponda. Remítase a “POE Reacondicionamiento de Cilindros”.	
6. En los casos en que el vástago no funciona o lo hace con dificultad, realice de inmediato el reacondicionamiento o sustitución según corresponda. Remítase a “POE Reacondicionamiento de Cilindros”	
7. Finalice la revisión del estado del cilindro.	
8. Cerrar tapa protectora.	
9. Despejar zona de trabajo	

Procedimiento Operativo Estándar	
Motriz	
Intervalo	Realizado por
Semestral	Mecánico
Revisión Componentes Eléctricos (Motor)	
1. Identifique el motor a intervenir en la sala de control.	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre en funcionamiento y sin carga	
3. Revise el amperímetro correspondiente al motor en cuestión en la sala de control, la medición debe arrojar como mínimo 2,75 Amperes, sin carga.	
4. Verificar que la zona de trabajo se encuentre en funcionamiento y con carga	
5. Revise el amperímetro correspondiente al motor en cuestión en la sala de control, la medición debe arrojar, como máximo, 4,70 Amperes, con carga	
6. En caso de encontrar fuera de los límites el amperaje del motor o una falla mayor, comunicar al supervisor para programar un mantenimiento con especialista externo.	
7. Prosiga con la revisión del cable a tierra del motor en su zona física. En caso de encontrar el cable a tierra desconectado, proceder a su conexión.	

8. En caso de no encontrar fallas, finalizar inspección.

Procedimiento Operativo Estándar	
Motriz	
Intervalo	Realizado por
Trimestral	Mecánico
Revisión Componentes Mecánicos (Motor)	
1. Identifique el motor a intervenir.	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre en funcionamiento y sin carga	
3. Realizar inspección: <ul style="list-style-type: none"> • Auditiva para rodamientos • Visual para piñón, eje y chaveta. Que se encuentren en buen estado. • Reapreté de pernos de sujeción del motor 	
4. En caso de encontrar un desgaste o ruido anormal, comunicar al supervisor el grado de criticidad del hallazgo para programar un mantenimiento con el especialista externo de manera oportuna.	
Revisión Ventilación (Motor)	
5. Verificar que la zona de trabajo se encuentre en funcionamiento	
6. Realizar inspección visual del movimiento de la aspa de ventilación del motor	
7. En caso de ver que es aspa se mueve con dificultad o se encuentra detenida, comunicar al supervisor para programar un mantenimiento con el especialista externo.	
Revisión de Temperatura (Motor)	
8. Verificar que la zona de trabajo se encuentre en funcionamiento	
9. Realizar inspección de tacto de la temperatura del motor	
10. En caso de encontrar muy alta la temperatura, comunicar al supervisor para programar un mantenimiento con el especialista externo.	
Revisión Nivel de aceite (Motor)	
11. Verificar que la zona de trabajo se encuentre en funcionamiento	
12. Realizar inspección visual del nivel de aceite, retirando tapón lateral.	
13. En caso de hallar nivel bajo de aceite, comunicar al supervisor para programar cambio de aceite. Dirigirse a POE "Cambio de aceite Motor-Reductor" subsistema motriz	
14. En caso de no encontrar anomalías en los componentes finalice la inspección visual.	

Procedimiento Operativo Estándar	
Motriz	
Intervalo	Realizado por
Correctivo	Mecánico
Cambio de aceite Motor-Reductor	
1. Delimitar zona a intervenir	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre detenida	
3. Realizar procedimiento de detención de línea.	
4. Retirar los tres tapones del compartimento de aceite.	
5. Verificar que el aceite usado sea extraído por completo	
6. Insertar el tapón inferior	
7. Introducir aceite desde el orificio superior hasta llegar al nivel del orificio lateral	
8. Incorporar tapones lateral y superior respectivamente	
9. Restablecer energía en la línea y en la zona del equipo.	
10. Despejar área de trabajo.	

Procedimiento Operativo Estándar	
Motriz	
Intervalo	Realizado por
Mensual	Mecánico
Revisión componentes Mecánicos (Motriz)	
1. Delimitar la zona a intervenir	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre en funcionamiento	
3. Realizar una inspección visual de los componentes mecánicos del subsistema de transporte de pallets.	
4. Si se observa algún componente mecánico dañado o desgastado, realizar sustitución o reacondicionamiento según naturaleza del componente. <ul style="list-style-type: none"> • Desalineación entre el Piñón motriz y el conducido: para realizar alineación de piñones, diríjase a POE "Alineación de Piñones". • Desgaste de cadena de transmisión: para realizar sustitución de cadena, diríjase a POE "Sustitución de componentes Mecánico (Motriz) – cadena". • Desgaste de Piñones: para realizar sustitución de Piñones, diríjase a POE "Sustitución de componentes Mecánico (Motriz) – Piñón". • Desgaste de Poleas: para realizar sustitución de Poleas, diríjase a POE "Sustitución de componentes Mecánico (Motriz) - Poleas". 	
5. En caso de no encontrar componentes dañados o desgastados finalice la inspección visual.	

Procedimiento Operativo Estándar	
Motriz	
Intervalo	Realizado por
Mensual	Mecánico
Revisión Cadena Motriz de pallets	
1. Delimitar la zona a intervenir	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre detenida	
3. Realizar procedimiento de detención de zona a intervenir.	
4. Realizar una inspección del espesor de los eslabones de la cadena.	
5. En caso que el espesor sea inferior a 24 mm, comunicar al supervisor para programar cambio de cadena. Diríjase al POE "Sustitución de cadena motriz".	
6. En caso que no se identifique espesor menor a 24 mm finalice inspección.	
7. Despeje la zona de trabajo	
8. Energice la línea nuevamente	

Procedimiento Operativo Estándar	
Motriz	
Intervalo	Realizado por
Correctivo	Mecánico
Alineamiento de Piñones (Motriz)	
1. Delimitar la zona a intervenir	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre detenida	
3. Realizar procedimiento de detención de zona a intervenir.	
4. Retirar la cadena de transmisión	
5. Amarrar un lienzo de un piñón a otro.	
6. Aflojar los prisioneros del piñón que será alineado.	
7. Alinear piñón ²	
8. Apretar prisioneros del piñón libre.	
9. Instalar cadena de transmisión	
10. Energice la línea nuevamente.	
11. Verificar correcto funcionamiento realizando pruebas de motriz con pallets	
12. Despejar área de trabajo.	

² Recomendación: Adquirir herramienta para medir alineación para disminuir error humano y mejorar mantenimiento.

Procedimiento Operativo Estándar	
Motriz	
Intervalo	Realizado por
Correctivo	Mecánico
Sustitución de Cadena Motriz	
1. Delimitar la zona a intervenir	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre detenida	
3. Realizar procedimiento de detención de zona a intervenir.	
4. El cambio de cadena se puede realizar en dos o tres tramos	
5. Para retirar el primer tramo desenganchar los pasadores céntricos en ambos extremos	
6. Incorporar la cadena nueva en el tramo retirado asegurando los pasadores céntricos en los eslabones de cada extremo.	
7. Mover la cadena hasta visualizar un nuevo tramo de cambio.	
8. Repita los pasos 5 y 6 hasta reemplazar la cadena completa.	
9. Una vez realizado el cambio, energice nuevamente y ponga en marcha el circuito.	
10. Verificar correcto funcionamiento realizando pruebas de empuje con pallets	
11. Despejar área de trabajo.	

Procedimiento Operativo Estándar	
Motriz	
Intervalo	Realizado por
Correctivo	Mecánico
Sustitución de componentes Mecánico (Motriz)	
1. Delimitar zona a intervenir	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre detenida	
3. Realizar procedimiento de detención de zona a intervenir.	
4. Proveerse de las herramientas necesarias para realizar el trabajo: <ul style="list-style-type: none"> • Martillo • Llave punta corona • Llave allen • Destornillador • Lubricante 	
Piñones: Motriz o Conducido	
5. Retirar Piñón: <ul style="list-style-type: none"> • Retirar cadena de transmisión • Aflojar prisioneros • Retirar chaveta • Desmontar piñón desgastado 	
6. Incorporar nuevo piñón: <ul style="list-style-type: none"> • Incorporar el repuesto nuevo en el eje correspondiente • Instalar chaveta • Apretar prisioneros • Instalar nuevamente cadena de transmisión. 	
Z 14 cercano al motor	
5. Retirar Piñón:	

<ul style="list-style-type: none"> • Retirar cadena de transmisión • Aflojar prisioneros y retirar el piñón Conducido • Retirar descansos • Abrir Cadena motriz de pallet retirando pasador de eslabón. • Aflojar prisioneros y retirar el piñón Z14 • Desmontar piñón desgastado <p>6. Incorporar nuevo piñón:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Incorporar el repuesto nuevo en el eje • Apretar prisioneros • Cerrar Cadena motriz de pallet utilizando el pasador de eslabón • Incorporar los descansos • Instalar el piñón conducido y apretar sus prisioneros • Situar la cadena de transmisión entre el piñón conducido y el motriz <p>Z 14 alejado del motor</p> <p>5. Retirar piñón</p> <ul style="list-style-type: none"> • Retirar los pernos de sujeción del descanso. • Abrir Cadena motriz de pallet retirando pasador de eslabón. • Aflojar prisioneros y retirar el piñón Z14 • Desmontar piñón desgastado <p>6. Incorporar nuevo piñón:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Incorporar el repuesto nuevo en el eje • Apretar prisioneros • Cerrar Cadena motriz de pallet utilizando el pasador de eslabón • Incorporar los pernos de sujeción del descanso, apernar
<p>Cadena de trasmisión:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Retirar pasador de eslabón para abrir cadena • Retirar cadena • Ubicar cadena nueva uniéndola con el pasador de eslabón
<p>Poleas:</p> <p>7. Retirar Poleas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Abrir cadena motriz • Retirar los pernos de sujeción de los descansos de pie en cada extremo de la barra que contiene las poleas, de esa manera la barra sale completamente • Para separar el eje de las poleas retire el canal chavetero • Retirar poleas <p>8. Incorporar nuevas Poleas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Incorporar poleas nuevas • Instale nuevamente el canal chavetero • Instale la barra con las poleas en los descansos e incorpore los pernos de sujeción, aprete. • Unir cadena motriz
5. Restablecer electricidad en el circuito
6. Verificar correcto funcionamiento realizando pruebas de empuje con carga
7. Despejar área de trabajo.

POE – Sistema de Llenado

Procedimiento Operativo Estándar	
Carrusel	
Intervalo	Realizado por
Anual	Mecánico, soldador calificado y tornero externo
Reacondicionamiento de anillos	
1. Delimitar la zona a intervenir	
2. Realizar Procedimiento de detención de línea	
3. Dirigirse al área de trabajo junto con el soldador calificado	
4. Revisar soldaduras	
5. En caso de haber soldaduras defectuosas, solicitar al soldador calificado que realice el trabajo.	
6. Una vez terminado los trabajos de soldadura, realizar una inspección visual del trabajo realizado	
7. En caso de no encontrar anomalías finalizar la inspección y la intervención	
8. Energice nuevamente la línea	
9. Despejar área de trabajo	
Reacondicionamiento Ruedas del Carrusel	
10. Delimitar la zona a intervenir	
11. Realizar Procedimiento de detención de línea	
12. Realizar cambio en grupos de dos ruedas	
13. Seleccionar ruedas a reacondicionar	
14. Utilice destornillador, llave punta corona y llave allen para realizar trabajo	
15. Retirar ruedas: <ul style="list-style-type: none"> • Bajar rueda soltando la tuerca del esparrago para liberar la carga en la rueda • Retirar los 2 pernos laterales (métrico 8, hexagonal 13) • Retirar el perno allen para quitar el eje • Retirar la rueda 	
16. Insertar Rueda previamente reacondicionada: <ul style="list-style-type: none"> • Situar rueda en el sitio correspondiente • Insertar el eje y fijarlo con perno allen haciéndolo girar con la llave allen. • Insertar y apretar los pernos laterales • Subir la rueda apretando la tuerca del esparrago 	
17. Energizar nuevamente la línea y desbloquear el área de trabajo	
18. Despejar área de trabajo.	
19. Dirigirse al taller para realizar reacondicionamiento de ruedas extraídas	
20. Reacondicionamiento de rueda: <ul style="list-style-type: none"> • Retirar las ambas tapas de la rueda quitando los pernos avellanado Parker 	

<ul style="list-style-type: none"> • Enviar ruedas a tornero externo para realizar cambio de rodamiento³
21. Una vez reacondicionada ambas ruedas extraídas, realice los mismos procedimientos para hacer cambio de dos ruedas más. Repetir el procedimiento hasta terminar de reacondicionar las 24 ruedas.
22. En caso de hallar una rueda en estado irreparable, realizar sustitución del elemento completo. Dirigirse a “POE Sustitución Rueda Carrusel”
Sustitución de sellos O`ring y Cuadrip Columna central
23. Delimitar la zona a intervenir
24. Realizar Procedimiento de detención de línea
25. Cortar y bloquear válvulas de aire sistema neumático
26. Herramientas requeridas para realizar trabajo: <ul style="list-style-type: none"> • Juegos de llave allen milimétrico • Llaves punta corona • Martillo de goma o bronce • Destornilladores
27. Liberar presión residual (una hora)
28. Desmontar caja rotatoria
29. Desmontar los tres brazos de comunicación de GLP <ul style="list-style-type: none"> • Retirar pernos de sujeción de la brida • Retirar empaquetadura espiro metálica
30. Retirar la pieza quitando pernos (24), quedando al descubierto la parte interna de la columna
31. Retirar Sellos O`ring y Cuadrip desgastados
32. Insertar nuevos sellos en el sitio correspondiente
33. Instalar pieza nuevamente insertando y apretando pernos
34. Montar brazos de comunicación GLP
35. Montar Caja rotatoria
36. Energizar la línea y desbloquear zona de trabajo
37. Verificar funcionamiento realizando pruebas de hermeticidad y movimiento de carrusel
38. Despejar área de trabajo

³ Recomendación: Adquirir prensa para extraer rodamientos de ruedas carrusel, de ese modo el reacondicionamiento de las mismas se hace de forma más rápida y económica. Con prensa demora 2 días en mantener todas las ruedas, con un externo varios meses.

Procedimiento Operativo Estándar	
Carrusel	
Intervalo	Realizado por
Correctivo	Mecánico
Sustitución de Ruedas del carrusel	
1. Delimitar la zona a intervenir	
2. Realizar Procedimiento de detención de línea	
3. Utilice destornillador, llave punta corona y llave allen para realizar trabajo	
4. Retirar ruedas: <ul style="list-style-type: none"> • Bajar rueda soltando la tuerca del esparrago para liberar la carga en la rueda • Retirar los 2 pernos laterales (métrico 8, hexagonal 13) • Retirar el perno allen para quitar el eje • Retirar la rueda 	
5. Insertar Rueda nueva <ul style="list-style-type: none"> • Situar rueda en el sitio correspondiente • Insertar el eje y fijarlo con perno allen haciéndolo girar con la llave allen. • Insertar y apretar los pernos laterales • Subir la rueda apretando la tuerca del esparrago 	
6. Energizar nuevamente la línea y desbloquear el área de trabajo	
7. Despejar área de trabajo.	

Procedimiento Operativo Estándar	
Carrusel	
Intervalo	Realizado por
Triannual	Mecánico
Sustitución Rodamientos Columna central	
1. Delimitar la zona a intervenir	
2. Realizar Procedimiento de detención de línea	
3. Cortar y bloquear válvulas de aire sistema neumático	
4. Herramientas requeridas para realizar trabajo: <ul style="list-style-type: none"> • Juegos de llave allen milimétrico • Llaves punta corona • Martillo de goma o bronce • Destornilladores 	
5. Liberar presión residual (una hora)	
6. Desmontar caja rotatoria	
7. Desmontar los tres brazos de comunicación de GLP <ul style="list-style-type: none"> • Retirar pernos de sujeción de la brida • Retirar empaquetadura espiro metálica 	
8. Retirar la pieza quitando pernos, quedando al descubierto la parte interna de la columna. Al retirar la pieza dos de los rodamientos quedan adheridas a ella.	
9. Retirar rodamientos de la pieza.	
10. Retirar rodamiento de la parte interna de la columna.	
11. Insertar rodamientos nuevos en la columna y en la pieza, en el orden	

correspondiente. Utilizar martillo de madera y golpear suavemente hasta encajar los rodamientos.
12. Unir la pieza a la columna central y apernar para cerrar
13. Montar los tres brazos de comunicación de GLP: ubique la empaquetadura espiro metálica y unir con pernos de sujeción la brida.
14. Montar caja rotatoria
15. Energizar la línea y desbloquear la zona de trabajo
16. Realizar pruebas de hermeticidad y movimiento de carrusel
17. Despejar zona de trabajo

Procedimiento Operativo Estándar	
Carrusel	
Intervalo	Realizado por
Mensual	Mecánico
Revisar Pernos Columna Central	
1. Delimitar la zona a intervenir	
2. Presionar botón de parada local u ubicar llave de seguridad.	
3. Realizar inspección visual de los pernos	
4. En caso de encontrar pernos sueltos, apretar de inmediato	
5. En caso de encontrar pernos desgastados o rotos, realizar cambio de inmediato.	
6. En caso de no encontrar pernos dañados o desgastados, proceda con la siguiente revisión.	
7. Desanclar zona de trabajo quitando la llave de seguridad y presionando el botón de parada local.	
Revisar estado Unidad FRL	
8. Delimitar la zona a intervenir	
9. Realizar Procedimiento de detención de línea	
10. Cortar y bloquear válvulas de aire sistema neumático	
11. Liberar la presión residual	
12. Realizar una inspección visual de la unidad FRL	
13. Si se observa algún componente dañado o desgastado, realizar sustitución o reacondicionamiento según naturaleza del componente dañado. <ul style="list-style-type: none"> • Unidad FRL en mal estado: para realizar reacondicionamiento, diríjase a POE "Reacondicionamiento de FRL", en caso de Sustitución, diríjase a POE "Sustitución de FRL". 	
14. En caso de no hallar alguna anomalía, finalice la inspección	

Procedimiento Operativo Estándar	
Carrusel	
Intervalo	Realizado por
Correctivo	Mecánico
Reacondicionamiento de unidad FRL	
1. Delimitar zona a intervenir	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre detenida	
3. Realizar procedimiento de detención de línea.	
4. Cortar el paso de aire accionando las válvulas de corte en ambos extremos.	
5. Liberar presión residual por medio de un conector cercano o utilizando un actuador.	
6. Retire el vaso protector haciéndolo girar en la rosca	
7. Revise el estado del vaso protector, unidad filtrante y goma o membrana. Realice los cambios correspondientes	
8. Cambio o limpieza de unidad filtrante: En caso que la unidad filtrante esté sucia, saturada o dañada, siga los siguientes pasos: <ul style="list-style-type: none"> • Retire la unidad filtradora • Realice limpieza del filtro si está sucia o saturada, e inserte el filtro nuevamente • Cambie la unidad filtradora si está dañada, insertando el nuevo repuesto. • Conecte el vaso protector girándolo en la rosca 	
9. Cambio de goma o membrana del regulador: Encaso que la goma se encuentre desgastada o rota siga los siguientes pasos: <ul style="list-style-type: none"> • Retirar tapa del regulador destornillando los pernos cruz • Retire la goma utilizando • Inserte la nueva goma • Ubique la tapa del regulador y sujétela con los pernos cruz 	
10. Energizar la línea y desbloquear la zona de trabajo	
11. Verificar correcto funcionamiento realizando pruebas de presión, utilizando la válvula de corte. Observe que la presión, luego que pasa por la unidad FLR, corresponde a la indicada para el trabajo (6 a 8 Bar). Haga una prueba auditiva para verificar que no exista fuga.	
12. Despejar área de trabajo.	

Procedimiento Operativo Estándar	
Carrusel	
Intervalo	Realizado por
Correctivo	Mecánico
Sustitución de Unidad FRL	
1. Delimitar zona a intervenir	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre detenida	
3. Cortar el paso de aire accionando las válvulas de corte en ambos extremos.	
4. Liberar presión residual por medio de un conector cercano o utilizando un actuador	
5. Retirar la unidad FRL completa de la siguiente manera:	

<ul style="list-style-type: none"> • Desconecte los conectores de media que se encuentran a ambos lados de la unidad FRL • Retire la sujeción de la unidad FRL con el resto del sistema, extrayendo los pernos pasados de la placa adaptadora.
6. Realizar barrido de la línea
7. Conectar el nuevo FRL al circuito <ul style="list-style-type: none"> • Aperturar la FRL a la placa adaptadora • Reconectar los conectores de media
8. Energizar la línea y desbloquear la zona de trabajo
9. Verificar correcto funcionamiento realizando pruebas de presión, utilizando las válvulas de corte. Observe que la unidad reguladora indica la presión correspondiente. Realice pruebas auditivas para verificar que no existe fuga.
10. Despejar área de trabajo.

Procedimiento Operativo Estándar	
Basculas de llenado	
Intervalo	Realizado por
Mensual	Mecánico
Reacondicionamiento de los Cabezales de llenado	
1. Delimitar zona a intervenir	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre detenida	
3. Detener localmente el carrusel presionando la botonera de anclaje. Ubicar llave de seguridad.	
4. Utilizar destornillador juegos de llave allen y llave punta corona	
5. Retirar escudo protector de la sección superior de la bascula	
6. Cortar el paso del gas accionando válvula paso gas (de bola) trasera de la báscula	
7. Desconectar línea de comunicación que entrega la señal a la válvula paso gas interna	
8. Desconectar la válvula paso gas interna del cabezal lentamente liberando la presión almacenada. Utilizar dos llaves punta corona (macho y hembra) hacer girar la rosca entre el cabezal y la válvula.	
9. Bajar seguro de la rosca ajuste cabezal para retirar el cabezal completo hacia abajo.	
10. Introducir cabezal previamente reacondicionado: <ul style="list-style-type: none"> • Introducir cabezal al sistema de abajo hacia arriba • Apretar rosca ajuste cabezal y subir seguro • Conectar válvula paso gas con el cabezal utilizando llave punta corona. 	
11. Conectar línea de comunicación	
12. Dar paso del gas accionando válvula paso gas trasera, lentamente.	
13. Instalar escudo protector	
14. Quitar llave de seguridad y presionar parada de emergencia para energizar la zona de trabajo	
15. Realizar pruebas de llenado de envases para verificar presencia de fuga.	
16. Despejar área de trabajo.	
17. Dirigirse al taller para realizar reacondicionamiento del cabezal extraído	
18. Reacondicionamiento de cabezal:	

<ul style="list-style-type: none"> • Desarmar hasta separar las piezas destornillando el tornillo mecánico y utilizando llave francesa (Despiece mecánico) • Realizar cambio de O`ring • Realizar cambio de goma de corte GLP • Realizar cambio de goma de ajuste con válvula • Realizar limpieza de las partes utilizando escobilla de bronce. • Revisar estado del resorte, en caso de ser necesario realizar cambio del elemento. • Lubricar.
19. Una vez reacondicionado el cabezal extraído, realice los mismos procedimientos para hacer cambio de un nuevo cabezal. Repetir el procedimiento hasta terminar de reacondicionar todos los cabezales (uno diario).
Reacondicionamiento Válvula paso gas⁴
20. Delimitar zona a intervenir
21. Verificar que la zona de trabajo se encuentre detenida
22. Detener localmente el carrusel presionando la botonera de anclaje. Ubicar llave de seguridad.
23. Retirar escudo protector de la sección superior de la bascula
24. Cortar el paso del gas accionando válvula paso gas (de bola) trasera de la báscula
25. Desconectar línea de comunicación que entrega la señal a la válvula paso gas interna
26. Desconectar la válvula paso gas interna del cabezal lentamente liberando la presión almacenada. Utilizar dos llaves punta corona (macho y hembra) hacer girar la rosca entre el cabezal y la válvula.
27. Retirar válvula paso gas de la rosca ajuste cabezal.
28. Introducir válvula paso gas previamente reacondicionado: <ul style="list-style-type: none"> • Introducir válvula paso gas • Apretar rosca ajuste cabezal y válvula
29. Conectar línea de comunicación
30. Dar paso del gas accionando válvula paso gas trasera, lentamente.
31. Instalar escudo protector
32. Quitar llave de seguridad y presionar parada de emergencia para energizar la zona de trabajo
33. Realizar pruebas de llenado de envases para verificar presencia de fuga.
34. Despejar área de trabajo.
35. Dirigirse al taller para realizar reacondicionamiento de la válvula paso gas extraída
36. Reacondicionamiento de válvula paso gas: <ul style="list-style-type: none"> • Desarmar hasta separar las piezas (Despiece mecánico) • Realizar cambio de O`ring • Realizar cambio de sellos • Realizar limpieza y pulir las partes. • Revisar estado del resorte, en caso de ser necesario realizar cambio del

⁴ Recomendación: debido a escasos de repuestos en stock y la obsolescencia en el mercado de esta válvula, se recomienda intercambiar el sistema por un actuador neumático, el cumple la misma función y facilita el mantenimiento, disminuyendo la frecuencia de fallas.

<p>elemento.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lubricar.
37. Una vez reacondicionado la válvula paso gas extraído, realice los mismos procedimientos para hacer cambio de una nueva válvula. Repetir el procedimiento hasta terminar de reacondicionar todas las válvulas.
Revisión estado Cilindro cabezal de llenado
38. Delimitar zona a intervenir
39. Verificar que la zona de trabajo se encuentre detenida
40. Detener localmente el carrusel presionando la botonera de anclaje. Ubicar llave de seguridad.
41. Revisar estado de las guías y placas del cilindro neumático, en caso de hallar rotura realice reacondicionamiento de cilindro. Remitirse al POE “Reacondicionamiento conjunto centrador más cilindro cabezal - Reacondicionamiento Cilindro neumático Cabezal” del subsistema Basculas de llenado.
42. De no hallar irregularidades, finalice la inspección visual
43. Quitar llave de seguridad y presionar parada de emergencia para energizar la zona de trabajo
Revisión de Pernos del Centrador
44. Delimitar zona a intervenir
45. Verificar que la zona de trabajo se encuentre detenida
46. Detener localmente el carrusel presionando la botonera de anclaje. Ubicar llave de seguridad.
47. Realizar una inspección visual de los pernos del centrador y bujes de la guía
48. En caso de hallar pernos sueltos, apretar
49. En caso de hallar pernos o bujes de la guía en mal estado, realice sustitución de inmediato
50. De no hallar irregularidades, finalice inspección visual
51. Quitar llave de seguridad y presionar parada de emergencia para energizar la zona de trabajo
52. Despeje el área de inspección

Procedimiento Operativo Estándar	
Basculas de llenado	
Intervalo	Realizado por
Anual	Mecánico
Reacondicionamiento conjunto centrador más cilindro cabezal	
1. Delimitar zona a intervenir	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre detenida	
3. Realizar procedimiento de detención de línea	
4. Liberar presión residual.	
5. Retirar escudo protector de la sección superior de la bascula	
6. Cortar el paso del gas accionando válvula paso gas (de bola) trasera de la	

báscula.
7. Desconectar línea de comunicación con el PLC
8. El reacondicionamiento se hace de manera conjunta para ambos componentes
9. Retirar conjunto (base de centrador, brazos centradores, cilindro centrador y cilindro cabezal): <ul style="list-style-type: none"> • Desconectar las mangueras conductoras de GLP con el cabezal • Retirar los 4 pernos de sujeción de la base con la • Retirar base (pedestal) extrayendo el conjunto completo.
10. Montar conjunto previamente reacondicionado <ul style="list-style-type: none"> • Instalar base (pedestal) • Aperturar pernos avellanados para sujeción entre la romana y pedestal • Conectar manguera conductora de GLP que llegan al cabezal
11. Conectar línea de comunicación con PLC
12. Abrir el paso del gas lentamente accionando la válvula de bola trasera de la báscula.
13. Instalar escudo protector
14. Energizar nuevamente la línea y el área de trabajo
15. Realizar pruebas de paso e inyección GLP para verificar que no existan fugas
16. Dirigirse al taller para realizar reacondicionamiento del conjunto.
17. Separar el conjunto. <ul style="list-style-type: none"> • Separar cilindro neumático cabezal de la base quitando 4 pernos avellanados. • Retirar brazos centradores de la base despernando el perno central de tirante. • Retirar cilindro centrador de la base quitando pernos de sujeción
Reacondicionamiento Cilindro Cabezal de llenado
18. Revisar estado de la guía, en caso de haber rotura realice sustitución <ul style="list-style-type: none"> • Quitar los dos pernos de la tapa de la guía • Quitar la tapa • Cambiar la guía • Instalar la tapa nuevamente
19. Revisar estado de las tapas, en caso de haber rotura realice sustitución. <ul style="list-style-type: none"> • Quitar los dos pernos de la tapa de la guía • Retirar tapa defectuosa e instalar la nueva.
Reacondicionamiento Centrador
20. Revisar los 4 polines del centrador, si observa desgaste o mal estado realizar sustitución.
21. Revisar rodamientos lineales, si observa desgaste o mal estado realizar sustitución.
22. Revisar la guía, si observa desgaste o mal estado realizar sustitución.
23. Realizar cambio de bujes de la guía.
24. Realizar cambio de tijera de forma preventiva.
25. Realizar reacondicionamiento de cilindro centrador (32) <ul style="list-style-type: none"> • Realizar despiece de componentes del cilindro • Realizar cambio de membrana y sello vástago • Realizar cambio de O`ring

<ul style="list-style-type: none"> • Realizar limpieza de las partes • Unir nuevamente las partes del cilindro y lubricar
26. En caso que el cilindro neumático se encuentre muy deteriorado realizar sustitución completa.
27. Una vez realizado el reacondicionamiento del conjunto completo, rearmar el centrador en la base e instalar el cilindro neumático centrador
28. Retirar dos conjuntos semanales hasta realizar el reacondicionamiento en todos los puestos.

Procedimiento Operativo Estándar	
Motorización	
Intervalo	Realizado por
Semestral	Mecánico
Revisión Componentes Eléctricos (Motor)	
1. Identifique el motor a intervenir en la sala de control.	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre en funcionamiento y sin carga	
3. Revise el amperímetro correspondiente al motor en cuestión en la sala de control, no debe ser menor a 2,85 Amperes, sin carga	
4. Verificar que la zona de trabajo se encuentre en funcionamiento y con carga	
5. Revise el amperímetro correspondiente al motor en cuestión en la sala de control, no debe ser mayor a 3,45 Amperes, con carga	
6. En caso de encontrar fuera de los límites el amperaje del motor o una falla mayor, comunicar al supervisor para programar un mantenimiento con especialista externo.	
7. Prosiga con la revisión del cable a tierra del motor en su zona física. En caso de encontrar el cable a tierra desconectado, proceder a su conexión.	
8. En caso de no encontrar fallas, finalizar inspección.	

Procedimiento Operativo Estándar	
Motorización	
Intervalo	Realizado por
Trimestral	Mecánico
Revisión Componentes Mecánicos (Motor)	
1. Identifique el motor a intervenir.	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre en funcionamiento y sin carga	
3. Realizar inspección: <ul style="list-style-type: none"> • Auditiva para rodamientos • Visual para piñón, eje y chaveta. Que se encuentren en buen estado. • Reapreté de pernos de sujeción del motor 	
4. En caso de encontrar un desgaste o ruido anormal, comunicar al supervisor el grado de criticidad del hallazgo para programar un mantenimiento con el especialista externo de manera oportuna.	

Revisión Ventilación (Motor)	
5.	Verificar que la zona de trabajo se encuentre en funcionamiento
6.	Realizar inspección visual del movimiento de la aspa de ventilación del motor
7.	En caso de ver que es aspa se mueve con dificultad o se encuentra detenida, comunicar al supervisor para programar un mantenimiento con el especialista externo.
Revisión de Temperatura (Motor)	
8.	Verificar que la zona de trabajo se encuentre en funcionamiento
9.	Realizar inspección de tacto de la temperatura del motor
10.	En caso de encontrar muy alta la temperatura, comunicar al supervisor para programar un mantenimiento con el especialista externo.
Revisión Nivel de aceite (Motor)	
11.	Verificar que la zona de trabajo se encuentre en funcionamiento
12.	Realizar inspección visual del nivel de aceite, retirando tapón lateral.
13.	En caso de hallar nivel bajo de aceite, comunicar al supervisor para programar cambio de aceite. Dirigirse a POE "Cambio de aceite Motor-Reductor" subsistema motriz
14.	En caso de no encontrar anomalías en los componentes finalice la inspección visual.

Procedimiento Operativo Estándar	
Motorización	
Intervalo	Realizado por
Correctivo	Mecánico
Cambio de aceite Motor-Reductor	
1.	Delimitar zona a intervenir
2.	Verificar que la zona de trabajo se encuentre detenida
3.	Realizar procedimiento de detención de línea.
4.	Retirar los tres tapones del compartimento de aceite.
5.	Verificar que el aceite usado sea extraído por completo
6.	Insertar el tapón inferior
7.	Introducir aceite desde el orificio superior hasta llegar al nivel del orificio lateral
8.	Incorporar tapones lateral y superior respectivamente
9.	Restablecer energía en la línea y en la zona del equipo.
10.	Despejar área de trabajo.

Procedimiento Operativo Estándar	
Motorización	
Intervalo	Realizado por
Mensual	Mecánico
Revisar Pernos del Motor y el Reductor	
1. Delimitar zona a intervenir	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre detenida	
3. Detener localmente el área de trabajo y ubicar llave de seguridad	
4. Revisar pernos en el motor-reductor	
5. En caso de haber pernos sueltos, apretar de inmediato	
6. En caso que haber pernos dañados, realizar sustitución de inmediato.	
7. En caso de no hallar irregularidades finalice la inspección visual	
8. Quitar la llave de seguridad y presionar la parada de emergencia para energizar la línea nuevamente	
9. Despejar área de trabajo	

POE – Comunes

Procedimiento Operativo Estándar	
Sensores (límites de carrera)	
Intervalo	Realizado por
Correctivo	Mecánico
Reacondicionamiento de Sensores	
1. Delimitar zona a intervenir	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre detenida	
3. Realizar procedimiento de detención de línea.	
4. Abrir caja protectora del sensor quitando la tapa superior la cual posee 4 tornillos	
5. Retirar sensor desconectándolo del sistema de comunicación y de la placa de sujeción.	
6. Desarmar hasta separar las partes: cabezal, cuerpo, varilla y prensa, este último según modelo del sensor.	
7. Identificar y cambiar partes defectuosas.	
8. Ensamblar partes del sensor.	
9. Conectar sensor al circuito y a la placa de sujeción	
10. Energizar nuevamente la línea y desbloquear el área de trabajo	
11. Verificar correcto funcionamiento realizando pruebas de límite de carrera.	
12. Cerrar caja protectora.	
13. Despejar área de trabajo.	

Procedimiento Operativo Estándar	
Reacondicionamiento de Cilindros	
Intervalo	Realizado por
Correctivo	Mecánico
1. Delimitar zona a intervenir	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre detenida	
3. Realizar procedimiento de detención de línea.	
4. Corta presión del circuito	
5. Liberar presión residual	
6. Abrir tapa o malla protectora del cilindro.	
7. Desconectar mangueras	
8. Retirar Cilindro/s: <ul style="list-style-type: none"> • Desconectar la Guía si corresponde • Desconectar vástago del elemento que acciona. • Soltar pernos de sujeción de la placa adaptadora. 	
9. Desarmar hasta separar las partes esenciales.	
10. Lavar las partes	
11. Controlar del desgaste irregular de componentes	
12. Efectuar las correcciones del caso, a fin de eliminar las causas de irregular desgaste (Básicamente lubricación o desmontaje defectuoso).	
13. Recambiar las partes dañadas o con desgaste excesivo si corresponde (sellos,	


gomas, guarniciones)
14. Lubricar y armar
15. Instalar nuevamente el cilindro neumático en la caja protectora <ul style="list-style-type: none"> • Reincorpore y apriete los pernos de sujeción • Conecte el vástago a la estructura que acciona • Conecte la guía si corresponde • Conecte la manguera
16. Restablecer presión de aire y energía eléctrica del circuito y probar funcionamiento del cilindro
17. Verifique el correcto funcionamiento realizando pruebas. Observe que el embolo realiza su recorrido de forma normal. Verifique que la conexión entre la guía o estructura que acciona y el embolo se encuentra firme. Realice prueba auditiva y de tacto para revisar que no existe fuga.
18. Cierre la tapa protectora.
19. Despejar zona de trabajo
20. En caso de rotura del Vástago del cilindro, abolladura o rotura del cuerpo, realice los siguientes pasos de Sustitución de cilindros.
<u>Sustitución de Cilindro neumático:</u> <ul style="list-style-type: none"> - Lubricar e instalar nuevo Cilindro siguiendo los pasos del punto 15 - Realice los pasos indicados en los puntos 16, 17, 18 y 19

Procedimiento Operativo Estándar	
Válvula neumática	
Intervalo	Realizado por
Correctivo	Mecánico
1. Delimitar zona a intervenir	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre detenida	
3. Realizar procedimiento de detención de línea.	
4. Cortar presión de Aire	
5. Liberar presión de aire residual.	
6. Abrir caja o malla protectora de la válvula, generalmente posee 2 tornillos, o caja protectora de la romana (en el caso del carrusel).	
7. Desconecte la válvula del sistema electro neumático.	
8. Retirar válvula, destornillando los 4 pernos.	
9. En caso de poder reacondicionar válvulas, realizar los siguientes pasos: <ul style="list-style-type: none"> • Válvula Piloto/Piloto: limpieza • Válvula Piloto/Resorte: cambiar resorte. 	
10. En caso de ser necesaria la sustitución completa de la válvula neumática, instalar repuesto nuevo.	
11. Instale la válvula neumática en el cuadro de válvulas o caja protectora según corresponda	
12. Cierre la caja protectora o el cuadro de válvulas según corresponda	

13. Restablecer presión de aire y energía en la zona de trabajo.
14. Verificar correcto funcionamiento realizando pruebas neumáticas.
15. Despejar área de trabajo.

Procedimiento Operativo Estándar	
Electroválvula	
Intervalo	Realizado por
Correctivo	Mecánico
1. Delimitar zona a intervenir	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre detenida	
3. Realizar procedimiento de detención de línea.	
4. Cortar presión de Aire	
5. Libere la presión residual.	
6. Abrir cuadro de electroválvulas quitando la tapa superior la cual posee 4 tornillos.	
7. Desconectar electroválvulas defectuosas.	
8. Verifique la posibilidad de reacondicionar	
9. En caso de reacondicionamiento: <ul style="list-style-type: none"> • Separar partes: bobina, cuerpo. • Identificar y cambia partes defectuosas. • Ensamblar las partes nuevamente • Instalar electroválvula en el cuadro 	
10. En caso de no poder reacondicionar, sustituir electroválvula completa: <ul style="list-style-type: none"> - Instalar nueva electroválvula en el cuadro 	
11. Restablecer presión de Aire y electricidad en el área de trabajo	
12. Verificar correcto funcionamiento realizando pruebas.	
13. Cerrar cuadro de electroválvulas.	
14. Despejar área de trabajo.	

Anexo 3.9 – Fichas comprobantes

 COMPROBANTE DE TRABAJO MANTENCIÓN PREVENTIVA																					
Realizado por:	Fecha:																				
Apoyado por:	Duración mtto:																				
Supervisado por:																					
Sistema:																					
Subsistema:																					
Tipo de actividad: Sustitución <input type="checkbox"/> Reacondicionamiento <input type="checkbox"/>																					
Descripción Actividad:																					
Frecuencia de mantención: <table style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Triannual</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Bianual</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Annual</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Semestral</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Trimestral</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Mensual</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Semanal</td></tr> </table> Número de mantención <table style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>de 2</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>de 4</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>de 12</td></tr> </table>		<input type="checkbox"/>	Triannual	<input type="checkbox"/>	Bianual	<input type="checkbox"/>	Annual	<input type="checkbox"/>	Semestral	<input type="checkbox"/>	Trimestral	<input type="checkbox"/>	Mensual	<input type="checkbox"/>	Semanal	<input type="checkbox"/>	de 2	<input type="checkbox"/>	de 4	<input type="checkbox"/>	de 12
<input type="checkbox"/>	Triannual																				
<input type="checkbox"/>	Bianual																				
<input type="checkbox"/>	Annual																				
<input type="checkbox"/>	Semestral																				
<input type="checkbox"/>	Trimestral																				
<input type="checkbox"/>	Mensual																				
<input type="checkbox"/>	Semanal																				
<input type="checkbox"/>	de 2																				
<input type="checkbox"/>	de 4																				
<input type="checkbox"/>	de 12																				
Repuestos utilizados:																					
Implementos e insumos utilizados:																					
Observaciones:																					
Revisión del trabajo por el supervisor:																					
<table style="display: inline-table;"> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Aprobado</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>No Aprobado</td></tr> </table>		<input type="checkbox"/>	Aprobado	<input type="checkbox"/>	No Aprobado																
<input type="checkbox"/>	Aprobado																				
<input type="checkbox"/>	No Aprobado																				
_____ Firma Mecánico	_____ Firma Supervisor																				



COMPROBANTE DE
TRABAJO INSPECCIÓN

Realizado por:	Fecha:
Apoyado por:	Duración mtto:
Supervisado por:	

Sistema:
Subsistema:

Tipo inspección Visual Auditiva Mecánica Neumática Eléctricas

Descripción Actividad:

Repuestos utilizados:

Esta inspección trae como consecuencia un mantenimiento correctivo Si No

En caso de requerir mantenimiento correctivo

<input type="checkbox"/> Inmediato	
<input type="checkbox"/> Programado	<input type="text"/> Fecha

Observaciones

Revisión del trabajo por el supervisor:

<input type="checkbox"/>	Aprobado
<input type="checkbox"/>	No Aprobado

Firma Mecánico

Firma Supervisor



COMPROBANTE DE TRABAJO
MANTENCIÓN CORRECTIVA

Realizado por:	Fecha:
Apoyado por:	Duración mtto:
Supervisado por:	

Sistema:
Subsistema:

Tipo de Actividad

- Programada
 Inmediata

La falla produjo detención en la producción

- Si
 No

Origen:

- Mantención Preventiva
 Inspección
 Inesperado
 Emergencia

Descripción Actividad:

Repuestos utilizados:

Implementos e insumos utilizados:

Observaciones:

Revisión del trabajo por el supervisor:

- Aprobado
 No Aprobado

Firma Mecánico

Firma Supervisor

Anexo 3.10 – Cuadros resúmenes del mantenimiento preventivo y correctivo, interno y externo producto del RCM II

Cuadro resumen de la frecuencia de mantenimiento preventivo para diferentes elementos para los equipos en estudio.

Frecuencia	Elementos Paletizadora	Elementos Llenado
Semanal	Elevador de Barras <ul style="list-style-type: none"> • Componentes neumáticos • Componentes mecánicos Ariete de descarga <ul style="list-style-type: none"> • Cadena de Empuje • Piñón helicoidal • Componentes mecánicos Sistema Motriz <ul style="list-style-type: none"> • Cadena Transporte 	
Mensual	Elevador de Barras <ul style="list-style-type: none"> • Cilindros neumáticos Ariete de Carga <ul style="list-style-type: none"> • Cilindro neumático Ariete • Cilindro neumático lateral de ajuste • Cilindro neumático Paro Perpendicular Freno Pallet <ul style="list-style-type: none"> • Cilindros neumáticos Sistema Motriz <ul style="list-style-type: none"> • Componentes mecánicos 	Carrusel <ul style="list-style-type: none"> • Pernos columna central • Filtro de aire Báscula de llenado <ul style="list-style-type: none"> • Cabezal de llenado • Pernos centrador • Cilindro cabezal • Válvula paso gas Motorización <ul style="list-style-type: none"> • Pernos del motor-reductor
Trimestral	Ariete de descarga <ul style="list-style-type: none"> • Componentes motor-reductor Sistema Motriz <ul style="list-style-type: none"> • Motor 	Motorización <ul style="list-style-type: none"> • Motor
Semestral	Ariete de descarga <ul style="list-style-type: none"> • Componentes eléctricos Sistema Motriz <ul style="list-style-type: none"> • Motor • Componentes mecánicos 	Motorización <ul style="list-style-type: none"> • Motor
Anual	Ariete de descarga <ul style="list-style-type: none"> • Cadena de Empuje Ariete de Carga <ul style="list-style-type: none"> • Cilindro Ariete • Estructura paro perpendicular Sistema Motriz <ul style="list-style-type: none"> • Motor 	Carrusel <ul style="list-style-type: none"> • Anillos estructurales • Ruedas carrusel • Sellos columna central Básculas de llenado <ul style="list-style-type: none"> • Cilindro cabezal
Bianual	Ariete de descarga <ul style="list-style-type: none"> • Motor Sistema Motriz <ul style="list-style-type: none"> • Motor 	Motorización <ul style="list-style-type: none"> • Motor • Sistema de seguridad

Trianual		Carrusel <ul style="list-style-type: none"> • Rodamientos columna central • Sistema de seguridad caja presurizada.
-----------------	--	--

Cuadro resumen de correctivo interno, preventivo y correctivo externo.

Mantenimiento		Elementos Paletizadora	Elementos Llenado
Correctivo interno		Elevador de Barras <ul style="list-style-type: none"> • Electroválvulas • Brazos mecánicos • Válvulas neumáticas • Componentes mecánicos Ariete de Descarga <ul style="list-style-type: none"> • Válvulas neumáticas • Electroválvulas Ariete de Carga <ul style="list-style-type: none"> • Válvulas neumáticas • Electroválvulas • Sensor límite de carrera Mangas Levantes <ul style="list-style-type: none"> • Válvula neumática • Electroválvula • Sensor límite de carrera • Mangueras Freno pallets <ul style="list-style-type: none"> • Válvulas neumáticas • Electroválvulas • Sensor límite de carrera 	Carrusel <ul style="list-style-type: none"> • Mangueras de alimentación de aire Bascula de llenado <ul style="list-style-type: none"> • Válvula neumática • Electroválvulas • Otros componentes cuadro de válvulas • Brazos mecánicos
Preventivo Externo	Anual	Ariete de Carga <ul style="list-style-type: none"> • Cilindro neumático Paro Perpendicular (buje de bronce) 	Carrusel <ul style="list-style-type: none"> • Rodamiento ruedas carrusel
	Bianual	Motriz <ul style="list-style-type: none"> • Motor • Chequeo sistema automático 	Motorización <ul style="list-style-type: none"> • Motor • Chequeo sistema automático
	Trianual		Carrusel <ul style="list-style-type: none"> • Tarea búsqueda de fallas (Trianual)
Correctivo Externo		Elevador de barras <ul style="list-style-type: none"> • PLC Ariete de descarga <ul style="list-style-type: none"> • PLC Ariete de Carga <ul style="list-style-type: none"> • PLC 	Carrusel <ul style="list-style-type: none"> • PLC Bascula de llenado <ul style="list-style-type: none"> • PLC • Medidor del caudal másico

	Mangas Levantes <ul style="list-style-type: none"> • PLC Freno Pallets <ul style="list-style-type: none"> • PLC 	
--	---	--

Anexo 3.11 – Tabla comparativa de actividades de mantenimiento, Actual versus Propuesta

	Actividad de Mantenimiento Sistema Paletizado	Actual		Propuesta	
		Correctivo	Restaurativo	Correctivos	Preventivas
Elevador de Barras	Reacondicionamiento de unidad FRL	*		*	
	Sustitución componentes neumáticos	*		*	
	Sustitución componentes mecánicos	*		*	
	Sustitución válvula neumática	*		*	
	Sustitución electroválvula	*		*	
	Sustitución de cilindro neumático	*		*	
	Revisión de componentes neumáticos				*
	Revisión estado de Cilindros				*
Ariete de descarga	Sustitución de cadena de Empuje	*			*
	Reacondicionamiento de Cadena de Empuje	*		*	
	Lubricación piñones helicoidales		*	*	
	Sustitución de componentes Mecánico Ariete	*		*	
	Revisión Componentes Eléctricos (Motor)		*		*
	Revisión Componentes Mecánicos (Motor)	*			*
	Revisión Ventilación (Motor)		*		*
	Revisión de Temperatura (Motor)	*			*
	Revisión Cadena de Empuje		*		*
	Revisión componentes Mecánicos Ariete		*		*
	Restaurar componentes eléctricos del motor	*			*
	Revisión Nivel de aceite (Motor)		*		*
Ariete de	Reacondicionamiento del Cilindro Ariete	*			*
	Sustitución válvula neumática	*		*	

	Sustitución electroválvula	*		*	
	Sustitución de cilindro neumático	*		*	
	Sustitución de sensores	*		*	
	Revisión Cilindro Ariete de carga		*		*
	Revisión Cilindro Paro Perpendicular		*		*
	Revisión Cilindro Lateral de Ajuste	*			*
Motriz	Cambio de aceite Motor-Reductor		*	*	
	Alineamiento de Piñones (Motriz)	*		*	
	Sustitución de Cadena Motriz	*		*	
	Sustitución de componentes Mecánico (Motriz)	*		*	
	Revisión Componentes Eléctricos (Motor)		*		*
	Revisión Componentes Mecánicos (Motor)	*			*
	Revisión Ventilación (Motor)		*		*
	Revisión de Temperatura (Motor)	*			*
	Restaurar componentes eléctricos del motor	*			*
	Revisión Nivel de aceite (Motor)		*		*
	Revisión componentes Mecánicos (Motriz)		*		*
	Revisión Cadena Motriz de pallets		*		*
Mangas levante	Sustitución válvula neumática	*		*	
	Sustitución electroválvula	*		*	
	Sustitución de sensores	*		*	
	sustitución de mangas levante	*		*	
Freno Pallets	Sustitución válvula neumática	*		*	
	Sustitución electroválvula	*		*	
	Sustitución de sensores	*		*	
	Sustitución de cilindro neumático	*		*	
	Revisión estado de Cilindros		*		*
		32	15	25	24

	Actividad de Mantenimiento Sistema llenado	Actual		Propuesta	
		Correctivo	Restaurativo	Correctivos	Preventivas
Carrusel	Reacondicionamiento de anillos	*			*
	Revisar estado de soldaduras		*		*
	Reacondicionamiento Ruedas del Carrusel		*		*
	Sustitución de sellos O' ring y Cuadrip Columna central	*			*
	Sustitución de Ruedas del carrusel	*		*	
	Sustitución Rodamientos Columna central	*			*
	Revisar Pernos Columna Central		*		*
	Revisar estado Unidad FRL	*			*
	Reacondicionamiento de unidad FRL	*		*	
	Sustitución de Unidad FRL	*		*	
	Reparación mangueras neumáticas	*		*	
Básculas de llenado	Reacondicionamiento de los Cabezales de llenado		*		*
	Revisión estado Cilindro cabezal de llenado	*			*
	Reacondicionamiento de Válvula Paso Gas	*			*
	Revisión de Pernos del Centrador		*		*
	Reacondicionamiento conjunto centrador más cilindro cabezal	*			*
	Reacondicionamiento Cilindro Cabezal de llenado		*		*
	Reacondicionamiento Centrador	*			*
	Sustitución válvula neumática	*		*	
	Sustitución de electroválvula	*		*	
	Reparación cuadro de válvulas	*		*	
	Reparación de medidor de caudal Másico	*		*	
	Sustitución de brazos mecánicos (centrador)	*		*	

Motorización (Unidad Impulsora)	Revisión Componentes Mecánicos (Motor)		*		*
	Revisión Ventilación (Motor)		*		*
	Revisión de Temperatura (Motor)	*			*
	Revisión Nivel de aceite (Motor)		*		*
	Revisión Componentes Eléctricos (Motor)	*			*
	Cambio de aceite Motor-Reductor	*		*	
	Revisar Pernos del Motor y el Reductor		*		*
	Reparar variador de velocidad (motor-reductor)	*		*	
		21	10	11	20

	Actual		Propuesta	
	Correctivo	Restaurativo	Correctivo	Preventivas
Total	53	25	36	44

Actividades totales	80
---------------------	----

Anexo 3.12 – Plan de Mantenimiento, Procedimiento Operativo Estándar (POE), Línea 15K Sistema Paletizado y Llenado.

**Universidad de Valparaíso
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil Industrial**



**Propuesta de un Plan de Mantenimiento para el equipo crítico del
área de envasado, utilizando el método RCM II para entregar
confiabilidad y disponibilidad a los equipos seleccionados en la
Línea 15K de la empresa Lipigas planta Concón.**

Volumen 2

Por

**María José Damián Diez
Stefanie Maureen Rybertt Goldammer**

**Trabajo de Título para optar al Grado de
Licenciado en Ciencias de la Ingeniería y título de
Ingeniero Civil Industrial**

Profesor guía: Augusto Vargas Schüler

**Valparaíso, Chile
Diciembre de 2015**

Contenido

Anexos Capitulo 1	4
Anexo 1.1 – Porcentaje de volumen de ventas Lipigas a nivel nacional.....	4
Anexo 1.2 – Márgenes de explotación operacional y los costos de venta de Lipigas SA.	5
Anexo 1.3 – Organigrama área de mantenimiento Planta Concón, Lipigas	6
Anexo 1.5 – Encuesta para priorizar criterios	8
Anexo 1.6 – Matriz de criterios v/s productos (Selección de producto)	9
Anexo 1.7 – Descripción de los procesos de envasado	10
Anexo 1.7.1 – Descripción máquinas por línea del diagrama de bloques.....	10
Anexo 1.7.2- Descripción proceso productivo de líneas de envasado.	11
Anexo 1.8 – Volumen de ventas y neto facturado, productos envasados, Planta Concón .	13
Anexo 1.9 – Matriz de decisión (Selección de Línea de Producción)	14
Anexo 1.10 – Diagramas de procesos: Abastecimiento y uso de repuestos.	15
Anexo 1.11 – Componentes de los equipos seccionados y su mantenimiento	16
Anexo 1.12 – Documentos para realizar mantenimiento restaurativo diario.....	17
Anexo 1.13 – Documentos mantenimiento restaurativo.	18
Anexo 1.14 – Ficha de plan de mantenimiento restaurativo.....	20
Anexo 1.15 – Registro de Detenciones programa de monitoreo de producción <i>MTSolutions</i>	21
Anexo 1.16 – Clasificación de detenciones de la línea 15K.....	22
Anexo 1.17 – Análisis de detenciones línea de envasado 15K.....	23
Anexo 1.18 – Encuesta para asignar relevancia de las causas del problema.....	24
Anexo 1.19 – Análisis de Pareto para Causas de la problema.	25
Anexo 1.20 – Venta de Cilindros y Granel, Planta Concón.....	26
Anexos Capítulo 2	29
Anexo 2.1 – Árbol Lógico de Decisión	29
Anexos Capitulo 3	30
Anexo 3.1 – Análisis de criticidad / frecuencia de fallas.	30
Anexo 3.2 - Análisis de criticidad / Impacto en la producción y tiempo de detención.....	30
Anexo 3.3 – Análisis de criticidad / Impacto en la seguridad y medio ambiente.....	31
Anexo 3.4 – Análisis de criticidad / Costo de reparación.....	32
Anexo 3.5 – AMFE.....	35
Anexo 3.6 – Cuadros resúmenes “AMFE” y “Tablas de Decisión”.....	48

Anexo 3.7 – Hoja de decisión RCM Idl	50
Anexo 3.8 – POE	60
POE – Detención de línea	60
POE – Sistema Paletizado.....	61
POE – Sistema de Llenado.....	78
POE – Comunes	90
Anexo 3.9 – Fichas comprobantes.....	93
Anexo 3.10 – Cuadros resúmenes del mantenimiento preventivo y correctivo, interno y externo producto del RCM II.....	96
Anexo 3.11 – Tabla comparativa de actividades de mantenimiento, Actual versus Propuesta.....	98
Anexo 3.12 – Plan de Mantenimiento, Procedimiento Operativo Estándar (POE), Línea 15K Sistema Paletizado y Llenado.	101

Anexos Capitulo 1

Anexo 1.1 – Porcentaje de volumen de ventas Lipigas a nivel nacional

		Volumen de ventas en Kg	%volumen de ventas
Concón	Centro 1100	44.935.334	24,2%
Coquimbo	Centro 1200	16.333.972	8,8%
Copiapó	Centro 1300	7.992.716	4,3%
Antofagasta	Centro 1400	11.073.795	6,0%
Calama	Centro 1500	7.397.380	4,0%
Iquique	Centro 1600	6.782.950	3,6%
Arica	Centro 1700	4.458.903	2,4%
Lenga	Centro 2300	13.132.764	7,1%
Temuco	Centro 2700	2.853.670	1,5%
Osorno	Centro 2800	7.246.909	3,9%
Coyhaique	Centro 2900	2.805.468	1,5%
Maipú	Centro 5100	60.873.196	32,7%
TOTAL		185.887.057	

Tabla: Volumen de ventas Empresas Lipigas S.A. por planta

Fuente: Elaboración propia

Anexo 1.2 – Márgenes de explotación operacional y los costos de venta de Lipigas SA.

En la siguiente figura se puede observar la evolución de los márgenes de explotación, operacional y el costo de venta de Lipigas, como porcentaje de su ingreso. Se aprecia que los indicadores de eficiencia considerados muestran una constante caída desde 2009 hasta principios de 2014. Esto se puede asociar a que el costo de venta ha ido en aumento en relación a los ingresos de la compañía, lo que se pretende apaciguar con el terminal de Quinteros que hoy en día ha comenzado a operar.

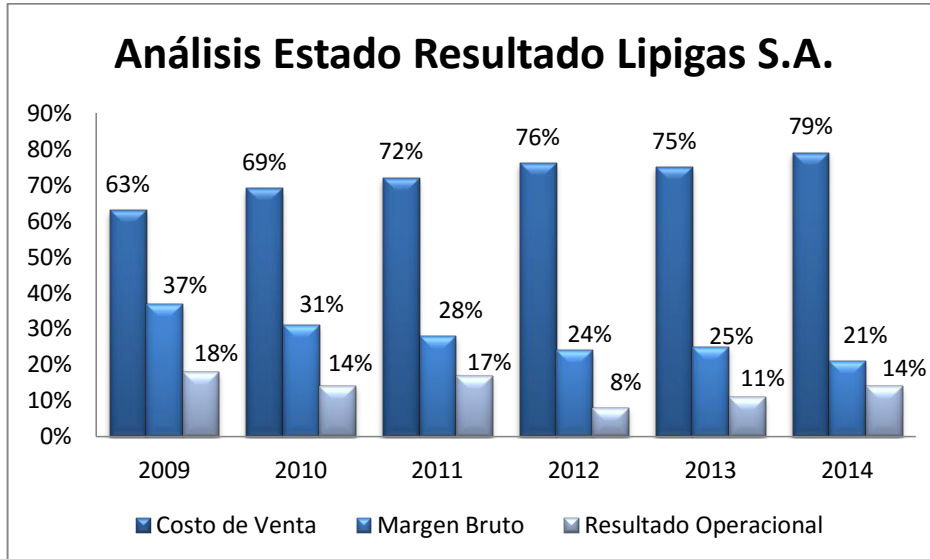


Gráfico de evolución de costo de venta, margen bruto y resultado operacional como porcentaje del ingreso anual de Lipigas desde 2009 a 2014

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 1.4 – Comportamiento de GLP y su consumo en Chile.

El GLP en Chile

El GLP es energía limpia y concentrada que se almacena indefinidamente y se transporta en estado líquido bajo presión moderada y a temperatura ambiente. Con solo liberar al GLP de su presión, es decir, dejándolo salir de su recipiente (cilindro o tanque), de forma controlada, se transforma en gas, que al combinarse con el oxígeno del aire y una fuente de inmisión combustiona y genera gas quemado. El producto de la combustión, además de energía liberada, se compone de agua y anhídrido carbónico que es el mismo gas que se adiciona a las bebidas para generar burbujas. No emiten material particulado, no deja residuos ni productos sulfurados, está libre de plomo y de otros productos contaminantes. En resumen, es una energía moderada de alta pureza, transportable, accesible, eficiente y muy conveniente.

Las fuentes de donde es extraído el GLP son del petróleo, mediante el proceso conocido como “Cracking del petróleo” en donde el petróleo es separado en diversos componentes de acuerdo con sus densidades y puntos de ebullición, y la segunda fuente es mediante el gas natural de pozos. El gas natural contiene de 1% a 3% de GLP y debe ser separado previo a su transporte por gasoductos. A nivel mundial, el 60% del GLP consumido proviene de su extracción del gas natural.

En Chile, el GLP es producido por la Empresa Nacional del Petróleo ENAP abasteciendo al mercado nacional con 500.000 toneladas, pero también es importado del mercado internacional por ENAP, Gasmar S.A, Norgas S.A, Empresa Lipigas S.A, Gasco S.A. y Abastible S.A. sumando un total aproximado de 500.000 toneladas anuales importadas.

Las empresas Envasadoras y/o distribuidoras de GLP en Chile son Abastible S.A, Empresa Lipigas S.A y Gasco S.A.

Según la asociación Chilena de gas licuado A.G., Miembro de la World LP Gas Association (WLPGA) y de la sociedad de Fomento Fabril (SOFOFA), el consumo nacional anual de GLP en Toneladas es el que se muestra a continuación.

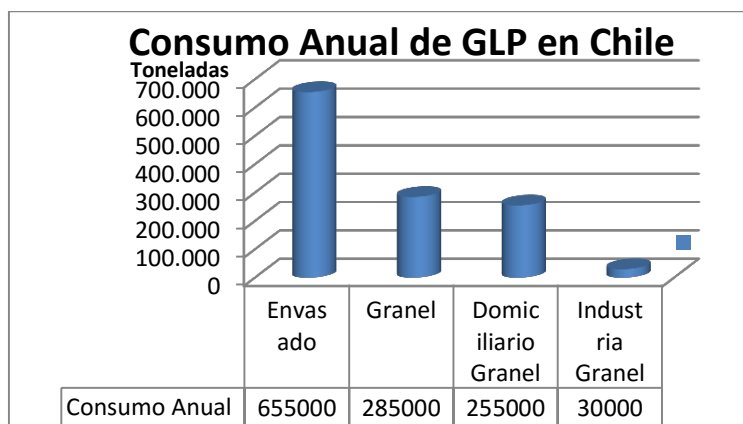


Gráfico de Consumo de GLP en Chile en Toneladas

Fuente: Elaboración propia, información extraída de la página Web GLP Chile.

Anexo 1.5 – Encuesta para priorizar criterios

Para realizar la selección del producto que será objeto de estudio, se ha propuesto diferentes criterios, los cuales deberán ser ordenados por prioridad según las apreciaciones de diferentes expertos por medio una encuesta: Califique con notas de 1 a 4 según la relevancia del criterio para la selección del producto más importante para la empresa, en donde 1 es “muy relevante” y 4 es “poco relevante”.

Tabla 1: Resumen de encuesta realizada a expertos para la selección de productos.

Productos	Criterios	CARGO										Suma	Prioridad
		Jefe Planta	Subgerente Mantenimiento	Jefe Administrativo	Analista de Abastecimiento	Supervisor de Planta	Jefe Nacional de Ingeniería	Agente Zonal (comercial)	Suma	Prioridad			
Envasado Granel	Producción	4	1	4	1	1	4	4	4	2	19	1	
	Volumen de venta	3	3	3	2	4	3	2	3	2	20	1	
Domiciliario Industrial	Ingreso / venta	2	2	1	3	2	2	1	1	1	12	4	
	Margen operacional	1	4	2	4	3	2	3	2	3	19	1	

Fuente: Elaboración propia, Encuestas

Luego de la selección del producto de estudio en donde el resultado ha sido “Envasado”, se ha realizado una nueva encuesta a expertos para priorizar los criterios que ayudaran a la selección de la línea de envasado que será objeto de estudio, por medio de una encuesta: Califique con notas de 1 a 5 según la relevancia del criterio para la selección de la línea más importante para la empresa, en donde 1 es “muy relevante” y 5 es “poco relevante”.

Tabla 2: Resumen de encuesta realizada a expertos para la selección de línea

Líneas	Criterios	CARGO							Suma	Prioridad
		Jefe planta	Subgerente Mantenimiento	Supervisor de Planta	Jefe Nacional de Ingeniería	Agente Zonal (comercial)	Planificador de Mantenimiento	Suma		
Línea 5K Línea 15K Línea 45K	N° detenciones	3	4	3	5	5	4	24	1	
	Tiempo detenciones	2	4	2	4	4	5	21	2	
	Producción / línea	1	2	5	2	1	1	12	5	
	Ingreso / venta	5	1	1	3	2	3	15	4	
	Margen operacional	4	3	4	1	3	2	17	3	

Fuente: Elaboración propia, Encuesta.

Prioridad: se obtuvo de la resta del número mayor con el número menor, obtenido de la sumatoria del valor de los criterios en encuesta, dividido por la cantidad de criterios, con la finalidad de crear intervalos de clase. A menor sumatoria, menor prioridad.

Anexo 1.6 – Matriz de criterios v/s productos (Selección de producto)

A continuación se presenta la herramienta que se ha utilizado para seleccionar el tipo de producto a estudiar. El producto que presente la ponderación total mayor será el escogido como objeto de estudio.

Criterio			Prioridad	Ponderación Parcial por producto			
Intervalo	Ponderación	Envasado		Granel	Domiciliario granel	Industria granel	
Volumen de producción	54.490-42.394	4	1	4	1	1	1
	42.393-30.299	3		4	1	1	1
	30.298- 18.203	2					
	18.204- 6.107	1					
Volumen de venta	44.931-35.139	4	1	4	1	1	1
	35.138-25.348	3		4	1	1	1
	25.347-15.556	2					
	15.555-5.764	1					
Ingresos por venta	33.830-26.178	4	4	4	1	1	1
	26.177-18.527	3		16	4	4	4
	18.526-10.875	2					
	10.874-3.223	1					
Margen operacional	60% - 52%	4	1	1	2	4	1
	51% - 45%	3		1	2		1
	44% - 37%	2				4	
	36% - 29%	1					
Ponderación Total por producto				25	8	10	7

Ponderación de producto debido a los criterios de selección.

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 1.7 – Descripción de los procesos de envasado

Anexo 1.7.1 – Descripción máquinas por línea del diagrama de bloques.

Línea 5K:

- **Paletizadora:** Encargada de recibir pallets con envases e incorporarlos a la línea de producción y viceversa.
- **Detectora de Ovalidad:** Encargada de detectar el estado de la goma de las válvulas de los envases.
- **Puesto de llenado:** Encargada de llenar los envases de GLP, esta línea cuenta con 8 puestos de envasado en forma lineal.
- **Control de peso:** Verifica que el peso del envases este dentro de lo normativo.
- **Detectora de fuga:** Verifica que no existan fugas en las válvulas de los envases.
- **Selladora:** Encargada de calentar el sello termocontraible.
- **Sistema transporte de envases:** Cadenas transportan los envases durante todo el proceso.

Línea 15K:

- **Paletizadora:** Encargada de recibir pallets con envases e incorporarlos a la línea de producción y viceversa.
- **Detectora de Ovalidad:** Encargada de detectar el estado de la goma de las válvulas de los envases.
- **Control de peso residual:** Encargada de medir el peso residual del gas en el envase.
- **Puesto de llenado:** Encargada de llenar los envases de GLP, esta línea cuenta con 29 puestos operativos de envasado en forma de carrusel.
- **Control de peso:** Verifica que el peso del envases este dentro de lo normativo.
- **Detectora de fuga:** Verifica que no existan fugas en las válvulas de los envases.
- **Máquina de lavado:** Lava los cilindros con jabón industrial.
- **Selladora:** Encargada de calentar el sello termocontraible.
- **Sistema transporte de envases:** Cadenas transportan los cilindros durante todo el proceso.

Línea 45k:

- **Puesto de llenado:** Encargada de llenar los envases de GLP, esta línea cuenta con 6 puestos de envasado en forma lineal.
- **Control de peso:** Verifica que el peso del envase este dentro de lo normativo.
- **Detectora de fuga:** Verifica que no existan fugas en las válvulas de los envases.
- **Selladora:** Encargada de calentar el sello termocontraible.
- **Sistema transporte de envases:** Cadenas transportan los cilindros durante todo el proceso.

Anexo 1.7.2- Descripción proceso productivo de líneas de envasado.

Proceso	Línea 5 Kilos	Línea 11-15 Kilos	Línea 45 Kilos
Entrada de los cilindros al proceso.	Utilizan la máquina Paletizadora, la cual es semiautomática que tiene como función empujar los cilindros hacia fuera o hacia dentro de los pallet.		Ingreso de cilindros en forma manual.
Clasificación	<p>Clasificación de los cilindros al momento de recibirlos según:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Competencia • Re inspección • Estado de pintura • Catalíticos <p>Se retiran y almacenan en distintos pallet.</p>	<p>Clasificación de los cilindros al momento de recibirlos según:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Competencia • Re inspección • Estado de pintura • Catalíticos <p>En caso de catalíticos y competencia, se retiran antes de ingresar a la línea. En caso de re inspección y pintura colocar R o P, respectivamente para su expulsión automática.</p>	<p>Clasificación de los cilindros al momento de recibirlos según:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Competencia • Re inspección • Estado de pintura • Catalíticos <p>Se retiran y almacenan en distintos pallet.</p>
Ingreso de tara	Maquina semiautomática donde se ingresa el valor de la tara de los cilindros.	Maquina semiautomática donde se ingresa el valor de la tara de los cilindros o en caso de tener una R o P, presionar comando para expulsión automática de la línea.	Maquina semiautomática donde se ingresa el valor de la tara de los cilindros.
control de peso residual	Sin control de peso residual.	Calcula el peso residual de los cilindros. En caso de que tenga menos de la tara, se retira el cilindro del sistema. En caso de estar dentro del peso de la tara, se calcula automáticamente el peso residual para inyectar la cantidad de GLP faltante.	Sin control de peso residual.
Llenado	8 puestos de llenado en forma lineal. La cantidad de GLP a inyectar es calculada por medio de una balanza integrada en el sistema que cuando llega a su peso, deja de inyectar.	29 puestos de llenado en forma de carrusel. La cantidad de GLP a inyectar es calculada previamente en el proceso de control de peso residual donde se asigna el puesto de llenado y la cantidad de GLP automáticamente.	6 puestos de llenado en forma lineal. La cantidad de GLP a inyectar es por medio de una balanza donde deja de inyectar cuando llega a su peso ideal.
Pesaje	Los cilindros son pesados después del llenado para verificar si la cantidad de GLP es la correcta. En caso de estar fuera de los límites permitidos es expulsado de la línea automáticamente.		
Trasvasijar	Proceso en el cual se retira el GLP inyectado en los cilindros por dos razones: <ul style="list-style-type: none"> • Exceso de GLP en el cilindro. • Fuga en las válvulas de los envases. 		
Llenado manual	No posee dicha tarea.	Los cilindros que son expulsados del sistema por tener menos peso de lo permitido, se les inyecta de	No posee dicha tarea

	forma manual el GLP faltante.		
Control de fuga	El proceso consiste en verificar que no existan fugas en las válvulas de los cilindros. En caso de tener fuga, se expulsa del proceso de forma automática		
Reparación de fuga	Un operador revisa si la fuga es reparable de forma inmediata. En caso de reparar la fuga, pasa al proceso siguiente del control de fuga. En caso de no reparar la fuga se trasvasija. (Para comprobar la fuga, el operador utiliza una solución jabonosa)		
Sellado	Primero el operador coloca los sellos en las válvulas de los cilindros, para luego ingresar a una máquina de sellado donde se aplica calor, contrayendo los sellos.		
Lavado	Este proceso se realiza previamente, fuera del proceso de envasado.	Proceso automático donde se utiliza un jabón industrial que lava los cilindros.	No se lavan los cilindros.
Secado	Este proceso se realiza previamente, fuera del proceso de envasado.	Proceso automático donde se utiliza aire a presión para secar los envases.	No se secan los cilindros.
2° clasificación	No posee.	En última instancia un operador revisa la apariencia del envase (control de calidad). En caso de estar fuera de lo normativo, se trasvasijan y envían pintar.	No posee.
Salida del proceso de envasado	Los envases llenos son paletizados. Por cada pallet hay 80 cilindros.	Los envases llenos son paletizados. Por cada pallet hay 48 envases de 11 kilos y 30 envases de 15 kilos.	Los envases llenos son paletizados manualmente. Por cada pallet hay 14 envases.
Sistema de cadena de transporte	Todo el proceso posee cadenas transportadoras para pasar de un proceso a otro.		

Fuente: Elaboración propia

Anexo 1.8 – Volumen de ventas y neto facturado, productos envasados, Planta Concón

Formato	Volumen Producción		Volumen Venta		Neto Facturado
	Cant. Cil	Ton.	Cant. Cil	Ton.	Pesos Chilenos
05K	819.018	4.095	678.455	3.392	\$ 3.412.753.371
11K	130.093	1.431	119.368	1.313	\$ 1.060.530.356
15K	2.627.731	39.416	2.180.761	32.711	\$ 23.609.060.948
45K	151.613	6.823	124.194	5.589	\$ 4.154.763.761
5 CAT	30.549	153	27.799	139	\$ 148.549.200
11 CAT	5.725	63	5.524	61	\$ 52.135.777
15 CAT	35.057	526	30.132	452	\$ 369.951.948
45 CAT	2.377	107	1.805	81	\$ 65.036.385
AUT AL	114.866	1.723	72.655	1.090	\$ 872.151.158
AUT F	10.170	153	6.863	103	\$ 85.315.804
TOTAL	3.927.199	54.490	3.247.556	44.931	\$ 33.830.248.708

Producción, ventas e ingresos 2014 Lipigas.
Fuente: Entregado por Planta Concón Lipigas.

Anexo 1.9 – Matriz de decisión (Selección de Línea de Producción)

A continuación se presenta la herramienta que se ha utilizado para seleccionar la línea de envasado, matriz de decisión. La línea de envasado que presente la ponderación total mayor será el escogido como objeto de estudio.

Criterio			Prioridad	Ponderación Parcial por producto		
Intervalo	Ponderación	Línea 5K		Línea 15K	Línea 45K	
Número de detenciones	379-396	3	1	3	2	1
	360-378	2		3	2	1
	341-359	1				
Tiempo de detención	251,4-258,3	3	2	3	2	3
	244,4-251,3	2		6	4	6
	237,3-244,3	1				
Volumen de Producción	1.958.747 - 2.798.606	3	5	1	3	1
	1.118.887 - 1.958.746	2		5	15	5
	279.089 - 1.118.886	1				
Ingresos por venta	18554-26049	3	4	1	3	1
	11058-18553	2		4	12	4
	3561-11057	1				
Margen operacional	47% - 40%	3	3	3	1	1
	39% - 33%	2		9	3	3
	32% - 26%	1				
Ponderación Total por producto				27	36	19

Ponderación de línea de envasado por criterio de selección.

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 1.10 – Diagramas de procesos: Abastecimiento y uso de repuestos.

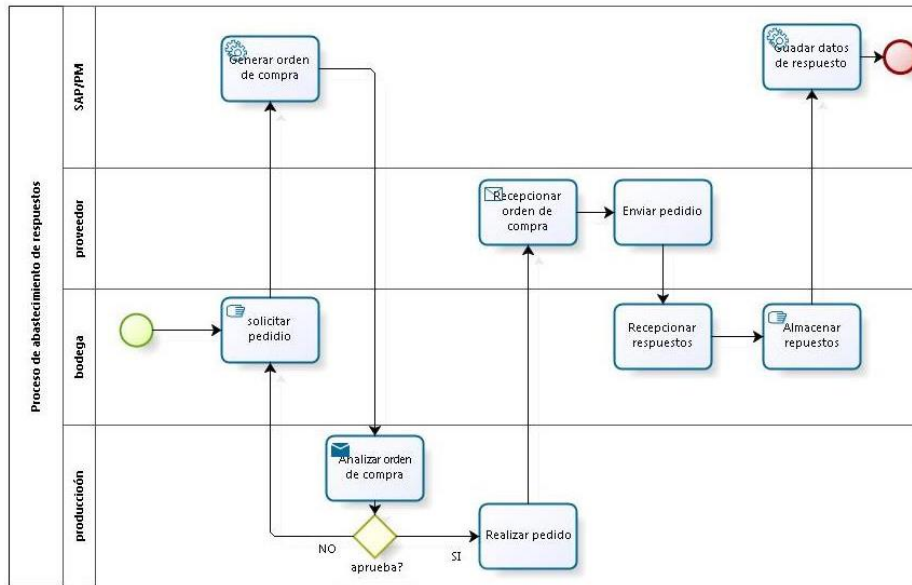


Diagrama de proceso de Abastecimiento de repuestos
Fuente: Elaboración propia.

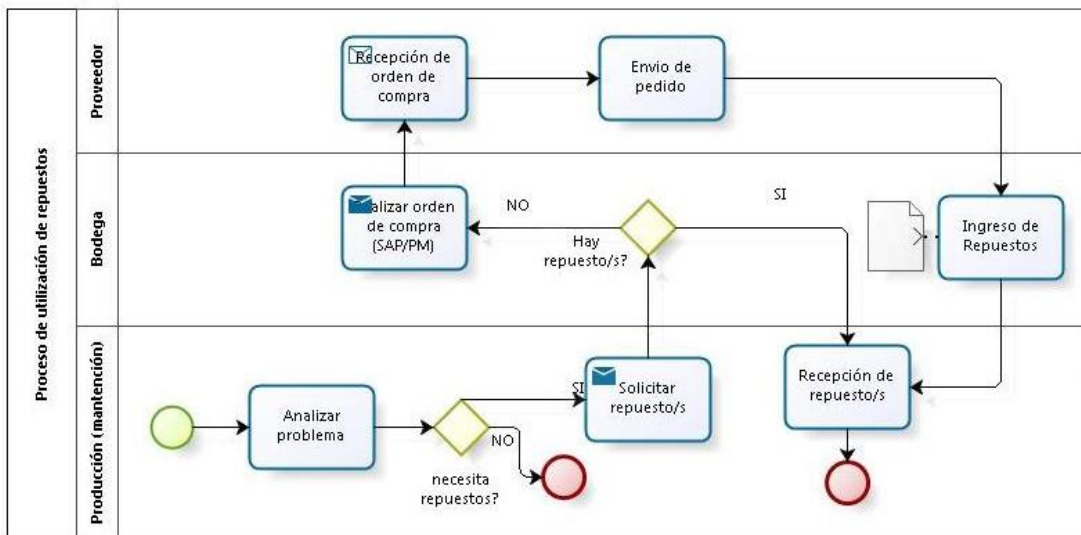


Diagrama de proceso del uso de los repuestos
Fuente: Elaboración propia.

Anexo 1.11 – Componentes de los equipos seccionados y su mantenimiento

Equipo línea de envasado 15K						
	Motriz	Peso residual	Paletizadora	Detectora de fuga	Introduccion de cilindro	Llenadora
Eléctrica	Transporte de envases	Cuadro de válvulas Eyector Paro perpendicular Paro tijera Pesaje	Ariete Carga Cuadro de válvulas Freno Pallets Elevador de Barras Paro perpendicular Manga Levante Ajuste Lateral	Paro perpendicular Eyector Detector Paro Dedo Cuadro Control	Cuadro Válvulas Tablero Neumático Introduccion Paro perpendicular	Salida Carrusel Alimentación GLP Llenado Cuadro Válvulas Motriz Columna Carrusel
Mecánica	Transporte de envases	Cuadro de válvulas Arrastre envases Eyector Paro perpendicular Paro tijera	Ariete Carga Cuadro de válvulas Manga Levante Ajuste Lateral Elevador de Barras Arrastre Pallets Paro perpendicular Freno Pallet	Detector Cuadro Control Eyector Paro perpendicular Paro Dedo	Cuadro Válvulas Introduccion Paro perpendicular Posicionador Tablero Neumático	Alimentación GLP Motriz Columna Carrusel Cuadro Válvulas Llenado Salida Carrusel

Equipos que requieren mantenimiento, línea 15K.

Fuente: Elaboración propia.

Equipo línea de envasado 15K							
	Línea re inspección	Selladora	Control de peso	Detectora ovalidad	Cabina de pre-lavado	Lavadora	Despaletizadora
Eléctrica	Eyector. Introduccion. Levante. Paro perpendicular.	Sellado Paro perpendicular Cuadro Válvulas	Paro tijera Eyector Cuadro Válvulas Ajuste de Peso Control Arrastre envases	Detector Cuadro Válvulas Posicionador Paro perpendicular Eyector Paro Dedo	Jabonado	Enjuague Paro perpendicular	Elevador de Barras Ariete Descarga Paro perpendicular Manga Levante Tope de Contacto Freno Pallet
Mecánica	Eyector Introduccion Levante Paro perpendicular Posicionador	Sellado Cuadro Válvulas Paro perpendicular Regulador	Cuadro Válvulas Eyector Ajuste de Peso Paro tijera Arrastre envases	Posicionador Eyector Detector Cuadro Válvulas Paro Dedo Paro perpendicular	Jabonado	Enjuague Paro perpendicular	Tope de Contacto Ariete Descarga Elevador de Barras Manga Levante Paro perpendicular Freno Pallet

Continuación

Fuente: Elaboración propia

Anexo 1.12 – Documentos para realizar mantenimiento restaurativo diario.

EMPRESAS LIPIGAS		PLANTA: CON CON	
EQUIPO: Mntt. Diario		MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
UBICACION: Plataforma de envasado			
Mantenimiento diario 15 kilos.			
+			
Número de actividad	Actividad que se debe realizar	Frecuencia de trabajo	Materiales y repuestos
1	ROMANA DE CONTROL: • Chequeo romana de control.	D	Peso patrón.
2	ROMANA DE LLENADO: • Chequeo romana.	D	Peso patrón.
3	LÍNEA TRANSPORTADORA: • Limpiar superficie exterior y periferia del equipo.	D	Paño, escoba.
4	• Verificar estado de la estructura.	D	Visual.
5	VÁLVULAS DE VARILLA: • Comprobar ruido inusual (falla de vástago, fugas de aire, accionamiento pegado).	D	Audio, visual.
	PALETIZAD: • Verificar funcionamiento sensores inductivos, re-apretar de ser necesario.	D	Visual, atornillador.

Documento para realizar mantenimiento restaurativo diario
Fuente: Facilitado por el supervisor del área de mantenimiento.

Programa de Mantenimiento Diario 15 Kg.																																																		
Nombre Encargado:																Año:																																		
Mes:																A APROBADO N/A NO APROBADO P PENDIENTE																																		
Mantenciones																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	27	28	29	30	31				
Diario	ROMANA DE CONTROL:																																																	
	Chequeo romana de control.																																																	
	ROMANA DE LLENADO:																																																	
	Chequeo romana.																																																	
	LÍNEA TRANSPORTADORA:																																																	
	Limpiar superficie exterior y periferia del equipo.																																																	
	Verificar estado de la estructura.																																																	
	VÁLVULAS DE VARILLA:																																																	
	Comprobar ruido inusual (falla de vástago, fugas de aire, accionamiento).																																																	
	PALETIZADO:																																																	
Verificar estado sensores inductivos, re-apretar de ser necesario.																																																		
Observaciones:																																																		
<div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>																																																		

Ficha para el control del mantenimiento diario
Fuente: Facilitado por el supervisor del área de mantenimiento.

Anexo 1.13 – Documentos mantenimiento restaurativo.

EMPRESAS LIPIGAS	PLANTA: CON CON
EQUIPO: Carrusel Pam	MANTENIMIENTO PREVENTIVO
UBICACIÓN: Plataforma de envasado	

Número de actividad	Actividad que se debe realizar	Frecuencia de trabajo	Materiales y repuestos
1	SISTEMA MOTRIZ: <ul style="list-style-type: none"> Inspeccionar estado del equipo (desgaste de componentes). 	S	Visual.
2	<ul style="list-style-type: none"> Inspeccionar correcta ventilación del equipo (aspa, rodamientos). 	S	Visual.
3	<ul style="list-style-type: none"> Verificar limpieza superficie exterior y periferia del equipo. 	S	Paño limpio, escobilla.
4	<ul style="list-style-type: none"> Comprobar ruido y vibración inusual. 	S	Visual.
5	<ul style="list-style-type: none"> Verificar fugas de aceite. 	S	Auditivo.
6	<ul style="list-style-type: none"> Inspeccionar caja de conexiones eléctricas. 	S	Visual.
7	<ul style="list-style-type: none"> Re-apreté de pernos y caja de conexión eléctrica. 	M	Atornillador, llaves punta corona.
8	<ul style="list-style-type: none"> Revisar nivel de aceite. 	M	Visual.
9	<ul style="list-style-type: none"> Lubricar descansos y rozamientos carrusel. 	M	Lubricante, grasera.
10	<ul style="list-style-type: none"> Cambio de aceite (Shell Omala 220). 	M	Guaípe, llaves punta corona.
11	<ul style="list-style-type: none"> Verificar alineación y estado de rodamientos (realizar corrección de ser necesario). 	A	
12	<ul style="list-style-type: none"> Medir consumo eléctrico. 	A	

13	DEL CABEZAL DE LLENADO: <ul style="list-style-type: none"> Verificar estado y fugas del cabezal de llenado (líneas gas, válvulas de gas, vástago guía, cilindro neumático). 	S	Visual.
14	<ul style="list-style-type: none"> Revisar desgaste excesivo o ranuras en componentes (cilindro neumático, vástago guía, válvula de gas, cabezal de llenado, distanciador). 	S	Visual.
15	<ul style="list-style-type: none"> Limpiar área del cabezal de llenado (vástago guía, cilindro neumático). Lubricar vástago guía. 	S	Paño limpio, guaípe. Lubricante dieléctrico.


16	<ul style="list-style-type: none"> Revisar cilindro neumático (verificar si hay filtración entre cámaras). 	S	Prueba neumática.
17	<ul style="list-style-type: none"> Verificar limpieza y lubricación de válvulas neumáticas. 	S	Lubricante dieléctrico.
18	<ul style="list-style-type: none"> Cambio y reparación de cabezal de GLP (cambio de O`ring, goma hermeticidad). 	M	Llaves punta corona.

19	DEL SISTEMA DE CENTRADO Y EYECTOR: <ul style="list-style-type: none"> Verificar estado y fugas de centrador y levante neumático (líneas y conectores neumáticos, válvulas, vástago guía, cilindro neumático). 	S	Visual.
20	<ul style="list-style-type: none"> Revisar desgaste excesivo o ranuras en componentes (ruedas de teflón, cilindro neumático, vástago guía, válvula). 	S	Visual.
21	<ul style="list-style-type: none"> Limpiar y lubricar área del centrador neumático vástago guía (lubricar), cilindro neumático). 	S	Paño, guaipe, escobilla, solvente dieléctrico.
22	<ul style="list-style-type: none"> Revisar cilindro neumático (verificar si hay filtración entre cámaras). 	S	Auditivo, visual.
23	<ul style="list-style-type: none"> Limpieza y lubricación de válvula neumática y buje vástago guía. 	S	Lubricante dieléctrico. Grasea.
24	<ul style="list-style-type: none"> Verificar presión de servicio. 	S	Visual.
25	<ul style="list-style-type: none"> Comprobar estado teflón (ruedas, centrador) o cambiar si es necesario. 	M	Visual Atornillador, llaves punta corona.

Anexo 1.14 – Ficha de plan de mantenimiento restaurativo.

Programa de Mantenimiento Carrusel 15 Kg.

Nombre Encargado: _____
Año: _____
Puesto n°: _____



A APROBADO
 N/A NO APROBADO
 P PENDIENTE

Mantenciones		Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio					
		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
Mensual	SISTEMA MOTRIZ:																										
	Re-apreté de pernos y caja de conexión eléctrica.																										
	Revisar nivel de aceite.																										
	Lubricar descansos y rozamientos carrusel.																										
	Cambio de aceite (Shell Omala 220).																										
	DEL CABEZAL DE LLENADO:																										
	Cambio y reparación de cabezal de GLP (cambio de oring, goma hermeticidad).																										
DEL SISTEMA DE CENTRADO Y EYECTOR:																											
Comprobar estado teflón (ruedas, centrador) o cambiar si es necesario.																											
Año	SISTEMA MOTRIZ:																										
	Verificar alineación y estado de rozamientos (realizar corrección de ser necesario).																										
	Medir consumo eléctrico.																										
Observaciones:																											

Programa mantenimiento carrusel Sistema motriz
 Fuente: Supervisor del Área de mantenimiento.

Programa de Mantenimiento Puesto de Llenado 15 Kg.

Nombre Encargado: _____
Año: _____
Puestos n°: 1-2-3-4-5



A APROBADO
 N/A NO APROBADO
 P PENDIENTE

Mantenciones		Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
SEMANAL	DEL SISTEMA DE CENTRADO Y EYECTOR:																										
	Verificar estado de centrador sistema de articulación.																										
	Revisar desgaste u otros componentes (ruedas de teflón, cilindro neumático, vástago guía, válvula).																										
	Limpiar y lubricar área del centrador neumático vástago guía.																										
	Revisar cilindro neumático (verificar si hay filtración entre cámaras).																										
MENSUAL	Limpeza y lubricación de válvula neumática.																										
	Verificar estado de flexibles de GLP.																										
	DEL SISTEMA DE LLENADO:																										
	Cambio y reparación de cabezal de GLP (cambio de oring, goma hermeticidad).																										
	Cambio y reparación de valvula paso GLP (cambio de oring, goma hermeticidad).																										
	Verificar estado de los distanciadores.																										
Observaciones:																											

Programa de mantenimiento carrusel Sistema Centrado y Ejector y Sistema de Llenado
 Fuente: Supervisor del Área de Mantenimiento.

Anexo 1.15 – Registro de Detenciones programa de monitoreo de producción *MT Solutions*



Fuente: *MT Solutions*

Anexo 1.16 – Clasificación de detenciones de la línea 15K.

Tipo de detención	Detalle	Detalle
Fallas	Todos los equipos dentro de la línea de envasado	387 posibles causas de fallas (aprox.)
Detenciones Planeadas	Capacitación	-
	Colación	1 hora/día
	Limpieza	Línea Re inspección
		Aseo Planta
		Otras
	Mantenimiento	-
	Reuniones	-
	Relleno de Cilindros	-
Apoyo otra línea	-	
NONA	No orden No actividad	Tiempo detenido debido a que los stocks mínimos de producto envasado definidos están satisfechos
Paradas Externas	Falta alimentación en línea	Cilindros
		Grúa Horquilla
		Lavado
		Falta GLP
	Falta de Agua	-
	Falta energía Eléctrica	-
	Falta de Pallets	-
Falta personal	-	
Cambio de Formato	Gas normal a gas catalítico (viceversa)	-
	Cilindros de 11 a 15 (viceversa)	-
Periodo No Laboral	Festivos y domingos	-
Mantenimiento por terceros	Mantenciones de mayor complejidad	-

Clasificación de detenciones de la línea 15K.

Fuente: Elaboración propia con información recopilada de *MTSolution*

Anexo 1.17 – Análisis de detenciones línea de envasado 15K.

Línea 15K	
Detención planificada	Tiempo horas
Reunión	17,27
Relleno cilindro	6,02
Restaurativo	13,25
Limpieza	7,67
Colación	171,13
Capacitación	5,28
Apoyo otra línea	1,90
Correctivo	14,75
	237,26

Línea 15K	
Detención planificada	Intervenciones
Reunión	33
Relleno cilindro	12
Restaurativo	10
Limpieza	32
Colación	205
Capacitación	15
Apoyo otra línea	12
Correctivo	53
	372

Fuente: Información extraída de Software *MTSolutions*

Anexo 1.18 – Encuesta para asignar relevancia de las causas del problema.

Las causas identificadas en el diagrama de Ishikawa, se evalúan para darle prioridad en la siguiente encuesta, y de esa forma realizar el Análisis de Pareto, en el Anexo 1.19.

ENCUESTA: RELEVANCIA DE CAUSAS Alumnas Memoristas	Asigne y complete con calificación de 1 a 7, en donde 1 es "irrelevante" y 7 es "muy relevante", para las causas de confiabilidad operacional de la maquinaria en la Planta Lipigas Concón.
---	---

	Supervisor de mantención	Supervisor de Planta	Subgerente Mantenimiento	Jefe nacional ingeniería en	Planificador de mantenimiento Planta	Planificador mantenimiento	Mecánico industrial	Técnico de mantenimiento
Métodos	NOTA							
Plan de mantenimiento inapropiado								
Basado sólo en Acciones reactivas	4	6	7	7	6	5	6	6
Exceso de mantenencias Correctivas	4	7	7	7	7	7	7	4
Bajo presupuesto para el mantenimiento								
Método de costeo ineficiente	5	4	7	6	7	6	6	5
Abastecimiento de repuestos registrado como gastos no como activo	2	6	7	4	5	5	5	6
Método de análisis deficiente								
Cálculo erróneo de eficiencia por línea	4	4	6	6	5	6	7	5
Indicadores de gestión poseen ítems irrelevantes	5	4	5	6	5	6	6	4
Sistema de información alimentado por usuarios	4	4	5	7	5	7	6	5
Deficiencia en el control del inventario	3	3	5	4	5	6	7	6
Insuficiente gestión con proveedores de repuestos	4	3	6	3	6	4	5	6
Método de pronóstico de demanda inexacto	6	5	7	3	4	5	5	6
Mano de obra								
Insuficientes mecánicos por turno	5	6	7	5	6	7	7	5
Falta de especialistas electricistas y electrónicos	5	7	7	7	7	7	4	6
Poca iniciativa para mantener registros históricos de mantenimiento	4	5	7	7	7	7	6	5
Falta de destreza para realizar ciertos mantenimientos	5	5	6	7	5	5	6	5
Material								
Escasez en stocks de repuestos críticos	4	6	7	6	6	5	3	5
Imposibilidad de adquirir repuestos críticos en la industria debido a obsolescencia de tecnología	3	5	7	5	7	6	7	7
Repuestos críticos no poseen hoja de vida	4	4	7	5	7	7	6	6
Maquinaria								
Frecuentes detenciones por falla	5	6	5	6	7	6	6	5
Máquinas calibradas con parámetros irreales	5	3	6	7	7	6	4	4
Disminución de la vida útil de los activos industriales								
Debido a la rapidez que requieren las reparaciones por falla	5	4	6	6	5	6	5	6
No se pueden prever futuras fallas que podrían tener mayores consecuencias	5	4	7	5	6	4	6	6
Máquinas con tecnología obsoleta	4	6	7	7	7	7	7	5

Fuente: Elaboración propia

Anexo 1.19 – Análisis de Pareto para Causas de la problema.

	Causas del Problema	Frecuencia	Frecuencia	Frecuencia %	Frecuencia Acumulada %
1	Exceso de mantenencias correctivas	50	271	27,77%	27,77%
	Frecuentes detenciones por falla	46			
	Disminución de la vida útil de los equipos debido a la rapidez que requieren las reparaciones por falla.	43			
	Escasez en stocks de repuestos críticos	42			
	No se pueden prever futuras fallas que podrían tener mayores consecuencias	43			
	Plan de manto. Basado sólo en Acciones Reactivas	47			
2	Falta de mecánicos especialistas, eléctricos y electrónicos	50	236	24,18%	51,95%
	Poca iniciativa para mantener registro históricos de mantenimiento	48			
	Repuestos críticos no poseen hoja de vida	46			
	falta de destreza para realizar ciertos mantenimientos	44			
	Insuficiente mecánicos por turno	48			
3	Maquinas con tecnología obsoleta	50	134	13,73%	65,68%
	Insuficientes gestión con proveedores de repuestos	37			
	Imposibilidad de adquirir repuestos críticos en la industria debido a obsolescencia de tecnología	47			
4	Método de costeo ineficiente	46	125	12,81%	78,48%
	Abastecimiento de repuestos registrado como gastos no como activos	40			
	Deficiencia en el control de inventario	39			
5	Indicadores de gestión poseen ítems irrelevantes	41	84	8,61%	87,09%
	Calculo erróneo de eficiencia por línea	43			
6	Sistema de información alimentado por usuarios	43	43	4,41%	91,50%
7	Maquinas calibradas con parámetros irreales	42	42	4,30%	95,80%
8	Método de pronósticos de demanda inexacto	41	41	4,20%	100,00%

Análisis de Pareto para Causas de la problemática.

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 1.20 – Venta de Cilindros y Granel, Planta Concón

Venta de Cilindros Planta Concón

La venta de cilindros sigue dos tipos de canales diferentes, el canal “sub-distribuidor directo” y el canal “central de transferencia”. En promedio se realizan 23 despachos diarios desde la planta de Concón abasteciendo toda la quinta región en camiones que tienen capacidad de llevar entre 12 y 24 pallets dependiendo el tipo de camión.

A continuación se muestra las etapas del proceso de venta de cilindros por canal.

- **Canal sub-distribuidor directo:** los sub-distribuidores directos son aquellas empresas independientes que realizan las ventas directas al cliente final.
 - a) Solicitud de pedido: el sub-distribuidor solicita un pedido por medio de la página web de Lipigas o por medio de sistema de llamado SLL.
 - b) El operador ingresa el pedido al sistema SAP/Ventas y verifica el stock máximo y mínimo del distribuidor.
 - c) El operador designa un camión con el módulo necesario para el despacho (capacidad del camión), cada camión tiene un código y con él toda su información, ya sea capacidad, chofer, rutas, disponibilidad, entre otros.
 - d) El operador coordina el despacho de los cilindros solicitados con el chofer del camión y posteriormente se ingresa la actividad al módulo SAP.
 - e) El chofer realiza la entrega y por medio de diferentes alternativas el distribuidor puede realizar el pago.

- **Canal central de transferencia:** las centrales de transferencia son puntos de venta que trabajan con personal Lipigas S.A., los cuales pueden realizar ventas directas o ventas a sub-distribuidores directos. En la quinta región existen 4 Centrales de transferencia, las cuales son Placilla, Miraflores, Belloto y Curimón.
 - a) Revisión de stock: el operador de logística de cilindros chequea el SLL o SAP revisando el nivel de stock que mantiene cada una de las centrales de transferencia, ya que debe procurar que siempre estén abastecidas.
 - b) Abastecimiento: para cada una de las centrales se tiene un stock de seguridad y un abastecimiento programado diario para condiciones normales. Durante el transcurso del día las centrales ingresan sus ventas en el sistema y el operador debe programar el abastecimiento dependiendo de la demanda y las ventas, coordinando despachos desde la planta Concón.
 - c) Despacho: el procedimiento es similar al del sub-distribuidor, con la diferencia que el operador determina la cantidad de producto que será despachado y los ingresos por la venta de las centrales va directamente a Lipigas S.A.

Venta de gas Granel planta Concón

La venta de gas granel sigue 4 canales distintivos en planta y son los siguientes:

- **Canal 25 (Residencial):** se refiere a la venta de GLP granel a clientes residenciales que poseen bombonas o tanques pequeños con volúmenes de 0,3m³, 0,5m³ y 1m³ situados en sus domicilios para su uso doméstico.
- **Canal 26 (Comercial):** se refiere a la venta de GLP granel a clientes comerciales que utilizan el gas para el consumo de su empresa como lo son las panaderías, restaurantes, colegios, hospitales, etc.
- **Canal 27 (Industrial):** se refiere a la venta de GLP granel a las grandes industrias o clientes importantes, como los son por ejemplo industrias mineras.
- **Canal 30 (Medidor):** se refiere a la venta de GLP granel que se realiza principalmente a edificios, en estanques relativamente grandes, en donde es de responsabilidad de Lipigas mantener siempre abastecido para el uso de los clientes, para ello la planta programa el abastecimiento por medio de planillas, en donde se registra toda la información del estanque. Se ha asignado un porcentaje de riesgo de un 35% de la capacidad del estanque para iniciar la programación del abastecimiento. Cada domicilio en donde es distribuido el gas posee su propio medidor y es de esta manera como se vende el gas mensualmente.

Los estanques en su mayoría son entregados en comodato y, una vez instalados, cuentan con servicio de mantención. Cada 10 años deben ser re-inspeccionados para garantizar un funcionamiento seguro. La instalación de los estanques es realizada por contratistas autorizados por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC) bajo la estricta supervisión de personal Lipigas, contando con una posterior certificación de la misma Superintendencia. Los estanques cuentan con un medidor de fácil manejo, en donde se puede comprobar la cantidad de gas almacenado y controlar el nivel de relleno.

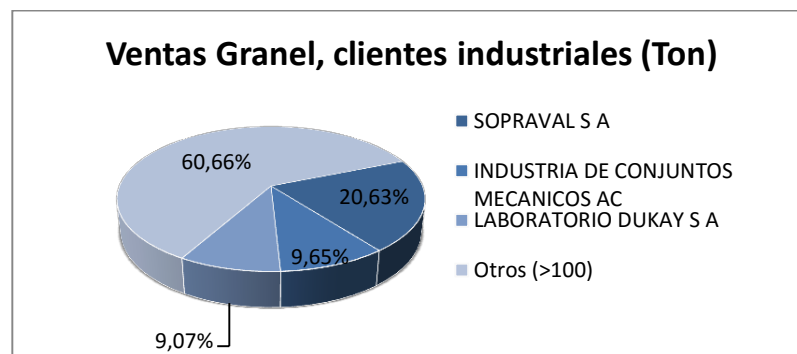
En la planta Lipigas existen 13 camiones graneleros destinados para el despacho de GLP y, en la quinta región, se distribuyen unos 130.000 l, diariamente.

A continuación se describen las etapas del proceso de venta granel de la planta Lipigas Concón.

- a) **Toma de pedido:** el proceso comienza con la toma de pedido, o con la generación de éste por parte de Lipigas.
 - a.1. **Pedidos solicitados por clientes:** los clientes ingresan a la plataforma virtual de Lipigas www.lipigas.cl o por medio del *Call Center* realizan la solicitud de su pedido y el pedido queda ingresado en el sistema.
 - a.2. **Pedidos generados automáticamente:** Lipigas genera el pedido de acuerdo a la demanda y las necesidades de abastecimiento.
- b) **Planificación de pedido:** la planificación de pedidos se realiza con el sistema de ruteo *Roadnet*, utilizado por UPS a nivel mundial. Con este sistema la empresa se asegura que la distribución sea óptima, al menos en cuanto a la planificación.

- c) **Carga de camión con GLP:** se asigna el módulo del camión que realizará la distribución del pedido, dependiendo de su capacidad y disponibilidad. El camión se dirige a la zona de transferencia (isla) que cuenta con 6 estaciones de recepción y despacho de GLP. Una vez cargado el GLP en el camión se registra la carga y el código para ser ingresado al sistema de información y autorizar el despacho.
- d) **Monitoreo:** la planta Lipigas de Concón cuenta con 4 sistemas para asegurar que se cumplan los compromisos con los clientes.
- **Sistemas de llamados:** sistema para monitorear los pedidos, conectado en tiempo real con el dispositivo móvil del camión (POS).
 - **POS:** llamado así por sus siglas en inglés, Point of Sale (punto de venta). Es un dispositivo que sirve para apoyar la gestión de venta, posee un software que permite procesar la información para darle curso a las transacciones.
 - **GPS:** cada camión está dotado de un GPS, el cual reporta en tiempo real lo que está haciendo el camión, por ejemplo, reportes de ruta, pedidos sin autorización, detenciones excesivas, alarmas al llegar o inyectar en geo-cercas determinadas, etc.
 - **SAP:** estrategias de transporte que compete a la frecuencia, las rutas y la contratación que el chofer debe seguir para que se cumpla lo planificado.
- e) **Termino de la ruta asignada:** el término del proceso consiste en la llegada del camión a su destino, ubicarse en el lugar designado, cumplir paso a paso con todas las medidas de seguridad para la descarga, atender al cliente y llenar el estanque. Finalmente retornar a la planta de distribución.

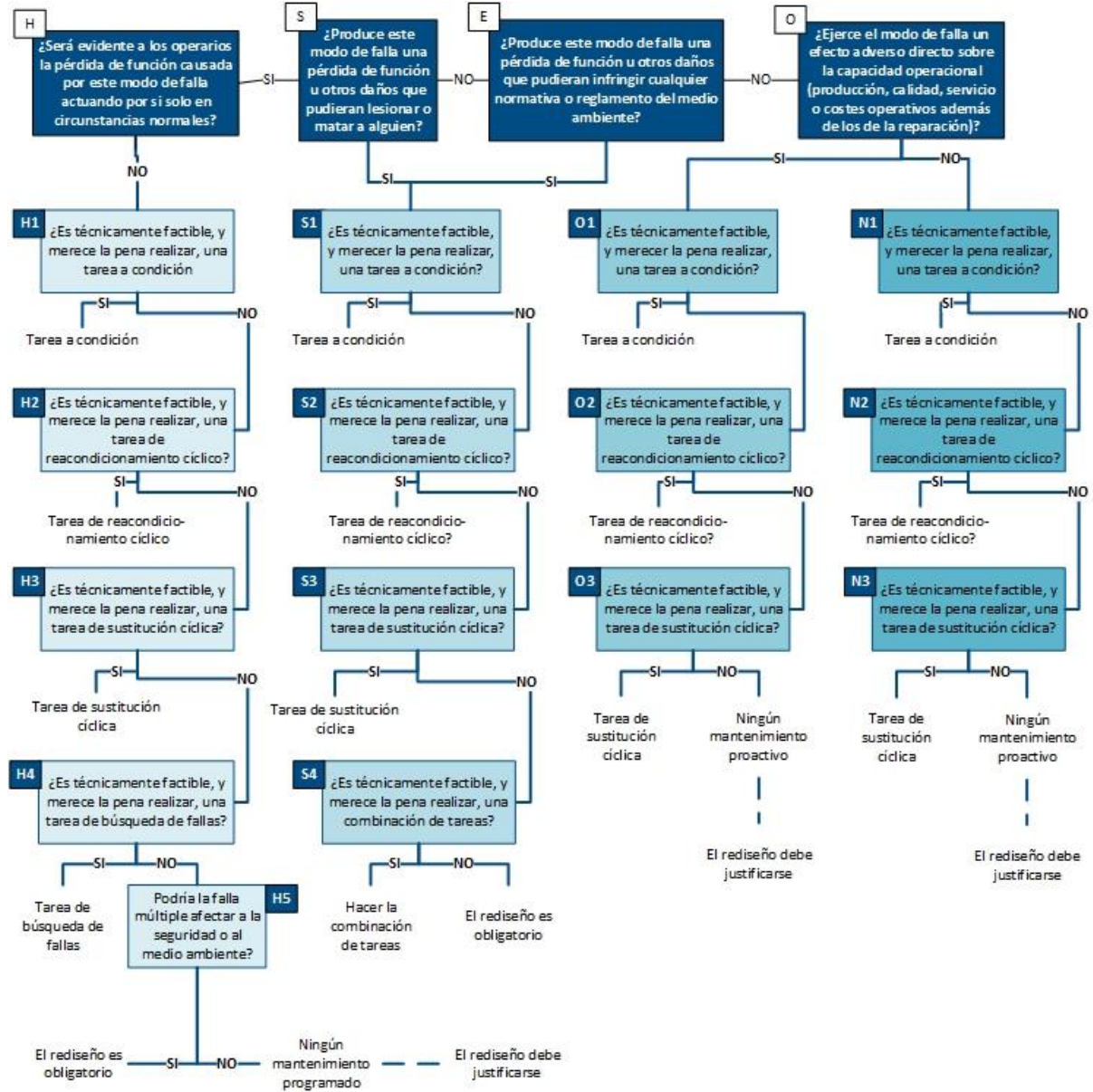
En la siguiente figura se presenta la distribución, en toneladas, de ventas de los principales clientes industriales que posee la empresa Lipigas, planta Concón.



Fuente: Elaboración propia.

Anexos Capítulo 2

Anexo 2.1 – Árbol Lógico de Decisión



Anexos Capitulo 3

Anexo 3.1 – Análisis de criticidad / frecuencia de fallas.

	Frecuencia de falla
Cabina de pre-lavado	4
Control de peso	36
Despaletizadora	50
Detectora Fuga	42
Detectora Ovalidad	34
Introduccion de cilindro	32
Lavadora	18
Línea re inspección	19
Llenadora	66
Paletizadora	37
Peso residual	35
Selladora	17
Sistema motriz transporte envases	20
Total general	409

Anexo 3.2 - Análisis de criticidad / Impacto en la producción y tiempo de detención.

	tiempo de detención (hr)	cilindros perdidos	pérdida de ingreso	Pérdida de ingresos (MM\$)
Cabina de pre-lavado	0,00	0,00	\$ -	\$ -
Control de peso	0,00	0,00	\$ -	\$ -
Despaletizadora	9,86	8874,00	\$ 96.069.924	\$ 96,07
Detectora Fuga	1,47	1321,33	\$ 14.304.755	\$ 14,30
Detectora Ovalidad	0,00	0,00	\$ -	\$ -
Introduccion de cilindro	2,55	2294,00	\$ 24.834.844	\$ 24,83
Lavadora	2,11	1895,00	\$ 20.515.270	\$ 20,52
Línea re inspección	0,00	0,00	\$ -	\$ -
Llenadora	4,33	3894,67	\$ 42.163.661	\$ 42,16
Paletizadora	1,33	1200,33	\$ 12.994.809	\$ 12,99
Peso residual	0,00	0,00	\$ -	\$ -
Selladora	0,38	345,00	\$ 3.734.970	\$ 3,73
Sistema motriz transporte envases	3,23	2903,67	\$ 31.435.095	\$ 31,44

Precio de venta promedio por cilindro	\$ 10.826
Producción de cilindros por hora	900
Recopilación de datos <i>MTSolutions</i>	desde 1/11/14
	hasta 1/07/15

Anexo 3.3 – Análisis de criticidad / Impacto en la seguridad y medio ambiente.

Encuesta realizada a Prevencionista de Riesgos Luis Plaza

Impacto en la Seguridad	Valor
Muerte del Personal o incapacidad total permanente	5
Lesiones o Heridas con incapacidad parcial permanente	4
Lesiones o Heridas con incapacidad temporal	3
Lesiones o Heridas Leves No incapacitantes (primeros auxilios)	2
No origina lesiones al Personal	1

Impacto en el Ambiente	Valor
Daño Ambiental o Contaminación Irreversible, fuera de las instalaciones.	5
Daño Ambiental o Contaminación Reversible, fuera de las instalaciones.	4
Daño Ambiental o Contaminación Reversible, dentro de las instalaciones.	3
Daño Ambiental o Contaminación en el Área de Equipo	2
No se Detecta Daño Ambiental	1

Equipos de la Línea de envasado 15K	Impacto en la seguridad	Impacto ambiental
Motriz	4	1
Peso residual	1	1
Paletizadora	5	1
Detectora de fuga	2	1
Introduccion de cilindros	2	1
Llenadora	3	1
Línea de re inspección	4	1
Selladora	2	1
Control de peso	1	1
Detectora de ovalidad	1	1
Cabina de prelavado	2	2
Lavadora	1	3
Despaletizadora	5	1

Anexo 3.4 – Análisis de criticidad / Costo de reparación.

Costo de reparación	
Repuesto	
Insumos	\$ 8.924.424
Personal externo	\$ 4.547.246

Equipos de la Línea de envasado 15 K	Costos de repuestos
Cabina de pre-lavado	\$ 643.101,72
Control de peso	\$ 6.431.017,24
Despaletizadora	\$ 10.117.840,21
Detectora Fuga	\$ 6.645.384,48
Detectora Ovalidad	\$ 5.787.915,52
Introduccion de cilindro	\$ 4.716.079,31
Lavadora	\$ 2.572.406,90
Línea reinspección	\$ 3.001.141,38
Llenadora	\$ 10.075.260,34
Paletizadora	\$ 5.359.181,03
Peso residual	\$ 5.787.915,52
Selladora	\$ 3.001.141,38
Sistema motriz transporte envases	\$ 3.429.875,86
promedio sobre los \$500.000	943118
Promedio bajo \$500.000	214367,2414

Equipos de la Línea de envasado 15 K	Cantidad de repuestos electricos por maquina	Costo Mant. Externo
Motriz	2	\$ 86.614
Peso residual	9	\$ 389.764
Paletizadora	6	\$ 259.843
Detectora de fuga	11	\$ 476.378
Introduccion de cilindros	12	\$ 519.685
Llenadora	16	\$ 692.914
Línea de re inspección	3	\$ 129.921
Selladora	8	\$ 346.457
Control de peso	13	\$ 562.992
Detectora de ovalidad	10	\$ 433.071
Cabina de prelavado	1	\$ 43.307
Lavadora	3	\$ 129.921
Despaletizadora	11	\$ 476.378
total	105	\$ 4.547.246

Equipos de la Línea de envasado 15K	total de veces de Mant. Restaurativo anual	Costo de insumos por maquina
Motriz	24	\$ 95.279
Peso residual	228	\$ 905.146
Paletizadora	246	\$ 976.605
Detectora de fuga	156	\$ 619.311
Introduccion de cilindros	114	\$ 452.573
Llenadora	225	\$ 893.236
Línea de re inspección	228	\$ 905.146
Selladora	154	\$ 611.371
Control de peso	114	\$ 452.573
Detectora de ovalidad	300	\$ 1.190.982
Cabina de prelavado	84	\$ 333.475
Lavadora	243	\$ 964.695
Despaletizadora	132	\$ 524.032
Total	2248	\$ 8.924.424

costos de Insumos anuales	\$ 8.924.424
costo unitario	\$ 3.970

Equipos de la Linea de envasado 15 K	Cantidad de repuestos electricos por maquina	Costo Mant. Externo
Motriz	2	\$ 86.614
Peso residual	9	\$ 389.764
Paletizadora	6	\$ 259.843
Detectora de fuga	11	\$ 476.378
Introduccion de cilindros	12	\$ 519.685
Llenadora	16	\$ 692.914
Línea de re inspección	3	\$ 129.921
Selladora	8	\$ 346.457
Control de peso	13	\$ 562.992
Detectora de ovalidad	10	\$ 433.071
Cabina de prelavado	1	\$ 43.307
Lavadora	3	\$ 129.921
Despaletizadora	11	\$ 476.378
total	105	\$ 4.547.246

Costo mantenimiento personal externo	\$ 4.547.246
Costo unitario mantenimiento externo	\$43.307

	Costo de reparación Anual			Total	MM\$
	Repuestos	Insumos	Personal externo		
Motriz	\$ 3.429.876	\$ 95.279	\$ 86.614	\$ 3.611.769	\$ 3,61
Peso residual	\$ 5.787.916	\$ 905.146	\$ 389.764	\$ 7.082.826	\$ 7,08
Paletizadora	\$ 5.359.181	\$ 976.605	\$ 259.843	\$ 6.595.629	\$ 6,60
Detectora de fuga	\$ 6.645.384	\$ 619.311	\$ 476.378	\$ 7.741.073	\$ 7,74
Introduccion de cilindros	\$ 4.716.079	\$ 452.573	\$ 519.685	\$ 5.688.338	\$ 5,69
Llenadora	\$ 10.075.260	\$ 893.236	\$ 692.914	\$ 11.661.410	\$ 11,66
Línea de re inspección	\$ 3.001.141	\$ 905.146	\$ 129.921	\$ 4.036.209	\$ 4,04
Selladora	\$ 3.001.141	\$ 611.371	\$ 346.457	\$ 3.958.969	\$ 3,96
Control de peso	\$ 6.431.017	\$ 452.573	\$ 562.992	\$ 7.446.583	\$ 7,45
Detectora de ovalidad	\$ 5.787.916	\$ 1.190.982	\$ 433.071	\$ 7.411.968	\$ 7,41
Cabina de prelavado	\$ 643.102	\$ 333.475	\$ 43.307	\$ 1.019.884	\$ 1,02
Lavadora	\$ 2.572.407	\$ 964.695	\$ 129.921	\$ 3.667.024	\$ 3,67
Despaletizadora	\$ 10.117.840	\$ 524.032	\$ 476.378	\$ 11.118.250	\$ 11,12

Anexo 3.5 – AMFE

Sistema de Paletizado

Hoja de Información RCM II Función		Sistema: Paletizado			
Subsistema: Elevador de Barras (levante)		Falla Funcional			
Modo de Falla		Efecto de Falla			
Eleva las barras para permitir la carga de pallets (Presión requerida de 6 a 8 bar)	A	No eleva las barras	1	Falla en componentes neumáticos	No se realiza elevación de barras producto de la falla instantánea del mecanismo neumático <ul style="list-style-type: none"> Sustitución de componentes (manguera, conectores y filtro regulador)
			2	Falla de electroválvulas	Al fallar la electroválvula por motivos eléctricos, impide la transferencia de información y por lo tanto el elevador de barra no responde <ul style="list-style-type: none"> cambiar electroválvula
			3	Falla mecánica por rotura de Brazos	El elevador de barras no puede sujetar la barra del pallet debido a la rotura uno o ambos brazos y en consecuencia no se eleva. <ul style="list-style-type: none"> Reparar (soldar) o cambiar brazos.
		4	Falla en la programación (PLC)	La comunicación con el PLC se ve afectada producto de la pérdida de programación, y por lo tanto no se elevan las barras. <ul style="list-style-type: none"> Reprogramación PLC 	
		1	Falla en los cilindros	La elevación de las barras se realiza de manera irregular producto de la falla de alguno de los 6 cilindros neumáticos, (articulación defectuosa). <ul style="list-style-type: none"> Lubricación periódica Sustitución o Restauración cilindro 	
		2	Falla de válvulas	Al fallar una o varias válvulas neumáticas, el elevador de barras funciona de manera defectuosa debido a la incorrecta transmisión de aire a los cilindros neumáticos. <ul style="list-style-type: none"> Sustitución de válvula 	
	B	Eleva las barras con dificultad.			

				descarga. <ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento de la cadena (cambio de eslabones y seguros segger)
			6 Falla en la programación (PLC)	La comunicación con el PLC se ve afectada producto de la pérdida de programación, y por lo tanto no se acciona el ariete. <ul style="list-style-type: none"> • Reprogramación PLC

Hoja de Información		Sistema: Paletizado		
RCM II		Subsistema: Ariete de Carga		
Función	Falla Funcional	Modo de Falla		
1 Ariete: Cargar los cilindros al pallet (En grupos de 5 envases)	A No carga los cilindros al pallet	1	Falla en el cilindro de Ariete de carga	Problemas en el vástago guía u otros componentes del cilindro, provoca falla en el cilindro, lo que ocasiona que el ariete no se accione y por lo tanto no es posible introducir los cilindros al pallet. Esto ocurre debido a que el pistón ejerce gran fuerza de empuje para introducir los envases llenos al pallet. <ul style="list-style-type: none"> • Reparar o cambiar cilindro
		2	Falla de válvulas neumática	Al fallar la válvula 5/2 PP, no se acciona el cilindro neumático de empuje del ariete y por lo tanto no se introducen los cilindros. <ul style="list-style-type: none"> • Cambio de válvula
		3	Falla de electroválvulas	La electroválvula no entrega la señal a la válvula neumática y por lo tanto no se acciona el cilindro neumático. <ul style="list-style-type: none"> • Cambio o reparación.
		4	Falla en la programación (PLC)	La comunicación con el PLC se ve afectada producto de la pérdida de programación, y por lo tanto no se acciona el ariete. <ul style="list-style-type: none"> • Reprogramación PLC

2	Ajuste Lateral: Ajustar y centrar según formato de cilindro (11 Kg o 15 Kg)	A	No ajusta o centra los envases	1	Falla cilindro neumático lateral ajuste	Una falla en el cilindro neumático provoca un desajuste en el centrado de los envases dificultando el paletizado. <ul style="list-style-type: none"> • Reparar o cambiar cilindro
				2	Falla Válvula direccional cilindro lateral	Una falla en la válvula direccional impide el correcto funcionamiento del cilindro neumático lateral de ajuste, dificultando el paletizado. <ul style="list-style-type: none"> • Cambio de válvula.
3	Paro perpendicular: Detener el tránsito de envases cada vez que pasen 5 por el sensor		No detiene el tránsito de envases	1	Falla cilindro neumático	Falla en el cilindro neumático provoca que el tope no se accione o que no retroceda. <ul style="list-style-type: none"> • Reparar cilindro neumático
				2	Falla Válvula neumática	Al fallar la válvula 5/2 PP, no se acciona el cilindro neumático de empuje del ariete y por lo tanto no se introducen los cilindros. <ul style="list-style-type: none"> • Cambio de válvula
				3	Falla electroválvula	La electroválvula no entrega la señal a la válvula neumática y por lo tanto no se acciona el cilindro neumático. <ul style="list-style-type: none"> • Cambio o reparación.
				4	Falla en el sensor	Una falla en el sensor o rotura de la varilla, genera que no se entregue la información al PLC del tránsito de los envases, y por lo tanto el tope no se acciona cuando corresponde. <ul style="list-style-type: none"> • Cambiar varilla • Cambiar sensor
				5	Falla estructural	Debido al desgaste estructural provocado por el movimiento del paro, el buje de bronce se gasta, ocasionando fallas en el paro. <ul style="list-style-type: none"> • Enviar a tornear (restaurar)

Hoja de Información		Sistema: Paletizado		Efecto de Falla	
RCM II		Subsistema: Motriz		Modo de Falla	
Función		Falla Funcional		Modo de Falla	
1 Movilizar los pallets de un puesto a otro (0,2m/s)	A No hay movimiento de pallets	1	Falla o corte en la cadena del sistema motriz	Debido al desgaste de la cadena por el uso prolongado o poca lubricación, se produce deformación o corte de la misma provocando detención del sistema motriz. <ul style="list-style-type: none"> • Reemplazo de cadena 	
		2	Falla en componentes mecánicos	Debido al desgaste de componentes (cadena de transmisión, piñón (Z-14, motriz y conducido), poleas) <ul style="list-style-type: none"> • Verificar y reemplazar componentes desgastados. • Verificar alineación. 	
		3	Falla en el motor-reductor	Una falla en componentes del motor-reductor produce la detención total del sistema motriz de paletizado. <ul style="list-style-type: none"> • Revisar causa y reparar 	
	B Movimiento de pallets con dificultad	1	Falla en componentes mecánicos	Debido al desgaste de componentes (cadena de transmisión, piñón (Z-14, motriz y conducido), poleas) <ul style="list-style-type: none"> • Verificar y reemplazar componentes desgastados. • Verificar alineación. 	
		2	Acetate contaminado	Debido a la suciedad presente en el aceite se pierde el funcionamiento normal de los componentes internos <ul style="list-style-type: none"> • Cambio de aceite 	

Hoja de Información		Sistema: Paletizado		Subsistema: Manga Levante	
RCM II		Falla Funcional		Modo de Falla	
Función				Efecto de Falla	
1 Levantar los pallets para ser frenados en los puesto de carga y descarga (Presión requerida de 6 a 8 bar)	A No levantan los pallets (no los frena)	B Levantar los pallets con dificultad	1	Falla de válvulas neumáticas.	Colisión de pallets y desorden en el circuito debido a que la válvula no entrega presión de aire a las mangas levante. <ul style="list-style-type: none"> • Cambio o mantención de válvula neumática.
			2	Falla de electroválvulas	Colisión de pallets y desorden en el circuito debido a que la electroválvula no comunica la válvula neumática. <ul style="list-style-type: none"> • Cambio de electroválvula
			3	Límite de carrera en mal estado	El sensor del límite de carrera no entrega la señal para que se eleven las mangas levante y por lo tanto el pallet no se levanta y queda rozando con la cadena. <ul style="list-style-type: none"> • Reemplazo o mantención de límite de carrera
			4	Fuga de aire en las Mangas	Colisión de pallets y desorden en el circuito, debido a que las mangas no pueden levantar el pallet y por lo tanto no se detiene. <ul style="list-style-type: none"> • Cambio de mangas
			5	Falla en la programación (PLC)	La comunicación con el PLC se ve afectada producto de la pérdida de programación, y por lo tanto no se acciona el ariete. <ul style="list-style-type: none"> • Reprogramación PLC
			1	Falla en la válvula neumática	La válvula neumática entrega menos presión de aire que el requerido para levantar totalmente el pallet y por lo tanto el levante se ejecuta con dificultad o a menor elevación de la especificada <ul style="list-style-type: none"> • Cambio o mantención de la válvula
		2	Fuga de aire en alguna de las mangas	La fuga de aire en alguna de las mangas provoca que la manga se infle de manera anormal, disminuyendo su fuerza de elevación de pallets y por lo tanto la elevación se realiza de manera	

				irregular
				<ul style="list-style-type: none"> • Cambiar manga

Hoja de Información RCM II		Sistema: Paletizadora y Despaletizadora		
Función		Subsistema: Freno Pallet	Modo de Falla	Efecto de Falla
1 Frenar los pallets en los puestos de carga y descargar su alineación. (Presión requerida de 6 a 8 bar)	A No frena los pallets		1 Falla de los cilindros neumáticos	El cilindro neumático no acciona los paros para frenar el pallet, debido a que el vástago guía está en malas condiciones o se quebró. <ul style="list-style-type: none"> • Reparar cilindro neumático, limpiar o lubricar vástago
			2 Falla de válvulas neumática	La válvula no permite el paso de aire requerido para accionar los cilindros neumáticos del freno <ul style="list-style-type: none"> • Reemplazar o mantener válvula
			3 Falla en electroválvulas	La electroválvula no entrega la señal a la válvula neumática y por lo tanto no se acciona el freno de pallets. <ul style="list-style-type: none"> • Reparar o reemplazar electroválvula
			4 Falla en el sensor de límite de carrera	Falla del sensor inductivo no comunica la acción de detener el pallet y por lo tanto no hay descarga de envases a la línea. <ul style="list-style-type: none"> • Reemplazo de sensor inductivo
			5 Falla en la programación (PLC)	La comunicación con el PLC se ve afectada producto de la pérdida de programación, y por lo tanto no se acciona el freno de pallets. <ul style="list-style-type: none"> • Reprogramación PLC

Sistema de Llenado

Hoja de información RCM II		Sistema: Llenado	
Función		Subsistema: Carrusel de llenado	
Falla Funcional		Modo de Falla	
		Efecto de Falla	
<p>1</p> <p>Unidad Giratoria: Permitir que la estructura del carrusel gire a la velocidad requerida (1,5 RPM)</p>	<p>A</p> <p>La estructura con dificultad</p>	1	<p>El mal estado de los rodamientos de la columna central produce dificultad para el movimiento de la estructura y disminución de la velocidad de rotación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cambio de rodamiento
		2	<p>La soldadura defectuosa en los anillos inferiores de carrusel.</p> <p>La soldadura defectuosa en los anillos inferiores produce vibraciones e inestabilidad generando que la estructura gire con dificultad.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rectificar soldadura de anillos
		3	<p>Mal estado de las ruedas del carrusel</p> <p>Un desgaste en los rodamientos de las ruedas, aumenta la fricción entre la base y las ruedas dificultando el movimiento.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cambio de rodamiento • Cambio de rueda
		4	<p>Pernos sueltos en las uniones de la estructura</p> <p>Se produce desalineamiento, lo que genera vibraciones desgastando los rodamientos de la estructura.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apretar o reemplazar pernos
	<p>B</p> <p>La estructura se detiene</p>	1	<p>La rotura de un rodamiento de la columna central detiene de inmediato el movimiento rotatorio de la estructura.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reemplazar rodamiento
2	<p>Columna Central: Distribuir de GLP a las coronas de distribución (60 m³/hr)</p>	A	<p>La columna central no alimenta de GLP a las coronas de distribución.</p> <p>Falla en sellos (O'ring) de la estructura central (perdida de hermeticidad)</p> <p>La falla en los sellos (O'ring) produce fuga descontrolada de GLP y pérdida de presión de distribución.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reemplazo de sello

3	Columna Central: Alimentar de aire a las coronas de distribución (6 Bar a 8 Bar)	A	La columna central no alimenta Aire a las coronas de distribución	1	Rotura de sello (cuadrip) columna central.	La rotura de sello produce fuga descontrolada de aire, perdida de presión y por tanto no es posible realizar el llenado <ul style="list-style-type: none"> • Reemplazar sello
				2	Rotura manguera de alimentación de aire	Perdida de aire (fuga) el carrusel no es capaz de llenar debido a la perdida de presión de aire. <ul style="list-style-type: none"> • Reparar o reemplazar manguera
		B	La columna central distribuye menos presión del aire requerido	1	Falla en los sellos de la columna central	Se pierde caudal y presión de aire y por lo tanto no es posible llenar puestos de llenado <ul style="list-style-type: none"> • Reemplazo de sello.
				2	Saturación del filtro de aire	La saturación del filtro de aire provoca perdida de caudal y presión de aire y por lo tanto se distribuye menos aire del requerido. <ul style="list-style-type: none"> • Limpieza o cambio de filtro
4	Caja Presurizada: Comunicación entre las basculas de llenado y el PLC	A	Problema con la comunicación	1	Perdida de hermeticidad (Regulación presurización: 6 mbares)	Los másicos se apagan automáticamente y por lo tanto no se realiza llenado <ul style="list-style-type: none"> • Reparación
				2	Falla de comunicación entre basculas y PLC	No se realiza llenado ya que el PLC no se comunica con las básculas de llenado. <ul style="list-style-type: none"> • Reprogramación PLC
				3	Perdida de comunicación sistema de seguridad hermeticidad. (Arranque de emergencia: 3 mbar)	Al haber una falla en la comunicación del sistema de seguridad de la hermeticidad de la caja presurizada, al existir una perdida en la hermeticidad no se detienen los másicos y por lo tanto se crea una ambiente de riesgo <ul style="list-style-type: none"> • Revisar periódicamente la programación y comunicación del PLC con el sistema de seguridad de la caja presurizada.
5	Caja presurizada: Alimentación de energía eléctrica (220/380 V)	A	Corte eléctrico	1	Alza de voltaje	Los conectores antiguos son más propensos a fallar con un alza de voltaje. <ul style="list-style-type: none"> • El rediseño debe justificarse (depreciación completa/equipo obsoleto)

Hoja de información RCM II		Sistema: Carrusel de llenado		
Función		Subsistema: Báscula de llenado		
Falla Funcional		Modo de Falla		
		Efecto de Falla		
1 Llenar con GLP los cilindros vacíos. (60 m ³ /hr)	A Un puesto de llenado no inyecta GLP al envase	1	Mal estado en el cabezal de llenado	Suciedad y desgaste de componentes del cabezal de llenado produce fricción entre sus componentes internos provocando eventualmente fuga de GLP. <ul style="list-style-type: none"> • Reacondicionamiento de cabezal
		2	Problemas en el cilindro neumático del cabezal de llenado	No acciona el cabezal de llenado y por lo tanto no se ensambla en la válvula del envase. No se produce llenado. <ul style="list-style-type: none"> • Reparar cilindro neumático
		3	Falla en la válvula neumática	Una falla en la válvula neumática que acciona el cilindro del cabezal provoca que el cilindro no se accione y por lo tanto que no se ejecuta el cabezal de llenado. <ul style="list-style-type: none"> • Reparar o cambiar válvula neumática
		4	Falla en electroválvula	Una falla en la electroválvula provoca una des comunicación entre el PLC y la válvula neumática lo que impide el accionamiento del cilindro neumático y por ende el cabezal de llenado <ul style="list-style-type: none"> • Cambiar electroválvula
		5	Falla otros componentes del cuadro de válvula	Falla en componentes del cuadro de válvulas provocan fallas en el accionamiento del puesto de envasado y por lo tanto no se realiza llenado <ul style="list-style-type: none"> • Reparación o remplazo de componentes cuadro de válvulas
		6	Des comunicación con el PLC	Interrupción en la comunicación con el PLC es lo que provoca que no se accione el puesto de llenado <ul style="list-style-type: none"> • Reprogramación PLC.
		7	Falla en la tarjeta electrónica	Una falla en la tarjeta electrónica provoca interrupción en la comunicación con el PLC y con

					todos los diferentes mecanismos del puesto de llenado. <ul style="list-style-type: none"> • Cambio de tarjeta electrónica
			8	Falla en el medidor de caudal másico	Una falla en el medidor de caudal másico provoca una detención automática del llenado. <ul style="list-style-type: none"> • Reparar medidor de caudal másico.
		B	1	Problemas en Válvula paso GLP (paso gas)	Un problema en los sellos y o'ring en la válvula paso gas provoca un fuga de GLP, inyectando menos cantidad al envase <ul style="list-style-type: none"> • Reparar o reemplazar válvula.
		C	1	Problemas en Válvula paso GLP (paso gas)	Un problema en el resorte de la válvula pasa gas neumática P/R, provoca un quede abierta, inyectando más GLP cuando se acciona el cabezal de llenado a los envases. <ul style="list-style-type: none"> • Reparar o reemplazar válvula.
		A	1	Falla en el perno central de tirante	El centrador no centra de manera correcta lo que produce que el encaje entre el cabezal de llenado y la válvula jumbo sea nula o parcial y por lo tanto el cabezal no inyecta GLP no se llena el envase. <ul style="list-style-type: none"> • Ajustar perno
			2	Rotura de brazos mecánicos	La rotura de uno o ambos brazos mecánicos impiden el correcto centrado del envase. <ul style="list-style-type: none"> • Sustituir brazo/s mecánico/s
			1	Falla cilindro neumático	El cilindro neumático no acciona los brazos para centrar el envase. <ul style="list-style-type: none"> • Reacondicionar o sustituir cilindro neumático
		B	2	Falla en válvula neumática	La válvula no permite el paso de aire requerido para accionar los cilindros neumáticos del centrador <ul style="list-style-type: none"> • Reemplazar válvula neumática
			3	Falla electroválvula	Una falla en la electroválvula provoca una des
2	Centrador: Centrar los envases en la báscula de llenado (Presión requerida de 6 a 8 bar)				

Hoja de información RCM II		Sistema: Carrusel de llenado	
Función		Subsistema: Motorización	
		Modo de Falla	
Falla Funcional		Efecto de Falla	
Proporcionar movimiento al carrusel (Carrusel: 1,5 Rpm Motor: 1500 Rpm)	A El motor-reductor se detuvo	1 Falla motor-reductor	Una falla en componentes del motor-reductor produce la detención total del sistema que acciona el movimiento del carrusel. <ul style="list-style-type: none"> • Revisar causa y reparar
		2 Falla en el variador de velocidad	Una falla de gran proporción en el variador de velocidad provoca detención en el sistema motriz lo que imposibilita el movimiento giratorio del carrusel <ul style="list-style-type: none"> • Reparar variador de velocidad
	B El motor-reductor tiene un ruido inusual	1 Falla motor-reductor	Una falla en componentes del motor-reductor produce vibraciones y a largo plazo provoca fallas importantes en el motor. <ul style="list-style-type: none"> • Revisar causa y reparar
		2 Pernos sueltos	Provoca vibraciones y a largo plazo produce fallas importantes en el motor. <ul style="list-style-type: none"> • Apretar o reemplazar pernos
		3 Nivel bajo de aceite	Debido al bajo nivel de aceite se pierde el funcionamiento normal de los componentes internos <ul style="list-style-type: none"> • Cambio de aceite

Anexo 3.6 – Cuadros resúmenes “AMFE” y “Tablas de Decisión”

En los siguientes cuadros se muestran las características de los conceptos y sus categorías vistos en la Tabla 3.10 los cuales se deben tomar en cuenta, al momento de tomar las decisiones, para cada una de los modos de falla.

Consecuencia		Características de la consecuencia
Falla oculta		Algunas fallas ocurren de tal forma que nadie sabe que el elemento se ha averiado a menos que se produzca otra falla. Las fallas ocultas no tienen un impacto directo, pero exponen a la organización a fallas múltiples de consecuencias serias.
Falla evidente	Ambientales y de seguridad	Una falla tiene consecuencia en la seguridad si puede lesionar o matar a alguien. Tiene consecuencias para el medio ambiente si puede infringir alguna normativa relativa al medio ambiente de carácter corporativo, regional o nacional.
	Operacionales	Consecuencias operacionales: Una falla tiene consecuencia operacional si afecta a la producción o a las operaciones (volumen de producción, calidad del producto, servicio al cliente o costo operacional, además del costo directo de la reparación).
	No operacionales	Las fallas evidentes que caen dentro de esta categoría no afectan ni a la seguridad ni a la producción, de modo que solo involucran el costo directo de la reparación.

Características de consecuencias de fallas funcionales

Fuente: Elaboración propia.

Mantenimiento			
Tareas proactivas	Preventivo (fallas a causa de la edad)	Reacondicionamiento cíclico	Consisten en reacondicionar la capacidad de un elemento o componente antes de un límite de edad operacional específico, independiente de su condición en ese momento.
		Sustitución cíclica	Consisten en sustituir un componente antes de un límite de edad definida, más allá de su condición en ese momento.
	Predictivo (fallas no causadas por la edad)	Tarea a condición	Son técnicas para detectar fallas potenciales. Las tareas a condición permiten actuar evitando las posibles consecuencias que surgirían si se desencadena una falla funcional. Se denominan así porque los componentes se dejan en servicio “a condición” de que ocurran alcanzando los parámetros de funcionamiento deseado.

Características de las tareas proactivas

Fuente: Elaboración propia

Acciones a falta de	Características
Búsqueda de falla	Tareas cíclicas (a intervalos regulares) diseñadas para chequear si algo todavía funciona. La búsqueda de fallas se aplica sólo a las fallas ocultas o no reveladas. A su vez, las fallas ocultas sólo afectan a los dispositivos de protección.
Ningún mantenimiento programado	<p>En este caso, los elementos son dejados en servicio hasta que ocurra una falla funcional, momento en el cual son reparados o reemplazados. “Ningún mantenimiento programado” sólo es válido si:</p> <ul style="list-style-type: none"> • No puede encontrarse una tarea cíclica apropiada para una función oculta, y la falla múltiple asociada no tiene consecuencias para la seguridad o el medio ambiente • No puede encontrarse una tarea proactiva que sea costo-eficaz para fallas que tienen consecuencias operacionales o no operacionales.
Rediseño	Rediseño significa cualquier acción que implique un cambio en un plano o en una lista de piezas. Incluye una modificación en la especificación de un componente, el agregado de un elemento nuevo, la sustitución de una maquina entera por una de marca o tipo diferente, o cambiar una máquina de lugar. También significa cualquier otro cambio de una sola vez a un proceso o procedimiento que afecte la operación de la planta. A su vez incluye el entrenamiento como un método para lidiar con un modo de falla específico (que puede ser visto como un “rediseño” de la capacidad de la persona que está siendo entrenada).

Características de las Acciones “a falta de”

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 3.7 – Hoja de decisión RCM II

Hoja de decisión		Sistema: Paletizado										Facilitador: María José Damián, Stefanie Rybertt		Fecha:					
RCM II		Subsistema: Elevador de Barras										Auditor: Marco Nocetti Madarraga		14/08/15					
Referencia de información	F	FF	FM	Evaluación de las consecuencias					Acción a falta de					Tarea Propuesta	Intervalo Inicial	A realizar por			
				H	S	E	O	H1 O1 N1	H2 O2 N2	H3 O3 N3	H4	H5	S4						
A	1	N															Tarea a condición: Revisar componentes neumáticos. Programar cambio de los componentes según estado.	Semanal	Mecánico
	2	N						N	N	N	N	N					Ningún mantenimiento programado: Sustitución en caso de rotura.	--	Mecánico
	3	S	N	N	S	N	N	N	N								Ningún mantenimiento programado: Reprogramación en caso de interrupción en la comunicación.	--	Electrónico Externo
	4	N							N	N	N	N					Tarea a condición: Revisar estado de los cilindros. Programar Reacondicionamiento o sustitución según estado.	Mensual	Mecánico
B	1	N								S							Ningún mantenimiento programado: Sustitución en caso de falla.	--	Mecánico
	2	N								N	N	N	N				Ningún mantenimiento programado: Reacondicionamiento o Sustitución según caso de falla.	--	Mecánico
	3	N								N	N	N	N				Tarea a condición: Revisar componentes mecánicos. Programar sustitución de componentes desgastados.	--	Mecánico
	4	N																Semanal	Mecánico

Hoja de decisión		Sistema: Paletizado										Facilitador: María José Damián, Stefanie Rybertt		Fecha: 14/08/15							
RCM II		Subsistema: Ariete de Carga										Auditor: Marco Nocetti Madariaga									
Referencia de información	FF	FM	Evaluación de las consecuencias			Acción a falta de				Tarea Propuesta	Intervalo inicial	A realizar por									
			H	S	E	O	H1	H2	H3				H4	H5	S4						
F						O1	O2	O3													
1	A	1	N			N	S										Tarea de reacondicionamiento cíclico: Reacondicionar Cilindro Ariete.	Annual	Mecánico		
			N			S												Tarea a condición: Revisar estado del cilindro ariete. Programar Reacondicionamiento o Sustitución según estado.	Mensual	Mecánico	
			N																Ningún mantenimiento programado: Sustitución en caso de falla.	--	Mecánico
			N																Ningún mantenimiento programado: Reprogramación en caso de interrupción en la comunicación.	--	Electrónico Externo
2	A	1	S	N	S	S											Tarea a condición: Revisar estado del cilindro lateral de ajuste. Programar Reacondicionamiento o Sustitución según estado.	Mensual	Mecánico		
			N			N	N											Ningún mantenimiento programado: Sustitución en caso de falla.	--	Mecánico	
			N																Tarea a condición: Revisar estado del cilindro del paro perpendicular. Programar Reacondicionamiento o Sustitución según estado.	Mensual	Mecánico
			N																Ningún mantenimiento programado: Sustitución en caso de falla.	--	Mecánico
3	A	3	N			N	N										Ningún mantenimiento programado: Reacondicionar o Sustituir en caso de falla.	--	Mecánico		
			N															Ningún mantenimiento programado: Sustitución en caso de falla.	--	Mecánico	
			N															Tarea de reacondicionamiento cíclico: Reacondicionar estructura del paro perpendicular	Annual	Especialista externo (Tornero)	
			N																		
			N																		

Hoja de decisión		Sistema: Paletizado										Facilitador: María José Damián, Stefanie Rybertt		Fecha:							
RCM II		Subsistema: Motriz										Auditor: Marco Nocetti Madariaga		14/08/15							
Referencia de información	F	FF	FM	Evaluación de las consecuencias			H1 S1 O1 N1	H2 S2 O2 N2	H3 S3 O3 N3	Acción a falta de			Tarea Propuesta	Intervalo inicial	A realizar por						
				H	S	O				H4	H5	S4									
1	A	3	1	S	N	N	S									Tarea a condición: Revisar estado de cadena. Programar sustitución de cadena motriz si es necesario.	Semanal	Mecánico			
				N			S											Tarea a condición: Revisar estado de componentes. Sustitución de componentes gastados o dañados.	Mensual	Mecánico	
				N			N	S										Tarea de reacondicionamiento cíclico: Restaurar componentes eléctricos y mecánicos del motor.	Bianual	Eléctrico externo	
				N														Tarea a condición: Revisar componentes eléctricos del motor. Programar reacondicionamiento o sustitución según caso de falla.	Semestral	Mecánico	
				N														Tarea a condición: Revisar otros componentes del motor. Programar reacondicionamiento o sustitución según caso de falla.	Trimestral	Mecánico	
				N														Tarea búsqueda de fallas: Chequear Funcionalidad del Sistema Automático Eléctrico.	Bianual	Eléctrico externo	
	B	1	2	N	N			S									Tarea a condición: Revisar estado de componentes. Sustitución de componentes gastados o dañados.	Mensual	Mecánico		
					N														Tarea a condición: Revisar nivel de aceite. Programar cambio de aceite.	Trimestral	Mecánico

Hoja de decisión		Sistema: Paletizado										Facilitador: María José Damián, Stefanie Rybertt		Fecha: 14/08/15				
RCM II		Subsistema: Manga Levante										Auditor: Marco Nocetti Madariaga						
Referencia de información	F	FF	FM	Evaluación de las consecuencias					Acción a falta de					Tarea Propuesta	Intervalo inicial	A realizar por		
				H	S	E	O	H1 S1 O1 N1	H2 S2 O2 N2	H3 S3 O3 N3	H4	H5	S4					
A	1		N					N	N	N	N	N	N	N	N	Ningún mantenimiento programado: Sustitución en caso de falla.	--	Mecánico
	2		N					N	N	N	N	N	N	N	N	Ningún mantenimiento programado: Reacondicionamiento o Sustitución según caso de falla.	--	Mecánico
	3		N					N	N	N	N	N	N	N	N	Ningún mantenimiento programado: Reacondicionamiento o Sustitución según caso de falla.	--	Mecánico
	4		S	N	N	N	N	N	N	N	N					Ningún mantenimiento programado: Reacondicionamiento o Sustitución según caso de falla.	--	Mecánico
	5		N						N	N	N	N	N	N	N	Ningún mantenimiento programado: Reprogramación en caso de interrupción en la comunicación.	--	Electrónico Externo
B	1		N					N	N	N	N	N	N	N	N	Ningún mantenimiento programado: Sustitución en caso de falla.	--	Mecánico
	2		S	N	N	N	N	N	N	N	N					Ningún mantenimiento programado: Reacondicionamiento o Sustitución según caso de falla.	--	Mecánico

Hoja de decisión		Sistema: Paletizado										Facilitador: María José Damián, Stefanie Rybertt		Fecha: 14/08/15					
RCM II		Subsistema: Freno Pallet										Auditor: Marco Nocetti Madariaga							
Referencia de información	F	FF	FM	Evaluación de las consecuencias					Acción a falta de					Tarea Propuesta	Intervalo inicial	A realizar por			
				H	S	E	O	H1 S1 O1 N1	H2 S2 O2 N2	H3 S3 O3 N3	H4	H5	S4						
1 A			1	N					S								Tarea a condición: Revisar estado de los cilindros. Programar Reacondicionamiento o sustitución según estado.	Mensual	Mecánico
			2	N					N	N	N	N					Ningún mantenimiento programado: Sustitución en caso de falla.	--	Mecánico
			3	N					N	N	N	N					Ningún mantenimiento programado: Reacondicionamiento o Sustitución según caso de falla.	--	Mecánico
			4	S	N	N	S		N	N	N						Ningún mantenimiento programado: Reacondicionamiento o Sustitución según caso de falla.	--	Mecánico
			5	N					N	N	N	N					Ningún mantenimiento programado: Reprogramación en caso de interrupción en la comunicación.	--	Electrónico externo

Hoja de decisión		Sistema: Lenado			Facilitador: María José Damián, Stefanie Rybertt			Fecha:										
RCM II		Subsistema: Carrusel			Auditor: Marco Nocetti Madariaga			14/08/15										
Referencia de información	F	FF	FM	Evaluación de las consecuencias			Acción a falta de			Tarea Propuesta	Intervalo inicial	A realizar por						
				H	S	E	O	H4	H5				S4					
				H1	H2	H3												
				O1	O2	O3												
				N1	N2	N3												
1	A		1	N			N	N	S				Tarea de sustitución cíclica: Sustitución de los rodamientos de la columna central	Trianual	Mecánico			
			2	N			N	S						Tarea de reacondicionamiento cíclico: Reacondicionamiento de anillos.	Annual	Mecánico		
			3	N			N	S							Tarea de reacondicionamiento cíclico: Sustitución de los rodamientos de las ruedas del carrusel.	Annual	Mecánico y especialista externo	
			4	N			N	S							Tarea a condición: Revisar pernos de la columna central. Apreté o reemplazo de pernos si es necesario.	Mensual	Mecánico	
2	A		1	N			N	N	S					Tarea de sustitución cíclica: Sustitución de los rodamientos de la columna central.	Trianual	Mecánico		
			1	S	S		N	N	S						Tarea de sustitución cíclica: Sustitución de sellos O'ring en estructura central.	Annual	Mecánico	
			1	S	N	N	S								Tarea de sustitución cíclica: Sustitución de sellos Quadrip en estructura central.	Annual	Mecánico	
			2	S	N	N	S	N	N						Ningún mantenimiento proactivo: Reacondicionamiento o Sustitución en caso de falla.	--	Mecánico	
3	A		1	S	N	N	S	N	N	S				Tarea de sustitución cíclica: Sustitución de sellos en estructura central.	Annual	Mecánico		
			2	S	N	N	S	N	N						Tarea a condición: Revisar estado de filtro de Aire. Programar reacondicionamiento o sustitución según estado.	Mensual	Mecánico	
			1	S	N	N	S	N	N						Tarea de reacondicionamiento cíclico: Reacondicionar caja Presurizada.	Trianual	Eléctrico externo	
			2	N			S								Ningún mantenimiento programado: Reprogramación en caso de interrupción en la comunicación.	--	Electrónico externo	
4	A		1	S	N	N	S	N	N					Tarea búsqueda de fallas: Chequear Funcionalidad del Sistema seguridad de Hermeticidad.	Trianual	Especialista externo		
			2	N			N	N	N									
			3	N			N	N	N	S								
5	A		1	N			N	N	N							Rediseño		Especialista

Hoja de decisión		Sistema: Lenado										Facilitador: María José Damián, Stefanie Rybertt		Fecha: 14/08/15					
RCM II		Subsistema: Motorización										Auditor: Marco Nocetti Madariaga							
Referencia de información	F	FF	FM	Evaluación de las consecuencias			Acción a falta de				Tarea Propuesta	Intervalo inicial	A realizar por						
				H	S	O	H1	H2	H3	H4				H5	S4				
				S1	S2	S3	O1	O2	O3	O4	O5								
A	N	N	N	N	S										Tarea de reacondicionamiento cíclico: Restaurar componentes eléctricos y mecánicos del motor.	Bianual	Eléctrico externo		
				N	S												Tarea a condición: Revisar componentes eléctricos del motor. Programar reacondicionamiento o sustitución según caso de falla.	Semestral	Mecánico
				N	S												Tarea a condición: Revisar otros componentes del motor. Programar reacondicionamiento o sustitución según caso de falla.	Trimestral	Mecánico
				N	N												Tarea a condición: Revisar otros componentes del motor. Programar reacondicionamiento o sustitución según caso de falla.	Trimestral	Mecánico
				N	N												Tarea a condición: Revisar otros componentes del motor. Programar reacondicionamiento o sustitución según caso de falla.	Trimestral	Mecánico
				N	N												Tarea a condición: Revisar otros componentes del motor. Programar reacondicionamiento o sustitución según caso de falla.	Trimestral	Mecánico
				N	N												Tarea a condición: Revisar otros componentes del motor. Programar reacondicionamiento o sustitución según caso de falla.	Trimestral	Mecánico
				N	N												Tarea a condición: Revisar otros componentes del motor. Programar reacondicionamiento o sustitución según caso de falla.	Trimestral	Mecánico
				N	N												Tarea a condición: Revisar otros componentes del motor. Programar reacondicionamiento o sustitución según caso de falla.	Trimestral	Mecánico
				N	N												Tarea a condición: Revisar otros componentes del motor. Programar reacondicionamiento o sustitución según caso de falla.	Trimestral	Mecánico
				N	N												Tarea a condición: Revisar otros componentes del motor. Programar reacondicionamiento o sustitución según caso de falla.	Trimestral	Mecánico
				N	N												Tarea a condición: Revisar otros componentes del motor. Programar reacondicionamiento o sustitución según caso de falla.	Trimestral	Mecánico
B	N	N	N	N	S									Tarea a condición: Revisar otros componentes del motor. Programar reacondicionamiento o sustitución según caso de falla.	Trimestral	Mecánico			
				N	S											Tarea a condición: Revisar otros componentes del motor. Programar reacondicionamiento o sustitución según caso de falla.	Trimestral	Mecánico	
				N	S											Tarea a condición: Revisar otros componentes del motor. Programar reacondicionamiento o sustitución según caso de falla.	Trimestral	Mecánico	
1	N	N	N	N	N									Tarea a condición: Revisar otros componentes del motor. Programar reacondicionamiento o sustitución según caso de falla.	Trimestral	Mecánico			
				N	N											Tarea a condición: Revisar otros componentes del motor. Programar reacondicionamiento o sustitución según caso de falla.	Trimestral	Mecánico	
				N	N											Tarea a condición: Revisar otros componentes del motor. Programar reacondicionamiento o sustitución según caso de falla.	Trimestral	Mecánico	
1	N	N	N	N	N									Tarea a condición: Revisar otros componentes del motor. Programar reacondicionamiento o sustitución según caso de falla.	Trimestral	Mecánico			
				N	N											Tarea a condición: Revisar otros componentes del motor. Programar reacondicionamiento o sustitución según caso de falla.	Trimestral	Mecánico	
				N	N											Tarea a condición: Revisar otros componentes del motor. Programar reacondicionamiento o sustitución según caso de falla.	Trimestral	Mecánico	

Anexo 3.8 – POE

POE – Detención de línea

A continuación se muestra el procedimiento obligatorio de seguridad para realizar la detención de la energía eléctrica de la zona a intervenir.

Procedimiento Operativo Estándar	
Detención de área a intervenir	
Intervalo	Realizado por
-	-
1. Revisar que el equipo a intervenir esté preparado para recibir bloqueo	
2. Obtener los dispositivos de bloqueo que se ajusten al equipo y al trabajo a realizar (candado u otro dispositivo especial).	
3. Notificar a todos los trabajadores afectados que se utilizará un sistema de bloqueo y el objetivo de trabajo.	
4. Dirigirse a la zona a intervenir y presione el interruptor de detención local / parada de emergencia.	
5. Bloquear el equipo.	
6. Dirigirse a la sala de control y detenga el paso de corriente “des-energizar la línea” para el equipo a intervenir.	
7. Instalar el dispositivo de bloqueo para la sala de control.	
8. Comenzar trabajo de mantenimiento	

POE – Sistema Paletizado

Procedimiento Operativo Estándar	
Elevador de Barras	
Intervalo	Realizado por
Semanal	Mecánico
Revisión de componentes neumáticos (Mangueras, conectores)	
1. Delimitar la zona a intervenir	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre en funcionamiento.	
3. Realizar una inspección visual de los componentes neumáticos	
4. Si se observa algún componente dañado o desgastado, realizar sustitución o reacondicionamiento según naturaleza del componente. <ul style="list-style-type: none"> • Rotura, filtración o desgaste en mangueras: para realizar sustitución, diríjase a POE “Sustitución componentes neumáticos - mangueras”. • Conectores en mal estado: para realizar sustitución, diríjase a POE “Sustitución componentes neumáticos- Conectores” 	
Revisión de componentes neumáticos (FRL)	
5. Delimitar la zona a intervenir	
6. Realizar Procedimiento de detención de línea	
7. Cortar y bloquear válvulas de aire sistema neumático	
8. Liberar la presión residual	
9. Realizar una inspección visual de los componentes neumáticos	
10. Si se observa algún componente dañado o desgastado, realizar sustitución o reacondicionamiento según naturaleza del componente. <ul style="list-style-type: none"> • Componentes de Unidad FRL en mal estado: para realizar reacondicionamiento, diríjase a POE “Reacondicionamiento de FRL”. • Rotura de vaso o regulador de FRL diríjase a POE “Sustitución de FRL”. 	
11. En caso de no encontrar componentes dañados o desgastados, proceda con la siguiente revisión.	
Revisión de componentes Mecánicos	
12. Realizar una inspección visual de los componentes mecánicos	
13. Si se observa algún componente dañado o desgastado, realizar sustitución o reacondicionamiento según naturaleza del componente. <ul style="list-style-type: none"> • Desgaste o Rotura Cadena guía: para realizar Sustitución, diríjase a POE “Sustitución de componentes Mecánicos – Cadena guía”. • Desgaste de Cojinete de cadena: para realizar sustitución, diríjase a POE “Sustitución de componentes Mecánicos –Cojinete de cadena”. • Desgaste o Rotura de Rodamiento lineal: para realizar Sustitución, diríjase a POE “Sustitución de componentes Mecánicos – Rodamiento lineal”. • Desgaste de Cojinete lineal: para realizar Sustitución, diríjase a POE “Sustitución de componentes Mecánicos – Cojinete lineal”. 	
14. En caso de finalizar la actividad de mantenimiento, o de no encontrar componentes desgastados o dañados, finalizar inspección visual.	
15. Restablecer circuito	
16. Verificar correcto funcionamiento, realizando pruebas	
17. Despejar zona de trabajo	

Procedimiento Operativo Estándar	
Elevador de Barras	
Intervalo	Realizado por
Correctivo	Mecánico
Reacondicionamiento de unidad FRL	
1. Delimitar zona a intervenir	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre detenida	
3. Cortar el paso de aire accionando las válvulas de corte en ambos extremos.	
4. Liberar presión residual por medio de un conector cercano o utilizando un actuador.	
5. Retire el vaso protector haciéndolo girar en la rosca	
6. Revise el estado del vaso protector, unidad filtrante y goma o membrana. Realice los cambios correspondientes	
7. Cambio o limpieza de unidad filtrante: En caso que la unidad filtrante esté sucia, saturada o dañada, siga los siguientes pasos: <ul style="list-style-type: none"> • Retire la unidad filtradora • Realice limpieza del filtro si está sucia o saturada, e inserte el filtro nuevamente • Cambie la unidad filtradora si está dañada, insertando el nuevo repuesto. • Conecte el vaso protector girándolo en la rosca 	
8. Cambio de goma o membrana del regulador: Encaso que la goma se encuentre desgastada o rota siga los siguientes pasos: <ul style="list-style-type: none"> • Retirar tapa del regulador destornillando los pernos cruz • Retire la goma utilizando • Inserte la nueva goma • Ubique la tapa del regulador y sujétela con los pernos cruz 	
9. Verificar correcto funcionamiento realizando pruebas de presión, utilizando la válvula de corte. Observe que la presión, luego que pasa por la unidad FLR, corresponde a la indicada para el trabajo (6 a 8 Bar). Haga una prueba auditiva para verificar que no exista fuga.	
10. Energizar la línea y desbloquear la zona de trabajo	
11. Despejar área de trabajo.	

Procedimiento Operativo Estándar	
Elevador de Barras	
Intervalo	Realizado por
Correctivo	Mecánico
Sustitución componentes neumáticos	
Mangueras	
1. Delimitar zona a intervenir	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre detenida	
3. Realizar procedimiento de detención de línea.	
4. Liberar presión residual	
5. Retirar manguera del conector y del actuador según corresponda.	
6. Incorporar manguera nueva, de las mismas características de la dañada, al circuito. Al conectarla al actuador y al conector verifique que en cada caso se sienta un "click".	
7. Energizar la línea y desbloquear el área de trabajo	
8. Verificar correcto funcionamiento realizando pruebas de presión.	
9. Despejar área de trabajo.	
Conectores	
1. Delimitar zona a intervenir	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre detenida	
3. Realizar procedimiento de detención de línea.	
4. Liberar presión residual	
5. Retirar mangueras unidas a los conectores dañados	
6. Retirar conector defectuoso del circuito, utilizando una llave punta corona.	
7. Incorporar conector nuevo al circuito, de las mismas características de los conectores dañados (mismas medidas).	
8. Insertar mangueras	
9. Energizar la línea y desbloquear el área de trabajo	
10. Verificar correcto funcionamiento realizando pruebas de presión. Realice inspección auditiva para verificar que no existe fuga.	
11. Despejar área de trabajo.	
Filtro Regulador Lubricador (FRL)	
1. Delimitar zona a intervenir	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre detenida	
3. Realizar procedimiento de detención de línea.	
4. Cortar el paso de aire accionando las válvulas de corte en ambos extremos.	
5. Liberar presión residual por medio de un conector cercano o utilizando un actuador	
6. Retirar la unidad FRL completa de la siguiente manera: <ul style="list-style-type: none"> • Desconecte los conectores de media que se encuentran a ambos lados de la unidad FRL • Retire la sujeción de la unidad FRL con el resto del sistema, extrayendo los pernos pasados de la placa adaptadora. 	
7. Realizar barrido de la línea	
8. Conectar el nuevo FRL al circuito <ul style="list-style-type: none"> • Apear la FRL a la placa adaptadora 	

<ul style="list-style-type: none"> • Reconectar los conectores de media
9. Energizar la línea y desbloquear el área de trabajo
10. Verificar correcto funcionamiento realizando pruebas de presión, utilizando las válvulas de corte. Observe que la unidad reguladora indica la presión correspondiente. Realice pruebas auditivas para verificar que no existe fuga.
11. Si las pruebas son exitosas, despejar área de trabajo.

Procedimiento Operativo Estándar	
Elevador de Barras	
Intervalo	Realizado por
Correctivo	Mecánico
Sustitución componentes mecánicos	
Cojinete de cadena	
1. Delimitar zona a intervenir	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre detenida	
3. Realizar procedimiento de detención de línea.	
4. Retirar Cojinete, sacando pernos que están acoplados a la estructura	
5. Incorporar nuevo cojinete, con las mismas características que el dañado.	
6. Conectar circuito	
7. Activar presión del circuito	
8. Verificar correcto funcionamiento realizando pruebas levantes	
9. Energizar la línea y desbloquear el área de trabajo	
10. Despejar área de trabajo.	
Cadena guía	
1. Delimitar zona a intervenir	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre detenida	
3. Realizar procedimiento de detención de línea.	
4. Retirar cadena guía, sacando pernos conectores que están acoplados a la estructura, la cadena sale completa.	
5. Incorporar nueva Cadena guía al equipo	
6. Conectar circuito	
7. Activar presión del circuito	
8. Verificar correcto funcionamiento realizando pruebas levantes	
9. Energizar la línea y desbloquear el área de trabajo	
10. Despejar área de trabajo.	
Rodamiento Lineal	
1. Delimitar zona a intervenir	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre detenida	
3. Realizar procedimiento de detención de línea.	
4. Retirar la estructura de la guía que posee el rodamiento lineal.	
5. Retirar Rodamiento lineal completo de la estructura desconectando seguro seeger.	
6. Incorporar nuevo Rodamiento lineal a la estructura, lubrique y accione seguro seeger.	
7. Incorpore la estructura a la guía.	

8. Restablecer presión de Aire
9. Verificar correcto funcionamiento realizando pruebas levantes.
10. Energizar la línea y desbloquear el área de trabajo
11. Despejar área de trabajo.

Procedimiento Operativo Estándar	
Elevador de Barras	
Intervalo	Realizado por
Mensual	Mecánico
Revisión estado de Cilindros	
1. Delimitar zona a intervenir	
2. Realice esta revisión mientras la zona de trabajo se encuentra en funcionamiento.	
3. Realizar inspección visual del estado de Cilindro <ul style="list-style-type: none"> • Desgaste o rotura de Vástago: Verifique que la unión entre el vástago y la estructura es firme (control de desgaste de hilos del perno de agarre). Verifique que el vástago no se encuentra dañado o desgastado en alguna otra sección • Alineación: verificar que el vástago realice su recorrido por completo. • Limpieza: verificar que el vástago realiza el recorrido a velocidad normal y sin dificultad • Fuga de Aire: realice una prueba auditiva, de no ser posible, realice prueba de tacto para verificar fuga. 	
4. En caso de ser necesario programar reacondicionamiento o sustitución de cilindros según corresponda. Remítase a "POE Reacondicionamiento de Cilindros".	
5. En los casos en que el vástago no funciona o lo hace con dificultad, realice de inmediato el reacondicionamiento o sustitución según corresponda. Remítase a "POE Reacondicionamiento de Cilindros"	
6. Finalice la revisión del estado del cilindro.	
7. Despejar zona de trabajo	

Procedimiento Operativo Estándar	
Ariete de Descarga	
Intervalo	Realizado por
Semestral	Mecánico
Revisión Componentes Eléctricos (Motor)	
1. Identifique el motor a intervenir en la sala de control.	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre en funcionamiento y sin carga	
3. Revise el amperímetro correspondiente al motor en cuestión en la sala de control, no debe ser menor a 2,85 Amperes, sin carga	
4. Verificar que la zona de trabajo se encuentre en funcionamiento y con carga	
5. Revise el amperímetro correspondiente al motor en cuestión en la sala de control, no debe ser mayor a 3,45 Amperes, con carga	
6. En caso de encontrar fuera de los límites el amperaje del motor o una falla mayor,	

comunicar al supervisor para programar un mantenimiento con especialista externo.
7. Prosiga con la revisión del cable a tierra del motor en su zona física. En caso de encontrar el cable a tierra desconectado, proceder a su conexión.
8. En caso de no encontrar fallas, finalizar inspección.

Procedimiento Operativo Estándar	
Ariete de Descarga	
Intervalo	Realizado por
Trimestral	Mecánico
Revisión Componentes Mecánicos (Motor)	
1. Identifique el motor a intervenir	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre en funcionamiento y sin carga	
3. Realizar inspección: <ul style="list-style-type: none"> • Auditiva para rodamientos • Visual para piñón, eje y chaveta. Que se encuentren en buen estado. • Reapreté de pernos de sujeción del motor 	
4. En caso de encontrar un desgaste o ruido anormal, comunicar al supervisor el grado de criticidad del hallazgo para programar un mantenimiento con el especialista externo de manera oportuna.	
Revisión Ventilación (Motor)	
5. Verificar que la zona de trabajo se encuentre en funcionamiento	
6. Realizar inspección visual del movimiento de la aspa de ventilación del motor	
7. En caso de ver que es aspa se mueve con dificultad o se encuentra detenida, comunicar al supervisor para programar un mantenimiento con el especialista externo.	
Revisión de Temperatura (Motor)	
8. Verificar que la zona de trabajo se encuentre en funcionamiento	
9. Realizar inspección de tacto de la temperatura del motor ¹	
10. En caso de encontrar muy alta la temperatura, comunicar al supervisor para programar un mantenimiento con el especialista externo.	
11. En caso de no encontrar anomalías en los componentes finalice la inspección visual.	

¹Recomendación: Utilizar herramienta para medir temperatura

Procedimiento Operativo Estándar	
Ariete de Descarga	
Intervalo	Realizado por
Anual	Mecánico
Sustitución de cadena de Empuje	
1. Delimitar zona a intervenir	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre detenida	
3. Realizar procedimiento de detención de línea.	
4. Retirar cadena: <ul style="list-style-type: none"> • Situar prensa • Retirar tapa lateral • Retirar seguros seeger laterales de eslabones con el saca seguros • Retirar eslabones laterales • Desmontar Cadena 	
5. Incorporar nueva cadena de empuje al circuito, <ul style="list-style-type: none"> • Montar cadena • Poner tapa lateral • Colocar seguros seeger • Retirar prensa 	
6. Sacar seguridad y restablecer electricidad en el circuito	
7. Verificar correcto funcionamiento realizando pruebas de empuje con carga	
8. Despejar área de trabajo.	

Procedimiento Operativo Estándar	
Ariete de Descarga	
Intervalo	Realizado por
Semanal	Mecánico
Revisión Cadena de Empuje	
1. Delimitar la zona a intervenir	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre en funcionamiento	
3. Realizar una inspección visual de los componentes de la cadena de empuje	
4. Si se observa una deformación en la cadena, o alguna anomalía en su funcionamiento, ya sea por algún componente dañado o desgastado, realizar sustitución o reacondicionamiento según naturaleza del componente. <ul style="list-style-type: none"> • Rotura o desgaste de eslabón: para realizar sustitución de eslabón, diríjase a POE “Reacondicionamiento de cadena de empuje - eslabón”. • Rotura o falta de seguros seeger: para realizar sustitución de seguros seeger, diríjase a POE “Reacondicionamiento de cadena de empuje – seguros seeger”. 	
Revisión componentes Mecánicos Ariete	
5. Realizar una inspección visual de los componentes mecánicos del ariete	
6. Si se observa algún componente mecánico dañado o desgastado, realizar sustitución o reacondicionamiento según naturaleza del componente. <ul style="list-style-type: none"> • Rotura, desgaste o desalineación de estrella: para realizar sustitución estrella, diríjase a POE “Sustitución de componentes Mecánico Ariete - Estrella”. 	

<ul style="list-style-type: none"> • Rotura, desgaste de Machón de acoplamiento: para realizar sustitución de machón, diríjase a POE “Sustitución de componentes Mecánico Ariete – Machón”. • Desgaste de Ejes: para realizar sustitución Eje, diríjase a POE “Sustitución de componentes Mecánico Ariete - Eje”. • Rotura Pernos: para realizar sustitución de pernos, diríjase a POE “Sustitución de componentes Mecánico Ariete - Pernos”.
7. Revisar los niveles de aceite, en caso de identificar un nivel bajo de aceite el reductor, programar lubricación. Diríjase al POE “Lubricación Piñones helicoidales”.
8. En caso de observar pernos de sujeción sueltos, apretar de inmediato.
9. En caso de no encontrar anomalías en el sistema finalice la inspección visual.

Procedimiento Operativo Estándar	
Ariete de Descarga	
Intervalo	Realizado por
Correctivo	Mecánico
Reacondicionamiento de Cadena de Empuje	
Eslabón	
1. Delimitar zona a intervenir	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre detenida	
3. Realizar procedimiento de detención de línea.	
4. Retirar parte de la cadena: <ul style="list-style-type: none"> • Situar prensa • Retirar tapa lateral defectuosa • Retirar seguros seeger laterales de eslabones con el saca seguros • Retirar eslabones en mal estado 	
5. Incorporar nuevo eslabón lateral: <ul style="list-style-type: none"> • Incorporar eslabones nuevos • Colocar tapa lateral nueva • Colocar seguros seeger • Retirar prensa 	
6. Restablecer energía en la línea y en la zona del equipo.	
7. Verificar correcto funcionamiento realizando pruebas de empuje con carga	
8. Despejar área de trabajo.	
Seguros Seeger	
1. Delimitar zona a intervenir	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre detenida	
3. Realizar procedimiento de detención de línea.	
4. Retirar seguros: <ul style="list-style-type: none"> • Situar prensa • Retirar Tapa lateral defectuosa • Retirar seguros seeger laterales de eslabones con el saca seguros 	
5. Incorporar nuevos seguros: <ul style="list-style-type: none"> • Incorporar seguros seeger • Instalar tapa lateral nueva 	

<ul style="list-style-type: none"> • Retirar prensa
6. Restablecer energía en la línea y en la zona del equipo.
7. Verificar correcto funcionamiento realizando pruebas de empuje con carga
8. Despejar área de trabajo.

Procedimiento Operativo Estándar	
Ariete de Descarga	
Intervalo	Realizado por
Correctivo	Mecánico
Lubricación piñones helicoidales	
1. Delimitar zona a intervenir	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre detenida	
3. Realizar procedimiento de detención de línea.	
4. Retirar los tres tapones del compartimento de aceite.	
5. Verificar que el aceite usado sea extraído por completo	
6. Insertar el tapón inferior	
7. Introducir aceite desde el orificio superior hasta llegar al nivel del orificio lateral	
8. Incorporar tapones lateral y superior respectivamente	
9. Restablecer energía en la línea y en la zona del equipo.	
9. Despejar área de trabajo.	

Procedimiento Operativo Estándar	
Ariete de Descarga	
Intervalo	Realizado por
Correctivo	Mecánico
Sustitución de componentes Mecánico Ariete	
1. Delimitar zona a intervenir	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre detenida	
3. Realizar procedimiento de detención de línea	
4. Obtener las herramientas necesarias para realizar el trabajo: <ul style="list-style-type: none"> • Martillo • Llave punta corona • Llave allen • Destornillador • Lubricante 	
5. Retirar cadena de empuje ariete (Ver procedimiento de sustitución cadena de empuje para revisar método)	
Estrella:	
1. Retirar estrella: <ul style="list-style-type: none"> • Retirar pernos de sujeción • Sacar tapa de protección lateral utilizando martillo, destornillador y lubricante • Retirar pernos • Retirar estrella del eje, destornillando los prisioneros con llave allen. 	
2. Incorporar nueva estrella: <ul style="list-style-type: none"> • Colocar nuevo repuesto al eje con atornillando los prisioneros 	

<ul style="list-style-type: none"> • Apernar • Colocar tapa de protección lateral • Apernar pernos de sujeción • Incorporar Cadena Ariete
<p>Ejes: Existen 3 ejes que sujetan los piñones helicoidales</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Retirar eje: <ul style="list-style-type: none"> • Retirar estrella del eje. • Retirar Machón • Retirar Chaveta • Despernar eje 2. Incorporar nuevo eje: <ul style="list-style-type: none"> • Apernar eje • Instalar Chaveta • Incorporar Machón • Incorporar estrella • Apernar • Incorporar Cadena Ariete
<p>Machón de acoplamiento:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Retirar Machón: <ul style="list-style-type: none"> • Retirar pernos de anclaje • Desatomillar prisioneros de la estrella • Retirar estrella • Retirar goma y reemplazar en caso de desgaste • Sacar machón 2. Incorporar nuevo eje: <ul style="list-style-type: none"> • Incorporar Machón • Instalar goma • Incorporar estrella atornillando los prisioneros • Apernar pernos de anclaje • Instalar Cadena Ariete
<p>Pernos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reemplazar los pernos rotos que se encuentran en la tapa de protección de la estrella y anclaje
6. Restablecer energía de línea y en la zona de trabajo.
7. Verificar correcto funcionamiento realizando pruebas de empuje con carga
8. Despejar área de trabajo.

Procedimiento Operativo Estándar	
Ariete de Carga	
Intervalo	Realizado por
Anual	Mecánico
Reacondicionamiento del Cilindro Ariete	
1. Delimitar zona a intervenir	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre detenida	
3. Realizar procedimiento de detención de línea.	
4. Abrir caja protectora del cilindro	
5. Retirar Cilindro, soltando pernos de sujeción	

6. Desarmar hasta separar las partes esenciales (tensores, tapa, tubo y pistón con vástago)
7. Lavar las partes
8. Cambiar goma entre cámaras y sello de guarnición.
9. Efectuar correcciones en caso de ser necesario, básicamente lubricación o desmontaje defectuoso.
10. Recambiar las partes en caso de ser necesario (tensores, tapa, tubo o pistón con vástago).
11. Lubricar, armar y probar el funcionamiento
12. En caso de un desgaste total del cilindro, remítase al POE "Sustitución de Cilindros"
13. Restablecer energía de línea y en la zona de trabajo.
14. Verificar correcto funcionamiento realizando pruebas de carrera y control de fuga
15. Despejar área de trabajo

Procedimiento Operativo Estándar	
Ariete de Carga	
Intervalo	Realizado por
Mensual	Mecánico
Revisión Cilindros (Ariete de carga, Paro Perpendicular y Lateral de Ajuste)	
1. Delimitar zona a intervenir	
2. Realice esta revisión mientras la zona de trabajo se encuentra en funcionamiento y sin pallets	
3. Abrir tapa o malla protectora según corresponda.	
4. Realizar inspección visual del estado de Cilindro <ul style="list-style-type: none"> • Desgaste o rotura de Vástago: Verifique que la unión entre el vástago y la estructura es firme (control de desgaste de hilos del perno de agarre). Verifique que el vástago no se encuentra dañado o desgastado en alguna otra sección • Alineación: verificar que el vástago realice su recorrido por completo. • Limpieza: verificar que el vástago realiza el recorrido a velocidad normal y sin dificultad • Fuga de Aire: realice una prueba auditiva y de tacto para verificar fuga entre cámaras o sello de guarnición. 	
5. En caso de ser necesario programar reacondicionamiento o sustitución de cilindros según corresponda. Remítase a "POE Reacondicionamiento de Cilindros".	
6. En los casos en que el vástago no funciona o lo hace con dificultad, realice de inmediato el reacondicionamiento o sustitución según corresponda. Remítase a "POE Reacondicionamiento de Cilindros"	
7. Finalice la revisión del estado del cilindro.	
8. Cerrar tapa o malla protectora según corresponda	
9. Despejar zona de trabajo	

Procedimiento Operativo Estándar	
Freno de Pallet	
Intervalo	Realizado por
Mensual	Mecánico
Revisión estado de Cilindros	
1. Delimitar zona a intervenir	
2. Realice esta revisión mientras la zona de trabajo se encuentra energizada y sin pallets.	
3. Abrir tapa protectora.	
4. Realizar inspección visual del estado de Cilindro. Para realizar pruebas utilice los accionamientos manuales. <ul style="list-style-type: none"> • Desgaste o rotura de Vástago: Verifique que la unión entre el vástago y la estructura es firme (control de desgaste de hilos del perno de agarre). Verifique que el vástago no se encuentra dañado o desgastado en alguna otra sección • Alineación: verificar que el vástago realice su recorrido por completo. • Limpieza: verificar que el vástago realiza el recorrido a velocidad normal y sin dificultad • Fuga de Aire: realice una prueba auditiva, de no ser posible, realice prueba de tacto para verificar fuga. 	
5. En caso de ser necesario programar reacondicionamiento o sustitución de cilindros según corresponda. Remítase a “POE Reacondicionamiento de Cilindros”.	
6. En los casos en que el vástago no funciona o lo hace con dificultad, realice de inmediato el reacondicionamiento o sustitución según corresponda. Remítase a “POE Reacondicionamiento de Cilindros”	
7. Finalice la revisión del estado del cilindro.	
8. Cerrar tapa protectora.	
9. Despejar zona de trabajo	

Procedimiento Operativo Estándar	
Motriz	
Intervalo	Realizado por
Semestral	Mecánico
Revisión Componentes Eléctricos (Motor)	
1. Identifique el motor a intervenir en la sala de control.	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre en funcionamiento y sin carga	
3. Revise el amperímetro correspondiente al motor en cuestión en la sala de control, la medición debe arrojar como mínimo 2,75 Amperes, sin carga.	
4. Verificar que la zona de trabajo se encuentre en funcionamiento y con carga	
5. Revise el amperímetro correspondiente al motor en cuestión en la sala de control, la medición debe arrojar, como máximo, 4,70 Amperes, con carga	
6. En caso de encontrar fuera de los límites el amperaje del motor o una falla mayor, comunicar al supervisor para programar un mantenimiento con especialista externo.	
7. Prosiga con la revisión del cable a tierra del motor en su zona física. En caso de encontrar el cable a tierra desconectado, proceder a su conexión.	

8. En caso de no encontrar fallas, finalizar inspección.

Procedimiento Operativo Estándar	
Motriz	
Intervalo	Realizado por
Trimestral	Mecánico
Revisión Componentes Mecánicos (Motor)	
1. Identifique el motor a intervenir.	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre en funcionamiento y sin carga	
3. Realizar inspección: <ul style="list-style-type: none"> • Auditiva para rodamientos • Visual para piñón, eje y chaveta. Que se encuentren en buen estado. • Reapreté de pernos de sujeción del motor 	
4. En caso de encontrar un desgaste o ruido anormal, comunicar al supervisor el grado de criticidad del hallazgo para programar un mantenimiento con el especialista externo de manera oportuna.	
Revisión Ventilación (Motor)	
5. Verificar que la zona de trabajo se encuentre en funcionamiento	
6. Realizar inspección visual del movimiento de la aspa de ventilación del motor	
7. En caso de ver que es aspa se mueve con dificultad o se encuentra detenida, comunicar al supervisor para programar un mantenimiento con el especialista externo.	
Revisión de Temperatura (Motor)	
8. Verificar que la zona de trabajo se encuentre en funcionamiento	
9. Realizar inspección de tacto de la temperatura del motor	
10. En caso de encontrar muy alta la temperatura, comunicar al supervisor para programar un mantenimiento con el especialista externo.	
Revisión Nivel de aceite (Motor)	
11. Verificar que la zona de trabajo se encuentre en funcionamiento	
12. Realizar inspección visual del nivel de aceite, retirando tapón lateral.	
13. En caso de hallar nivel bajo de aceite, comunicar al supervisor para programar cambio de aceite. Dirigirse a POE "Cambio de aceite Motor-Reductor" subsistema motriz	
14. En caso de no encontrar anomalías en los componentes finalice la inspección visual.	

Procedimiento Operativo Estándar	
Motriz	
Intervalo	Realizado por
Correctivo	Mecánico
Cambio de aceite Motor-Reductor	
1. Delimitar zona a intervenir	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre detenida	
3. Realizar procedimiento de detención de línea.	
4. Retirar los tres tapones del compartimento de aceite.	
5. Verificar que el aceite usado sea extraído por completo	
6. Insertar el tapón inferior	
7. Introducir aceite desde el orificio superior hasta llegar al nivel del orificio lateral	
8. Incorporar tapones lateral y superior respectivamente	
9. Restablecer energía en la línea y en la zona del equipo.	
10. Despejar área de trabajo.	

Procedimiento Operativo Estándar	
Motriz	
Intervalo	Realizado por
Mensual	Mecánico
Revisión componentes Mecánicos (Motriz)	
1. Delimitar la zona a intervenir	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre en funcionamiento	
3. Realizar una inspección visual de los componentes mecánicos del subsistema de transporte de pallets.	
4. Si se observa algún componente mecánico dañado o desgastado, realizar sustitución o reacondicionamiento según naturaleza del componente. <ul style="list-style-type: none"> • Desalineación entre el Piñón motriz y el conducido: para realizar alineación de piñones, diríjase a POE "Alineación de Piñones". • Desgaste de cadena de transmisión: para realizar sustitución de cadena, diríjase a POE "Sustitución de componentes Mecánico (Motriz) – cadena". • Desgaste de Piñones: para realizar sustitución de Piñones, diríjase a POE "Sustitución de componentes Mecánico (Motriz) – Piñón". • Desgaste de Poleas: para realizar sustitución de Poleas, diríjase a POE "Sustitución de componentes Mecánico (Motriz) - Poleas". 	
5. En caso de no encontrar componentes dañados o desgastados finalice la inspección visual.	

Procedimiento Operativo Estándar	
Motriz	
Intervalo	Realizado por
Mensual	Mecánico
Revisión Cadena Motriz de pallets	
1. Delimitar la zona a intervenir	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre detenida	
3. Realizar procedimiento de detención de zona a intervenir.	
4. Realizar una inspección del espesor de los eslabones de la cadena.	
5. En caso que el espesor sea inferior a 24 mm, comunicar al supervisor para programar cambio de cadena. Diríjase al POE "Sustitución de cadena motriz".	
6. En caso que no se identifique espesor menor a 24 mm finalice inspección.	
7. Despeje la zona de trabajo	
8. Energice la línea nuevamente	

Procedimiento Operativo Estándar	
Motriz	
Intervalo	Realizado por
Correctivo	Mecánico
Alineamiento de Piñones (Motriz)	
1. Delimitar la zona a intervenir	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre detenida	
3. Realizar procedimiento de detención de zona a intervenir.	
4. Retirar la cadena de transmisión	
5. Amarrar un lienzo de un piñón a otro.	
6. Aflojar los prisioneros del piñón que será alineado.	
7. Alinear piñón ²	
8. Apretar prisioneros del piñón libre.	
9. Instalar cadena de trasmisión	
10. Energice la línea nuevamente.	
11. Verificar correcto funcionamiento realizando pruebas de motriz con pallets	
12. Despejar área de trabajo.	

² Recomendación: Adquirir herramienta para medir alineación para disminuir error humano y mejorar mantenimiento.

Procedimiento Operativo Estándar	
Motriz	
Intervalo	Realizado por
Correctivo	Mecánico
Sustitución de Cadena Motriz	
1. Delimitar la zona a intervenir	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre detenida	
3. Realizar procedimiento de detención de zona a intervenir.	
4. El cambio de cadena se puede realizar en dos o tres tramos	
5. Para retirar el primer tramo desenganchar los pasadores céntricos en ambos extremos	
6. Incorporar la cadena nueva en el tramo retirado asegurando los pasadores céntricos en los eslabones de cada extremo.	
7. Mover la cadena hasta visualizar un nuevo tramo de cambio.	
8. Repita los pasos 5 y 6 hasta reemplazar la cadena completa.	
9. Una vez realizado el cambio, energice nuevamente y ponga en marcha el circuito.	
10. Verificar correcto funcionamiento realizando pruebas de empuje con pallets	
11. Despejar área de trabajo.	

Procedimiento Operativo Estándar	
Motriz	
Intervalo	Realizado por
Correctivo	Mecánico
Sustitución de componentes Mecánico (Motriz)	
1. Delimitar zona a intervenir	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre detenida	
3. Realizar procedimiento de detención de zona a intervenir.	
4. Proveerse de las herramientas necesarias para realizar el trabajo: <ul style="list-style-type: none"> • Martillo • Llave punta corona • Llave allen • Destornillador • Lubricante 	
Piñones: Motriz o Conducido	
5. Retirar Piñón: <ul style="list-style-type: none"> • Retirar cadena de transmisión • Aflojar prisioneros • Retirar chaveta • Desmontar piñón desgastado 	
6. Incorporar nuevo piñón: <ul style="list-style-type: none"> • Incorporar el repuesto nuevo en el eje correspondiente • Instalar chaveta • Apretar prisioneros • Instalar nuevamente cadena de transmisión. 	
Z 14 cercano al motor	
5. Retirar Piñón:	

<ul style="list-style-type: none"> • Retirar cadena de transmisión • Aflojar prisioneros y retirar el piñón Conducido • Retirar descansos • Abrir Cadena motriz de pallet retirando pasador de eslabón. • Aflojar prisioneros y retirar el piñón Z14 • Desmontar piñón desgastado <p>6. Incorporar nuevo piñón:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Incorporar el repuesto nuevo en el eje • Apretar prisioneros • Cerrar Cadena motriz de pallet utilizando el pasador de eslabón • Incorporar los descansos • Instalar el piñón conducido y apretar sus prisioneros • Situar la cadena de transmisión entre el piñón conducido y el motriz <p>Z 14 alejado del motor</p> <p>5. Retirar piñón</p> <ul style="list-style-type: none"> • Retirar los pernos de sujeción del descanso. • Abrir Cadena motriz de pallet retirando pasador de eslabón. • Aflojar prisioneros y retirar el piñón Z14 • Desmontar piñón desgastado <p>6. Incorporar nuevo piñón:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Incorporar el repuesto nuevo en el eje • Apretar prisioneros • Cerrar Cadena motriz de pallet utilizando el pasador de eslabón • Incorporar los pernos de sujeción del descanso, apernar
<p>Cadena de trasmisión:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Retirar pasador de eslabón para abrir cadena • Retirar cadena • Ubicar cadena nueva uniéndola con el pasador de eslabón
<p>Poleas:</p> <p>7. Retirar Poleas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Abrir cadena motriz • Retirar los pernos de sujeción de los descansos de pie en cada extremo de la barra que contiene las poleas, de esa manera la barra sale completamente • Para separar el eje de las poleas retire el canal chavetero • Retirar poleas <p>8. Incorporar nuevas Poleas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Incorporar poleas nuevas • Instale nuevamente el canal chavetero • Instale la barra con las poleas en los descansos e incorpore los pernos de sujeción, aprete. • Unir cadena motriz
5. Restablecer electricidad en el circuito
6. Verificar correcto funcionamiento realizando pruebas de empuje con carga
7. Despejar área de trabajo.

POE – Sistema de Llenado

Procedimiento Operativo Estándar	
Carrusel	
Intervalo	Realizado por
Anual	Mecánico, soldador calificado y tornero externo
Reacondicionamiento de anillos	
1. Delimitar la zona a intervenir	
2. Realizar Procedimiento de detención de línea	
3. Dirigirse al área de trabajo junto con el soldador calificado	
4. Revisar soldaduras	
5. En caso de haber soldaduras defectuosas, solicitar al soldador calificado que realice el trabajo.	
6. Una vez terminado los trabajos de soldadura, realizar una inspección visual del trabajo realizado	
7. En caso de no encontrar anomalías finalizar la inspección y la intervención	
8. Energice nuevamente la línea	
9. Despejar área de trabajo	
Reacondicionamiento Ruedas del Carrusel	
10. Delimitar la zona a intervenir	
11. Realizar Procedimiento de detención de línea	
12. Realizar cambio en grupos de dos ruedas	
13. Seleccionar ruedas a reacondicionar	
14. Utilice destornillador, llave punta corona y llave allen para realizar trabajo	
15. Retirar ruedas: <ul style="list-style-type: none"> • Bajar rueda soltando la tuerca del esparrago para liberar la carga en la rueda • Retirar los 2 pernos laterales (métrico 8, hexagonal 13) • Retirar el perno allen para quitar el eje • Retirar la rueda 	
16. Insertar Rueda previamente reacondicionada: <ul style="list-style-type: none"> • Situar rueda en el sitio correspondiente • Insertar el eje y fijarlo con perno allen haciéndolo girar con la llave allen. • Insertar y apretar los pernos laterales • Subir la rueda apretando la tuerca del esparrago 	
17. Energizar nuevamente la línea y desbloquear el área de trabajo	
18. Despejar área de trabajo.	
19. Dirigirse al taller para realizar reacondicionamiento de ruedas extraídas	
20. Reacondicionamiento de rueda: <ul style="list-style-type: none"> • Retirar las ambas tapas de la rueda quitando los pernos avellanado Parker 	

<ul style="list-style-type: none"> • Enviar ruedas a tornero externo para realizar cambio de rodamiento³
21. Una vez reacondicionada ambas ruedas extraídas, realice los mismos procedimientos para hacer cambio de dos ruedas más. Repetir el procedimiento hasta terminar de reacondicionar las 24 ruedas.
22. En caso de hallar una rueda en estado irreparable, realizar sustitución del elemento completo. Dirigirse a “POE Sustitución Rueda Carrusel”
Sustitución de sellos O`ring y Cuadrip Columna central
23. Delimitar la zona a intervenir
24. Realizar Procedimiento de detención de línea
25. Cortar y bloquear válvulas de aire sistema neumático
26. Herramientas requeridas para realizar trabajo: <ul style="list-style-type: none"> • Juegos de llave allen milimétrico • Llaves punta corona • Martillo de goma o bronce • Destornilladores
27. Liberar presión residual (una hora)
28. Desmontar caja rotatoria
29. Desmontar los tres brazos de comunicación de GLP <ul style="list-style-type: none"> • Retirar pernos de sujeción de la brida • Retirar empaquetadura espiro metálica
30. Retirar la pieza quitando pernos (24), quedando al descubierto la parte interna de la columna
31. Retirar Sellos O`ring y Cuadrip desgastados
32. Insertar nuevos sellos en el sitio correspondiente
33. Instalar pieza nuevamente insertando y apretando pernos
34. Montar brazos de comunicación GLP
35. Montar Caja rotatoria
36. Energizar la línea y desbloquear zona de trabajo
37. Verificar funcionamiento realizando pruebas de hermeticidad y movimiento de carrusel
38. Despejar área de trabajo

³ Recomendación: Adquirir prensa para extraer rodamientos de ruedas carrusel, de ese modo el reacondicionamiento de las mismas se hace de forma más rápida y económica. Con prensa demora 2 días en mantener todas las ruedas, con un externo varios meses.

Procedimiento Operativo Estándar	
Carrusel	
Intervalo	Realizado por
Correctivo	Mecánico
Sustitución de Ruedas del carrusel	
1. Delimitar la zona a intervenir	
2. Realizar Procedimiento de detención de línea	
3. Utilice destornillador, llave punta corona y llave allen para realizar trabajo	
4. Retirar ruedas: <ul style="list-style-type: none"> • Bajar rueda soltando la tuerca del esparrago para liberar la carga en la rueda • Retirar los 2 pernos laterales (métrico 8, hexagonal 13) • Retirar el perno allen para quitar el eje • Retirar la rueda 	
5. Insertar Rueda nueva <ul style="list-style-type: none"> • Situar rueda en el sitio correspondiente • Insertar el eje y fijarlo con perno allen haciéndolo girar con la llave allen. • Insertar y apretar los pernos laterales • Subir la rueda apretando la tuerca del esparrago 	
6. Energizar nuevamente la línea y desbloquear el área de trabajo	
7. Despejar área de trabajo.	

Procedimiento Operativo Estándar	
Carrusel	
Intervalo	Realizado por
Triannual	Mecánico
Sustitución Rodamientos Columna central	
1. Delimitar la zona a intervenir	
2. Realizar Procedimiento de detención de línea	
3. Cortar y bloquear válvulas de aire sistema neumático	
4. Herramientas requeridas para realizar trabajo: <ul style="list-style-type: none"> • Juegos de llave allen milimétrico • Llaves punta corona • Martillo de goma o bronce • Destornilladores 	
5. Liberar presión residual (una hora)	
6. Desmontar caja rotatoria	
7. Desmontar los tres brazos de comunicación de GLP <ul style="list-style-type: none"> • Retirar pernos de sujeción de la brida • Retirar empaquetadura espiro metálica 	
8. Retirar la pieza quitando pernos, quedando al descubierto la parte interna de la columna. Al retirar la pieza dos de los rodamientos quedan adheridas a ella.	
9. Retirar rodamientos de la pieza.	
10. Retirar rodamiento de la parte interna de la columna.	
11. Insertar rodamientos nuevos en la columna y en la pieza, en el orden	

correspondiente. Utilizar martillo de madera y golpear suavemente hasta encajar los rodamientos.
12. Unir la pieza a la columna central y apernar para cerrar
13. Montar los tres brazos de comunicación de GLP: ubique la empaquetadura espiro metálica y unir con pernos de sujeción la brida.
14. Montar caja rotatoria
15. Energizar la línea y desbloquear la zona de trabajo
16. Realizar pruebas de hermeticidad y movimiento de carrusel
17. Despejar zona de trabajo

Procedimiento Operativo Estándar	
Carrusel	
Intervalo	Realizado por
Mensual	Mecánico
Revisar Pernos Columna Central	
1. Delimitar la zona a intervenir	
2. Presionar botón de parada local u ubicar llave de seguridad.	
3. Realizar inspección visual de los pernos	
4. En caso de encontrar pernos sueltos, apretar de inmediato	
5. En caso de encontrar pernos desgastados o rotos, realizar cambio de inmediato.	
6. En caso de no encontrar pernos dañados o desgastados, proceda con la siguiente revisión.	
7. Desanclar zona de trabajo quitando la llave de seguridad y presionando el botón de parada local.	
Revisar estado Unidad FRL	
8. Delimitar la zona a intervenir	
9. Realizar Procedimiento de detención de línea	
10. Cortar y bloquear válvulas de aire sistema neumático	
11. Liberar la presión residual	
12. Realizar una inspección visual de la unidad FRL	
13. Si se observa algún componente dañado o desgastado, realizar sustitución o reacondicionamiento según naturaleza del componente dañado. <ul style="list-style-type: none"> • Unidad FRL en mal estado: para realizar reacondicionamiento, diríjase a POE "Reacondicionamiento de FRL", en caso de Sustitución, diríjase a POE "Sustitución de FRL". 	
14. En caso de no hallar alguna anomalía, finalice la inspección	

Procedimiento Operativo Estándar	
Carrusel	
Intervalo	Realizado por
Correctivo	Mecánico
Reacondicionamiento de unidad FRL	
1. Delimitar zona a intervenir	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre detenida	
3. Realizar procedimiento de detención de línea.	
4. Cortar el paso de aire accionando las válvulas de corte en ambos extremos.	
5. Liberar presión residual por medio de un conector cercano o utilizando un actuador.	
6. Retire el vaso protector haciéndolo girar en la rosca	
7. Revise el estado del vaso protector, unidad filtrante y goma o membrana. Realice los cambios correspondientes	
8. Cambio o limpieza de unidad filtrante: En caso que la unidad filtrante esté sucia, saturada o dañada, siga los siguientes pasos: <ul style="list-style-type: none"> • Retire la unidad filtradora • Realice limpieza del filtro si está sucia o saturada, e inserte el filtro nuevamente • Cambie la unidad filtradora si está dañada, insertando el nuevo repuesto. • Conecte el vaso protector girándolo en la rosca 	
9. Cambio de goma o membrana del regulador: Encaso que la goma se encuentre desgastada o rota siga los siguientes pasos: <ul style="list-style-type: none"> • Retirar tapa del regulador destornillando los pernos cruz • Retire la goma utilizando • Inserte la nueva goma • Ubique la tapa del regulador y sujétela con los pernos cruz 	
10. Energizar la línea y desbloquear la zona de trabajo	
11. Verificar correcto funcionamiento realizando pruebas de presión, utilizando la válvula de corte. Observe que la presión, luego que pasa por la unidad FLR, corresponde a la indicada para el trabajo (6 a 8 Bar). Haga una prueba auditiva para verificar que no exista fuga.	
12. Despejar área de trabajo.	

Procedimiento Operativo Estándar	
Carrusel	
Intervalo	Realizado por
Correctivo	Mecánico
Sustitución de Unidad FRL	
1. Delimitar zona a intervenir	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre detenida	
3. Cortar el paso de aire accionando las válvulas de corte en ambos extremos.	
4. Liberar presión residual por medio de un conector cercano o utilizando un actuador	
5. Retirar la unidad FRL completa de la siguiente manera:	

<ul style="list-style-type: none"> • Desconecte los conectores de media que se encuentran a ambos lados de la unidad FRL • Retire la sujeción de la unidad FRL con el resto del sistema, extrayendo los pernos pasados de la placa adaptadora.
6. Realizar barrido de la línea
7. Conectar el nuevo FRL al circuito <ul style="list-style-type: none"> • Aperturar la FRL a la placa adaptadora • Reconectar los conectores de media
8. Energizar la línea y desbloquear la zona de trabajo
9. Verificar correcto funcionamiento realizando pruebas de presión, utilizando las válvulas de corte. Observe que la unidad reguladora indica la presión correspondiente. Realice pruebas auditivas para verificar que no existe fuga.
10. Despejar área de trabajo.

Procedimiento Operativo Estándar	
Basculas de llenado	
Intervalo	Realizado por
Mensual	Mecánico
Reacondicionamiento de los Cabezales de llenado	
1. Delimitar zona a intervenir	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre detenida	
3. Detener localmente el carrusel presionando la botonera de anclaje. Ubicar llave de seguridad.	
4. Utilizar destornillador juegos de llave allen y llave punta corona	
5. Retirar escudo protector de la sección superior de la bascula	
6. Cortar el paso del gas accionando válvula paso gas (de bola) trasera de la báscula	
7. Desconectar línea de comunicación que entrega la señal a la válvula paso gas interna	
8. Desconectar la válvula paso gas interna del cabezal lentamente liberando la presión almacenada. Utilizar dos llaves punta corona (macho y hembra) hacer girar la rosca entre el cabezal y la válvula.	
9. Bajar seguro de la rosca ajuste cabezal para retirar el cabezal completo hacia abajo.	
10. Introducir cabezal previamente reacondicionado: <ul style="list-style-type: none"> • Introducir cabezal al sistema de abajo hacia arriba • Apretar rosca ajuste cabezal y subir seguro • Conectar válvula paso gas con el cabezal utilizando llave punta corona. 	
11. Conectar línea de comunicación	
12. Dar paso del gas accionando válvula paso gas trasera, lentamente.	
13. Instalar escudo protector	
14. Quitar llave de seguridad y presionar parada de emergencia para energizar la zona de trabajo	
15. Realizar pruebas de llenado de envases para verificar presencia de fuga.	
16. Despejar área de trabajo.	
17. Dirigirse al taller para realizar reacondicionamiento del cabezal extraído	
18. Reacondicionamiento de cabezal:	

<ul style="list-style-type: none"> • Desarmar hasta separar las piezas destornillando el tornillo mecánico y utilizando llave francesa (Despiece mecánico) • Realizar cambio de O`ring • Realizar cambio de goma de corte GLP • Realizar cambio de goma de ajuste con válvula • Realizar limpieza de las partes utilizando escobilla de bronce. • Revisar estado del resorte, en caso de ser necesario realizar cambio del elemento. • Lubricar.
19. Una vez reacondicionado el cabezal extraído, realice los mismos procedimientos para hacer cambio de un nuevo cabezal. Repetir el procedimiento hasta terminar de reacondicionar todos los cabezales (uno diario).
Reacondicionamiento Válvula paso gas⁴
20. Delimitar zona a intervenir
21. Verificar que la zona de trabajo se encuentre detenida
22. Detener localmente el carrusel presionando la botonera de anclaje. Ubicar llave de seguridad.
23. Retirar escudo protector de la sección superior de la bascula
24. Cortar el paso del gas accionando válvula paso gas (de bola) trasera de la báscula
25. Desconectar línea de comunicación que entrega la señal a la válvula paso gas interna
26. Desconectar la válvula paso gas interna del cabezal lentamente liberando la presión almacenada. Utilizar dos llaves punta corona (macho y hembra) hacer girar la rosca entre el cabezal y la válvula.
27. Retirar válvula paso gas de la rosca ajuste cabezal.
28. Introducir válvula paso gas previamente reacondicionado: <ul style="list-style-type: none"> • Introducir válvula paso gas • Apretar rosca ajuste cabezal y válvula
29. Conectar línea de comunicación
30. Dar paso del gas accionando válvula paso gas trasera, lentamente.
31. Instalar escudo protector
32. Quitar llave de seguridad y presionar parada de emergencia para energizar la zona de trabajo
33. Realizar pruebas de llenado de envases para verificar presencia de fuga.
34. Despejar área de trabajo.
35. Dirigirse al taller para realizar reacondicionamiento de la válvula paso gas extraída
36. Reacondicionamiento de válvula paso gas: <ul style="list-style-type: none"> • Desarmar hasta separar las piezas (Despiece mecánico) • Realizar cambio de O`ring • Realizar cambio de sellos • Realizar limpieza y pulir las partes. • Revisar estado del resorte, en caso de ser necesario realizar cambio del

⁴ Recomendación: debido a escasos repuestos en stock y la obsolescencia en el mercado de esta válvula, se recomienda intercambiar el sistema por un actuador neumático, el cumple la misma función y facilita el mantenimiento, disminuyendo la frecuencia de fallas.

<p>elemento.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lubricar.
37. Una vez reacondicionado la válvula paso gas extraído, realice los mismos procedimientos para hacer cambio de una nueva válvula. Repetir el procedimiento hasta terminar de reacondicionar todas las válvulas.
Revisión estado Cilindro cabezal de llenado
38. Delimitar zona a intervenir
39. Verificar que la zona de trabajo se encuentre detenida
40. Detener localmente el carrusel presionando la botonera de anclaje. Ubicar llave de seguridad.
41. Revisar estado de las guías y placas del cilindro neumático, en caso de hallar rotura realice reacondicionamiento de cilindro. Remitirse al POE “Reacondicionamiento conjunto centrador más cilindro cabezal - Reacondicionamiento Cilindro neumático Cabezal” del subsistema Basculas de llenado.
42. De no hallar irregularidades, finalice la inspección visual
43. Quitar llave de seguridad y presionar parada de emergencia para energizar la zona de trabajo
Revisión de Pernos del Centrador
44. Delimitar zona a intervenir
45. Verificar que la zona de trabajo se encuentre detenida
46. Detener localmente el carrusel presionando la botonera de anclaje. Ubicar llave de seguridad.
47. Realizar una inspección visual de los pernos del centrador y bujes de la guía
48. En caso de hallar pernos sueltos, apretar
49. En caso de hallar pernos o bujes de la guía en mal estado, realice sustitución de inmediato
50. De no hallar irregularidades, finalice inspección visual
51. Quitar llave de seguridad y presionar parada de emergencia para energizar la zona de trabajo
52. Despeje el área de inspección

Procedimiento Operativo Estándar	
Basculas de llenado	
Intervalo	Realizado por
Anual	Mecánico
Reacondicionamiento conjunto centrador más cilindro cabezal	
1. Delimitar zona a intervenir	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre detenida	
3. Realizar procedimiento de detención de línea	
4. Liberar presión residual.	
5. Retirar escudo protector de la sección superior de la bascula	
6. Cortar el paso del gas accionando válvula paso gas (de bola) trasera de la	

báscula.
7. Desconectar línea de comunicación con el PLC
8. El reacondicionamiento se hace de manera conjunta para ambos componentes
9. Retirar conjunto (base de centrador, brazos centradores, cilindro centrador y cilindro cabezal): <ul style="list-style-type: none"> • Desconectar las mangueras conductoras de GLP con el cabezal • Retirar los 4 pernos de sujeción de la base con la • Retirar base (pedestal) extrayendo el conjunto completo.
10. Montar conjunto previamente reacondicionado <ul style="list-style-type: none"> • Instalar base (pedestal) • Aperturar pernos avellanados para sujeción entre la romana y pedestal • Conectar manguera conductora de GLP que llegan al cabezal
11. Conectar línea de comunicación con PLC
12. Abrir el paso del gas lentamente accionando la válvula de bola trasera de la báscula.
13. Instalar escudo protector
14. Energizar nuevamente la línea y el área de trabajo
15. Realizar pruebas de paso e inyección GLP para verificar que no existan fugas
16. Dirigirse al taller para realizar reacondicionamiento del conjunto.
17. Separar el conjunto. <ul style="list-style-type: none"> • Separar cilindro neumático cabezal de la base quitando 4 pernos avellanados. • Retirar brazos centradores de la base despernando el perno central de tirante. • Retirar cilindro centrador de la base quitando pernos de sujeción
Reacondicionamiento Cilindro Cabezal de llenado
18. Revisar estado de la guía, en caso de haber rotura realice sustitución <ul style="list-style-type: none"> • Quitar los dos pernos de la tapa de la guía • Quitar la tapa • Cambiar la guía • Instalar la tapa nuevamente
19. Revisar estado de las tapas, en caso de haber rotura realice sustitución. <ul style="list-style-type: none"> • Quitar los dos pernos de la tapa de la guía • Retirar tapa defectuosa e instalar la nueva.
Reacondicionamiento Centrador
20. Revisar los 4 polines del centrador, si observa desgaste o mal estado realizar sustitución.
21. Revisar rodamientos lineales, si observa desgaste o mal estado realizar sustitución.
22. Revisar la guía, si observa desgaste o mal estado realizar sustitución.
23. Realizar cambio de bujes de la guía.
24. Realizar cambio de tijera de forma preventiva.
25. Realizar reacondicionamiento de cilindro centrador (32) <ul style="list-style-type: none"> • Realizar despiece de componentes del cilindro • Realizar cambio de membrana y sello vástago • Realizar cambio de O`ring

<ul style="list-style-type: none"> • Realizar limpieza de las partes • Unir nuevamente las partes del cilindro y lubricar
26. En caso que el cilindro neumático se encuentre muy deteriorado realizar sustitución completa.
27. Una vez realizado el reacondicionamiento del conjunto completo, rearmar el centrador en la base e instalar el cilindro neumático centrador
28. Retirar dos conjuntos semanales hasta realizar el reacondicionamiento en todos los puestos.

Procedimiento Operativo Estándar	
Motorización	
Intervalo	Realizado por
Semestral	Mecánico
Revisión Componentes Eléctricos (Motor)	
1. Identifique el motor a intervenir en la sala de control.	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre en funcionamiento y sin carga	
3. Revise el amperímetro correspondiente al motor en cuestión en la sala de control, no debe ser menor a 2,85 Amperes, sin carga	
4. Verificar que la zona de trabajo se encuentre en funcionamiento y con carga	
5. Revise el amperímetro correspondiente al motor en cuestión en la sala de control, no debe ser mayor a 3,45 Amperes, con carga	
6. En caso de encontrar fuera de los límites el amperaje del motor o una falla mayor, comunicar al supervisor para programar un mantenimiento con especialista externo.	
7. Prosiga con la revisión del cable a tierra del motor en su zona física. En caso de encontrar el cable a tierra desconectado, proceder a su conexión.	
8. En caso de no encontrar fallas, finalizar inspección.	

Procedimiento Operativo Estándar	
Motorización	
Intervalo	Realizado por
Trimestral	Mecánico
Revisión Componentes Mecánicos (Motor)	
1. Identifique el motor a intervenir.	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre en funcionamiento y sin carga	
3. Realizar inspección: <ul style="list-style-type: none"> • Auditiva para rodamientos • Visual para piñón, eje y chaveta. Que se encuentren en buen estado. • Reapreté de pernos de sujeción del motor 	
4. En caso de encontrar un desgaste o ruido anormal, comunicar al supervisor el grado de criticidad del hallazgo para programar un mantenimiento con el especialista externo de manera oportuna.	

Revisión Ventilación (Motor)	
5.	Verificar que la zona de trabajo se encuentre en funcionamiento
6.	Realizar inspección visual del movimiento de la aspa de ventilación del motor
7.	En caso de ver que es aspa se mueve con dificultad o se encuentra detenida, comunicar al supervisor para programar un mantenimiento con el especialista externo.
Revisión de Temperatura (Motor)	
8.	Verificar que la zona de trabajo se encuentre en funcionamiento
9.	Realizar inspección de tacto de la temperatura del motor
10.	En caso de encontrar muy alta la temperatura, comunicar al supervisor para programar un mantenimiento con el especialista externo.
Revisión Nivel de aceite (Motor)	
11.	Verificar que la zona de trabajo se encuentre en funcionamiento
12.	Realizar inspección visual del nivel de aceite, retirando tapón lateral.
13.	En caso de hallar nivel bajo de aceite, comunicar al supervisor para programar cambio de aceite. Dirigirse a POE "Cambio de aceite Motor-Reductor" subsistema motriz
14.	En caso de no encontrar anomalías en los componentes finalice la inspección visual.

Procedimiento Operativo Estándar	
Motorización	
Intervalo	Realizado por
Correctivo	Mecánico
Cambio de aceite Motor-Reductor	
1.	Delimitar zona a intervenir
2.	Verificar que la zona de trabajo se encuentre detenida
3.	Realizar procedimiento de detención de línea.
4.	Retirar los tres tapones del compartimento de aceite.
5.	Verificar que el aceite usado sea extraído por completo
6.	Insertar el tapón inferior
7.	Introducir aceite desde el orificio superior hasta llegar al nivel del orificio lateral
8.	Incorporar tapones lateral y superior respectivamente
9.	Restablecer energía en la línea y en la zona del equipo.
10.	Despejar área de trabajo.

Procedimiento Operativo Estándar	
Motorización	
Intervalo	Realizado por
Mensual	Mecánico
Revisar Pernos del Motor y el Reductor	
1. Delimitar zona a intervenir	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre detenida	
3. Detener localmente el área de trabajo y ubicar llave de seguridad	
4. Revisar pernos en el motor-reductor	
5. En caso de haber pernos sueltos, apretar de inmediato	
6. En caso que haber pernos dañados, realizar sustitución de inmediato.	
7. En caso de no hallar irregularidades finalice la inspección visual	
8. Quitar la llave de seguridad y presionar la parada de emergencia para energizar la línea nuevamente	
9. Despejar área de trabajo	

POE – Comunes

Procedimiento Operativo Estándar	
Sensores (límites de carrera)	
Intervalo	Realizado por
Correctivo	Mecánico
Reacondicionamiento de Sensores	
1. Delimitar zona a intervenir	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre detenida	
3. Realizar procedimiento de detención de línea.	
4. Abrir caja protectora del sensor quitando la tapa superior la cual posee 4 tornillos	
5. Retirar sensor desconectándolo del sistema de comunicación y de la placa de sujeción.	
6. Desarmar hasta separar las partes: cabezal, cuerpo, varilla y prensa, este último según modelo del sensor.	
7. Identificar y cambiar partes defectuosas.	
8. Ensamblar partes del sensor.	
9. Conectar sensor al circuito y a la placa de sujeción	
10. Energizar nuevamente la línea y desbloquear el área de trabajo	
11. Verificar correcto funcionamiento realizando pruebas de límite de carrera.	
12. Cerrar caja protectora.	
13. Despejar área de trabajo.	

Procedimiento Operativo Estándar	
Reacondicionamiento de Cilindros	
Intervalo	Realizado por
Correctivo	Mecánico
1. Delimitar zona a intervenir	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre detenida	
3. Realizar procedimiento de detención de línea.	
4. Corta presión del circuito	
5. Liberar presión residual	
6. Abrir tapa o malla protectora del cilindro.	
7. Desconectar mangueras	
8. Retirar Cilindro/s: <ul style="list-style-type: none"> • Desconectar la Guía si corresponde • Desconectar vástago del elemento que acciona. • Soltar pernos de sujeción de la placa adaptadora. 	
9. Desarmar hasta separar las partes esenciales.	
10. Lavar las partes	
11. Controlar del desgaste irregular de componentes	
12. Efectuar las correcciones del caso, a fin de eliminar las causas de irregular desgaste (Básicamente lubricación o desmontaje defectuoso).	
13. Recambiar las partes dañadas o con desgaste excesivo si corresponde (sellos,	


gomas, guarniciones)
14. Lubricar y armar
15. Instalar nuevamente el cilindro neumático en la caja protectora <ul style="list-style-type: none"> • Reincorpore y apriete los pernos de sujeción • Conecte el vástago a la estructura que acciona • Conecte la guía si corresponde • Conecte la manguera
16. Restablecer presión de aire y energía eléctrica del circuito y probar funcionamiento del cilindro
17. Verifique el correcto funcionamiento realizando pruebas. Observe que el embolo realiza su recorrido de forma normal. Verifique que la conexión entre la guía o estructura que acciona y el embolo se encuentra firme. Realice prueba auditiva y de tacto para revisar que no existe fuga.
18. Cierre la tapa protectora.
19. Despejar zona de trabajo
20. En caso de rotura del Vástago del cilindro, abolladura o rotura del cuerpo, realice los siguientes pasos de Sustitución de cilindros.
<p><u>Sustitución de Cilindro neumático:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Lubricar e instalar nuevo Cilindro siguiendo los pasos del punto 15 - Realice los pasos indicados en los puntos 16, 17, 18 y 19

Procedimiento Operativo Estándar	
Válvula neumática	
Intervalo	Realizado por
Correctivo	Mecánico
1. Delimitar zona a intervenir	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre detenida	
3. Realizar procedimiento de detención de línea.	
4. Cortar presión de Aire	
5. Liberar presión de aire residual.	
6. Abrir caja o malla protectora de la válvula, generalmente posee 2 tornillos, o caja protectora de la romana (en el caso del carrusel).	
7. Desconecte la válvula del sistema electro neumático.	
8. Retirar válvula, destornillando los 4 pernos.	
9. En caso de poder reacondicionar válvulas, realizar los siguientes pasos: <ul style="list-style-type: none"> • Válvula Piloto/Piloto: limpieza • Válvula Piloto/Resorte: cambiar resorte. 	
10. En caso de ser necesaria la sustitución completa de la válvula neumática, instalar repuesto nuevo.	
11. Instale la válvula neumática en el cuadro de válvulas o caja protectora según corresponda	
12. Cierre la caja protectora o el cuadro de válvulas según corresponda	

13. Restablecer presión de aire y energía en la zona de trabajo.
14. Verificar correcto funcionamiento realizando pruebas neumáticas.
15. Despejar área de trabajo.

Procedimiento Operativo Estándar	
Electroválvula	
Intervalo	Realizado por
Correctivo	Mecánico
1. Delimitar zona a intervenir	
2. Verificar que la zona de trabajo se encuentre detenida	
3. Realizar procedimiento de detención de línea.	
4. Cortar presión de Aire	
5. Libere la presión residual.	
6. Abrir cuadro de electroválvulas quitando la tapa superior la cual posee 4 tornillos.	
7. Desconectar electroválvulas defectuosas.	
8. Verifique la posibilidad de reacondicionar	
9. En caso de reacondicionamiento: <ul style="list-style-type: none"> • Separar partes: bobina, cuerpo. • Identificar y cambia partes defectuosas. • Ensamblar las partes nuevamente • Instalar electroválvula en el cuadro 	
10. En caso de no poder reacondicionar, sustituir electroválvula completa: <ul style="list-style-type: none"> - Instalar nueva electroválvula en el cuadro 	
11. Restablecer presión de Aire y electricidad en el área de trabajo	
12. Verificar correcto funcionamiento realizando pruebas.	
13. Cerrar cuadro de electroválvulas.	
14. Despejar área de trabajo.	

Anexo 3.9 – Fichas comprobantes

 COMPROBANTE DE TRABAJO MANTENCIÓN PREVENTIVA	
Realizado por:	Fecha:
Apoyado por:	Duración mtto:
Supervisado por:	
Sistema:	
Subsistema:	
Tipo de actividad: Sustitución <input type="checkbox"/> Reacondicionamiento <input type="checkbox"/>	
Descripción Actividad:	
Frecuencia de mantención:	
<input type="checkbox"/> Trianual	
<input type="checkbox"/> Bianual	
<input type="checkbox"/> Anual	
<input type="checkbox"/> Semestral	Número de mantención <input type="checkbox"/> de 2
<input type="checkbox"/> Trimestral	<input type="checkbox"/> de 4
<input type="checkbox"/> Mensual	<input type="checkbox"/> de 12
<input type="checkbox"/> Semanal	
Repuestos utilizados:	
Implementos e insumos utilizados:	
Observaciones:	
Revisión del trabajo por el supervisor:	
<input type="checkbox"/>	Aprobado
<input type="checkbox"/>	No Aprobado
_____	_____
Firma Mecánico	Firma Supervisor



COMPROBANTE DE
TRABAJO INSPECCIÓN

Realizado por:	Fecha:
Apoyado por:	Duración mtto:
Supervisado por:	

Sistema:
Subsistema:

Tipo inspección Visual Auditiva Mecánica Neumática Eléctricas

Descripción Actividad:

Repuestos utilizados:

Esta inspección trae como consecuencia un mantenimiento correctivo Si No

En caso de requerir mantenimiento correctivo

<input type="checkbox"/> Inmediato	
<input type="checkbox"/> Programado	<input type="text"/> Fecha

Observaciones

Revisión del trabajo por el supervisor:

<input type="checkbox"/>	Aprobado
<input type="checkbox"/>	No Aprobado

Firma Mecánico

Firma Supervisor



COMPROBANTE DE TRABAJO
MANTENCIÓN CORRECTIVA

Realizado por:	Fecha:
Apoyado por:	Duración mtto:
Supervisado por:	

Sistema:
Subsistema:

Tipo de Actividad

<input type="checkbox"/>	Programada
<input type="checkbox"/>	Inmediata

La falla produjo detención en la producción

<input type="checkbox"/>	Si
<input type="checkbox"/>	No

Origen:

<input type="checkbox"/>	Mantención Preventiva
<input type="checkbox"/>	Inspección
<input type="checkbox"/>	Inesperado
<input type="checkbox"/>	Emergencia

Descripción Actividad:

Repuestos utilizados:

Implementos e insumos utilizados:

Observaciones:

Revisión del trabajo por el supervisor:

<input type="checkbox"/>	Aprobado
<input type="checkbox"/>	No Aprobado

Firma Mecánico

Firma Supervisor

Anexo 3.10 – Cuadros resúmenes del mantenimiento preventivo y correctivo, interno y externo producto del RCM II

Cuadro resumen de la frecuencia de mantenimiento preventivo para diferentes elementos para los equipos en estudio.

Frecuencia	Elementos Paletizadora	Elementos Llenado
Semanal	Elevador de Barras <ul style="list-style-type: none"> • Componentes neumáticos • Componentes mecánicos Ariete de descarga <ul style="list-style-type: none"> • Cadena de Empuje • Piñón helicoidal • Componentes mecánicos Sistema Motriz <ul style="list-style-type: none"> • Cadena Transporte 	
Mensual	Elevador de Barras <ul style="list-style-type: none"> • Cilindros neumáticos Ariete de Carga <ul style="list-style-type: none"> • Cilindro neumático Ariete • Cilindro neumático lateral de ajuste • Cilindro neumático Paro Perpendicular Freno Pallet <ul style="list-style-type: none"> • Cilindros neumáticos Sistema Motriz <ul style="list-style-type: none"> • Componentes mecánicos 	Carrusel <ul style="list-style-type: none"> • Pernos columna central • Filtro de aire Báscula de llenado <ul style="list-style-type: none"> • Cabezal de llenado • Pernos centrador • Cilindro cabezal • Válvula paso gas Motorización <ul style="list-style-type: none"> • Pernos del motor-reductor
Trimestral	Ariete de descarga <ul style="list-style-type: none"> • Componentes motor-reductor Sistema Motriz <ul style="list-style-type: none"> • Motor 	Motorización <ul style="list-style-type: none"> • Motor
Semestral	Ariete de descarga <ul style="list-style-type: none"> • Componentes eléctricos Sistema Motriz <ul style="list-style-type: none"> • Motor • Componentes mecánicos 	Motorización <ul style="list-style-type: none"> • Motor
Anual	Ariete de descarga <ul style="list-style-type: none"> • Cadena de Empuje Ariete de Carga <ul style="list-style-type: none"> • Cilindro Ariete • Estructura paro perpendicular Sistema Motriz <ul style="list-style-type: none"> • Motor 	Carrusel <ul style="list-style-type: none"> • Anillos estructurales • Ruedas carrusel • Sellos columna central Básculas de llenado <ul style="list-style-type: none"> • Cilindro cabezal
Bianual	Ariete de descarga <ul style="list-style-type: none"> • Motor Sistema Motriz <ul style="list-style-type: none"> • Motor 	Motorización <ul style="list-style-type: none"> • Motor • Sistema de seguridad

Trianual		Carrusel <ul style="list-style-type: none"> • Rodamientos columna central • Sistema de seguridad caja presurizada.
-----------------	--	--

Cuadro resumen de correctivo interno, preventivo y correctivo externo.

Mantenimiento		Elementos Paletizadora	Elementos Llenado
Correctivo interno		Elevador de Barras <ul style="list-style-type: none"> • Electroválvulas • Brazos mecánicos • Válvulas neumáticas • Componentes mecánicos Ariete de Descarga <ul style="list-style-type: none"> • Válvulas neumáticas • Electroválvulas Ariete de Carga <ul style="list-style-type: none"> • Válvulas neumáticas • Electroválvulas • Sensor límite de carrera Mangas Levantes <ul style="list-style-type: none"> • Válvula neumática • Electroválvula • Sensor límite de carrera • Mangueras Freno pallets <ul style="list-style-type: none"> • Válvulas neumáticas • Electroválvulas • Sensor límite de carrera 	Carrusel <ul style="list-style-type: none"> • Mangueras de alimentación de aire Bascula de llenado <ul style="list-style-type: none"> • Válvula neumática • Electroválvulas • Otros componentes cuadro de válvulas • Brazos mecánicos
Preventivo Externo	Anual	Ariete de Carga <ul style="list-style-type: none"> • Cilindro neumático Paro Perpendicular (buje de bronce) 	Carrusel <ul style="list-style-type: none"> • Rodamiento ruedas carrusel
	Bianual	Motriz <ul style="list-style-type: none"> • Motor • Chequeo sistema automático 	Motorización <ul style="list-style-type: none"> • Motor • Chequeo sistema automático
	Trianual		Carrusel <ul style="list-style-type: none"> • Tarea búsqueda de fallas (Trianual)
Correctivo Externo		Elevador de barras <ul style="list-style-type: none"> • PLC Ariete de descarga <ul style="list-style-type: none"> • PLC Ariete de Carga <ul style="list-style-type: none"> • PLC 	Carrusel <ul style="list-style-type: none"> • PLC Bascula de llenado <ul style="list-style-type: none"> • PLC • Medidor del caudal másico

	Mangas Levantes <ul style="list-style-type: none"> • PLC Freno Pallets <ul style="list-style-type: none"> • PLC 	
--	---	--

Anexo 3.11 – Tabla comparativa de actividades de mantenimiento, Actual versus Propuesta

	Actividad de Mantenimiento Sistema Paletizado	Actual		Propuesta	
		Correctivo	Restaurativo	Correctivos	Preventivas
Elevador de Barras	Reacondicionamiento de unidad FRL	*		*	
	Sustitución componentes neumáticos	*		*	
	Sustitución componentes mecánicos	*		*	
	Sustitución válvula neumática	*		*	
	Sustitución electroválvula	*		*	
	Sustitución de cilindro neumático	*		*	
	Revisión de componentes neumáticos				*
	Revisión estado de Cilindros				*
Ariete de descarga	Sustitución de cadena de Empuje	*			*
	Reacondicionamiento de Cadena de Empuje	*		*	
	Lubricación piñones helicoidales		*	*	
	Sustitución de componentes Mecánico Ariete	*		*	
	Revisión Componentes Eléctricos (Motor)		*		*
	Revisión Componentes Mecánicos (Motor)	*			*
	Revisión Ventilación (Motor)		*		*
	Revisión de Temperatura (Motor)	*			*
	Revisión Cadena de Empuje		*		*
	Revisión componentes Mecánicos Ariete		*		*
	Restaurar componentes eléctricos del motor	*			*
	Revisión Nivel de aceite (Motor)		*		*
Ariete de	Reacondicionamiento del Cilindro Ariete	*			*
	Sustitución válvula neumática	*		*	

	Sustitución electroválvula	*		*	
	Sustitución de cilindro neumático	*		*	
	Sustitución de sensores	*		*	
	Revisión Cilindro Ariete de carga		*		*
	Revisión Cilindro Paro Perpendicular		*		*
	Revisión Cilindro Lateral de Ajuste	*			*
Motriz	Cambio de aceite Motor-Reductor		*	*	
	Alineamiento de Piñones (Motriz)	*		*	
	Sustitución de Cadena Motriz	*		*	
	Sustitución de componentes Mecánico (Motriz)	*		*	
	Revisión Componentes Eléctricos (Motor)		*		*
	Revisión Componentes Mecánicos (Motor)	*			*
	Revisión Ventilación (Motor)		*		*
	Revisión de Temperatura (Motor)	*			*
	Restaurar componentes eléctricos del motor	*			*
	Revisión Nivel de aceite (Motor)		*		*
	Revisión componentes Mecánicos (Motriz)		*		*
	Revisión Cadena Motriz de pallets		*		*
Mangas levante	Sustitución válvula neumática	*		*	
	Sustitución electroválvula	*		*	
	Sustitución de sensores	*		*	
	sustitución de mangas levante	*		*	
Freno Pallets	Sustitución válvula neumática	*		*	
	Sustitución electroválvula	*		*	
	Sustitución de sensores	*		*	
	Sustitución de cilindro neumático	*		*	
	Revisión estado de Cilindros		*		*
		32	15	25	24

	Actividad de Mantenimiento Sistema llenado	Actual		Propuesta	
		Correctivo	Restaurativo	Correctivos	Preventivas
Carrusel	Reacondicionamiento de anillos	*			*
	Revisar estado de soldaduras		*		*
	Reacondicionamiento Ruedas del Carrusel		*		*
	Sustitución de sellos O' ring y Cuadrip Columna central	*			*
	Sustitución de Ruedas del carrusel	*		*	
	Sustitución Rodamientos Columna central	*			*
	Revisar Pernos Columna Central		*		*
	Revisar estado Unidad FRL	*			*
	Reacondicionamiento de unidad FRL	*		*	
	Sustitución de Unidad FRL	*		*	
	Reparación mangueras neumáticas	*		*	
Básculas de llenado	Reacondicionamiento de los Cabezales de llenado		*		*
	Revisión estado Cilindro cabezal de llenado	*			*
	Reacondicionamiento de Válvula Paso Gas	*			*
	Revisión de Pernos del Centrador		*		*
	Reacondicionamiento conjunto centrador más cilindro cabezal	*			*
	Reacondicionamiento Cilindro Cabezal de llenado		*		*
	Reacondicionamiento Centrador	*			*
	Sustitución válvula neumática	*		*	
	Sustitución de electroválvula	*		*	
	Reparación cuadro de válvulas	*		*	
	Reparación de medidor de caudal Másico	*		*	
	Sustitución de brazos mecánicos (centrador)	*		*	

Motorización (Unidad Impulsora)	Revisión Componentes Mecánicos (Motor)		*		*
	Revisión Ventilación (Motor)		*		*
	Revisión de Temperatura (Motor)	*			*
	Revisión Nivel de aceite (Motor)		*		*
	Revisión Componentes Eléctricos (Motor)	*			*
	Cambio de aceite Motor-Reductor	*		*	
	Revisar Pernos del Motor y el Reductor		*		*
	Reparar variador de velocidad (motor-reductor)	*		*	
		21	10	11	20

	Actual		Propuesta	
	Correctivo	Restaurativo	Correctivo	Preventivas
Total	53	25	36	44

Actividades totales	80
---------------------	----

Anexo 3.12 – Plan de Mantenimiento, Procedimiento Operativo Estándar (POE), Línea 15K Sistema Paletizado y Llenado.