



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica

**PLAN DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO PARA LÍNEA DE BEBIDAS EN ENVASE DE
ALUMINIO (LÍNEA 21), PARA EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO DE UNA
INDUSTRIA DE ALIMENTOS Y BEBIDAS EN GUATEMALA**

Carlos Eduardo Ortiz Archila

Asesorado por el Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda

Guatemala, febrero de 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO PARA LÍNEA DE BEBIDAS EN ENVASE DE ALUMINIO (LÍNEA 21), PARA EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO DE UNA INDUSTRIA DE ALIMENTOS Y BEBIDAS EN GUATEMALA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

CARLOS EDUARDO ORTIZ ARCHILA

ASESORADO POR EL ING. EDWIN ESTUARDO SARCEÑO ZEPEDA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, FEBRERO DE 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Roberto Guzmán Ortiz
EXAMINADOR	Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma
EXAMINADOR	Ing. Edwin Estuado Sarceño Zepeda
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

PLAN DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO PARA LÍNEA DE BEBIDAS EN ENVASE DE ALUMINIO (LÍNEA 21), PARA EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO DE UNA INDUSTRIA DE ALIMENTOS Y BEBIDAS EN GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 20 de marzo de 2019.



Carlos Eduardo Ortiz Archila

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 05 de noviembre de 2019
REF.EPS.DOC.779.11.19.

Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Argueta Hernández.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Carlos Eduardo Ortiz Archila** de la Carrera de Ingeniería Mecánica, con carné No. 201503648, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **PLAN DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO PARA LÍNEA DE BEBIDAS EN ENVASE DE ALUMINIO (LÍNEA 21), PARA EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO DE UNA INDUSTRIA DE ALIMENTOS Y BEBIDAS EN GUTEMALA.**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda
Asesor-Supervisor de E.P.S.
Área de Ingeniería Mecánica



c.c. Archivo
EDSZ/ra

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 05 de noviembre de 2019
REF.EPS.D.406.11.19

Ing. Roberto Guzmán Ortíz
Director Escuela de Ingeniería Mecánica
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Guzmán Ortíz:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado: **PLAN DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO PARA LÍNEA DE BEBIDAS EN ENVASE DE ALUMINIO (LÍNEA 21), PARA EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO DE UNA INDUSTRIA DE ALIMENTOS Y BEBIDAS EN GUTEMALA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Carlos Eduardo Ortiz Archila** quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ingeniero Edwin Estuardo Sarceño Zepeda.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor - Supervisor de EPS, en mi calidad de Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Oscar Anquetá Hernández
Director Unidad de EPS

OAH/ra

El Revisor de la Escuela de Ingeniería Mecánica, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor-Supervisor y del Director de la Unidad de EPS, al trabajo de graduación titulado: **PLAN DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO PARA LÍNEA DE BEBIDAS EN ENVASE DE ALUMINIO (LÍNEA 21), PARA EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO DE UNA INDUSTRIA DE ALIMENTOS Y BEBIDAS EN GUATEMALA** del estudiante **Carlos Eduardo Ortiz Archila, CUI 2886926080101, Reg. Académico No. 201503648** y habiendo realizado la revisión de Escuela, se autoriza para que continúe su trámite en la oficina de Lingüística, Unidad de Planificación.

"Id y Enseñad a Todos"



Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
Revisor
Escuela de Ingeniería Mecánica



Guatemala, noviembre de 2019
/aej

Ref.E.I.M.270.2019

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor-Supervisor y del Director de la Unidad de EPS, al trabajo de graduación titulado: **PLAN DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO PARA LÍNEA DE BEBIDAS EN ENVASE DE ALUMINIO (LÍNEA 21), PARA EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO DE UNA INDUSTRIA DE ALIMENTOS Y BEBIDAS EN GUATEMALA** del estudiante **Carlos Eduardo Ortiz Archila, CUI 2886926080101, Reg. Académico No. 201503648** y habiendo realizado la revisión de Escuela, se autoriza para que continúe su trámite en la oficina de Lingüística, Unidad de Planificación.

"Id y Enseñad a Todos"



Ing. Roberto Guzmán Ortiz
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica



Guatemala, noviembre de 2019
/aej

Universidad de San Carlos
de Guatemala

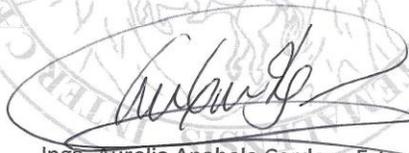


Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref.DTG.050.2020

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al trabajo de graduación titulado: **PLAN DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO PARA LÍNEA DE BEBIDAS EN ENVASE DE ALUMINIO (LÍNEA 21), PARA EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO DE UNA INDUSTRIA DE ALIMENTOS Y BEBIDAS EN GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario: **Carlos Eduardo Ortiz Archila** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, febrero de 2020

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por darme la fortaleza y la sabiduría durante esta etapa de mi vida
- Mis padres** Jacqueline Archila y Rudy Ortiz, por apoyarme durante los momentos más difíciles, ser mi ejemplo y por su amor incondicional.
- Mis abuelos** Carlos Archila y Nelly Chávez, por cada segundo de felicidad y amor que le han dado a mi vida.
- Mi hermano** Estuardo Ortiz Archila, por ser mi confidente y mi fiel compañero, quien me motiva a seguir adelante y ser su mejor ejemplo.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

A mi *alma máter*, por los conocimientos y las experiencias durante mi vida como estudiante.

Facultad de Ingeniería

Por permitirme encontrar mi vocación.

**Mis amigos de la
Facultad**

Sidney Cobaquil, Javier Lara, Erick Luna, Gustavo Taylor, Omar Lantan, Jonathan Illescas, Diego , Edgar Morales, Betzy Palma, Nora Minelli, Karla y Christian María Fernanda Santizo, por tantos momentos de felicidad y apoyo en los momentos más difíciles.

Mi asesor de EPS

Ing. Edwin Sarceño, por los consejos y apoyo brindado durante este proceso.

Mi asesor

Ing. Julio Mejía, por ser más que mi mentor, mi ejemplo a seguir como profesional.

**Mis compañeros del
área de ingeniería**

Elvis Montenegro, Héctor Velásquez, Jennifer López, Ricardo Yaguax y Fernando González, por brindarme su apoyo en todo momento.

**Mis compañeros
practicantes**

Elena Morales, Steven Mayen, Diego Ruiz y Diego Cifuentes, por las todas las pláticas, risas y apoyo durante la etapa como practicantes.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. GENERALIDADES.....	1
1.1. Descripción de la empresa	1
1.1.1. Historia de la empresa	1
1.1.2. Productos.....	4
1.1.3. Misión de la empresa.....	6
1.1.4. Visión de la empresa.....	7
1.1.5. Política de calidad.....	7
1.1.6. Valores	7
1.2. Descripción de la línea.....	8
1.2.1. Partes y subpartes de los equipos	8
1.2.2. Descripción del proceso.....	25
1.2.3. Diagrama de operaciones del proceso.....	29
1.2.4. Diagrama del flujo del proceso.....	32
2. FASE DE INVESTIGACIÓN	35
2.1. Generalidades.....	35
2.1.1. Planteamiento del problema	35
2.1.2. Formulación del problema.....	36

2.1.3.	Alcances y límites del proyecto.....	36
2.1.3.1.	Alcances	37
2.1.3.2.	Límites	37
2.2.	Antecedentes de la línea	37
2.2.1.	Mantenimiento preventivo.....	38
2.2.2.	Fallas recurrentes de los equipos	45
2.3.	Situación actual de los equipos	54
2.3.1.	Estado general.....	54
2.3.2.	Estudio de desgaste y deterioro	68
2.3.3.	Clasificación de paros debidos a fallas usuales.....	94
2.3.4.	Análisis económico debido a paros frecuentes.....	99
3.	FASE TÉCNICO-PROFESIONAL.....	107
3.1.	¿Qué es el mantenimiento autónomo?.....	107
3.1.1.	Objetivos del mantenimiento autónomo.....	112
3.1.2.	Alcances y límites del mantenimiento autónomo en IAK..	114
3.1.3.	Etapas del mantenimiento autónomo	115
3.1.3.1.	Preparación	115
3.1.3.2.	Limpieza e inspección inicial.....	117
3.1.3.3.	Establecer medidas preventivas contra las causas de deterioro	118
3.1.3.4.	Preparación de estándares para limpieza e inspección.....	119
3.1.3.5.	Inspección general orientada.....	121
3.1.3.6.	Inspección autónoma	121
3.1.3.7.	Estandarización.....	123
3.1.3.8.	Control autónomo total.....	124
3.2.	Fase1. Preparación de documentación	124

3.2.1.	Matriz de responsabilidades	124
3.2.2.	Manual de mantenimiento autónomo	126
3.2.3.	Documentos SOP	128
3.2.4.	Documentación de apoyo	129
3.3.	Fase 2. Limpieza e inspección inicial.....	134
3.3.1.	Limpieza inicial de los equipos.....	134
3.3.2.	Creación de parámetros VOSO de inspección	154
3.4.	Fase 3. Establecimiento de medidas preventivas	157
3.4.1.	Creación de matriz de responsabilidades	157
3.4.2.	Creación de manual de mantenimiento autónomo L21	164
4.	FASE DE DOCENCIA	173
4.1.	Manual para la gestión de un plan de mantenimiento autónomo 173	
4.2.	Evaluación de conocimientos	177
4.3.	Plan de capacitación continua	183
4.3.1	Capacitación de TPM (mantenimiento total productivo)	186
4.3.2	Capacitación de mantenimiento autónomo	189
4.2.3	Capacitación 6S	192
	CONCLUSIONES	195
	RECOMENDACIONES.....	197
	BIBLIOGRAFÍA.....	199
	APÉNDICES	201
	ANEXOS	229

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Vista aerea de la empresa.....	4
2. Diagrama del proceso	29
3. Diagrama de operaciones del proceso de la línea 21.....	30
4. Diagrama de flujo del proceso de línea 21	32
5. Curva representativa de las etapas de falla de un equipo.....	46
6. Cantidad de fallas recurrentes en equipos analizados durante el anterior periodo fiscal	48
7. Envase con pesos bajos.....	48
8. Desgaste en rodillos de cadena de embudos.....	49
9. Envase caído en llenadora	49
10. Envase con baja presión interna	49
11. Rotura de faja por atasco de polea central.....	50
12. Arruga de primera operación.....	50
13. Arruga de segunda operación	51
14. Sello falso.....	51
15. Atasco de corrugado en cadena formadora de bandeja.....	52
16. Ventosa dosificadora de bandeja	52
17. Envase caído en ensambles divisores de envase	53
18. Cuchilla de corte de polietileno.....	53
19. Tensión inadecuada del polietileno de menor calibre.....	54
20. Formato para el análisis inicial y datos generales del equipo.....	55
21. Formato de calificación de aspectos generales.....	55
22. Hoja de calificación del estado general de los equipos	57

23. Récord de oportunidades, o medidas preventivas por aplicar mediante mantenimiento autónomo.....	58
24. Suciedad incrustada en llenadora de cascada.....	60
25. Caja reductora y faja de potencia de llenadora	61
26. Áreas contaminadas por producto en selladora	63
27. Suciedad acumulada en mecanismos interiores del equipo	66
28. Suciedad incrustada en cuchillas de corte de polietileno	68
29. Estudio de desgaste y deterioro.....	70
30. Bomba de envío de producto hacia llenadora de cascada	76
31. Caja reductora en llenadora de cascada.....	81
32. Rodillos de sellado	83
33. Mesa central de selladora	84
34. Cadena agrupadora de empaquetadora	90
35. Cadena de transporte de bandeja.....	91
36. Paros frecuentes anterior periodo fiscal (<i>mynor stops</i>).....	95
37. Mantenimientos correctivos emergentes anterior periodo fiscal (<i>breack down</i>)	96
38. <i>Mynor stops y breack down</i> registrados durante anterior periodo fiscal.....	98
39. Indicadores de disponibilidad y desempeño	104
40. Seis pilares fundamentales del TPM.....	109
41. Pasos para la implementación de mantenimiento autónomo	111
42. Matriz de responsabilidades IAK L21	125
43. Manual de mantenimiento autónomo L21	127
44. Documentos SOP a utilizar en IAK	128
45. Mapeo de actividades en equipos IAK.....	129
46. Registro de actividades mantenimiento autónomo IAK.....	130
47. Documentos LUP a utilizar en IAK.....	131
48. Documentos VOSO a utilizar en IAK	132

49.	Boletines informativos sobre TPM, 6S y cero pérdidas en IAK	133
50.	Estructura de protección para sistema de dosificación de nitrógeno.....	151
51.	Tolva de protección para caja reductora de potencia	152
52.	Transferencias de transportadores cortas	152
53.	Rodillos de deslizamiento de la cadena de embudos.....	153
54.	Ejemplo de documentos sop realizados para cada actividad de los manuales.....	169
55.	Ejemplo de documento LUP realizados.....	170
56.	Manual para la implementación de mantenimiento autónomo páginas 1, 2.....	173
57.	Manual para la implementación de mantenimiento autónomo páginas 3, 4.....	174
58.	Manual para la implementación de mantenimiento autónomo páginas 5, 6.....	174
59.	Manual para la implementación de mantenimiento autónomo páginas 7, 8.....	175
60.	Manual para la implementación de mantenimiento autónomo páginas 9, 10.....	175
61.	Manual para la implementación de mantenimiento autónomo páginas 11-12.....	176
62.	Manual para la implementación de mantenimiento autónomo páginas 13, 14.....	176
63.	Encuesta TPM realizada a operadores de la línea	177
64.	Resultados de la primera pregunta de la encuesta realizada	178
65.	Resultados de segunda pregunta de encuesta realizada.....	179
66.	Resultados de tercera pregunta de encuesta realizada	180
67.	Resultados de la cuarta pregunta de la encuesta realizada	181
68.	Resultados de la quinta pregunta de la encuesta realizada	182
69.	Presentación utilizada para capacitación de TPM.....	186

70.	Presentación utilizada para capacitación de TPM parte 2	187
71.	Presentación utilizada para capacitación de TPM parte 3	188
72.	Presentación para capacitación de MA.....	189
73.	presentación para capacitación de MA parte 2	190
74.	Presentación para capacitación Ma parte 3	191
75.	Presentación para la capacitación de 6S	192
76.	Presentación para la capacitación de 6S parte 2	193
77.	Presentación para la capacitación de 6S parte 3.....	194

TABLAS

I.	Presentaciones de productos correspondientes a bebidas.....	5
II.	Presentación de productos correspondientes a alimentos.....	6
III.	Partes y subpartes de la llenadora de cascada	9
IV.	Partes y subpartes de selladora de envases de aluminio	11
V.	Partes y subpartes de empaquetadora de envases.....	16
VI.	Partes y subpartes de emplastadora.....	21
VII.	Rutinas de lubricación para llenadora.....	43
VIII.	Rutinas de lubricación para selladora	43
IX.	Rutinas de lubricación para embandejadora.....	44
X.	Rutinas de lubricación para emplastadora	44
XI.	Paros totales debido a <i>mynor stops</i> y <i>breack down</i> durante OB anterior.....	97
XII.	Duración en horas del ajuste realizado a la cadena formadora de bandeja.....	100
XIII.	Tasa de costos fijos de producción.....	101
XIV.	Costos fijos de producción	101
XV.	Costos de paros correspondientes a <i>mynos stops</i> del OB 17-18	102
XVI.	Costos debido a paros correspondientes a <i>breack down</i> OB 17-18	103

XVII.	Tareas VOSO correspondientes a la llenadora de cascada.....	154
XVIII.	Tareas VOSO correspondiente a selladora de envases	155
XIX.	Tareas VOSO correspondientes a empaquetadora	156
XX.	Tareas VOSO correspondientes a emplastificadora	157
XXI.	Matriz de responsabilidades llenadora de cascada y selladora de envases.....	158
XXII.	Matriz de responsabilidades empaquetadora.....	159
XXIII.	Matriz de responsabilidades emplastificadora	163
XXIV.	Manual de mantenimiento autónomo llenadora de cascada	165
XXV.	Manual de mantenimiento autónomo selladora de envases	166
XXVI.	Manual de mantenimiento autónomo empaquetadora	167
XXVII.	Manual de mantenimiento autónomo emplastificadora	168
XXVIII.	Cronograma de capacitaciones.....	185

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
°C	Grados centígrados
g	Gramos
mm	Milímetro
oz	Onzas
%	Porcentaje
Pulg	Pulgadas
Q	Quetzales

GLOSARIO

Ajuste	Forma en que dos piezas mecánicas se acoplan entre sí.
Avería	Desperfecto que impide que un elemento o pieza cumpla la función para la cual fue creada.
<i>Break down</i>	Paros mayores a cinco minutos y con necesidad de reemplazo de pieza.
<i>Busching</i>	Elemento mecánico en donde se apoya un eje, generalmente hecho de bronce.
Cavitación	Cavidades de vapor que se generan en un líquido en movimiento.
Desempeño	Grado de desenvolvura que algún objeto, pieza o equipo tiene respecto a un fin esperado.
Desgaste	Deterioro progresivo de dos elementos consecuente de un roce constante.
Deterioro	Degeneración gradual y progresiva de un objeto debido a múltiples factores.

Disponibilidad	Capacidad de un activo para realizar una función requerida bajo condiciones dadas en un instante de tiempo.
Indicador	Dato o conjunto de datos que permite valorar características e intensidad de un hecho.
Inspección	Examen o estudio visual que se realiza para comprobar el estado de algún objeto específico.
Lubricación	Aplicación de una sustancia aceitosa con el fin de disminuir la fricción entre dos objetos.
Mantenimiento	Conservación de un activo o equipo dentro de ciertos parámetros para que este pueda cumplir con la función para la cual fue creado.
Minor stops	Paros menores a cinco minutos y sin la necesidad de un reemplazo de pieza.
OHP	Conjunto de parte o elementos que serán necesarios durante un mantenimiento mayor.
OPL	Documentos sencillos utilizados para la transferencia de conocimientos y habilidades simples o breves.
OPI	Indicador de performance operativo, comúnmente conocidos como indicadores de planta.

Pasteurización	Proceso térmico al cual se someten alimentos envasados con el fin de disminuir lo más posible los agentes patógenos.
Polietileno	Polímero termocontraíble utilizado para el empaque de los envases.
SOP	Documento conocido como procedimiento operativo estándar, el cual contiene una serie de instrucciones relevantes para llevar a cabo un procedimiento o proceso.
<i>Sprocket</i>	Engranaje de cualquier tipo, ya sea de dientes rectos o helicoidal.
TPM	Filosofía de mantenimiento cuyo objetivo es eliminar pérdidas en producción y mantener los equipos en su máxima disposición.
VOSO	Serie de técnicas de inspección que utilizan todos los sentidos con el objetivo de identificar fallas en equipos.

RESUMEN

La filosofía del mantenimiento autónomo, es una serie de etapas que pretenden crear progresivamente una cultura de cuidado permanente del sitio de trabajo, así como minimizar las pérdidas de tiempo en paradas programadas y las fallas del equipo para conseguir una óptima disponibilidad. Los factores como paros inesperados por obstrucciones, fallos en mecanismos por poca lubricación y deficientes condiciones operativas reducen la disponibilidad de la máquina.

El presente trabajo tiene como punto de partida una breve inducción sobre la perspectiva y antecedentes de la empresa, así como la situación actual de línea que se pretende que sea de prueba piloto.

Posteriormente se explicará el origen y la fundamentación del mantenimiento autónomo, los métodos y herramientas que serán utilizados. Se determinará un programa de mantenimiento y sus parámetros de operación correspondientes a la línea.

Con base en inspecciones durante la limpieza inicial, se realizarán parámetros VOSO que serán de utilidad para tareas de inspección y así encontrar fallas en sus fases iniciales. Se determinará el estado y desgaste de los equipos dentro de la línea piloto y se expondrá cómo debe ser la implementación del mantenimiento autónomo en sus primeras tres fases. También se hará un análisis de costos debido a paros causados por falta de lubricación, fallas que pudieron haber sido evitadas con inspecciones, limpiezas

y ajustes menores, con el fin de hacer ver la importancia de la implementación inmediata del mismo.

Por último, se realizará un plan de capacitación, además de evaluaciones al personal de producción, para que este departamento pueda replicar este tipo de tareas al resto de las líneas de producción de la planta.

OBJETIVOS

General

Desarrollar un plan para la gestión de mantenimiento autónomo para una línea de bebidas de envase de aluminio en una industria de alimentos y bebidas de Guatemala.

Específicos

1. Analizar los paros y fallas más frecuentes de los equipos correspondientes de la línea debido a tareas de ajustes, lubricación y limpieza.
2. Elaborar un plan para la gestión de mantenimiento autónomo que incrementará la eficiencia del proceso, en búsqueda de la mejora continua.
3. Establecer un plan de capacitación orientado a la elaboración y ejecución de planes de mantenimiento autónomo para el departamento de producción.

INTRODUCCIÓN

Posterior a la Segunda Guerra Mundial, muchas industrias japonesas se vieron en la necesidad de competir de una manera eficiente en el mercado mundial, mejorando su calidad y productividad. fueron pioneros en técnicas de manufactura y administración, que luego fueron adoptadas por múltiples empresas en los Estados Unidos, con el fin de mejorar el mantenimiento de sus equipos.

Japón fue el creador del concepto de mantenimiento preventivo, que posteriormente sería actualizado en términos de mantenimiento productivo, prevención del mantenimiento, ingeniería de confiabilidad, entre otros. Cada vez es mejor, hasta llegar a lo que en la actualidad se conoce como mantenimiento productivo total o TPM por sus siglas en inglés.

Uno de los pilares fundamentales para la implementación de este tipo de mantenimiento es el mantenimiento autónomo, por lo que si se desea llegar a este enfoque se debe priorizar una buena base.

El presente trabajo de graduación está enfocado precisamente en esa necesidad de crear una base sólida, que permita el mejoramiento de la productividad y calidad, y que a su vez, sea un avance al mantenimiento existente.

Se hará una propuesta de un plan de mantenimiento autónomo en una línea de bebidas en una Industria de alimentos y bebidas de Guatemala. Se

aplicarán las tres primeras fases de mantenimiento autónomo que son la preparación inicial, limpieza inicial y contra medidas en la fuente de problemas.

1. GENERALIDADES

1.1. Descripción de la empresa

En este capítulo se realizará una descripción de la industria de alimentos y bebidas de Guatemala.

1.1.1. Historia de la empresa

La marca Kern's tiene una rica historia. Todo empezó en los años veinte, en el corazón del famoso Valle Central de California – la más rica y exuberante región agrícola del mundo. Allí, el jugo Kern's comenzó con el propósito de producir bebidas con sabor fresco para los hogares de la región. En los años treinta, la compañía introdujo los néctares Kern's. Las nuevas bebidas fueron un éxito instantáneo en California, donde la fruta, el sol y la naturaleza son una forma de vida.

Conforme creció el estado de California, también creció la marca Kern's. De ser localmente producido y comercializado, la empresa se expandió de manera que sus bebidas podían ser disfrutadas en otros estados del país. Posteriormente, a finales de la década de los cincuenta, la empresa abrió una subsidiaria en Guatemala, que años más tarde sería vendida para convertirse en Industrias Alimenticias Kern's y Cía., S.C.A.

La marca Kern's continúa su rica tradición de ofrecer productos naturales de alta calidad, a base de frutas, sin preservantes ni colorantes artificiales,

productos saludables y nutritivos que pueden ofrecerse a toda la familia, y que contribuyen a una mejor calidad de vida para los consumidores.

El 27 de junio de 1959 nació Alimentos Kern's en Guatemala, como una empresa agroindustrial. Los socios fundadores fueron Kern's Foods Inc., de California, quien aportó su conocimiento y el 50 % del capital; el otro 50 % fue capital guatemalteco.

La empresa basó su portafolio inicial en el éxito obtenido con sus néctares en California, Estados Unidos, pero rápidamente diversificó a nuevos productos, siempre enfocado en ofrecer a los consumidores centroamericanos bebidas y alimentos naturales a base de frutas.

En 1963 se fundó en Guatemala la compañía Alimentos y Conservas Ducal. Con un 100 % de capital guatemalteco, la cual inició operaciones como competencia de Kern's. Para 1965, W. R. Grace Co., el consorcio dueño de Kern's, adquirió Ducal.

Las dos empresas trabajaron independientes hasta 1969, en el que W. R. Grace decidió fusionarlas en un cambio estratégico que perseguía reducir costos de producción y operación y potenciar su expansión centroamericana. En 1970, W. R. Grace Co. vendió ambas compañías a Riviana Foods Inc., de Houston, Texas.

Durante los próximos treinta años, Alimentos Kern's progresó significativamente, desarrolló marcas exitosas, innovó y creó nuevos productos que cumplieran los requerimientos de calidad y expectativas de los consumidores centroamericanos, siempre apegado a su compromiso de ofrecer productos naturales y saludables.

En septiembre del 2004, Riviana Foods Inc. fue comprada por Ebro Puleva, S. A., empresa líder mundial en arroz, con sede en Madrid, España. Ajenos al mercado de jugos, néctares y conservas, característicos de Alimentos Kern's, Ebro Puleva, S.A. decidió vender la empresa Alimentos Kern's, junto con otras inversiones que Riviana Foods Inc., poseía, y que no calzaban con el portafolio de granos y commodities de la empresa española.

En agosto 2006, Alimentos Kerns fue comprada por Florida Ice & Farm Co. (FIFCO), por medio de su subsidiaria Florida Bebidas. A través de esta adquisición estratégica nace Industrias Alimenticias Kern's y Cía. S.C.A.

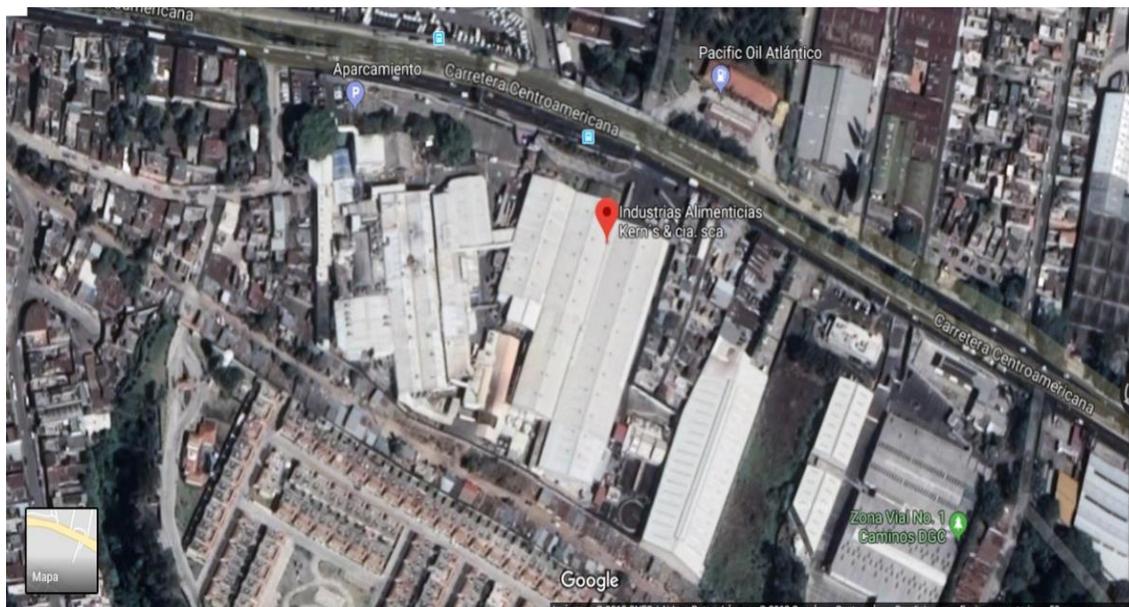
Con Florida Bebidas, Industrias Alimenticias Kern's y Cía., S.C.A., IAK consolida su posición en el mercado de bebidas en Centro América y Caribe, y potencia su exitoso portafolio de alimentos, con acceso a importantes fuentes de capital para modernizar su planta productiva en Guatemala.

La exitosa visión de negocios de Florida Bebidas permite a IAK crecer significativamente su presencia en Norte América, apalancado principalmente en su marca frijoles Ducal. La adquisición de IAK permite también a Florida Bebidas constituirse en una empresa regional, con operaciones en los principales mercados de Centro América.

Las principales marcas de IAK son Kern's, Ducal y Fun C. En Industrias Alimenticias Kern's y Cía.,S.C.A., mantener los principios de su rica herencia e historia, y ofrecer a las familias de la región los mejores productos naturales, hechos a base de frutas, sin preservantes ni colorantes artificiales, saludables y nutritivos, que contribuyen a una mejor calidad de vida de los consumidores.

Orgullosos de su exitoso pasado, ven con mucho entusiasmo y optimismo el futuro, esperanzados en continuar innovando en marcas, empaques y productos, para satisfacer las exigentes necesidades del consumidor del mañana y compartir con el mundo una mejor forma de vivir.

Figura 1. **Vista aérea de la empresa**



Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía., S.C.A. <https://directorio.guatemala.com/listado/industrias-alimenticias-kern-s-cia-s-c-a.html>. Consulta: julio de 2019.

1.1.2. **Productos**

Las plantas de producciones tienen un diseño que permite procesar una amplia variedad de productos, ya sea de forma alternativa o simultánea, lo que hace que sea un proceso sumamente eficiente que incrementa la productividad. La planta cuenta con un total de diecisiete líneas de producción, que están divididas en diferentes áreas. Son seis áreas de formulación y dieciséis áreas

de envasado y empaquetado de productos. Para visualizar de una forma más clara, se presenta a continuación dos gráficas con los procesos.

Tabla I. **Presentaciones de productos correspondientes a bebidas**

Producto	Presentación	
Jugos de sabores	Aluminio	330 mL
	Aluminio	220 mL
	Hojalata	157 mL
240 mL		
Sun tea	PET	350 mL
		500 mL
		2 L
		2,5 L
		3 L
Jugos de sabores	caja de carton	250 mL
		1 L
		200 mL
Salsa de tomate Ketchup	PET	Galon
		14 oz
		16 oz
		28 oz
		36 oz
		20 oz
	Vidrio	14 oz
		28 oz
Salsa de tomate Ketchup	Bolsitas	8 g
		52 g
		8 g
		8 g
		52 g

Fuente: elaboración propia.

Tabla II. **Presentación de productos correspondientes a alimentos**

Producto	Presentación	
Frijoles procesados	Bolsa de aluminio	5,5 oz
		8 oz
		14,1 oz
		28 oz
		29 oz
		35 oz
		52 oz
		104 oz
Frijoles procesados	Bolsa plástica (almohada)	1,82 kg
		29 oz
Salsa premium	Bolsa de aluminio	4 oz
		8 oz
		14,1 oz
		106 g
Frijoles procesados	Hojalata	10,5 oz
		15 oz
		29 oz

Fuente: elaboración propia.

1.1.3. Misión de la empresa

Con el esfuerzo diario de todos, seremos la empresa líder fabricante y distribuidores de alimentos y productos de alta calidad, comprometida a conquistar permanentemente la satisfacción del consumidor consolidando nuestras marcas como las mejores del mercado.

1.1.4. Visión de la empresa

Promover el desarrollo integral de quienes aquí laboramos para que, a través de un excelente servicio y del trabajo en equipo, logremos la producción y distribución rentable de productos de alta calidad que satisfagan las expectativas del consumidor, siendo vanguardistas y consolidándonos en el mercado centroamericano y norteamericano.

1.1.5. Política de calidad

Los productos de Industrias Alimenticias Kern's son producidos a partir de materias primas de primera calidad, que son inspeccionadas a su ingreso y están respaldadas por sus respectivos certificados de calidad, emitidos por proveedores reconocidos. Todos los procesos de producción cumplen con las normas de buenas prácticas de manufactura que son verificadas por las autoridades del Ministerio de Salud, de manera periódica.

1.1.6. Valores

- Trabajar honestamente, confiando en Dios como guía de todas nuestras acciones, observando como principales valores:
 - El respeto a la dignidad de nuestros compañeros, colaboradores y leyes de los países donde trabajemos.
 - El trabajo en equipo como la forma más efectiva de comunicarnos y usar nuestras fortalezas para el alcance de metas.
 - La lealtad a las políticas y decisiones de la compañía.
 - El costo beneficio como el balance ideal para mejorar la rentabilidad del negocio.

- La humildad de reconocer los errores para enmendar nuestras acciones.

1.2. Descripción de la línea

A continuación se realiza una descripción de la línea de la empresa.

1.2.1. Partes y subpartes de los equipos

Cualquier equipo se encuentra dividido en una serie de áreas con una función específica y que además está conformada por elementos individuales que permiten la realización de cierta actividad o función. Cada una de estas áreas se denomina partes del equipo y no son más que la suma de todas sus subpartes funcionales; dicho de otra manera, una parte es el conjunto global y las subpartes son los elementos individuales que conforman este conjunto y que tienen una función específica.

A continuación, se detallan las partes y subpartes que conforman los equipos que corresponden a la línea por evaluar. Será de utilidad para identificar con mayor facilidad las secciones de estudio realizados en los próximos capítulos.

- Llenadora de cascada: el principio de llenado de este equipo es muy básico. Utiliza el envase como medida de exactitud de llenado. Su principio básicamente consta de una tubería que forma una cortina de producto que luego es depositada en una serie de embudos que dirigen el caudal hacia las latas. Los envases tienen una cierta inclinación, que al llegar a su máximo de llenado se derrama el producto; de esta manera se mantiene la exactitud de llenado entre repeticiones. Este equipo

básicamente consta de una sección de llenado y un mecanismo de potencia.

Tabla III. Partes y subpartes de la llenadora de cascada

PARTES Y SUB PARTES LLENADORA SOLBERN						
PARTE	SUBPARTE	NO. DE PARTE	DESCRIPCION	SAP	CANTIDAD	IMAGEN
I. Sistema de llenado	Cadena de rodillos	38239A	Cadena de rodillos guias de embudos		1	
	Embudos	No existente	Embudos de llenado de producto		36	
	Ensamble modificador de altura	No existente	Conjunto de cadenas y sprockets		2	
	Guías laterales	No existente	Guías laterales de envase vacío		2	
Transportador de entrada	Guías laterales	No existente	Goma de guías laterales		7	
	Sensor de bote vacío	No existente	Sensor que verifica si hay envase en la entrada de la llenadora		1	

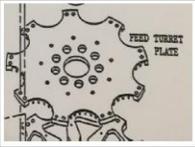
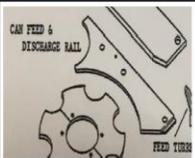
Continuación de la tabla III.

	Rodillo alineador	No existente	Rodillo alineador de envase vacío		1	
Sistema de transmisión	Eje de potencia vertical	No existente	Eje acoplado transmisor de potencia para embudos		1	
	Caja reductora	No existente	Caja reductora transmisora de potencia para cadena de rodillos		1	
	Cadena separadora	38239	Cadena separadora de envase vacío		1	
	Fajas de transmisión	7603	Faja de transmisión lisa		1	
	Faja de transmisión	7567	Faja de transmisión lisa para caja reductora		1	

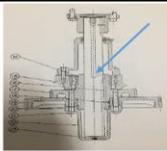
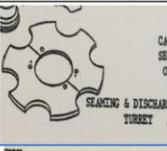
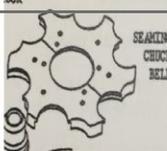
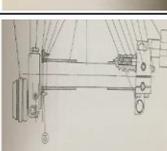
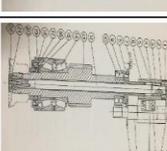
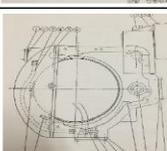
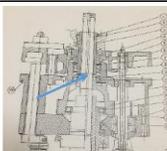
Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía., S.C.A.

- Selladora de envase de aluminio: es un equipo sumamente complejo. Para fines prácticos solo será dividido en las secciones de torreta superior que incluye los mecanismos de usillo de *chuck* de sellado y estructura de rodillos de sellado, un mecanismo de potencia que consta de tres fajas y un motor eléctrico y un mecanismo de dosificador de tapadera. La mesa central, que se encuentra compuesta básicamente de estrellas divisoras de dosificación y sellado de envase, estrella de descarga, rieles de entrada y descarga de envase. Así también se cuenta con una torreta inferior, que básicamente está compuesta por una caja de engranajes y una estructura de platos base. Por último se encuentra el *clutch*, el cual es un mecanismo que regula la velocidad de entrada de los envases. Consta básicamente de un sistema de *clutch* y una cadena de dedos de transporte. Este equipo utiliza los rodillos y *chuck* de sellado, que son de titanio, para formar la solapa de sellado. Cada envase y tapadera cuentan con un doblez en su periferia el cual al introducirse al equipo, los rodillos y *chuck*, que rotan a altas velocidades, realizan los dobleces correspondientes para sellar así el envase.

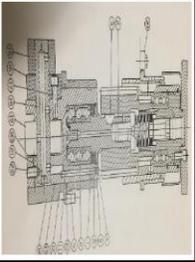
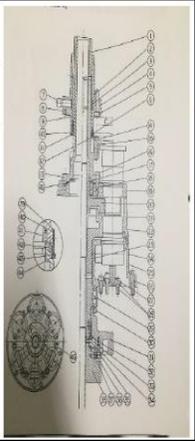
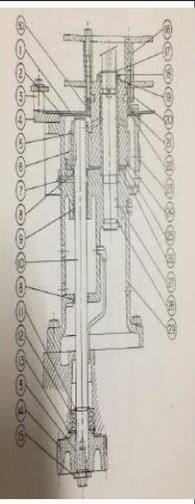
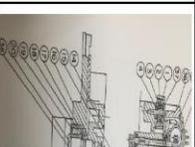
Tabla IV. Partes y subpartes de selladora de envases de aluminio

SELLADORA 61H						
Torreta de alimentacion	Torreta de alimentacion	H670	Torreta de alimentacion de envase		1	
	Plato torreta de alimentacion	H670	Placa de cobertura de torreta		1	
	Riel de alimentacion	H683	Riel de alimentacion y descarga de envase		1	

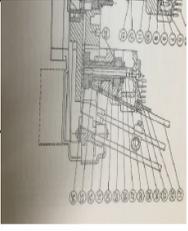
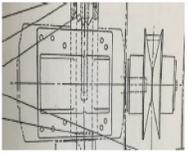
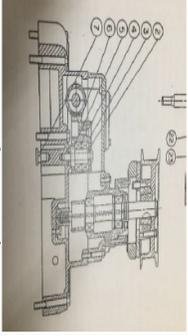
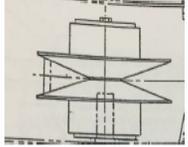
Continuación de la tabla IV.

	Eje de torreta de alimentacion	F0004H644AAA3	Eje conductor de torreta de alimentacion		1	
	Riel de entrada envase vacio	H684	Riel guía de envase		1	
	Torreta de sellado y descarga	H608	Torreta de sellado y descarga de envase vacio luego del proceso		1	
Torreta superior	Campana de chuck de sellado	H642	Campana /engrane para envase		1	
	Ensamble de alimentador de tapadera	1386227	Guías de entrada y salida de tapadera de envase		1	
	Estructura de rodillo de sellado	1386218-M	Estructura que conforma el rodillo de sellado y levas		6	
	Estructura de usillo de sellado	1409546-M	Estructura que conforma del usillo de sellado		6	
	Ensamble de torreta housing	1386226-m	Torreta de alojamiento		1	
	Eje central de torreta superior	8h644	Eje de torreta superior e inferior		1	

Continuación de la tabla IV.

Torreta inferior	Ensamble de chuck inferior	1387730-M	Elemento de ajuste de altura para sellado de envase	6	
	Engranaje conductor de chuck inferior	F0012H623AAAB6(20)	Engranaje conductor de chuck inferior	6	
	Leva de retorno de chuck inferior	F0023H620AAAA8(23)	Mecanismo de chuck de torreta inferior	6	
	Leva de chuck inferior	F0022H620AAAA9(27)	Mecanismo de chuck de torreta inferior	6	
	Engranaje de torreta inferior	F0010H623AAAA0(31)	Engranaje conductor de potencia de torreta inferior	1	
	Eje hollow de torreta inferior	8h644(1)	Eje de potencia de torreta inferior	1	
Mesa de descarga	Eje intermedio de descarga	F0007H644AAAA0(10)	Eje secundario correspondiente a la mesa de descarga de envase	1	
	Piñon de torreta de descarga	F0076H623AAAA1(6)	Engranaje tipo piñon conector de ejes	1	
	Engranaje de torreta de descarga	F0079H623AAAA8(24)	Engranaje de conduccion de eje principal	1	
	Torreta espaciadora de descarga	F0005H653AAAA0(16)	Engranaje separador de envase	1	
	Eje de descarga	Columna de descarga de envase	1		
	Engranaje intermedio de descarga	F0007H623AAAA5(14)	Engranaje conductor intermedio de ejes	1	
	Engranaje conductor espaciador	F0003L823AAAA8(39)	Engranaje espaciador de la estructura de separacion	1	

Continuación de la tabla IV.

Ensamblaje de conduccion separador	Usillo de separacion	F0003L856AAAA8(27)	Eje de separacion		1	
	Dedo NC NC	F005H628AAAAA5(13)	Dedo de separacion		1	
Ensamble principla	Fajas de transmision	F0023L830AAAA5	Fajas de tamaño C		3	
	Motoreductor	Ninguno	Motor electrico		1	
	Engranaje conductor separado	F0016H623AAAA4(3)	Eje conductor de potencia principal		1	
	Engranaje intermedio	F0015H623AAAA5 (6)	Engranaje loco de conduccion		1	
	Eje de piñon principal de conduccion	F0050H623AAAA1(18)	Eje con piñon de conduccion de potencia principal		1	
	Poleas de transmision	F0049H630AAAA6	Poleas de transmision 12.00 Pd		1	

Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía.,S.C.A.

- Embandejadora de envases de aluminio: es una máquina mucho más sencilla compuesta por un transportador de entrada. En este proceso se realiza la división de los envases en filas. Posteriormente a la entrada del equipo los envases se encuentran con una cadena de pinesque separan los envases y los preparan para el siguiente proceso.

Al mismo tiempo en la parte inferior del equipo se encuentra el mecanismo dosificador de bandeja que consta de un brazo mecánico, que no es más que un mecanismo de biela y manivela, junto con una ventosa. Mientras las bandejas son transportadas por una cadena en la parte inferior del equipo, en la parte superior se realiza la división de los grupos mediante una cadena de pines nuevamente. Esta se encarga de formar los grupos según la presentación que se esté trabajando.

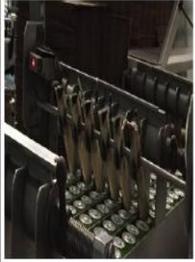
Posteriormente, el conjunto de envases es transportado a la siguiente sección por medio de un mecanismo de cadenas y *sprockets*. Este dirige el conjunto hacia el área donde es dosificada la bandeja.

En la siguiente sección se realizan los dobleces de las solapas posterior y frontal, por medio de una cadena que tiene una serie de placas con forma de parábola. Para las solapas exteriores o de los extremos, el grupo es transportado por una faja y atraviesa una serie de rieles que tienen una forma específica. Este perfil realiza los dobleces y se inyecta la brea correspondiente.

Tabla V. Partes y subpartes de empaquetadora de envases

EMPAQUETADORA STANDARD KNAPP						
Seccion de alimentacion o entrada	Motoreductor (1)	No existente	Motor electrico		1	
	Cadena de potencia (2)	No existente	Cadena usual de potencia		1	
	Faja transportadora de placas	No existente	Faja de placas de plastico		1	
	Eje de transmision de potencia	No existente	Eje que conecta la faja con el sistema de potencia		2	
	Estructura divisora de placas fase 1	No existente	Estructura de placas, divisora de filas primaria		1	
	Estructura divisora de placas fase 2	No existente	Estructura de placas divisora de filas secundaria		1	

Continuación de la tabla V.

	Estructura de sensores de alineacion	No existente	Estructura de sensores de alineacion de envases		1	
	Estructura divisora de placas fase 3	No existente	Estructura de placas divisora de filas previo a empacadora		1	
Alineador de envases	Ensamble espaciador de envase	No existente	Ensamble de cadena de dedos y sprockets		1	
	Ensamble agrupador de envase	No existente	Ensamble de cadena, sprockets y ejes del segmento agrupador		1	
	Faja transportadora de placas metalicas	No existente	Cinta transportadora de envase		1	

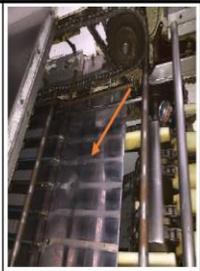
Continuación de la tabla V.

	Rieles laterales de transportador	No existente	Guías laterales de envases		1	
Transportador de bandejas	Cinta transportadora de placas	No existente	Faja transportadora de placas		2	
	Eje de potencia de cinta transportadora	No existente	Eje de conduccion de trasportador		1	
	Tornillo reductor de velocidad	No existente	Reductor de velocidad		1	
	Guías laterales	No existente	Placas laterales fijas		2	

Continuación de la tabla V.

Ensamble de dosificación de bandejas	Brazo móvil de bandeja	No existente	Mecanismo de brazo de extracción de bandejas	1	
	Ensamble de vacío	No existente	Conjunto generador de vacío de brazo móvil	1	
	Ensamble de conducción	No existente	Conjunto de cadena, sprockets y ejes del sistema de potencia	1	
	Guías laterales	No existente	Placas laterales fijas	2	
	Gomas electrostáticas	No existente	Gomas del transportador que mantienen la bandeja sujeta	2	

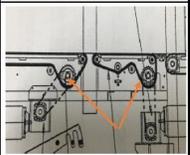
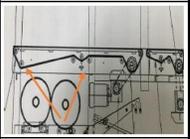
Continuación de la tabla V.

Ensamble formador de bandejas	Ensamble agrupador y dosificador de bandejas	No existente	Conjunto de cadena, sprockets y ejes separadores de grupos	1	
	Ensamble formador de bandeja	No existente	Conjunto de sprockets, cadenas y placas en media luna	1	
	Placas base	No existente	Placas por la cual se deslizan los grupos luego de proporcionar la bandeja	2	
	formadores de bandeja	No existente	Rieles con forma especifica que forman la bandeja	2	
	Dosificador de brea	No existente	Bomba que inyecta brea en secciones de la bandeja	1	

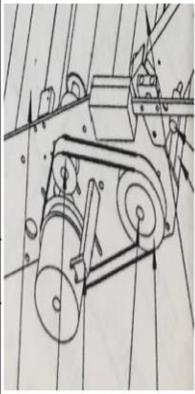
Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía.,S.C.A.

- Emplasticadora: es un equipo sencillo, consta de dos brazos que dosifican polietileno previo a un horno de termo contracción. El proceso inicia cuando el grupo, luego de haberse realizado la bandeja, entra a una faja transportadora que lo lleva a la sección de dosificación de polietileno. Mientras tanto el polietileno se encuentra en una base de rodillos que es desbobinado según la velocidad de trabajo, un brazo con una serie de rodillos tensa y a la vez dosifican el polietileno previo a la cuchilla de corte. El polietileno entra en una ranura que es donde se envuelve por completo los grupos. Mientras se traslada el grupo el polietileno es cortado por un mecanismo de cadenas y *sprocket* que cuentan con una cuchilla. Por último, el producto final se transporta por un horno, que contrae el polietileno, ajusta así los envases y evitan que estos se muevan o se caigan dentro de la bandeja.

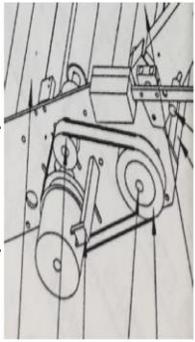
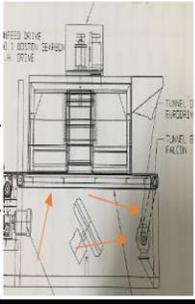
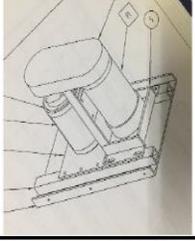
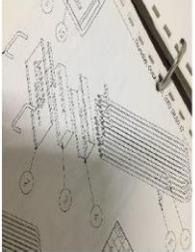
Tabla VI. Partes y subpartes de emplasticadora

EMPLASTICADORA						
BANDA TRANSPORTADORA	Faja transportadora	No existente	Faja transportadora de pines Flush Gride blanca de 24"		2	
	Motoreductor	No existente	Motor electrico Leeson de 1HP 1725RPM, con caja reductora Boston		2	
	Sistema de potencia de faja transportadora	No existente	Ejes, sprockets y cadena de potencia de faja transportadora		2	
	Poleas de transmision de faja	No existente	Poleas de transmision		6	
	Ensamble de corte de film	No existente	Ensamble correspondiente a hoja de corte de film		1	

Continuación de la tabla VI.

Ensamble dosificador de polietileno inferior	Rodillos de arrastre de film	10303026;10604056;1060407; 10304023;10304015	Rodillos metalicos de arrastre de polietileno		5	
	Ensamble de potencia de desbobinador de film	EC42C1290V	Clutch de seguridad y conduccion de polietileno		1	
		GPP7454	Motor electrico de dosificacion de film		1	
		322J050	Faja de transmision de potencia para desbobinador de film		1	
	Brazo tensor de film superior	10304013;103040141;10304053	Rodillos de arrastre de film		5	
	Brazo tensor de film inferior	10304025;10304011	Rodillos de arrastre de film		2	
Rodillos de arrastre de film	10303026;10604056;1060407; 10304023;10304015	Rodillos metalicos de arrastre de polietileno		5		

Continuación de la tabla VI.

Ensamble dosificador de polietileno superior	Ensamble de potencia de desbobinador de film	EC42C1290V	Clutch de seguridad y conduccion de polietileno	1	
		GPP7454	Motor electrico de dosificacion de film	1	
		322J050	Faja de transmision de potencia para desbobinador de film	1	
	Brazo tensor de film superior	10304013;103040141;10304053	Rodillos de arrastre de film	3	
	Brazo tensor de film inferior	10304025;10304011	Rodillos de arrastre de film	2	
Faja transportadora horno termocontraccion	Motor electrico	Ninguno	Motor electrico Leeson de 1HP 1725RPM, con caja reductora Boston	1	
	Ensamble de potencia de faja	Ninguno	Sprocket y cadena de potencia	1	
	Faja transportadora	Ninugno	Faja Falcon metalica		
Horno de termocontraccion	Ensamble de blower	60114000	Ensmble de blower para horno	1	
	Ensamble de calentamiento	10321000B	Ensamble interior calentador de horno	1	

Continuación de la tabla VI.

Ensamble de potencia	Motor electrico	No existente	Motor electrico de 1 hp de potencia	1	
	Caja reductora de engranajes	No existente	Caja reductora de velocidad	1	
	Poleas de transmision	No existente	Poleas de transmision para fajas		
	Fajas de transmision	No existente	Fajas de transmision de potencia		

Continuación de la tabla VI.

	Rodillos conductores	No existente	Rodillos encargados de transmitir el movimiento a rodillos superiores			
Transportador de rodillos	Rodillos	No existente	Rodillos de transporte de producto			
	Guías laterales	No existente	Guías laterales de transportador			
	Panel electrico	No existente	Panel eléctrico para paro y marcha		1	

Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía.,S.C.A.

1.2.2. Descripción del proceso

El proceso inicia desde los pozos de recolección de agua, en donde por medio de una bomba se realiza la extracción. Esta agua es enviada directamente al área de purificación en donde se realiza la limpieza. Atraviesa una serie de filtros entre los cuales se encuentran:

- Filtros de arena: son los más comúnmente utilizados, retienen partículas de tamaño hasta de veinte micras; todas las partículas son retenidas por el lecho filtrante de arena.

- Filtros de carbón activado: se utiliza para la filtración de químicos y microorganismos nocivos del suelo y agua contaminada. Son excelentes para la eliminación de cloro, mal olor, microorganismos patógenos, mejorando así el sabor y color del agua.
- Filtro suavizador: comúnmente constituidos por una resina catódica. Principalmente utilizado para la eliminación de metales pesados como calcio y magnesio
- Filtros de resina: son los encargados de eliminar partículas incluso dentro del agua con un tamaño superior a cinco micras. Esto puede llegar a depender del tipo de filtro que se esté utilizando.
- Por último, se utiliza un filtro de UV para eliminar microorganismos del agua purificada sin uso de químicos adicionales

Posteriormente el agua es enviada por medio de una bomba centrífuga a lo que en planta se conoce como *sugar system*, en donde básicamente se elabora la sustancia a base de la bebida. En esta área se utiliza una serie de mezcladores en tanques, un operador es el encargado de realizar el proceso de adición de azúcar según la receta se lo indique.

Al finalizar el proceso de formulación primaria, el producto es transportado a una sección secundaria donde se realizará la formulación completa del producto. En esta área, que se conoce como formulación, se realizará el proceso de adición de saborizantes, colorantes, ácido acético, entre otros. Existe una serie de operadores que realizan la mezcla según la cantidad indicada en la receta. Estas mezclas se realizan en el interior de un tanque que

contiene una serie de alabes que se mantiene girando a una velocidad baja que permite la homogenización de la sustancia.

El proceso continúa cuando el producto es finalizado y enviado al área de llenado. Previamente pasa a la llenadora, donde es tratado por un pasteurizador, que es básicamente un intercambiador de calor de tubos concéntricos. El producto se eleva aproximadamente a 90 °C durante un tiempo corto no mayor a 20 segundos. Este proceso es conocido como pasteurización HTST o de flujo continuo, en el cual el producto se eleva a muy altas temperaturas durante poco tiempo. El objetivo de la pasteurización de un líquido es reducir la presencia de agentes patógenos que puedan contener.

Luego, el producto es enviado a un tanque de *buffer* donde permanece por un breve instante hasta que es enviado al tanque de balance de la llenadora. Como se explicó, el producto es llenado en una forma de cortina en el interior de la llenadora. Cada uno de los envases es llenado según la inclinación que tenga, ya que determina la cantidad de producto en el interior del envase. Además, permite tener una precisión mucho mayor entre repeticiones.

Durante el proceso de llenado y por un área por separado se realiza el envío de los envases. Un operario se encarga de despaletizar los envases y colocarlos en una tolva de distribución, un equipo alienador coloca los envases en su posición correcta y por medio de un cable aéreo o transportador, son enviados hasta su destino.

El próximo paso es el sellado del envase. Luego del llenado, el bote es enviado rápidamente a una selladora, previo a ella se dosifica nitrógeno. La función de este gas es eliminar todo rastro de oxígeno dentro del envase previo a ser sellado y así evitar el crecimiento de agentes patógenos. El envase es

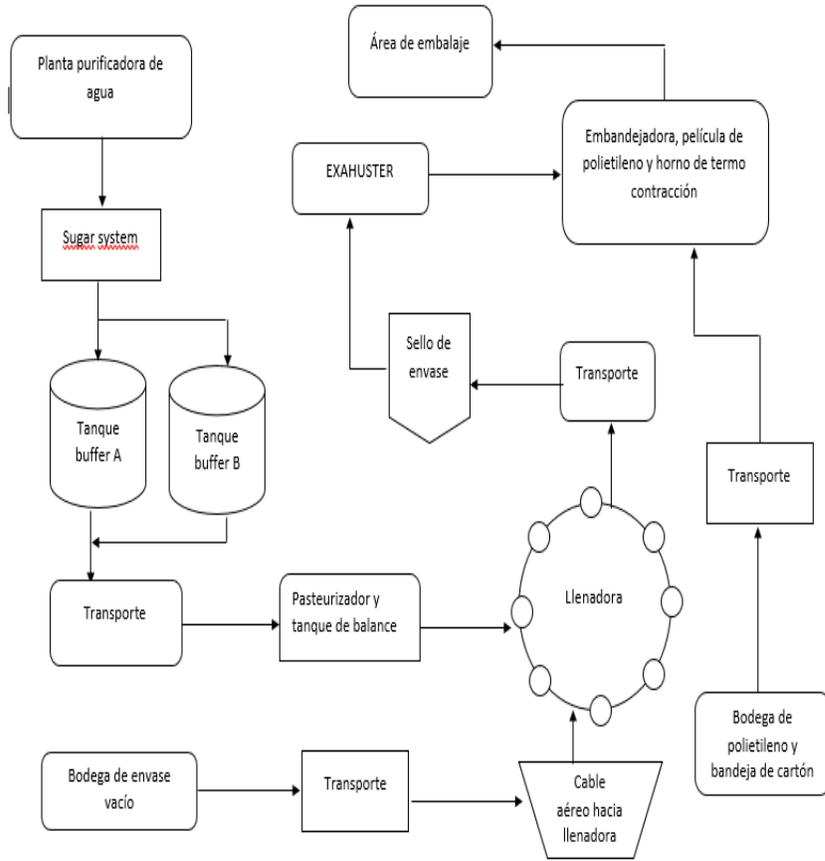
sellado mediante el perfil de unos rodos que giran a alta velocidad, formando un doblez entre los extremos de la tapadera y el envase.

El envase es enviado enseguida a un equipo que se conoce como *Exahuster*. Debido a que el proceso no es completamente estéril hasta que se cumple el tiempo de sostenimiento térmico, este equipo introduce aire caliente, que mantiene la temperatura del producto durante el tiempo restante. Este aire es calentado mediante un intercambiador de placas, se introduce mediante un ventilador y realiza el intercambio con vapor de agua sobrecalentado. Al finalizar el tiempo de sostenimiento, el envase pasa por una sección del equipo en donde se irriga agua a muy baja temperatura. Se hace así un cambio de temperatura abrupto que elimina todo organismo posible.

Al finalizar este intercambio de calor el producto es enviado al área de empaclado por medio de una cinta transportadora. Al inicio los envases son divididos en cierta cantidad de filas. A la entrada de la embandejadora, una cadena se encarga de separar los envases y luego agruparlos en una cierta cantidad de columnas, formando así el grupo de empaque. Al mismo tiempo en la parte inferior del equipo se realiza la dosificación de las bandejas. Un operario es el encargado de este proceso.

La bandeja es colocada en la parte inferior de los grupos, son transportados a lo largo de otro equipo que se doblan las solapas laterales, frontales y posterior de la bandeja. Al finalizar este proceso el grupo es enviado al área de emplastado, en donde otro equipo es el encargado de dosificar una película de polietileno. Luego es transportado a un horno de termo contracción, en el cual el polietileno se contrae y ajusta así los envases en su interior.

Figura 2. Diagrama del proceso

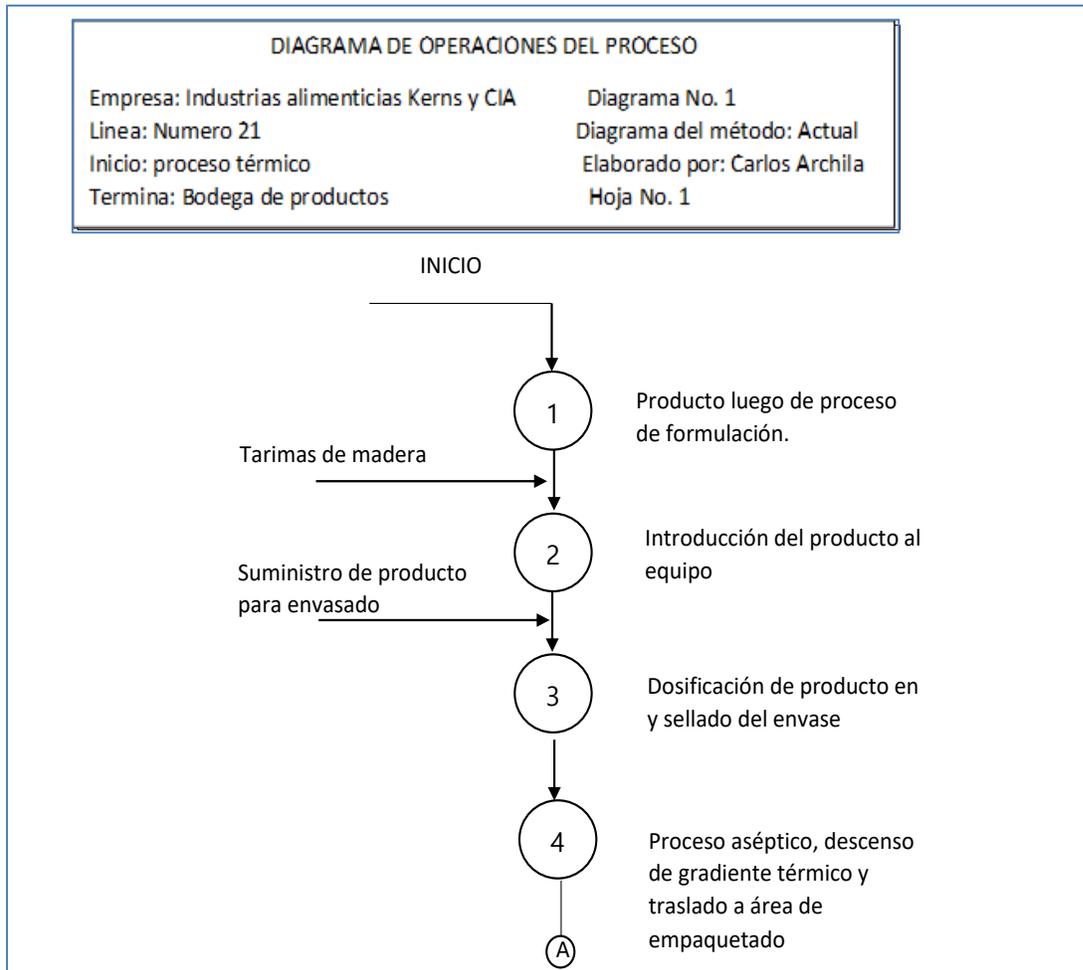


Fuente: Industrias Alimenticias Kern's Y Cía., S.C.A.

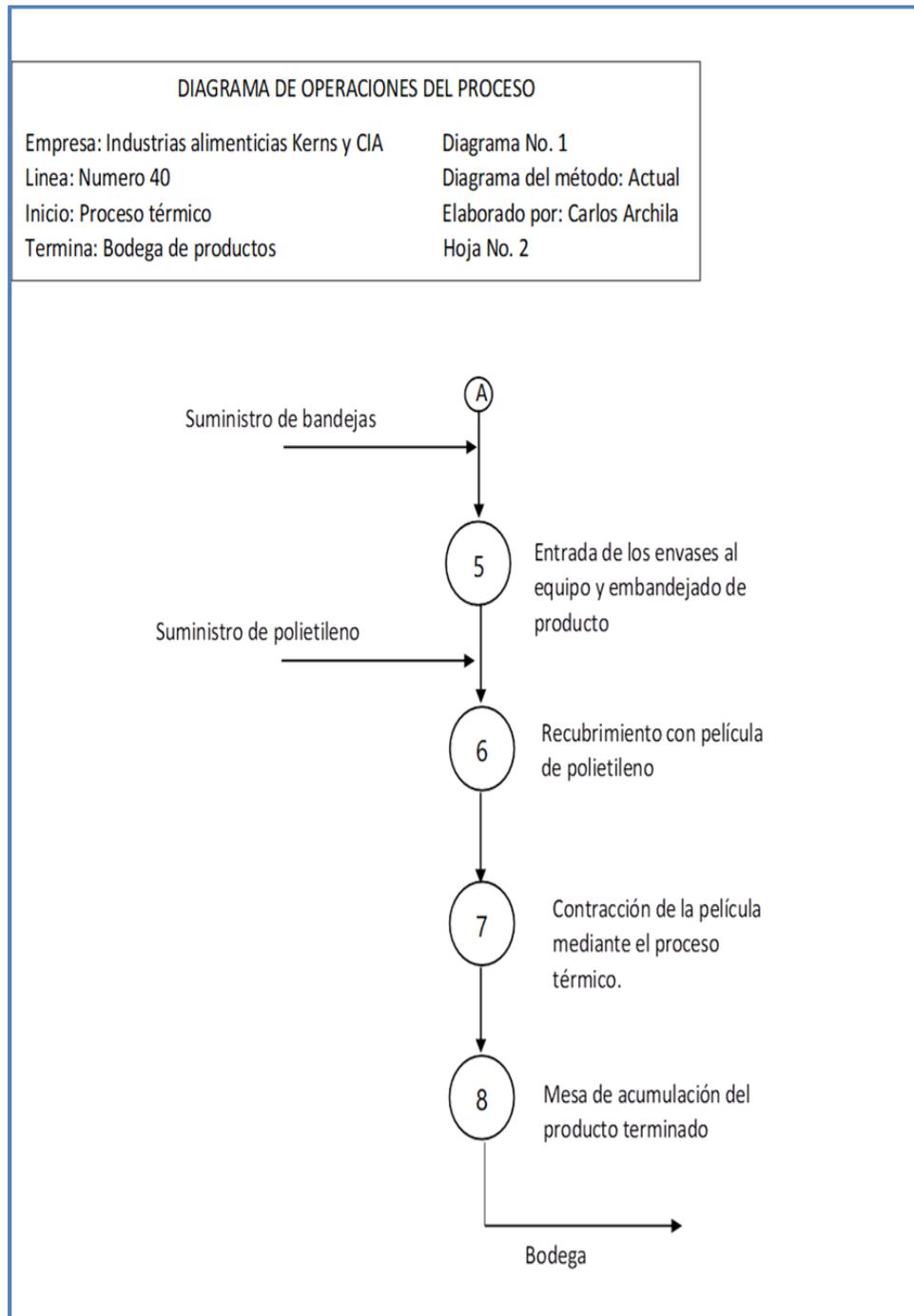
1.2.3. Diagrama de operaciones del proceso

Es el diagrama en el cual se muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones en máquinas, inspecciones, márgenes de tiempo y materiales por utilizar, desde el proceso de formulación hasta el empaquetado del producto.

Figura 3. **Diagrama de operaciones del proceso de la línea 21**



Continuación de la figura 3.

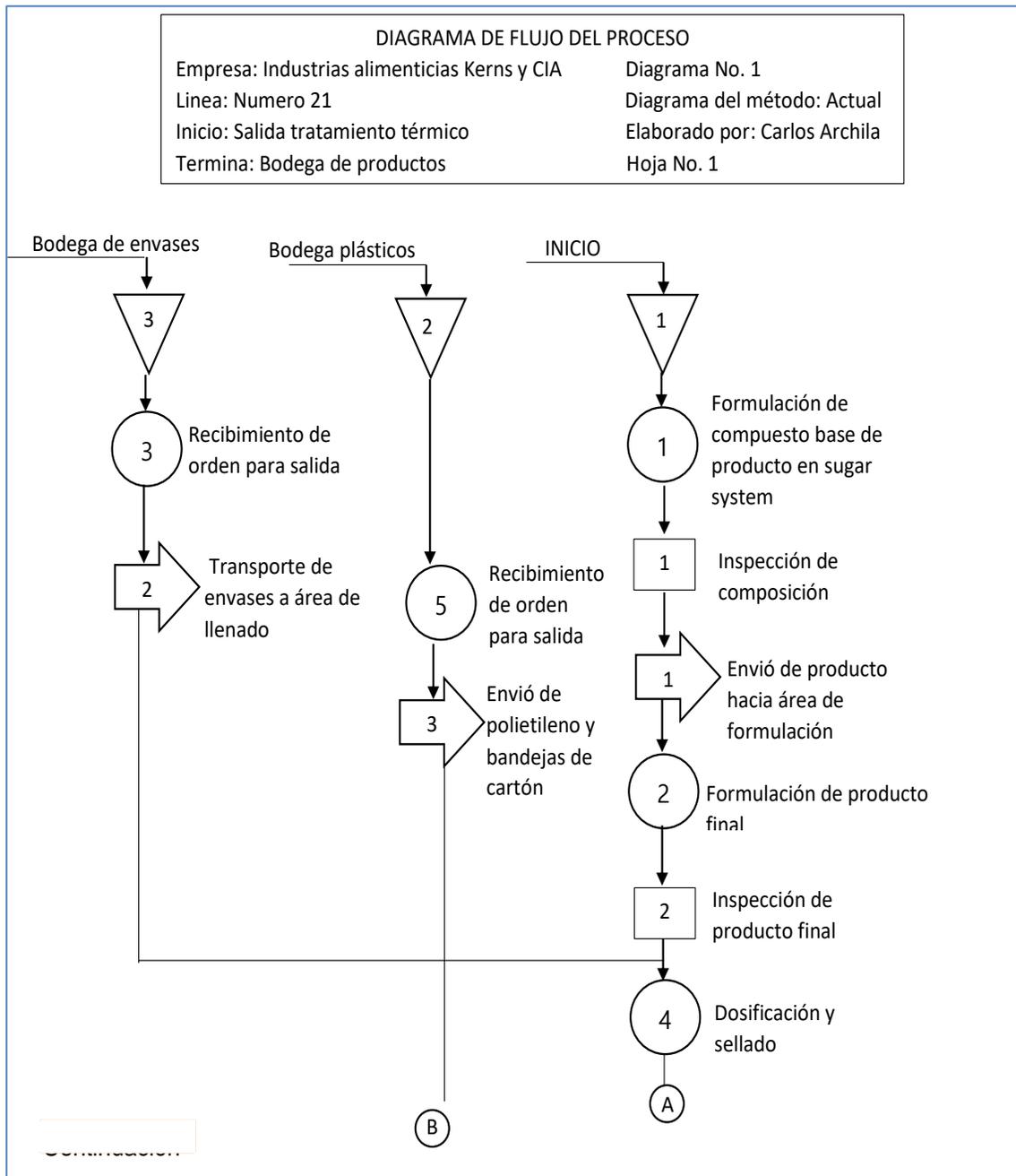


Fuente: elaboración propia.

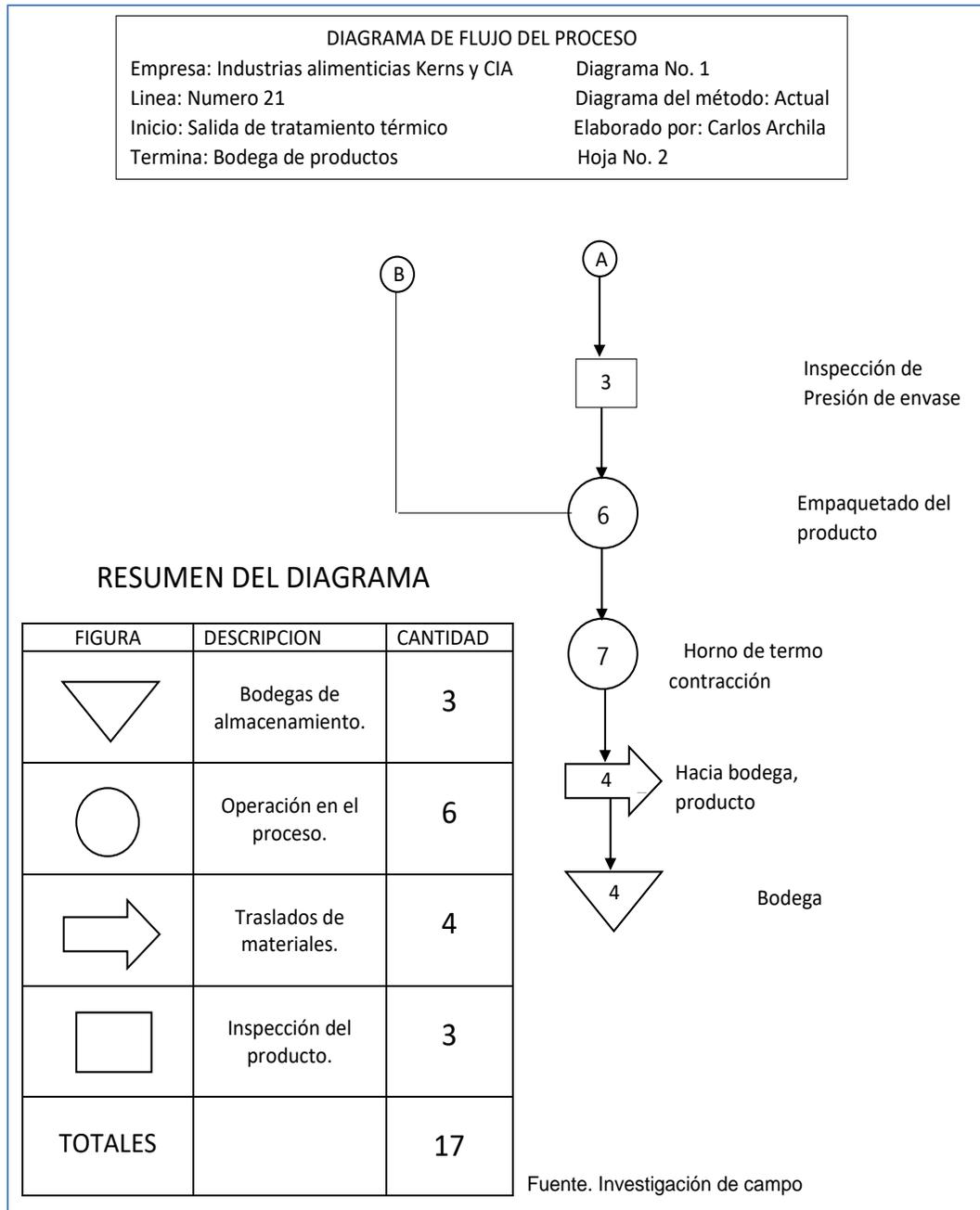
1.2.4. Diagrama del flujo del proceso

En la figura 4 se describe el flujo del proceso de línea 21.

Figura 4. Diagrama de flujo del proceso de línea 21



Continuación de la figura 4.



Fuente: elaboración propia.

2. FASE DE INVESTIGACIÓN

2.1. Generalidades

A continuación se realiza una descripción de las generalidades de la empresa.

2.1.1. Planteamiento del problema

Esta industria se dedica a la producción de bebidas no carbonatadas y alimentos procesados de alta calidad. Uno de los objetivos estratégicos que enfrenta anualmente es la mejora continua en el desempeño global. Gran parte del presupuesto anual va destinado al departamento de mantenimiento de la planta, ya que es el responsable de la gestión de los recursos, el control de los gastos y el liderazgo de equipos orientados hacia la satisfacción de una meta planteada en el alcance de los planes de mantenimiento realizados. Estos deben ser completados en un plazo determinado, con un presupuesto limitado y en función de los recursos disponibles. Actualmente, la gestión de mantenimiento se encuentra en un gran periodo de cambio, en el cual se traslada a una filosofía de mantenimiento total de producto. Uno de sus pilares se fundamenta en el mantenimiento autónomo, del cual no se tiene ningún tipo de registro o información. Además, se ha detectado en los últimos periodos fiscales un aumento considerable en paros menores que se conocen como *mynor stops*, que no representan gastos significativos a corto plazo pero la persistencia puede ser tan dañina como gastos por mantenimientos correctivos emergentes, por lo tanto, es necesaria la fundamentación de este nuevo sistema sea capaz de alcanzar los objetivos determinados, así como de planes de acción que permitan llevarlo a cabo en todas las líneas de producción.

2.1.2. Formulación del problema

Diariamente se presentan paros repentinos dentro de las múltiples áreas de producción. Gran parte de estos son relacionados a *mynor stops* básicamente paros debidos a tareas de ajustes pequeños y falta de lubricación en algunos elementos. Muchos de ellos no parecen ser significativos, puesto que no representan algún tipo de pérdida relevante en la producción, pero no se les dedica la suficiente atención. Con el tiempo se vuelven problemas críticos, llegan a convertirse en situaciones más serias como lo *break down*. Dichos paros, se dan cuando es necesaria la sustitución completa de una parte del equipo, la mayoría de los cuales sí representan pérdidas significativas en producción debido al tiempo muerto de actividades. Estos paros pueden ser eliminados o detectados en las fases iniciales de la falla con rutinas de lubricación y ajustes que pueden ser realizados por un operario, así como inspecciones rutinarias de parámetros de operación y partes del equipo. También con rutinas de limpieza, que aunque no parezca de mayor relevancia, pueden revelar fallos superficiales en partes del equipo que usualmente no son detectadas.

2.1.3. Alcances y límites del proyecto

A continuación se detallan algunos alcances y límites del proyecto que serán de mucha utilidad para que el departamento de mantenimiento prevea los posibles paros en la operación.

2.1.3.1. Alcances

- Optimizar los procesos de mantenimiento.
- Contribuir con una nueva metodología para disminuir *break down* y *mynor stops*.
- Diseñar los manuales de procedimientos y registros de forma profesional para enriquecer la gestión documental del departamento.
- Mejorar la disponibilidad del equipo utilizado como prueba piloto.
- Definir una línea de acción que permita tanto al departamento de mantenimiento como de producción expandir esta nueva metodología a los demás equipos.

2.1.3.2. Límites

- Colaboradores del departamento de mantenimiento son insuficientes para llevar a cabo todas las actividades.
- La elaboración del trabajo de EPS tomará en cuenta únicamente al grupo de colaboradores del equipo piloto donde se realice la prueba.
- Resistencia al cambio por parte de los colaboradores de ambos departamentos.
- Carencia de información de actividades realizadas por los ejecutores externos de mantenimiento.

2.2. Antecedentes de la línea

Para los antecedentes de la línea se describen los procedimientos que se deben realizar.

2.2.1. Mantenimiento preventivo

Generalmente, mantenimiento se define como el conjunto de actividades o acciones que tienen como objetivo mantener un equipo activo, o bien restaurarlo a un estado en el cual, el mismo pueda seguir realizando su función requerida de la misma manera y con un nivel de calidad aceptable en el servicio que realiza. Evita que se pierda esta calidad al mantener el equipo de trabajo en condiciones óptimas o recuperar la calidad pérdida en caso de alguna rotura o falla que requiera el reemplazo de la pieza en un período de tiempo prolongado de inactividad.

A continuación se mostrará la actividad de mantenimiento preventivo realizada en los equipos que conforman la línea de bebidas de aluminio fuera del formato correspondiente al manual (ver anexo).

- Tareas preventivas correspondientes a llenadora de cascada: tanque de balance de la llenadora, todas las actividades que se presentan a continuación tienen una periodicidad semestral.
 - Revisión del anclaje de la estructura.
 - Chequeo de fugas en estructura.
 - Chequeo de fugas en conexiones con tubería.
 - Chequear que funcione de manera correcta toda la instrumentación.
 - Chequeo de conexiones, válvulas y llaves en general.
 - Verificar el estado de todos los empaques. Reemplazar si es necesario.
 - Chequeo de aspas de agitador o serpentín, según sea el caso.
 - Verificar que las tuercas, tornillos estén bien apretados.

- Chequear el motor agitador; que funcione correctamente, de lo contrario, reportarlo.
- Revisar que el visor del nivel de producto en el tanque se encuentre en buen estado. Reemplazar si es necesario.
- Limpieza general del tanque y lugar de trabajo.
- Llenadora de cascada. Todas las actividades designadas para este equipo que se presentan, tiene una periodicidad mensual.
 - Revisión de rodos y seguros de cadena de embudos.
 - Revisión de las fajas dentadas.
 - Revisión de fugas en el sistema neumático de las compuertas.
 - Revisar los tensores de las fajas dentadas.
 - Revisar las chumaceras del eje principal.
- Tareas preventivas correspondientes a selladora.

Tienen una periodicidad mensual

- Limpiar todo el sistema de tracción.
- Lubricar todos los engranajes.
- Revisar el estado de la cadena de dedos y sincronícela.
- Revisar la presión de las mesas.
- Revisar el conducto de lubricación de estrella.
- Tareas preventivas correspondiente a transportadores
 - Revise general la faja de transporte o cadena

- Revisar el estado de los deslizadores, reemplace o ajuste si es necesario.
 - Revise la condición física de todas las chumaceras.
 - Revise el estado de los ejes de tracción y conducido de las bandas.
 - Revise la condición física de *sprockets* y *busching* en general; ajustar o reemplazar si es necesario.
 - Revise las condiciones de las cadenas de tracción
 - Revise estado físico de las guías de teflón.
 - Revisión general del motor; si es moto reductora revise el nivel de aceite.
 - Ajuste piezas, realice aprietes en general.
 - Verifique que los soportes de las barandas de las guías que no permanezcan sueltas y obstaculicen el recorrido del envase.
 - Revise la nivelación de los soportes y verifique que los tornillos de las bases estén apretados.
 - Chequee que la estructura se encuentre debidamente anclada.
 - Efectuar la rutina general de lubricación.
 - Chequear la alineación.
- Tareas preventivas de la embandejadora
 - Aplicador de brea, todas las actividades que se muestran a continuación tiene una periodicidad mensual.
 - Revisar el estado de las pistolas del disparo de brea, reemplace si es necesario.
 - Limpie la superficie exterior del aplicador y boquillas.
 - Revise las conexiones de mangueras.

- Chequear el elemento de filtro y limpiar, reemplazar si es necesario.
 - Revise posibles fugas en el pistón de la bomba.
 - Revise *o-rings* interiores y reemplazar de ser necesario.
 - Chequee que no haya fugas en la válvula.
 - Revise el estado de resortes y componentes.
 - Chequee que el regulador de presión se encuentre en buen estado.
 - Revise el funcionamiento del manómetro, reemplazar si es necesario.
 - Revisar que no existan fugas de aire.
 - Realizar servicio al tanque.
 - Limpiar el depósito con solvente, no drenar por las pistolas.
 - Revisar que no existan fugas de brea.

- Tareas preventivas correspondiente a emplastadora
 - Las tareas que se muestran a continuación tienen una periodicidad mensual.
 - Revise el estado de las tablillas de presión de plástico; reemplazar de ser necesario.
 - Revise el estado de las chumaceras que soportan la cuchilla; reemplazar si es necesario.
 - Chequee rodillos y cojinetes de embobinado de plástico; repare o reemplazar de ser necesario.
 - Revise el estado de la mesa de corte final, revise que las roscas de todos los tornillos se encuentren en buen estado; repare o reemplace de ser necesario.

- Revise que los ejes y chumaceras de la base de cuchilla se encuentren en buen estado; repare o reemplazar si es necesario.
- Revise el estado de los *sprockets* y cadena que dan la tracción; ver la lubricación y reemplazar de ser necesario.

Se detectó, que el mantenimiento preventivo de los equipos que corresponden a la línea que se está analizando es extremadamente deficiente, con muy poca información útil, debido a que gran parte de las actividades de mantenimiento son correctivas. Además, según lo investigado no se mantiene una cronología o periodicidad entre cambios de piezas u OHP, lo que deja a criterio tanto de los supervisores como de técnicos, el realizar alguna de estas actividades e ignorar por completo las recomendaciones del fabricante. Esto se presta a errores de interpretación y análisis, que pueden ser reflejados posteriormente en fallas inesperadas.

Como una medida alternativa y para complementar estas tareas de mantenimiento preventivo, semestralmente se realizan estudios de lubricación, los cuales son realizados por medio de una empresa subcontratada.

La empresa encargada de realizar estos análisis determina una serie de rutinas de periodo diario, semanal, quincenal, mensual y semestral, que los lubricadores son los encargados de realizarlos.

En la tabla VII, se detallarán las rutinas de lubricación realizadas para cada uno de los equipos que conforman la línea de análisis. En la sección de anexos, podrá encontrar las rutinas completas de lubricación realizadas.

Tabla VII. Rutinas de lubricación para llenadora

Elemento	Lubricante	Frecuencia
Chumaceras	Optileb GR 823-2	Semanal
Estrella de tracción, cadena de embudos	Optileb GR 823-2	Semanal
Gusano alineador	Optileb GR 823-2	Semanal
Faja de transmisión de gusano	Optileb GR 823-2	Semanal
Cadena de dedos	Optileb GR 823-2	Diaria
Caja reductora	Molub Alloy CH 22	Mensual

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. Rutinas de lubricación de selladora

Elemento	Lubricante	Frecuencia
Chumaceras	GR 823-2 grado alimenticio	Semanal
Puntos de lubricación	MOLUB 860/220-2	Mensual
Punto de lubricación	MOLUB 860/220-2	Mensual
Punto de lubricación	MOLUB 860/220-2	Mensual
Depósito principal	Optileb HY 150	Quincenal
Unidad de mantenimiento	Ondina 68	Semanal
Reductor	Go 90/140	Mensual
Reductor	Go 90/140	Mensual
Puntos de lubricación	MOLUB 860/220-2	Mensual
Chumaceras	MOLUB 860/220-2	Mensual
Engranajes abiertos	MOLUB 860/220/2	Mensual

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Rutinas de lubricación para embandejadora**

Elemento	Lubricante	Frecuencia
Cadena separadora y agrupadora	Molub alloy CH 22	Quincenal
Chumaceras	MOLUB 860/220-2	Mensual
Reductor	GO 90/140	Mensual
Panel de graseras	MOLUB 860/220-2	Mensual
Reductor	Optigear 1100/220	Mensual
Cadenas formador de bandeja	Molub alloy CH 22	Quincenal
Chumaceras	MOLUB 860/220-2	Mensual
Reductor	GO 90/140	Mensual
Cadenas superiores	Molub alloy CH 22	Quincenal

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Rutinas de lubricación para emplasticadora**

Elemento	Lubricante	Frecuencia
Cadenas de potencia	Molub alloy CH 22	Quincenal
Caja reductora	Optigear 1100/220	Mensual
Chumaceras	MOLUB 860/220-2	Mensual
Cadenas superiores	Molub alloy CH 22	Quincenal
Cadena transportadora	Molub alloy CH 22	Quincenal
Unidad de mantenimiento	Ondina 68	Semanal

Fuente: elaboración propia.

Esta gestión tan ineficiente sobre los mantenimientos realizados ha sido consecuencia de un inexistente departamento de mantenimiento durante tantos años, lo que ha provocado que en su totalidad los mantenimientos realizados fueran únicamente correctivos.

A pesar de que el departamento de mantenimiento ya tiene más de cinco años en funcionamiento, no se ha logrado un impacto significativo debido a la

resistencia al cambio generada por parte de múltiples departamentos, así como del sector operativo. Esto ha imposibilitado en gran medida la creación de rutinas específicas y detalladas, lo que sugiere que es de mucha importancia hallar un nuevo rumbo que permita no solo unificar aquellos departamentos que se oponen, sino permitir una correcta gestión de mantenimiento preventivo y preservación de los equipos.

Es por ello que la empresa ha iniciado con un proceso de transición a una filosofía de mantenimiento completamente diferente, como el mantenimiento total productivo. Uno de sus pilares fundamentales es el empoderamiento del operador y la cultura de cuidado de ellos hacia los equipos, como se verá más adelante. Esto con el objetivo de que la persona con los conocimientos operativos adquiridos durante mucho tiempo, además de ciertas capacitaciones, sea capaz de identificar las fases iniciales de una falla y de preservar la calidad del servicio entregado mediante una serie de tareas rutinarias. Es una manera de erradicar una parte de mantenimientos correctivos emergentes o inesperados, lo que permitiría elaborar un registro y dar paso a una gestión mucho más adecuada.

2.2.2. Fallas recurrentes de los equipos

“Una falla es una situación en la que un sistema llegará a un instante en que no cumplirá satisfactoriamente la función para la cual fue diseñado”¹. Las consecuencias de una falla pueden ir desde el lucro cesante o pérdida de producción, las horas de improductividad hasta la degradación y fracturas de ciertas partes de los equipos.

¹ COLMENARES, Denwy. *Averías y fallas*. <https://www.monografias.com/docs/Averías-y-fallas-FKBGUTFJDU2Z>.

La curva de la bañera es una gráfica que representa los fallos durante el periodo de vida útil de un sistema o equipo, la cual se presenta a en la figura 5:

Figura 5. **Curva representativa de las etapas de falla de un equipo**



Fuente: Curva representativa de las etapas de falla de un equipo. <https://www.monografias.com/trabajos94/deteccion-modos-efectos-y-analisis-fallas/deteccion-modos-efectos-y-analisis-fallas.shtml>.

- Generalmente, esta se encuentra dividida en tres etapas.
 - Fallos iniciales: se caracteriza por tener una tasa elevada de fallos que descienden rápidamente con el tiempo. Usualmente estos problemas son causados por equipos defectuosos, instalaciones incorrectas, errores de diseño, mala operación o desconocimientos de procedimientos.
 - Fallos normales: etapa con una tasa de fallas menores y constantes. Son debidas a causas aleatorias y externas, como accidentes de operación y condiciones inadecuadas.
 - Fallos de desgaste: en esta parte de la gráfica se encuentran la mayoría de los equipos que serán analizados. Se caracteriza por una tasa de errores que se acrecienta rápidamente. “Son errores son

causados por desgaste natural luego de que el equipo o sistema ha pasado por las dos primeras fases.”²

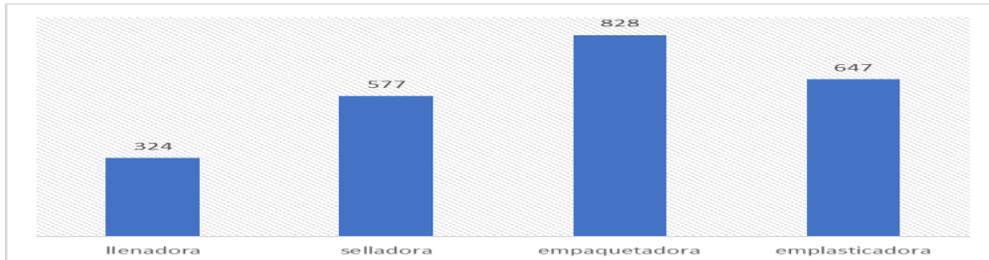
El tiempo de cada etapa puede llegar a variar según el mantenimiento que sea realizado, ya que un equipo que cuenta con mantenimientos constantes y un cuidado adecuado, prolongará su tiempo de vida útil o al menos alcanzará el tiempo de vida útil estimado. Así también, si un equipo no cuenta con sus mantenimientos usuales, el tiempo de vida útil se verá reducido debido al aumento considerable de averías causadas por el desgaste severo de ciertas partes.

Como ya se ha visto anteriormente, la línea cuenta con cuatro equipos fundamentales, de los cuales no se tiene un plan de mantenimiento preventivo actualizado y eficaz, lo que genera que gran parte de los mantenimientos sean correctivos.

Este tipo de mantenimientos no solo tienen un alto costo a largo plazo, sino que impiden el diagnóstico fiable de las causas que pueden provocar este tipo de averías. No se sabe si esta inconsistencia es debido a un mal trato, abandono, desconocimiento del manejo o desgaste natural, lo que hace que con el tiempo, sean mucho más frecuentes hasta que el equipo ceda por completo en una falla mucho mayor.

² TURMERO, Ivan. *Detección y análisis de fallas. Análisis de modos y efectos de fallas.* <https://www.monografias.com/trabajos94/deteccion-modos-efectos-y-analisis-fallas/deteccion-modos-efectos-y-analisis-fallas.shtml>.

Figura 6. **Cantidad de fallas recurrente en equipos analizados durante el anterior pérdida fiscal**



Fuente: elaboración propia.

Como se puede ver en la figura 6, cada uno de los equipos correspondientes de la línea cuenta con una gran cantidad de fallas usuales, con un promedio de tiempo entre fallas de 55 horas (ver anexo), de las cuales los principales y que han presentado una mayor recurrencia son:

- Llenadora de cascada. (ver figura 7).
- Selladora ángelus (ver figura 12).
- Empaquetadora (ver figura 15).
- Emplastificadora (ver figura 18).

Figura 7. **Envase con pesos bajos**



Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía.,S.C.A.

Figura 8. **Desgaste en rodillos de cadena de embudos**



Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía.,S.C.A.

Figura 9. **Envase caído a la entrada de la llenadora**



Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía.,S.C.A.

Figura 10. **Envase con baja presión interna**



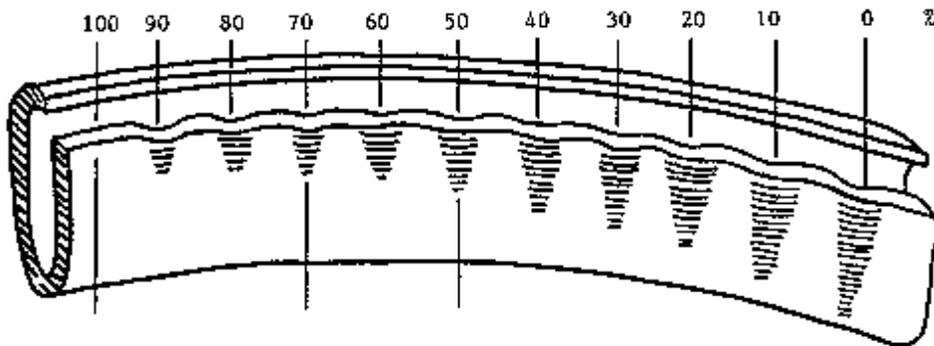
Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía.,S.C.A.

Figura 11. Rotura de faja por atasco de polea central



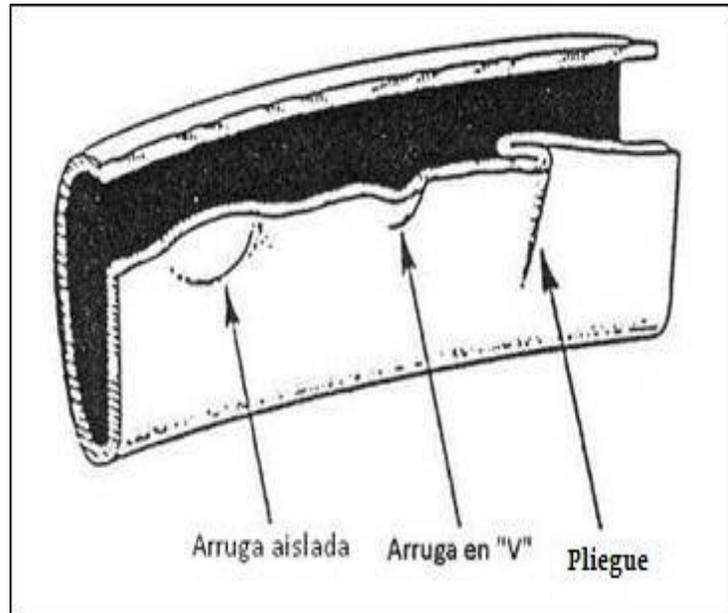
Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía.,S.C.A.

Figura 12. Arruga de primera operación



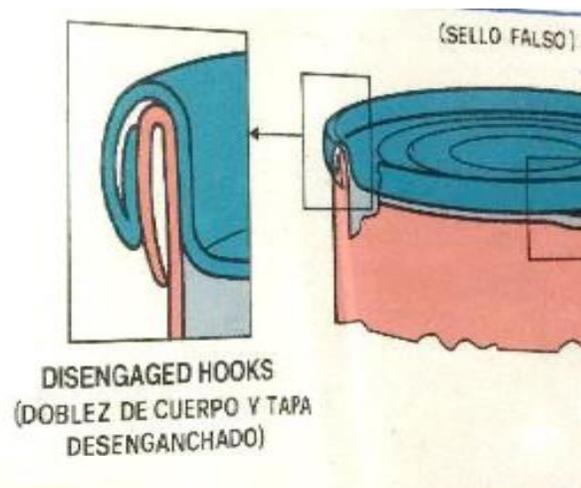
Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía.,S.C.A.

Figura 13. **Arruga de segunda operación**



Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía.,S.C.A.

Figura 14. **Sello falso**



Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía.,S.C.A.

Figura 15. **Atasco de corrugado en cadena formadora de bandejas**



Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía.,S.C.A.

Figura 16. **Ventosa dosificadora de bandeja**



Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía.,S.C.A.

Figura 17. **Envase caído en ensambles divisores de envase**



Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía.,S.C.A.

Figura 18. **Cuchilla de corte de polietileno**



Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía.,S.C.A.

Figura 19. **Tensión inadecuada por polietileno de menor calibre**



Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía.,S.C.A.

2.3. Situación actual de los equipos

A continuación se hará una breve descripción del estado actual en que se encuentran los equipos en general.

2.3.1. Estado general

Determinar el estado general es un análisis inicial visual, que permite obtener información sobre ciertas características, así como del estado en que se encuentra su conjunto de partes y subpartes. Este análisis tiene como objetivo identificar secciones deficientes de los equipos que les impiden mantener un rendimiento óptimo y que pueden ser mejoradas por medio de la gestión de un mantenimiento autónomo.

Para este estudio se realizaron una serie de documentos de apoyo que serán presentados y explicados a continuación. Los estudios realizados para cada uno de los equipos se encuentran en la sección de anexos.

Figura 20. Formato para el análisis inicial y datos generales del equipo

ANÁLISIS DE LA CONDICIÓN DEL EQUIPO			
Descripción del equipo:	Llenadora	Evaluado por :	Carlos Archia
Fecha:	5/03/2019		
Confiabilidad/comentarios:	Buena		
Capacidad/comentario:	27000 unidades/hora. Ninguno		
Condición general:	Muy buena en terminos generales, estructura con un poco de suciedad pero sin relevancia en su funcionamiento, internamente se observa restos de producto sin mayor influencia.		
Apariencia/limpieza:	Buena		
comodidad de operación:	Buena		
seguridad/ambiente:	Regular		
Comentarios:	Suciedad acumulada en ciertas areas, pisos humedos y pocas partes con desgaste agravado		

Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía.,S.C.A.

El formato de análisis inicial permite obtener información necesaria y que se debe tomar en cuenta con una primera percepción. En este se encuentran datos generales, como la descripción del equipo, persona por quien fue evaluado, fecha de la evaluación, su capacidad, condición general, entre otros.

Figura 21. Formato de calificación de aspectos generales

TABLA DE CLASIFICACIÓN TPM			
CLASIFICACION:0(POBRE)-5(BUENO)			
CATEGORÍA	ITEM		CALIFICACION
General	1	Equipo libre de suciedad, polvo, aceite en exceso, etc.	2
	2	Pernos tornillos y soporte de equipos bien ajustados.	5
	3	Toda cubierta de equipo y acceso a paneles de control es seguro.	5
	4	Cables eléctricos están revestidos y las conexiones ajustadas	3
Electrica	5	Switches, paneles y medidores están limpios, rotulados y operables	4
	7	Mangueras de aire comprimido sin fugas	5
	8	sofa de equipos están limpias y todas las lámparas indicadoras trabaja	3
Lubricación	9	Lineas de lubricacion con ausencia de fugas y niveles adecuados	5
	10	Boquillas de inyeccion de lubricante limpias	5
	11	Lubricacion adecuada para cadenas y sprocket	5
	12	Lubricacion correcta de puntos fijos de engrase	5
	13	Lubricantes adecuados	5
	14	Exceso de lubricante en cadenas, sprocket y chumaceras	5
Lugar de trabajo	15	Herramientas en orden	0
	16	Accesorios de limpieza limpios, en su lugar y operables.	5
	17	Piso limpio.	3
	18	Área de trabajo limpia y barrida.	5
	19	buena iluminación.	4
	20	Herramientas rotuladas	0
Control	21	Herramientas ubicadas cerca del operador.	0
	22	Solo material necesario está en el sitio de trabajo	5
	23	Existe una planificación diaria de limpieza	5
	24	Existe auditoría semanal de limpieza	5
	25	Lista de verificación diaria del TPM	0

Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía.,S.C.A.

Para este segundo formato fue necesaria la formación de un grupo natural de trabajo, conformado por operarios de la línea, supervisores y jefes de mantenimiento, con el objetivo de determinar las áreas de inspección obligatorias y las tareas por evaluar.

Como se puede observar en la figura 18, el documento se encuentra dividido en cinco categorías principales. La primera hace referencia al estado general del equipo; en ella se tomaron en cuenta tareas de limpieza, ajustes y orden. La siguiente sección, referente al área eléctrica del equipo, toma tareas de inspección como cables sin recubrimiento, limpieza de paneles de control y estado de elementos neumáticos. La sección de lubricación consta de tareas que toman en cuenta la limpieza de los equipos de lubricación, fugas de lubricantes y uso de lubricantes adecuados. Otra de las áreas tomadas en cuenta para la inspección es el área de trabajo. Como se observa en los siguientes capítulos, el mantenimiento autónomo contempla el sistema de seis meses, dentro del cual se prioriza el orden y limpieza del área de trabajo. Por último, se contemplaron los controles que se lleven a cabo, como inspecciones y auditorías de limpieza.

Las tareas mencionadas y que se encuentran en el documento fueron seleccionadas y analizadas individualmente según el impacto que puedan llegar a tener en el equipo. Por ejemplo, una de las tareas generales es la limpieza; la acumulación de ciertas partículas en áreas móviles del equipo puede generar desgastes acelerados y disminuir el tiempo de vida útil de este. También se debe tomar en cuenta la inocuidad del sistema. La existencia de ciertas áreas contaminadas que puedan entrar en contacto con los productos es un serio problema, ya que puede alterar su composición, sabor, color u olor. Otro ejemplo de cómo se determinó este tipo de actividades es en la sección de lubricación, donde una de las tareas con gran prioridad es la selección

adecuada de lubricantes. El escoger un lubricante inadecuado puede tener consecuencias muy graves como el fallo del equipo, debido a la viscosidad inapropiada o consecuencias de menor envergadura como desgastes acelerados de los equipos y costos por recambio constante.

Figura 22. Hoja de calificación del estado general del equipo

ANEXO 3	
HOJA DE CALIFICACIÓN	
SUME LOS 23 ITEMS	89
DIVIDA PARA 23	3.87
DEPARTAMENTO:	MANTENIMIENTO
FECHA:	21/01/2018
UBICACIÓN:	Kern's Guatemala
ITEM	RAZÓN DE BAJA CALIFICACIÓN
1	Producto acumulado en partes criticas como cadenas, cajas de engranajes y bombas
1	Instrumentos de medicion poco visibles y sucios
1	La superficie del equipo presenta abrasion
1	Caja de engranajes y bomba con alto desgaste debido a contacto directo con producto
4	Conexiones electricas mal distribuidas y en contacto con producto constantemente
8	Paneles de contro sin limpieza y poco visibles
15	No aplica, debido a que el operario no cuenta con herramientas
17	Los pisos se encuentran generalmente humedos
20	No aplica, debido a que el operario no cuenta con herramientas
21	No aplica, debido a que el operario no cuenta con herramientas
25	Aun no se cuenta con una lista de verificacion diaria de TPM

Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía.,S.C.A.

La hoja de calificación es un documento en donde se evalúa el estado general del equipo. Consta de una casilla con el promedio de las actividades, en un rango de calificación de cero a cinco, en donde cero es un equipo completamente deteriorado y completamente imposibilitado para operar, mientras que cinco es un equipo casi en perfectas condiciones en donde no se presentan deficiencias. Además, en la parte inferior de este documento se

enlistan las razones por las cuales la tarea seleccionada tiene una nota deficiente. A partir de este punto se pueden observar las primeras tareas de mejora que pueden ser implementadas en mantenimiento autónomo. Por ejemplo, en la actividad uno, el parámetro por evaluar es la limpieza de la estructura general. Al realizar la inspección se identificó suciedad en áreas específicas del equipo, lo cual implicó una nota baja.

Figura 23. Récord de oportunidades, o medidas preventivas por aplicar mediante mantenimiento autónomo

ANEXO 3					
RÉCORD DE OPORTUNIDADES TPM					
GRUPO DE TRABAJO:		Departamento de mantenimiento		FECHA:	5/03/2019
Ítem No.	Descripción del problema	Acción a tomar	persona responsable	fecha	
1	Producto acumulado en partes críticas como cadenas, cajas de engranajes y bombas	Creacion de tolvas de proteccion	supervisores		
2	Instrumentos de medicion poco visibles y sucios	Limpieza diaria	operario		
3	La superficie del equipo presenta abrasion	Limpieza semanal	operario		
4	Caja de engranajes y bomba con alto desgaste debido a contacto directo	Creacion de tolva de proteccion	supervisores		
5	Conexiones electricas mal distribuidas y en contacto con producto	Redistribucion de conexiones	Electricista		
6	Paneles de contro sin limpieza y poco visibles	Limpieza semanal	operario		
7	No aplica, debido a que el operario no cuenta con herramientas	No aplica			
8	Los pisos se encuentran generalmente humedos	Secado diario	operario		
9	No aplica, debido a que el operario no cuenta con herramientas	No aplica			
10	No aplica, debido a que el operario no cuenta con herramientas	No aplica			
11	Aun no se cuenta con una lista de verificacion diaria de TPM	Lista de verificacion	supervisores		
12					
13					

Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía.,S.C.A.

El récord de oportunidades es un documento en el cual se enlistan nuevamente las tareas con calificaciones deficientes, con el objetivo de analizarlas y generar tareas preventivas, así como designar a sus respectivos encargados, que permitan mejorar el estado general del equipo y alcanzar sus parámetros óptimos de operación.

- Estado general de selladora de cascada

La llenadora de cascada es un equipo sencillo que se encuentra por una cantidad pequeña de partes. Este equipo, según comentarios realizados por técnicos, operarios y supervisores es de buena confiabilidad, con una capacidad de veintisiete mil unidades por hora.

La impresión inicial de este equipo al realizar el estudio es que se encuentra en un estado aceptable, en donde la mayoría de sus subpartes se encuentran en buen estado. Respecto a la limpieza, presenta un derramamiento continuo de lubricante y producto en áreas específicas, lo cual es preocupante, ya que se dispersa cerca del área de trabajo. Dentro del equipo, existe una acumulación de producto que pareciese no tener mayor influencia, pero al observar más detenidamente las áreas afectadas, se encontró que se encuentra en contacto directo con la cadena de embudos que según comentarios de los técnicos a cargo, presentan cambios continuos, esta cadena es una de las subpartes que consumen una alta cantidad de tiempo en mantenimientos correctivos y se ha presentado ya en varias ocasiones.

Al finalizar la inspección visual general se procedió a realizar una mucho más detallada y a calificar según los parámetros establecidos. Este equipo obtuvo una calificación de 3,87 puntos sobre cinco. Algunas de las tareas con menor puntaje son las siguientes:

- Equipo libre de suciedad, polvo, aceite en exceso, entre otros: las razones por las cuales este parámetro presentó un valor muy debajo de lo esperado, es debido a que el producto, como vimos anteriormente, se encuentra acumulado en ciertas secciones críticas de los equipos. Según operarios y supervisores, la limpieza de estas secciones únicamente se

hace al finalizar la orden de producción, por lo que el equipo mantiene sedimentos en su interior por periodos de tiempo de casi una semana.

Figura 24. **Suciedad incrustada en llenadora de cascada**



Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía.,S.C.A.

Otro de los detalles encontrados durante esta inspección fue la poca o nula visibilidad de algunos instrumentos de medición que son importantes. En ciertos equipos es vital la inspección de ciertos parámetros de operación, lo que imposibilita llevar un registro acertado.

Por último, otro de los factores que sin duda disminuyeron la calificación, es el desgaste de ciertas partes de mucha importancia como cajas de engranajes y fajas de potencia, debido al constante contacto con el producto.

Debajo de la llenadora existe un tanque de recirculación, este cuenta con un agujero muy pequeño por el que no todo el producto ingresa. En consecuencia, se derrama a los lados, donde se encuentra específicamente esta caja reductora y faja, lo cual genera fallas constantes en estos elementos.

Figura 25. **Caja reductora y faja de potencia de la llenadora**



Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía., S.C.A.

- Cables eléctricos revestidos: el motivo de la baja calificación de esta tarea es debido a que el cableado eléctrico del equipo se encuentra en un área cercana al producto, por lo que si estos llegaran a entrar en contacto en un momento dado, puede generar una falla eléctrica muy severa, que dañe los equipos de manera irreversible.
- Consola de equipos limpios: esta tarea presentó una nota deficiente, debido a que el panel de control correspondiente a la llenadora se encontraba con un alto grado de suciedad y era muy poco visible, lo que

impediría una toma de datos diaria para el control de los parámetros de operación del sistema.

- Piso limpio: este parámetro fue quizás uno con las calificaciones más bajas, debido a que los pisos a los alrededores de la llenadora se encuentran constantemente húmedos, con lubricante y producto derramado. A nivel del equipo no representa algún problema, pero debido a la seguridad del personal, se deben encontrar secos y limpios.
- Estado general de selladora de envase de aluminio: es un equipo mucho más complejo que cualquier otro que en la línea de producción, además de ser uno con un nivel de criticidad cumbre, por lo cual se debe inspeccionar con un mayor nivel de detalle. La capacidad de este equipo, al igual que la de la llenadora, es de 27 000 unidades por hora, con un alto nivel de confiabilidad según operarios y supervisores de mantenimiento.

La inspección preliminar de este equipo arrojó resultados muy buenos, entre los cuales se observó que la estructura se encuentra en excelente estado, con cierto grado de suciedad, pero con muy poca relevancia en su funcionamiento. En su exterior existen detalles por mejorar como paneles de policarbonato para inspecciones completamente sucios.

Internamente este equipo únicamente puede ser inspeccionado en ciertas áreas, más específicamente el área de sellado. Durante la inspección se halló rastros de esmalte y acumulación de producto, así como en rodillos y *chuck* de sellado. Lo que más ha llamado la atención en este equipo es el desgaste avanzado que presentan ciertas partes, con un alto grado de suciedad superficial.

Al evaluar los parámetros establecidos, la puntuación de este equipo resultó en un valor sumamente alto de 4 puntos sobre 5, aunque se hallaron ciertas áreas de mejora, entre las cuales se encuentran:

- Equipo libre de suciedad, polvo, aceite, entre otros: durante la inspección se hallaron ciertas áreas con acumulación de producto y envases dispersos que podrían causar atrancamientos, además de encontrarse en partes críticas como cadenas, cajas de engranajes y estrellas divisoras. Al igual que la llenadora, para este equipo deben realizarse limpiezas constantes que permitan eliminar todo rastro de producto en el interior de los mecanismos, ya que esta aumenta la velocidad de desgaste. Otro de los factores que determinaron la baja calificación de este parámetro son los instrumentos de medición con poca o nula visibilidad, además de partes con desgastes avanzados como platos base, rodillos y *chuck* de sellado.

Figura 26. **Áreas contaminadas por producto en selladora**



Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía., S.C.A.

- Consola de equipos limpias y todas las lámparas indicadoras trabajan: el estándar que se menciona cuenta con una calificación sumamente baja, debido a que los paneles de control del equipo cuentan con un alto grado de contaminación, lo que impide visualizar los parámetros de operación que son relevantes para el operador.
- Piso limpio: al igual que en la llenadora, este equipo presentó un alto del operador. Ésta actividad no parece ser significativa en términos de eficiencia del equipo, pero sí implica un riesgo constante para el operador.
- Estado general de la empaquetadora: es un equipo subdividido en múltiples áreas de las cuales tienen funciones independientes. Según comentarios de operarios y supervisores de mantenimiento este equipo tiene una buena confiabilidad, aunque en ocasiones tiende a fallar constantemente

Al realizar la inspección inicial sobre la estructura general presenta áreas en buen estado y otras en donde el desgaste ha sido sumamente grave con presencia de mucho óxido y suciedad. El transporte inicia a la entrada del equipo. Los mecanismos de potencia que se encuentra conformado por una cadena y un motoreductor, cuentan con un alto grado de suciedad, que cubre ciertas áreas por completo. Al continuar por el equipo, hacia el área de dosificación de bandejas y agrupador de envases, hay una serie de cadenas que presentan un alto grado de oxidación, un desgaste sumamente avanzado, que es preocupante. La lubricación en este tipo de elementos es muy escasa, casi nula. Según comentarios de los operarios, este tipo de elementos presenta continuos desajustes, lo cual podría ser una consecuencia de la resequedad y desgaste de estas cadenas.

Otro de los factores que se puede observar que afectan de manera significativa, es la viruta de cartón, debido a que se trabaja con bandejas de este material. Éstas desprenden un tipo de polvillo que se ubica entre las secciones abiertas, lo que sin la lubricación adecuada genera un desgaste inusual tanto para la cadena como los *sprockets*.

Con una nota relativamente baja, con un promedio de 3,26 puntos sobre 5 por actividad, el equipo presenta áreas de mejora significativas, entre las cuales se encuentran:

- Equipo libre de suciedad, polvo, aceite en exceso, entre otros: las razones por las cuales presentó serias deficiencias es debido a la acumulación de viruta de cartón y polvo en las cadenas de tracción, como consecuencia de la deficiente o nula lubricación en ellas. Otro de los aspectos que se hallaron en el equipo fueron los paneles de policarbonato, los cuales se encontraban sumamente sucios y con poca visibilidad. La estructura presenta suciedad en varias partes y áreas sin pintura con presencia de óxido en múltiples secciones.

Figura 27. **Suciedad acumulada en mecanismos interiores del equipo**



Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía., S.C.A.

- Toda cubierta de equipo y acceso a paneles de control seguros: este parámetro se encontró con una baja calificación debido a que ciertas compuertas del equipo se encontraban flojas, lo cual es un riesgo para el operador cuando realiza inspecciones, ajustes o limpiezas en los mecanismos inferiores.
- En secciones del equipo, ciertos alambres de sensores se encontraban completamente sueltos cerca de ciertos mecanismos, lo cual es riesgoso debido a que estos pueden enrollarse y parar el equipo.
- Lubricación adecuada en cadenas y *sprocket*: uno de los factores más llamativos es la pésima lubricación en los mecanismos inferiores. Estos en ocasiones se encuentran altamente resacos, mientras que, en otras ocasiones, presentan acumulación de lubricante, ya que no ha sido cambiado en días.

- Lubricación en puntos fijos de engrase: al igual que las cadenas en el punto anterior, existen puntos fijos de engrase como chumaceras, en las cuales el recambio de grasa es realizado en muy pocas ocasiones, lo que además hace que estas presenten una acumulación de suciedad en su exterior.
- Auditoría de limpieza semanal: otro de los factores que se hallaron durante esta inspección es que no existe una auditoría de limpieza semanal, por lo cual las limpiezas realizadas al equipo son enormemente deficientes y muy pocas veces realizadas.

Estado general de emplastadora: es un equipo vital dentro de la línea. Consta de muy pocos elementos mecánicos, por lo cual es un equipo de fácil mantenimiento y limpieza. Según comentarios de operarios y supervisores, la confiabilidad del equipo es muy buena. En términos generales, la condición del equipo es muy buena, estructuralmente se encuentra sin abolladuras, golpes, deformaciones, fracturas o suciedad.

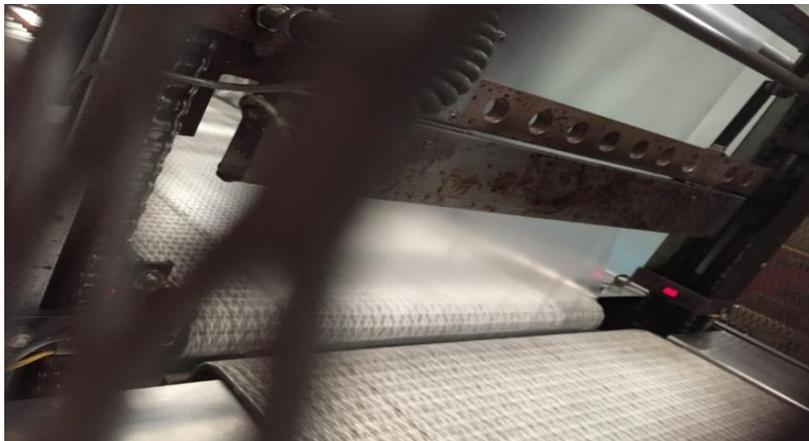
Partes mínimas del equipo como la cuchilla de corte o las fajas transportadoras, son elementos que presentan suciedad. Internamente, los *sprockets*, cadenas y motoredutores presentan cierto grado de suciedad, debido a la acumulación de viruta de cartón, aunque también se ve suciedad de producto incrustada, debido a que en ocasiones ciertas latas se caen durante el proceso de empaquetado. Caen en ciertos espacios donde se encuentran los mecanismos del transportador, los cuales, luego de un tiempo debido al constante calor interno del horno, explotan y derraman producto.

Los resultados de la evaluación indicaron que este equipo tiene como promedio de nota un 3,83 puntos sobre 5, lo cual indica que gran parte de su

estructura se encuentra en muy buen estado, aunque existen ciertas áreas de mejora que permitirán alcanzar su rendimiento máximo, como las que se verán a continuación:

- Equipo libre de suciedad, polvo, aceite en exceso: en el equipo se encontraron muy leves rastros de suciedad, aunque la deficiente nota en este parámetro es debido a la limpieza interior en los mecanismos. Estos se encuentran completamente sucios tanto de polvo, viruta de cartón y producto sedimentado. Otro de los sitios donde se ha encontrado alto grado de suciedad es en las cuchillas de corte que presentan cierto grado de oxidación debido al producto incrustado en su superficie.

Figura 28. **Suciedad incrustada en cuchillas de corte de polietileno**



Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía., S.C.A.

2.3.2. Estudios de desgaste y deterioro

En búsqueda de minimizar costos de operación y maximizar el rendimiento de máquinas o equipos, el desgaste y el deterioro son dos elementos para tomar muy en cuenta. El deterioro es una causa de reemplazo.

El equipo, a través del tiempo, experimenta cambios físicos y funcionales que delimitan el rendimiento o desempeño, lo que incrementa los costos de operación, disminución de calidad y seguridad. En muchas de estas ocasiones, el deterioro se encuentra relacionado al mal uso del equipo y falta de mantenimiento o deficiente mantenimiento.

Por otro lado, el desgaste es un gran enemigo de muchos equipos, pues su acción tiende a retirar los recursos prematuramente dicho de otra manera, a acortar el tiempo de vida útil. Normalmente, el desgaste no ocasiona fallas violentas, pero trae como consecuencia la reducción de eficiencia de operación, pérdidas de potencia por fricción e incrementos en consumo de lubricantes.

El desgaste puede ser generado por múltiples causas, pero dentro de las más comunes se encuentran:

- Desgaste abrasivo: es el más común hallado en los equipos. Se define como la acción de corte de un material duro y agudo a través de un material de superficie más suave. Tiende a formar ralladuras profundas. Puede darse cuando ciertas partículas duras se hallan entre dos superficies que se deslizan entre sí.
- Desgaste adhesivo: también llamado desgaste por fricción o deslizante, es una forma de deterioro que se presenta entre dos superficies deslizantes. Es el segundo desgaste más común y ocurre cuando dos superficies se encuentran en contacto y se deslizan.
- Desgaste corrosivo: ocurre en una combinación de desgaste y un ambiente corrosivo.

En la sección anterior únicamente se ha analizado el estado en el cual se encuentran los equipos actualmente. En esta sección se pretende indagar más en profundidad y relacionar estos aspectos anteriores; dicho de otra manera, relacionar las causas y los efectos debido a suciedad, mala lubricación, defectos de los equipos, entre otros, por medio de estudios de deterioro y desgaste que serán explicados a continuación.

Figura 29. Estudio de desgaste y deterioro

HOJA DE VALORACION DEL DETERIORO						Área: MANTENIMIENTO	
						Línea: 21	
Evaluador: Carlos Archila							
Tipo Evaluado: Llenadora de cascada				Fabricante:			
delo:				No. de serie			
Parte	Tipo de desgaste			Descripción de la revisión	comentario	Reporta	OT
	Acelerado	Natural	Sobre carga				
Soplador de envase		x		Se realizo una inspeccion visual a la estructura general como a las flautas de soplado	Las flautas unicamente presentaron signos de suciedad, mas no un desgaste agravado		
Guia de entrada		x		Se realizo una inspeccion visual a la estructura general	Desgaste en forro en contacto con parte superior del envase. En buena condicion generalmente		
Freno de entrada		x		Se realizo una inspeccion visual asi como pruebas de funcionamiento del equipo	Estructura en buen estado y funcionando correctamente		
Tanque de balance		x		Se realizo una inspeccion visual, asi como, pruebas en valvulas	La estructura se encuentre en buen estado y las valvulas no presentan fugas		
Cadena de embudos		x		Se realizo una inspeccion visual	Esta cuenta con todos sus rodillos, pero presenta un desgaste significativo en rodillos, ademas de ciertas areas con cierta holgura, debido al alto deterioro de los pines		
Embudos		x		Se realizo una inspeccion visual a todos los embudos del equipo	En su mayoría todos se encuentran en excelente estado, pero con un desgaste superficial que puede generar holguras y fracturas		

Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía., S.C.A.

El formato básicamente se encuentra en cada una de las subpartes del equipo que se está analizando. Lo que pretende este estudio es analizar individualmente cada una y verificar su nivel de desgaste, ya sea de forma acelerada, natural o con sobrecarga.

Un desgaste acelerado quiere decir que, por alguna razón, el elemento presenta signos de corrosión, fisuras, rayones, hendiduras en un tiempo antes de lo previsto, lo que en consecuencia disminuye el tiempo de vida útil de esta subparte.

Un desgaste natural, a diferencia del acelerado, las anomalías en la superficie del elemento se encuentran en un tiempo previsto, lo cual indica que la subparte cumplirá la expectativa del tiempo de vida útil destinado.

Por último, un desgaste con sobrecarga, es un extremo mayor a un desgaste acelerado. No solo genera imperfecciones perceptibles, sino que, afecta el funcionamiento de la subparte, y es un claro indicio de que el elemento está afectado por factores externos o internos.

En la siguiente columna del formato se hace una breve descripción de la revisión, ya sea inspecciones visuales, análisis de vibraciones, análisis de temperaturas, entre otros. Por último, existe una sección de comentarios, en donde se realizan todas las anotaciones sobre los defectos hallados, así como las razones posibles por las cuales se presentan este tipo de defectos o fallas en las subpartes.

- Análisis de desgaste y deterioro llenadora de cascada
 - Soplador de envase: desgaste natural: para este elemento se ha realizado una inspección visual y pruebas de soplado en las flautas. La estructura general se encuentra en buen estado tanto interior como exteriormente. Se halló presencia de óxido en pocas secciones, debido a ciertos lavados realizados en los cuales se ha

acumulado la humedad internamente, pero no resulta en un efecto significativo del funcionamiento

Hay presencia de desgaste leve únicamente en forros de guías laterales debido al contacto con el envase, desgaste que debe de tomarse en cuenta en específico en la guía que se encuentra en contacto con la parte superior del envase. Esta parte del envase cuenta con una concavidad y un borde filoso que genera un desgaste adhesivo constante y que puede formar protuberancias en la superficie, lo que causaría que el bote en ciertos momentos pueda desequilibrarse y caer generando una obstrucción en el paso.

En términos generales, el deterioro y desgaste hallados en este equipo es muy poco.

Durante la prueba de soplado se halló una serie de agujeros tapados debido a ciertos elementos contaminantes. Esta subparte es un elemento en el cual se debe inspeccionar constantemente la presión de aire, debido a que si la presión se encuentra fuera del parámetro superior, la fuerza del aire suministrado puede llegar a vencer el peso del envase, y provoca que este se quede atorado a la salida, lo cual interrumpiría el paso de botes hacia la llenadora.

- Guía de entrada hacia llenadora: desgaste natural: se realizó una inspección visual de la estructura general únicamente. Presenta una complejidad muy baja, la inspección fue breve. Nula presencia de óxido fue hallada en la estructura, esta cuenta con toda su tornillería y está ajustada de manera correcta. En los forros de las guías se encontró una presencia de desgaste leve, debido al contacto constante con los envases, lo que al igual que en el soplador genera

un desgaste adhesivo. Este desgaste puede generar anomalías en la superficie como gradas o hendiduras, lo que desequilibraría el envase al generar impactos leves entre cada uno de estos, lo que podría dañarlos y posteriormente serían rechazados por el departamento de calidad. También, podría dañarse la pestaña de sello y generar sellos en mal estado, lo que aumentaría la merma de producto.

- Freno de entrada: desgaste natural: se realizó una inspección visual y pruebas de funcionamiento. La estructura general se encuentra en buen estado, sin presencia de óxido, y un desgaste medio en el mecanismo que detiene el avance de los envases. Debido a que este elemento se mantiene a altas temperaturas, sumado al esfuerzo cortante que se aplica al momento en que se detienen los envases, se puede llegar a producir un fenómeno de fatiga térmica. Por tales valores este mecanismo de detención debe ser examinado constantemente en búsqueda de fisuras que puedan ser comprometedoras.
- Tanque de balance: desgaste natural: se realizó una inspección visual y prueba en válvulas manuales. El tanque de balance tiene una serie de aspectos que deben tomarse en cuenta. Estructuralmente se encuentra en buen estado a pesar de una serie de abolladuras que no afectan su funcionamiento. Internamente no presenta signos de óxido, aunque sí residuos de producto acumulado en ciertas secciones. Por otro lado, este tanque cuenta con una serie de válvulas, las cuales se encuentran en buen estado, sin fugas o rigidez en su movimiento, pero son accesorios que deben ser inspeccionados constantemente. Las fugas en estos elementos pueden ser causados por desgaste en los

sellos, o en este caso, la bola de cierre y apertura, debido a factores como la corrosión electroquímica. Ésta ocurre en presencia de un electrolito que ocasiona la formación de regiones anódicas y catódicas, y la corrosión por erosión, que degrada el material por contacto con el líquido; la abrasión por partícula que en este caso puede ser restos de las frutas utilizadas, burbujas y líquido que fluye a alta velocidad.

Se realizó una inspección visual y una prueba en válvulas manuales. El tanque de balance tiene una serie de aspectos que deben tomarse en cuenta. Estructuralmente éste se encuentra en buen estado a pesar de una serie de abolladuras que no afectan su funcionamiento. Internamente no presenta signos de óxido, pero si residuos de producto acumulados en ciertas secciones. Por otro lado, este tanque cuenta con una serie de válvulas en buen estado, sin fugas o rigidez en su movimiento, pero son accesorios que deben ser inspeccionados constantemente, Las fugas en estos elementos pueden ser causados por desgaste en los sellos o en este caso, en la bola de cierre y apertura, debido a factores como la corrosión electroquímica, la cual ocurre en presencia de un electrolito que ocasiona la formación de regiones anódicas y catódicas, y la corrosión por erosión, que degrada el material por contacto con el líquido, abrasión por partícula que en este caso puede ser restos de las frutas utilizadas, burbujas y líquido que fluye a alta velocidad.

Otro de los aspectos por tomar en cuenta es la bomba de envío, que se encuentra a la salida de este tanque, a primera vista, este elemento cuenta con una estructura bastante desgastada, con signos de abrasión en toda su estructura, debido a que esta bomba tiene un sistema de auto-lubricación interno, no fue posible analizar el nivel de desgaste interno.

Este equipo no presenta signos de vibraciones o temperaturas inusuales, lo que sugiere que se encuentra en buen estado, sin signos de desalineamiento, desgaste en los rodamientos u holguras en el impulsor. Como se sabe, las vibraciones pueden ser causadas por una desalineación o desbalance del eje de potencia, defectos de los rodamientos u holguras en el impulsor.

Otro de los factores por tomar en cuenta para este elemento es el ambiente de trabajo, debido a que se trabaja con bebidas no carbonatadas de frutas a altas temperaturas, la acumulación de este producto genera un desgaste acelerado en los empaques, generando filtraciones, lo que conlleva a una acumulación de este producto en los rodamientos, sellos mecánicos, prensiestopas, acelerando su deterioro.

Otro de los problemas comunes es el azúcar en este tipo de bebidas, el impacto con los cangilones del impulsor, a diferencia de otro tipo de sustancia, como el agua, genera un desgaste altamente corrosivo, lo que en consecuencia disminuye el tiempo de vida útil de cada una de las partes móviles en su interior.

Figura 30. **Bomba de envío de producto hacia llenadora de cascada**



Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía.,S.C.A.

- Cadena de embudos: desgaste natural: se realizó una inspección visual. Como se vio en la sección de estado general de los equipos, este elemento se encuentra en contacto constante con producto, lo que se ha manifestado en reemplazos continuos.

Este elemento cuenta con una serie de rodillos que presentaron un desgaste acelerado, con una serie de hendiduras y picaduras a lo largo de su periferia. Este fenómeno es causado por el producto que es derramado constantemente, lo que fomenta una corrosión por erosión. El material es degradado por el contacto con partículas, en este caso el azúcar, que se sedimenta cuando el néctar se evapora. El desgaste avanzado de los rodillos de esta cadena genera una vibración de muy alta frecuencia, lo que afecta a los embudos de dosificación, debido a las altas temperaturas de trabajo, los esfuerzos a los cuales se somete una cadena constantemente generan un fenómeno de fatiga térmica y un alargamiento inusual, los cuales sin duda son factores que disminuyen el tiempo de vida útil. Sin embargo, debido a que esta

se encuentra en contacto con producto, no es posible utilizar un lubricante que contrarreste estos efectos de desgaste.

- Embudos: desgaste natural: se realizó una inspección visual de los elementos. Los embudos son elementos que permiten la dosificación de la bebida en el envase, estos están hechos de una aleación AISI 316, que es una aleación de acero inoxidable de cromo níquel austenítico, que contiene molibdeno. Este tipo de acero es altamente resistente a la corrosión, por lo cual no se encontró ningún signo de este fenómeno. Sin embargo, a pesar de que este tipo de aleación tiene muy buenas propiedades mecánicas, entre ellas la resiliencia y dureza, estos embudos tienden a doblarse o presentar signos de fracturas. Esto debido a las vibraciones que se generan cuando los rodillos de la cadena de embudos se desgastan. En las secciones curvas de la llenadora los embudos se juntan e impactan unos con otros. Estos esfuerzos sumados a las altas temperaturas debido al contacto con el producto generan fatiga térmica. Durante la inspección de estos elementos no se encontró evidencia de signos de fatiga como fisuras o abolladuras, sin embargo, según comentarios de ciertos operadores y registros de los indicadores globales, esta inconsistencia se ha presentado en ciertas ocasiones, con tiempos de reparación muy prolongados.
- Tubería de cascada: desgaste normal: se realizó una inspección visual y pruebas en las válvulas de dosificación. La tubería no presenta signos de desgaste o anomalías en su superficie, no se encontraron fugas. Al realizar las pruebas en las válvulas estas no presentaron signos de fuga y su accionamiento fue correcto.

Sin embargo, según comentarios de los supervisores de mantenimiento, esta subparte ha presentado ciertos daños significativos, principalmente en las válvulas de dosificación. Debido a que no se tiene un control en los parámetros de operación, el flujo varía. Al momento de esta avería el flujo se encontraba muy por encima de los valores determinados, lo que generó un cambio del régimen de laminar a turbulento, además, este aumento de velocidad, sumado a la temperatura alta a la cual entra el fluido, generó una caída de presión, la cual desencadenó un efecto de cavitación. Las altas vibraciones causadas por este efecto, además del efecto erosivo, afectaron las válvulas de salida, y crearon fugas de producto y daños en la estructura.

- Faja de transmisión de rodillo alineador: desgaste acelerado: para este elemento se realizó una inspección visual. Durante esta revisión, la faja presentó un desgaste algo acelerado en sus laterales, así como en algunos de sus dientes. No se encontró algún tipo de rotura o señales de rajaduras en su superficie.

En la sección de estado general, se identificó que una de las áreas con alto grado de contaminación de producto es precisamente una caja reductora, la cual es accionada mediante la faja de potencia analizada. El constante contacto del producto con esta subparte ha generado un desgaste abrasivo sobre los dientes, en algunos más significativos que en otros. A pesar de no ser tan significativo el daño, este se puede ver reflejado en roturas superficiales permitiendo la entrada de producto y comprometiendo su estructura interna, ya que este tipo de fajas cuentan.

- Faja de transmisión de rodillo alineador: desgaste acelerado: para este elemento se realizó una inspección visual. Durante esta revisión, la faja presenta un desgaste algo acelerado en sus laterales, así

como en algunos de sus dientes. No se encontró algún tipo de rotura o señales de rajaduras en su superficie.

Debido a que las fajas trabajan mediante la fuerza de fricción, la acumulación de producto entre las poleas y este elemento genera un desgaste abrasivo en los dientes, lo que con el tiempo puede conllevar a la rotura de estos. Otro de los factores que pueden afectar una faja de potencia son las vibraciones: cuando las poleas presentan una oscilación o juego axial, las paredes laterales de la faja como las poleas se desgastan, lo que incluso puede generar roturas y en consecuencia, la rotura completa de la falla. La tensión es otro de los elementos por tomar en cuenta; una tensión inadecuada, al igual que la acumulación de producto, puede generar un desgaste en los dientes de la faja. La temperatura es otro de los factores por tomar en cuenta; debido a que las temperaturas de trabajo son moderadamente altas, pueden generar grietas en el lomo, lo que puede conllevar a una rotura sin previo aviso de este elemento.

- Chumaceras: desgaste natural. durante el análisis de estos elementos, la inspección visual, auditiva y análisis térmico, se observó que cuentan con un nivel de grasa aceptable en su superficie. Sin embargo, a pesar de la lubricación adecuada, se han hallado casos de atascamientos de los rodamientos, lo que ha provocado roturas repentinas en fajas de transmisión. Estos elementos deben tener una inspección mucho más detallada, para saber de manera precisa el verdadero estado.

Al escuchar detenidamente los rodamientos con ayuda de un estetoscopio, se encontró que presentaban un ruido similar a un zumbido leve, lo que sugiere que se encuentra en una etapa donde la pista presenta daños

leves en su superficie. Para verificar que pueden continuar trabajando, se realizó un análisis termográfico. La temperatura de trabajo de los elementos rodantes, según el proveedor, debe ser de aproximadamente de 120 °C³ ; el análisis presentó una temperatura de 110 °C, lo que se encuentra muy cercano a la temperatura límite, pero debe considerarse las condiciones de trabajo, en donde la temperatura ambiental es alta, y puede afectar los resultados.

La temperatura de funcionamiento de un rodamiento depende del diseño de la aplicación, y de la fricción generada por el rodamiento. Un aumento de temperatura significa un aumento de desgaste en las superficies debido a la fricción generada entre los rodamientos y la pista. Un lubricante adecuado es otro de los factores por tomar en cuenta; estos reducen la fricción, impiden el desgaste y protegen las superficies de rodamiento contra la corrosión.

Un factor que debe ser tomado en cuenta durante las inspecciones es la constante contaminación por producto que existe. Debido a que la lubricación se realiza mediante una grasa, debe ser cambiada continuamente, ya que, de no hacerse este proceso, el azúcar contenida en el néctar puede acumularse dentro del lubricante. Con el tiempo llegaría al área de rodadura, desgastando así la pista y rodamientos de manera acelerada.

- Caja reductora: desgaste acelerado: se realizó una inspección visual y auditiva. Este elemento se encuentra sumamente deteriorado; superficialmente presenta un nivel de oxidación alto. Internamente no fue posible revisarlo debido a la complejidad del desmontaje del equipo, por lo cual se realizó una inspección auditiva.

³ SKF. *Límites de temperatura*. <https://www.skf.com/es/products/bearings-units-housings/ball-bearings/deep-groove-ball-bearings/temperature-limits/index.html>.

Los engranajes internos no presentaron ruidos anormales o altos, lo que sugiere que se encuentran en buen estado y con un nivel de lubricante adecuado. Cuando el desgaste es mucho mayor, las fuerzas de impacto entre los dientes de los engranajes debido a las holguras son mucho mayores, y generan ruidos inusuales.

Figura 31. **Caja reductora en llenadora de cascada**



Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía.,S.C.A.

- Análisis de desgaste y deterioro selladora de envase de aluminio.
 - Rodillos de sellado: desgaste natural: se realizó una inspección visual en el perfil y la estructura de sellado. Los rodillos de sellado están hechos de una aleación de titanio. Se encuentran en buen estado, con un desgaste normal en los perfiles de sellado debido al contacto con las pestañas de la tapadera. El desgaste es principalmente abrasivo, luego de gran cantidad de repeticiones, el perfil de sellado empieza a tener cierto grado de deformación y filo en su pestaña. Este perfil, como se observó en la sección de estado

general de los equipos, comúnmente presenta acumulaciones de esmalte en su superficie, lo que aumenta considerablemente los desgastes abrasivos.

Se realizó una inspección visual en el perfil y la estructura de sellado. Los rodillos de sellado están hechos de una aleación de titanio, estos se encuentran en buen estado, con un desgaste normal en los perfiles de sellado debido al contacto con las pestañas de la tapadera. El desgaste en estos elementos es principalmente abrasivo, luego de gran cantidad de repeticiones, el perfil de sellado empieza a tener cierto grado de deformación y filo en su pestaña. Este perfil de sellado, como se observó en la sección de estado general de los equipos, comúnmente presenta acumulaciones de esmalte en su superficie, lo que aumenta considerablemente estos desgastes abrasivos.

Estas deformaciones y filo representan un mal sellado en los envases y generan arrugas que permiten la entrada de oxígeno al envase es uno de los factores que debe evitarse debido a que el oxígeno fomenta la creación de agentes patógenos. Por otro lado, se puede generar un contorno afilado, el cual es un peligro para los consumidores ya que puede generar cortaduras en los labios Estas son algunas de las fallas más comunes, con un total de casi dieciocho horas de mantenimientos correctivos, como se observó en la figura 13.

La estructura, por otra parte, se presenta en un estado que pareciese no ser muy bueno, con una alta acumulación de contaminantes en su superficie y altamente desgastado, pesar de ello, no representa una dificultad en el funcionamiento.

Figura 32. **Rodillos de sellado**



Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía., S.C.A.

- *Chuck* de sellado: desgaste natural: se realizó una inspección visual del perfil de sellado y estructura. Al igual que los rodillos, estos elementos se encuentran hechos de una aleación de titanio. Presentan un desgaste notorio en el perfil de sellado, con ciertas deformaciones muy leves en su superficie. Son la contraparte de los rodillos de sellado, por lo cual tienen una función similar. También presentaron signos de acumulación de esmalte en su superficie, lo que acelera el proceso de desgaste al generar arrugas y bordes filosos en los envases.
- Estrellas divisoras: desgaste acelerado: se realizó una inspección visual del estado general de las estructuras. Estos elementos presentan un serio desgaste en sus separadores, con un alto índice de abrasión y suciedad en su superficie. A pesar del desgaste evidente, no han representado algún paro significativo, aunque no se debe descartar la posibilidad de que sea uno de los factores que afecten el sellado en los envases.

Como se sabe, un desgaste abrasivo remueve fragmentos de la capa superficial del elemento, lo que a largo plazo genera un juego radial fuera de los parámetros de operación. Esta holgura, cuando el elemento se encuentra

girando a altas revoluciones, puede generar un desalineamiento entre estrellas o entre estrellas y la cadena transportadora de envase, lo que repercutiría directamente en problemas de sellado o envases caídos dentro del equipo.

Figura 33. **Mesa central de selladora**



Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía.,S.C.A.

- Platos base de sellado: desgaste acelerado: estos platos se encuentran hechos de aceros SAE1045, templado y con recubrimiento de cromo. Durante la inspección se identificó que estos elementos, luego de una alta cantidad de repeticiones, presentan una hendidura en su superficie, formada a causa de la alta presión y borde de los envases. Este elemento no ha presentado paros significativos, pero debe ser inspeccionado constantemente debido a que este tipo de hendiduras pueden provocar la caída de botes durante la entrada del equipo, así como también, y por la dureza de estos elementos pueden fracturarse súbitamente.

Además, ciertos platos presentan daños superficiales en su periferia, con indicios de óxido y partes sin recubrimiento de cromo.

- Torreta inferior: desgaste normal: los engranajes interiores y estructuras de platos base. Los engranajes inferiores se encuentran en buen estado, no presentan un juego axial notorio, lo que indica que no han sido afectados gravemente por la suciedad y acumulación de producto, por lo cual el desgaste abrasivo ha sido mínimo.

Por otra parte, la estructura de los platos base, superficialmente se encuentra en buen estado, sin signos de fisuras, aunque con altas acumulación de esmalte y un desgaste en su superficie acelerado debido al contacto constante con el producto, pese a ello no ha afectado su funcionamiento porque ha sido únicamente superficial, aunque debe ser inspeccionado constantemente, por la presencia de fisuras o fracturas que puede comprometer los mecanismos internos.

Fajas de potencia: desgaste normal: inspección visual de las mismas. El sistema total de la selladora de envases es accionado mediante tres fajas de potencia, por lo cual es de suma importancia el inspeccionar su estado.

Durante la inspección no se hallaron signos de rajaduras o fisuras en su superficie, lo que indica que la temperatura no es un factor por considerar. Además, no presentan un desgaste grave o rotura en los dientes, lo que indica que la tensión es la indicada, ya que de presentarse alguno de estos signos es probable que la faja se encuentre sobretensada o con muy poca tensión.

En términos generales las tres fajas de potencia se encuentran en excelente estado; sin embargo, se ha registrado un número de ajustes alto en este tipo de elementos, es muy probable que debido a las fuerzas que son aplicadas en las fajas durante su accionamiento se genere una deformación

plástica con el tiempo, generando holguras que deben ser corregidas mediante el ajuste de la tensión. A pesar de ello estos ajustes son muy poco usuales, aunque sin duda necesarios para evitar el agrietamiento y posibles fallas prematuras.

- Motor eléctrico de jaula: desgaste normal: inspección visual, auditiva y térmica. Los motores eléctricos generalmente son de muy alta confianza, con pocas fallas y bajo mantenimiento.

El motor eléctrico presente en su estructura, una seria acumulación de suciedad, lo cual es perjudicial en el área de las rejillas de refrigeración. La acumulación de cualquier tipo de suciedad impide la refrigeración adecuada del embobinado, lo eleva la temperatura de funcionamiento y dañando así, con el tiempo, elementos como cojinetes o el mismo embobinado.

Mediante un análisis auditivo se determinó el estado de los cojinetes los cuales presentan un rechinado leve pero casi imperceptible, lo que sugiere que se encuentran en buen estado y sin presencia de daños en los elementos rodantes o pista. Debido a que el motor eléctrico cuenta con un alto grado de suciedad, debe ser inspeccionado constantemente a pesar de no ser una causa común; la acumulación de suciedad es uno de los mayores motivos de fallos en rodamientos. Las partículas que ingresen pueden generar un desgaste abrasivo en la pista y elementos rodantes, lo que con el tiempo provocaría vibraciones altas por las fuerzas de impacto generadas. Estos esfuerzos cíclicos sumado a los esfuerzos que soportan los elementos rodantes comúnmente, provocaría una falla súbita inesperada.

Por último, se ha realizado un análisis térmico, ya que según sean las temperaturas de trabajo, se puede tener una idea mucho más acertada sobre la

condición del equipo. La temperatura usual del devanado eléctrico se encuentra en un rango de cuarenta a cincuenta grados por encima de la temperatura ambiente. El análisis realizado señaló una temperatura de 80 °C, lo cual se encuentra dentro de los límites indicados anteriormente, e indica que la suciedad en la carcasa no ha sido un factor por tomar en cuenta hasta el momento.

- Cadena de dedos de transporte: desgaste normal: inspección visual de la cadena y dedos de transporte. Como se observó en la sección de estado general de los equipos, uno de los parámetros con muy baja calificación es la limpieza del equipo. Una de las razones principales, es la alta suciedad acumulada en la cadena de transporte de envase que se encuentra constantemente en contacto con el producto, Esto sugiere que su desgaste y deterioro debería ser mucho mayor, a pesar de ello no es así, según la inspección llevada a cabo.

Lo anterior se debe a que este elemento se encuentra hecho de una aleación de níquel, cromo y molibdeno, conocido comercialmente como acero AISI 316, el cual cuenta con propiedades mecánicas muy buenas, además de ser altamente resistente a la corrosión. Este material es muy comúnmente utilizado en tuberías de industrias de alimentos.

- Análisis de desgaste y deterioro empaquetadora
 - Placas divisoras: desgaste natural: inspección visual del estado general de la estructura. Esta parte se encuentra subdividida en tres ensambles divisores, de los cuales los dos últimos presentan un

desgaste superficial importante debido al contacto constante con los envases. El desgaste abrasivo es común, más no es significativo.

- Cadena de dedos separadores: desgaste acelerado: inspección visual del estado general de cadena y *sprocket*. Durante la inspección, se observó que en ciertos días presenta una resequedad muy notoria debido a la falta de lubricación, mientras que otros, presentan una acumulación de grasa en *sprockets*, además de acumulación de viruta de cartón y otros elementos contaminantes.

La resequedad en este tipo de elementos genera un efecto de desgaste abrasivo mucho más fuerte en secciones como chapetas exterior e interior, y en menor grado, a bujes y pines. Este desgaste, con el tiempo, genera holguras mucho mayores, lo que se refleja en esfuerzos cíclicos no usuales en los rodillos y chapetas que deformará hasta su punto de falla. Esta deformación genera una pérdida de tensión en este elemento, lo que requiere de ajustes constantes. La tensión inadecuada, al igual que la falta de lubricante puede generar roturas en rodillos y chapetas causadas por fuerzas axiales y radiales cíclicas.

Por otra parte, como se observó en el análisis del estado general del equipo (sección 2.3.1), se encuentra con alto grado de suciedad, con viruta y partículas acumuladas. Esta suciedad acelera el desgaste de los rodillos y chapetas, debido al efecto abrasivo crean fallas prematuras. La acumulación de esta en los *sprockets* genera un desgaste en sus dientes y provoca así cargas de impacto tanto para la cadena como el *sprocke*, que posteriormente afecta al eje de transmisión y cojinetes; en consecuencia genera juegos radiales y axiales mucho mayores en estos últimos. Aumenta así las vibraciones en el sistema hasta el punto de que las cargas de impacto en la cadena son altas por fatiga de forma prematura.

- Cadena de dedos agrupadores: desgaste acelerado. Inspección visual del estado general de la cadena y *sprocket*. Estos elementos presentan una alta acumulación de suciedad y lubricante; además, no son lubricadas constantemente. Existen ocasiones donde la cadena se encuentra completamente seca, sin ningún tipo de lubricante, generalmente esto se da posterior a los lavados. También existen ocasiones en donde la acumulación de lubricante es muy alta, y poco constante, lo que genera acumulación de lubricante con altos grados de polvo y suciedad de producto.

Como se observó anteriormente, la deficiente lubricación en este tipo de elementos es muy perjudicial, acelera los procesos de desgaste abrasivo, aumenta las vibraciones debido a los juegos axiales y radiales. Estas holguras dañan fuertemente los rodillos y chapetas, los cargan adicionalmente hasta que se da su falla por fatiga.

La acumulación de suciedad en las cadenas es otro de los factores más usuales de fallas. Elementos como la viruta de cartón, polvo, y residuos de esmalte de los envases se comportan como agentes de desgaste, que generan un desgaste abrasivo constante en las juntas de la cadena, que provoca alargamientos. La elongación máxima permitida en este tipo de elementos es del 3 %⁴, de excederse, dejaría de encajar en los dientes de los *sprockets*.

El nivel de desgaste de los *sprockets* se mide por la variación de la forma de los dientes, los cuales empiezan a presentar una forma de gancho debido al mal encaje de la cadena. Esta geometría hace que los rodillos se enganchen

⁴ Expoisa, *Mantenimiento de cadenas*. <http://www.expoimsa.com/mantenimiento-de-cadenas/>.

continuamente con los dientes generando cargas de impacto mucho mayores a las acostumbradas, lo que hace que tarde o temprano la cadena falle por fatiga.

Estas cargas de impacto generadas en los *sprockets*, son absorbidas parcialmente por el eje y los cojinetes en sus extremos, lo que de no ser detectado podría generar juegos radiales en los rodamientos debido al desgaste no uniforme de las pistas. Esto únicamente amplificaría la frecuencia y fuerza de impacto en cadena y *sprocket*, disminuiría aún más su tiempo de vida útil.

Figura 34. **Cadena agrupadora de empaquetadora**



Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía.,S.C.A.

- Mecanismo dosificador de bandeja: desgaste acelerado: inspección visual del estado del mecanismo biela manivela. Este mecanismo presenta un deterioro muy acelerado en su superficie. Con un porcentaje de óxido casi en su totalidad, por el momento no ha implicado un mal funcionamiento o paros frecuentes para ajustes. Por otra parte, el sistema de vacío se encuentra en buen estado, aunque la goma ubicada en la punta de la biela presenta un deterioro avanzado, con una serie de roturas en su superficie y alta contaminación de viruta de cartón.

Con este mecanismo, a pesar de que no ha presentado una serie de fallas o ajustes recurrentes, el grado de deterioro puede ser un factor que con el tiempo tienda a fallar. El desgaste abrasivo causado por la nula o poca lubricación puede generar un juego axial en el sistema que impida la correcta sujeción de la bandeja de cartón, lo que representaría un ajuste constante. Por otra parte, esta acumulación de suciedad puede provocar un atoramiento o taponar por completo las aperturas o boquillas de vacío ubicadas en la goma, evitando que la bandeja pueda ser transportada; otro motivo de ajuste recurrente que podría impedirse.

- Cadena de transporte de bandeja: desgaste acelerado: inspección visual del estado general de la cadena y *sprocket*. Durante la inspección de este elemento se encontró una seria cantidad de lubricante acumulado, así como un alto índice de suciedad. Al igual que las cadenas mencionadas, esta presenta serios signos de resequedad en ciertos momentos, mientras que en otros la cantidad de lubricante es tal que se acumula y es muy pocas veces cambiado.

Esto genera los mismos efectos vistos en la cadena de dedos agrupadores, ya mencionada.

Figura 35. **Cadena de transporte de bandeja**



Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía.,S.C.A.

- Mecanismo de transporte de grupos: desgaste acelerado: inspección de las cadenas, barras y *sprockets* de transporte. Las cadenas presentan serios signos de abrasión y oxidación de su superficie; al igual que los *sprockets* y barras, estas últimas además presentaron ciertas abolladuras y fisuras en su superficie. La cantidad de óxido presente tanto en los *sprocket* como cadenas, no solo es un defecto superficial que debe ser tomado en cuenta, sino que debe ser una prioridad.

La deficiente o nula lubricación este tipo de elementos ha provocado serios daños al punto en que se encuentran en una etapa muy avanzada en desgaste y abrasión. Según comentarios de operadores, estos elementos no son lubricados porque no se consideran prioridad.

La constante lubricación de estos es un factor que sin duda puede prolongar el tiempo de vida útil, y disminuir el desgaste abrasivo causado por partículas del ambiente como viruta de cartón y polvo, lo que en consecuencia evita juegos axiales y radiales que generen esfuerzos cíclicos.

- Dosificador de brea: desgaste normal: inspección visual de la estructura general y pruebas de funcionamiento. Estructuralmente este equipo se encuentra en muy buen estado, aunque con cierta acumulación de brea. Las mangueras de dosificación no presentan algún tipo de fuga en sus uniones o a lo largo; por último, las boquillas presentan un deterioro algo avanzado debido al contacto continuo con el fluido dosificado.

- Análisis de desgaste y deterioro emplastadora.
 - Mecanismos dosificadores de polietileno: inspección visual de la estructura general. Cada rodillo ubicado en los brazos de dosificación de polietileno presenta un desgaste natural causado por el constante roce con la película de polietileno. Así también todos han presentado un movimiento fluido. En términos generales, ambas estructuras se encuentran en excelente estado.
 - Cuchilla de corte de polietileno: inspección visual de la estructura general y pruebas de corte. Esta subparte ha presenta un serio rastro de suciedad en su superficie y ciertos rastros de óxido. Este elemento es uno que no ha registrado daños tan continuos pero debe ser inspeccionado continuamente. La hoja es calentada a una temperatura muy elevada y en ciertas ocasiones es enfriada para mantenimiento o limpieza. Este proceso de calentamiento y enfriamiento puede provocar un fenómeno conocido como fatiga térmica, por lo cual es importante la inspección en búsqueda de signos de fisuras o deformaciones en su superficie que pueda comprometer la estructura.
 - Horno de termocontracción: inspección visual de la estructura general. La estructura del horno se encuentra en excelente estado visto desde el exterior, sin embargo, en el interior se puede ver que existe una cierta acumulación de partículas de polietileno y polvo.

La acumulación de suciedad dentro de este equipo puede provocar sellos inadecuados, además del aumento de consumo energético. Debido a que el proceso de contracción del polietileno está basado en un proceso de transferencia de calor, la acumulación de partículas o suciedad en la superficie

de las resistencias eléctricas genera una resistencia adicional, lo que consecuencia provoca una menor temperatura al interior de la estructura.

Esta menor temperatura hace que el polietileno no tenga la contracción adecuada y deja desajustado el grupo de envases en su interior. Para evitar esto, la temperatura del horno debe ser aumentada por encima de los parámetros usuales de operación.

2.3.3. Clasificación de paros debidos a fallas usuales

Como parte de la multinacional Heineken International, poseedora del 25 % de las acciones de Florida Ice & Farm Company, casa matriz de Alimentos Kern's, se utiliza el *operative performance indicator* (OPI) , que traducido se conoce como indicadores de desempeño operativo; este indicador permite conocer el tiempo efectivo de producción a través de la resta del tiempo total disponible, menos el tiempo que no hay ordenes de trabajo, paros menores, averías, paros externos, paros planificados, cambios de formato y paros por calidad.

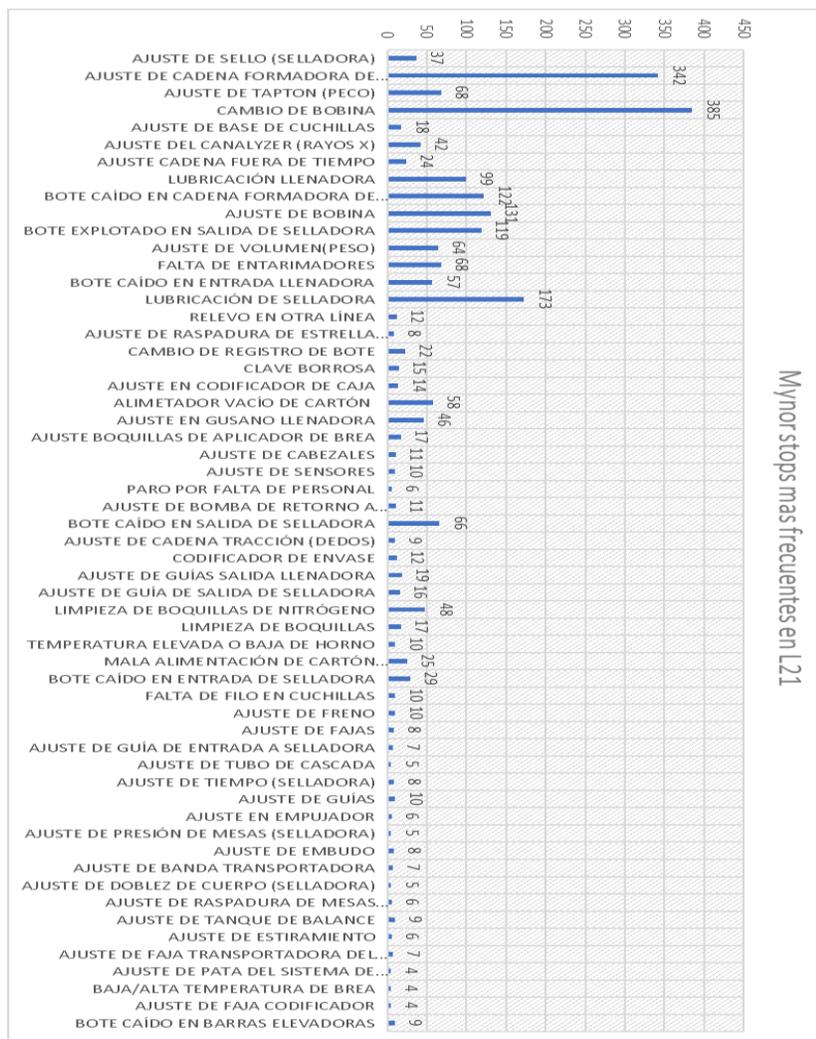
Como parte de su análisis, este indicador nos proporciona información sobre paros, que comúnmente son mencionados como minor stops, y que hace referencia a paros menores de cinco minutos, y un tipo de fallas mayores como break down que son fallas con tiempos muertos mayores a cinco minutos y que además es necesario el reemplazo de la pieza. Estas serán nuestras dos grandes clasificaciones, que nos permitirá determinar el enfoque necesario de esta investigación.

A corto plazo los mynor stops no representan pérdidas tan significativas para la empresa, pero si se considera con un tiempo mayor, como por ejemplo

a un plazo mayor de un mes o dos, la constante repetición de este tipo de defectos representa un gasto mucho más significativo y considerable.

A continuación, se muestran los mynor stops de cada uno de los equipos de la línea evaluada, según los ajustes y datos analizados mediante los indicadores de rendimiento mencionados.

Figura 36. **Paros frecuentes anterior periodo fiscal (minor stops)**

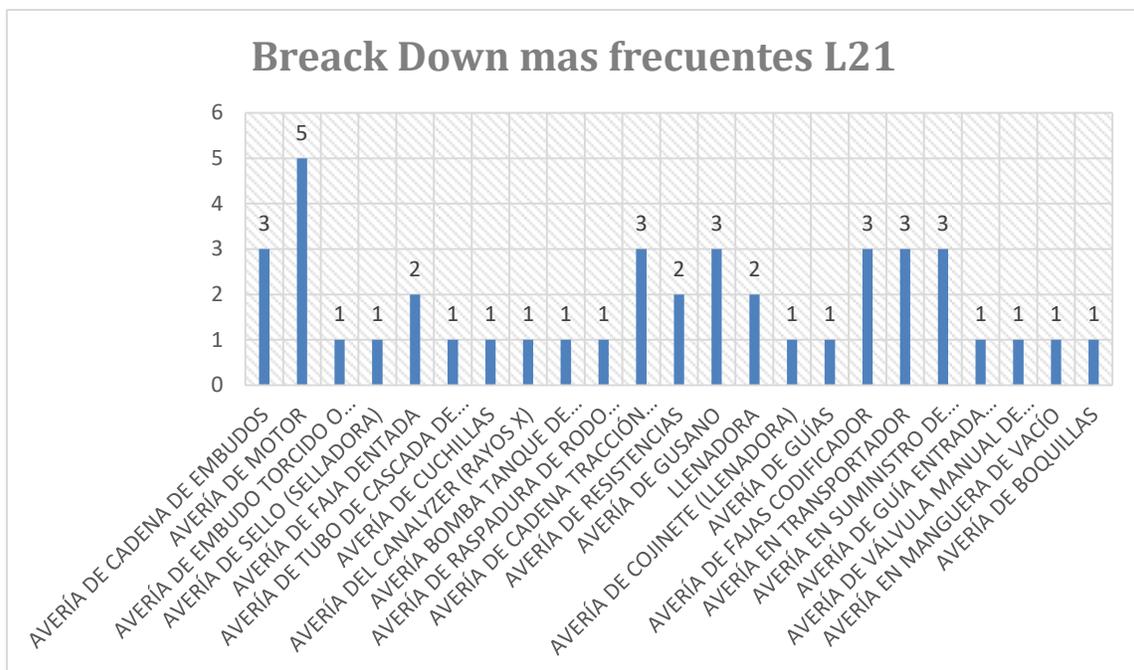


Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía.,S.C.A.

Como se puede observar en la gráfica anterior, existe una serie de ajustes menores que son sumamente persistentes y que ya han sido vistos anteriormente en la sección 2.2.2, como por ejemplo, los ajustes en la cadena formadora de bandeja, bote caído en el formador de bandeja, ajustes de sello, ajustes de volumen o peso, entre otros.

Esto resalta la ineficacia de los actuales procesos de mantenimiento al no evidenciar una reducción en la frecuencia de este tipo de averías. Una buena parte de ellas son provocadas por factores tan sencillos como contaminación y suciedad en ciertos elementos, ajustes no realizados constantemente, lubricaciones deficientes o inspecciones no realizadas.

Figura 37. **Mantenimientos correctivos emergentes anterior periodo fiscal (break down)**



Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía.,S.C.A.

A pesar de que aparenta ser una cantidad de averías mucho menor que en la anterior gráfica (figura 3), cabe resaltar que los *break down* son paros con tiempos mucho más prolongados que los *Minor stops*, así que de igual manera son sumamente perjudiciales.

Como resumen de los datos analizados anteriormente se tiene un total de 474,67 horas en ajustes menores o *Minor stops*, mientras que para los mantenimientos correctivos emergentes o *break down*, se tiene un total de 125,72 horas de tiempo muerto. En total, resulta en doscientas noventa horas de inactividad durante los últimos seis meses del anterior periodo fiscal, únicamente para los equipos que son parte de esta investigación.

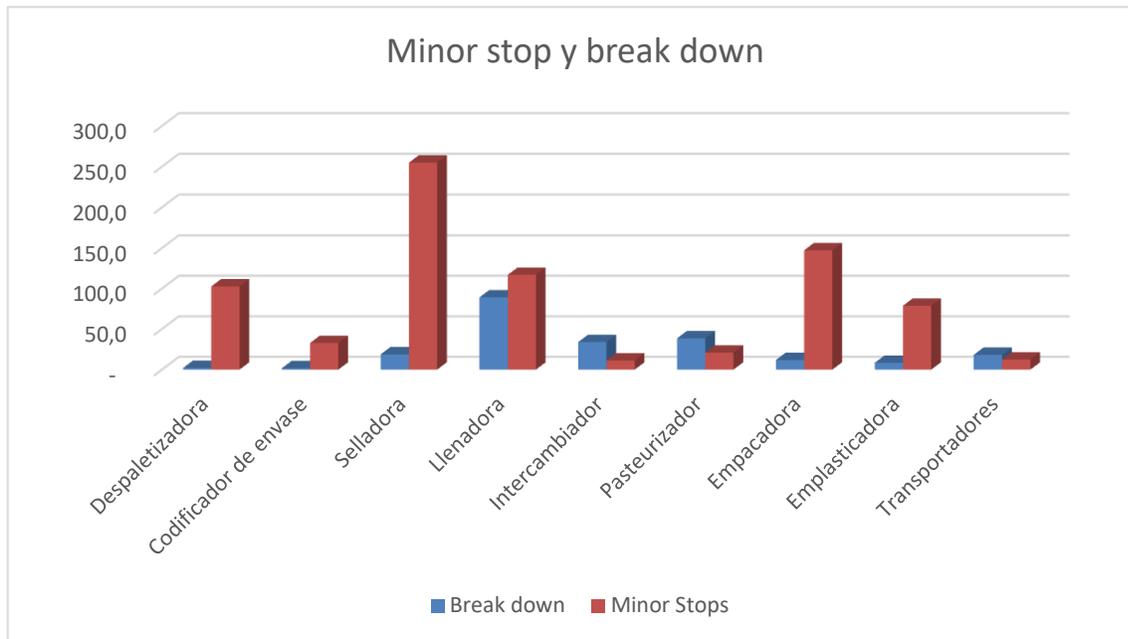
Como se nota claramente tanto en la tabla XI la figura 38, existe una frecuencia mucho mayor en los paros menores o *Minor stops*,, que los paros por mantenimientos correctivos o *break down*, por lo cual es necesario el reenfoque de los alcances de la gestión de mantenimiento autónomo. El objetivo principal es la disminución de *Minor stops* y no tanto como apoyo a mantenimiento preventivo.

Tabla XI. **Paros totales debido a *minor stops* y *break down* durante el OB anterior**

Paros de OPI por máquina				
Código	Máquina	Break down	Minor Stops	Totales
2000	Despaletizadora	2.0	102.7	104.7
2050	Codificador de envase	1.8	32.9	34.7
2100	Selladora	18.8	255.0	273.8
2150	Llenadora	89.2	116.9	206.2
2200	Intercambiador	34.1	11.3	45.3
2250	Pasteurizador	38.7	21.0	59.7
2350	Empacadora	11.8	147.3	159.1
2400	Emplastadora	8.3	78.8	87.2
2800	Transportadores	18.2	12.4	30.6
				-
				-
	Totales	223.0	778.2	1,001.2

Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía.,S.C.A.

Figura 38. **Minor stops y break down** registrados durante el anterior periodo fiscal



Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía.,S.C.A.

Existe la posibilidad de que los *break down* estén directamente relacionados a los *Minor stops*, por lo cual la disminución de este tipo de paros menores puede ser consecuente en la reducción considerable de estos otros, ya que como se vio anteriormente el ajuste constante de ciertas partes es consecuencia de desgastes avanzados en partes, causadas principalmente por suciedad y lubricaciones deficientes.

Muchos de estos paros menores son atendidos directamente por el departamento de mantenimiento; sin embargo, no es analizado el origen o causa de estas inconsistencias, por lo cual las acciones correctivas únicamente presentan una solución parcial y quizás no sea la adecuada. De no ser hallada la medida preventiva idónea para estas averías, es probable que con el tiempo

se tornen mucho más frecuentes hasta el punto de que comprometan ciertas partes o subpartes del equipo, conduciéndolo a una falla mucho mayor o en casos extremos letal.

De ser así, la disminución de los *minor stops* por medio de un mantenimiento autónomo conllevaría un alto beneficio en la disponibilidad de los equipos y económicamente en temas relacionado a mantenimiento y prolongaría los tiempos de producción y vida útil de las subpartes del equipo.

2.3.4. Análisis económico debido a paros frecuentes

Como ya se ha visto en las secciones anterior, es la línea evaluada consta de una serie de paros sumamente elevados; sin embargo, únicamente se ha enfocado en las consecuencias respecto a disponibilidad y no desde un punto de vista económico para la empresa, por tanto, en la siguiente sección se hará un análisis de las pérdidas financieras debido a *Minor stops* y *break down*.

El tiempo de paro consiste en la sumatoria total de minutos en que los equipos se encuentran detenidos debido a una avería específica durante las tres jornadas laborales. Estos datos serán obtenidos mediante los indicadores de rendimiento OPI, los cuales registran el tiempo que, multiplicado por el costo fijo de producción, dará como resultado el costo neto por tiempo improductivo.

Por ejemplo, si se desea analizar el costo debido a los ajustes realizados a la cadena formadora de bandeja de la empaquetadora, el tiempo total en horas debido a una avería específica ya sea *break down* o *Minor stops*, se obtiene mediante los indicadores de rendimiento de la empresa (ver tabla XII). Según esta, el suceso se ha pasado una cantidad de 342 veces con un total de 53,53 horas inefectivas de producción.

Tabla XII. **Duración en horas del ajuste realizado a la cadena formadora de bandeja**

Detalle de paro	Clasificación	CLAVE	Duracion	FRECUENCIA
AJUSTE DE CADENA FORMADORA DE BANDEJA	EMPACADORA	2354	53.53	342

Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cia., S.C.A.

El cálculo del costo fijo de producción se realizará de la siguiente manera:

$$CT = \sum TI * CF \quad (EC. 1)$$

Donde:

CT = costo total

TI = tiempo improductivo o de paro

CF = costos fijos de producción

Los costos fijos de producción son una tasa que corresponde al valor de ciertos insumos que no dependen del volumen de producción, los cuales se presentan a continuación:

Tabla XIII. Tasa de costos fijos de producción

Resumen de Tarifas		Tarifa						
Ceco	Desc	MPC001	MPC002	MPC003	MPC004	MPC005	MPC006	MPC007
502009	Preparacion Jarabe	51.34	227.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
502010	LINEA 22 BEBIDAS HOJALATA	216.69	2,652.68	0.01	0.00	154.04	68.05	760.28
502011	LINEA 21 BEBIDAS ALUMINIO	162.81	2,901.58	0.02	0.00	185.66	306.07	760.16
502012	LINEA 51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
502013	LINEA 53 TBA/19 010V	416.36	1,491.60	0.02	0.00	85.71	27.94	283.98

Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía.,S.C.A.

Tabla XIV. Costos fijos de producción

Clase de actividad	Descripción
MPC001	Servicios Prod.
MPC002	Servicios Generales y Adm.
MPC003	Vapor
MPC005	Energía eléctrica
MPC006	Fijos de fabricación
MPC007	Mano de obra

Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía.,S.C.A.

Siguiendo con el ejemplo:

$$CT = (TI * MPC001) + (TI * MPC002) + (TI * MPC003) + (TI * MPC005) + (TI * MPC006) + (TI * MPC007)$$

$$CT = (53,53 * 162,81) + (53,53 * 2\ 901,58) + (53,53 * 0,02) + (53,53 * 185,66) + (53,53 * 306,07) + (53\ 53\ 760,16)$$

$$CT = Q276\ 890,39$$

Entonces, los 243 ajustes realizados durante todo el anterior periodo fiscal que acumulo un total de 53,53 horas improductivas, han tenido un impacto de Q276 890,39.

A continuación, se presenta el gasto total debido a *minor stops* y *break down* del anterior periodo fiscal correspondiente a la línea analizada.

Tabla XV. Costos de paros correspondientes a *minor stops* del OB17-18

Detalle de paro	Clasificación	Duracion	FRECUENCIA	Suma de Costo fijo del paro
AJUSTE DE SELLO (SELLADORA)	SELLADORA	64.15	37	Q276,890.39
AJUSTE DE CADENA FORMADORA DE BANDEJA	EMPACADORA	53.53	342	Q231,065.72
AJUSTE DE TAPTON (PECO)	LLENADORA	23.90	68	Q103,159.48
CAMBIO DE BOBINA	EMPLASTICADORA	22.02	385	Q95,030.45
AJUSTE DE BASE DE CUCHILLAS	EMPLASTICADORA	20.93	18	Q90,354.46
AJUSTE DEL CANALYZER (RAYOS X)	EMPACADORA	20.78	42	Q89,707.02
AJUSTE CADENA FUERA DE TIEMPO	LLENADORA	11.20	24	Q48,342.52
LUBRICACIÓN LLENADORA	LLENADORA	13.73	99	Q59,277.13
BOTE CAÍDO EN CADENA FORMADORA DE BANDEJA	EMPACADORA	13.72	122	Q59,205.19
AJUSTE DE BOBINA	EMPLASTICADORA	13.72	131	Q59,205.19
BOTE EXPLOTADO EN SALIDA DE SELLADORA	SELLADORA	12.87	119	Q55,536.34
AJUSTE DE VOLUMEN(PESO)	LLENADORA	12.70	64	Q54,816.96
FALTA DE ENTARIMADORES	EMPLASTICADORA	12.17	68	Q52,514.94
BOTE CAÍDO EN ENTRADA LLENADORA	LLENADORA	10.72	57	Q46,256.31
LUBRICACIÓN DE SELLADORA	SELLADORA	10.18	173	Q43,954.28
RELEVO EN OTRA LÍNEA	LLENADORA	9.62	12	Q41,508.38
AJUSTE DE RASPADURA DE ESTRELLA (SELLADORA)	SELLADORA	8.83	8	Q38,127.28
CAMBIO DE REGISTRO DE BOTE	CODIFICADOR DE ENVASE	8.02	22	Q34,602.31
CLAVE BORROSA	CODIFICADOR DE ENVASE	7.85	15	Q33,882.92
AJUSTE EN CODIFICADOR DE CAJA	EMPACADORA	6.70	14	Q28,919.18
ALIMETADOR VACÍO DE CARTÓN	EMPACADORA	6.68	58	Q28,847.25
AJUSTE EN GUSANO LLENADORA	LLENADORA	6.40	46	Q27,624.29
AJUSTE BOQUILLAS DE APLICADOR DE BREA	EMPACADORA	6.38	17	Q27,552.36
AJUSTE DE CABEZALES	SELLADORA	6.38	11	Q27,552.36
AJUSTE DE SENSORES	EMPACADORA	3.22	10	Q13,884.09
PARO POR FALTA DE PERSONAL	LLENADORA	2.03	6	Q8,776.47
AJUSTE DE BOMBA DE RETORNO A LLENADORA	LLENADORA	5.38	11	Q23,236.06
BOTE CAÍDO EN SALIDA DE SELLADORA	SELLADORA	5.25	66	Q22,660.55
AJUSTE DE CADENA TRACCIÓN (DEDOS)	LLENADORA	4.75	9	Q20,502.41
CODIFICADOR DE ENVASE	CODIFICADOR DE ENVASE	4.63	12	Q19,998.84
AJUSTE DE GUÍAS SALIDA LLENADORA	LLENADORA	4.55	19	Q19,639.15
AJUSTE DE GUÍA DE SALIDA DE SELLADORA	SELLADORA	4.45	16	Q19,207.52
LIMPIEZA DE BOQUILLAS DE NITRÓGENO	SELLADORA	4.22	48	Q18,200.38
LIMPIEZA DE BOQUILLAS	EMPACADORA	4.18	17	Q18,056.51
TEMPERATURA ELEVADA O BAJA DE HORNO	EMPLASTICADORA	3.55	10	Q15,322.85
MALA ALIMENTACIÓN DE CARTÓN (CARTÓN INCOMPLETO)	EMPACADORA	3.43	25	Q14,819.28
BOTE CAÍDO EN ENTRADA DE SELLADORA	SELLADORA	3.37	29	Q14,531.53
FALTA DE FILO EN CUCHILLAS	EMPLASTICADORA	3.28	10	Q14,171.84
AJUSTE DE FRENO	CODIFICADOR DE ENVASE	2.98	10	Q12,876.95
LIMPIEZA CODIFICADOR ENVASE	CODIFICADOR DE ENVASE	2.85	3	Q12,301.44
AJUSTE DE FAJAS	SELLADORA	2.68	8	Q11,582.06
AJUSTE DE GUÍA DE ENTRADA A SELLADORA	SELLADORA	2.62	7	Q11,294.31
AJUSTE DE TUBO DE CASCADA	LLENADORA	2.60	5	Q11,222.37
AJUSTE DE TIEMPO (SELLADORA)	SELLADORA	2.45	8	Q10,574.93
AJUSTE DE GUÍAS	EMPACADORA	2.25	10	Q9,711.67
AJUSTE EN EMPUJADOR	EMPACADORA	2.13	6	Q9,208.10
AJUSTE DE PRESIÓN DE MESAS (SELLADORA)	SELLADORA	2.10	5	Q9,064.22
AJUSTE DE EMBUDO	LLENADORA	2.10	8	Q9,064.22
AJUSTE DE BANDA TRANSPORTADORA	EMPACADORA	2.02	7	Q8,704.53
AJUSTE DE RASPADURA DE MESAS (SELLADORA)	SELLADORA	1.87	6	Q8,057.09
AJUSTE DE TANQUE DE BALANCE	LLENADORA	1.75	9	Q7,553.52
AJUSTE DE ESTIRAMIENTO	CODIFICADOR DE ENVASE	1.35	6	Q5,827.00
AJUSTE DE FAJA TRANSPORTADORA DEL HORNO	EMPLASTICADORA	1.35	7	Q5,827.00
EMPLASTICADORA	EMPLASTICADORA	1.20	14	Q5,179.56
BOTE CAÍDO EN BARRAS ELEVADORAS	EMPACADORA	0.88	9	Q3,812.73
TOTAL		474.67		Q2,048,801.86

Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía.,S.C.A.

Tabla XVI. **Costos debido a paros correspondientes a *break down***
OB 17-18

Detalle de paro	Clasificación	Duración	FRECUENCIA	Suma de Costo fijo del paro
AVERÍA DE CADENA DE EMBUDOS	LLENADORA	18.15	3	Q78,340.77
AVERÍA DE MOTOR	LLENADORA	17.50	5	Q75,535.18
AVERÍA DE EMBUDO TORCIDO O ROTO	LLENADORA	16.27	1	Q70,211.75
AVERÍA DE SELLO (SELLADORA)	SELLADORA	12.73	1	Q54,960.84
AVERÍA DE FAJA DENTADA	LLENADORA	9.92	2	Q42,803.27
AVERÍA DE TUBO DE CASCADA DE LLENADO	LLENADORA	9.92	1	Q42,803.27
AVERÍA DE CUCHILLAS	EMPLASTICADORA	6.42	1	Q27,696.23
AVERÍA DEL CANALYZER (RAYOS X)	EMPACADORA	6.15	1	Q26,545.22
AVERÍA BOMBA TANQUE DE BALANCE	LLENADORA	5.28	1	Q22,804.43
AVERÍA DE RASPADURA DE RODO (SELLADO)	SELLADORA	5.00	1	Q21,581.48
AVERÍA DE CADENA TRACCIÓN (DEDOS)	LLENADORA	4.50	3	Q19,423.33
AVERÍA DE RESISTENCIAS	EMPACADORA	2.28	2	Q9,855.54
AVERÍA DE GUSANO	LLENADORA	2.50	3	Q10,790.74
AVERÍA DE COJINETE (LLENADORA)	LLENADORA	2.08	1	Q8,992.28
AVERÍA DE GUÍAS	EMPACADORA	1.82	1	Q7,841.27
AVERÍA DE FAJAS CODIFICADOR	CODIFICADOR DE ENVASE	1.78	3	Q7,697.39
AVERÍA EN TRANSPORTADOR	EMPACADORA	1.35	3	Q5,827.00
AVERÍA EN SUMINISTRO DE NITRÓGENO	SELLADORA	1.08	3	Q4,675.99
AVERÍA DE GUÍA ENTRADA LLENADORA	LLENADORA	0.42	1	Q1,798.46
AVERÍA DE VÁLVULA MANUAL DE ENTRADA	LLENADORA	0.33	1	Q1,438.77
AVERÍA EN MANGUERA DE VACÍO	EMPACADORA	0.17	1	Q719.38
AVERÍA DE BOQUILLAS	EMPACADORA	0.07	1	Q287.75
TOTAL		125.72		Q542,630.35

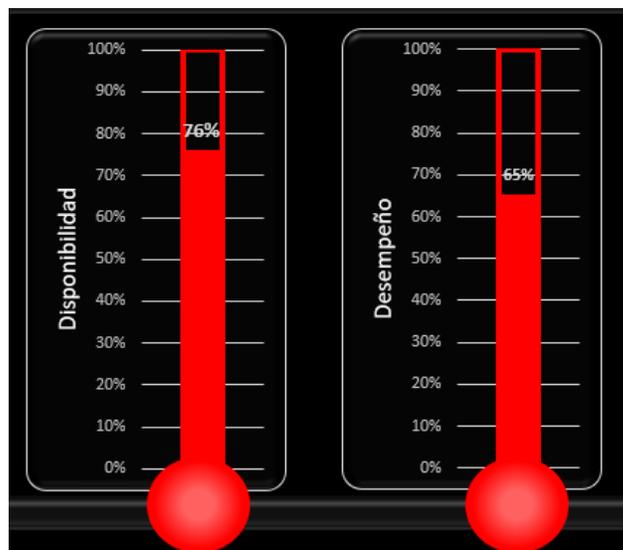
Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía., S.C.A.

Como se puede ver en las tablas anteriores, los costos correspondientes a ambos tipos de paros superan la cantidad de más de dos millones de quetzales, correspondientes a un año fiscal. Dentro de los datos que más relevancia tienen, están los ajustes de sellos en la selladora y cadenas en la empaquetadora, con valores que superan los doscientos mil quetzales. Por otro lado, las averías reportadas en la cadena de embudos y embudos de la llenadora, motores eléctricos y averías de sello en la selladora, con valores que superan los cincuenta mil quetzales. Son valores que se encuentran muy por encima respecto a la media esperada.

Muchas de estas averías son consecuencia de la deficiente gestión de mantenimiento, sumado al desinterés que se tiene del lado operativo por el

cuidado y preservación. Estos dos factores unidos han provocado que los cuatro equipos analizados presenten una disponibilidad aceptable, mas no excelente, y un desempeño regular, como se observa en los indicadores de la empresa a continuación.

Figura 39. **Indicadores de disponibilidad y desempeño**



Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía.,S.C.A.

Esto ha repercutido fuertemente en gastos que podrían ser disminuidos al menos en un 10 %, lo que significaría un ahorro de Q250 000,00 aproximadamente, y que podrían ser destinados a proyectos en búsqueda de la mejora continua.

Por ello, que está claro que la gestión de mantenimiento autónomo no solo es una fase de mejora sino una necesidad para la empresa. Plantea una cultura de cuidado y preservación de los equipos, lo que permitiría que el equipo aumente su tiempo de vida útil y mantenga la calidad del servicio de

forma más constante mediante la disminución de la frecuencia de paros causados por *minor stops* y probablemente *break down*. Mejorarían así los indicadores mostrados, así como la relación entre el departamento de mantenimiento y producción. Existe una disputa constante entre ambos departamentos al ser interdependientes respecto a los equipos, cuando debería ser un trabajo conjunto que permita mantener su disponibilidad y desempeño en el valor más alto posible y lo más importante, que se vea plasmado en ahorros monetarios.

3. FASE TÉCNICO-PROFESIONAL

3.1. ¿Qué es el mantenimiento autónomo?

Para definir el mantenimiento autónomo, se debe definir antes qué es el mantenimiento total productivo, Esta es la nueva filosofía de mantenimiento que se pretende alcanzar dentro de industrias alimenticias Kern's, como parte de la inclusión y el alcance de los objetivos propuestos por la empresa multinacional FIFCO.

El mantenimiento total productivo tiene múltiples definiciones según el tipo de orientación que se desee dentro de la empresa, pero para este caso, el TPM, como se conoce, consiste en una estrategia destinada básicamente a elevar la productividad de una o múltiples líneas , tomando como base el mejoramiento del mantenimiento actual y sus prácticas correspondientes.

Visto desde otro punto de vista el TPM es una metodología que busca optimizar la eficiencia global de los equipos, minimizar la no disponibilidad y mejorar su rendimiento y calidad. Este tipo de mantenimiento busca la integración de todo el personal de la compañía con el propósito de obtener una mejora en el proceso de producción a través de la eliminación de pérdidas.

El ingeniero Álvarez Laverde, en su libro ¿Realmente qué es TPM?, explica que el TPM se orienta a crear un sistema corporativo que maximiza la eficiencia de todo el sistema productivo, estableciendo un sistema que previene todas las pérdidas en todas las operaciones de la empresa. Esto incluye cero accidentes, cero defectos y cero fallos en todo el ciclo de vida del sistema

productivo. Se aplica en todos los sectores incluyendo producción, desarrollo y departamentos administrativos. Se apoya en la participación de todos los integrantes de la empresa, desde la alta dirección hasta los niveles operativos. La obtención de cero pérdidas se logra a través del trabajo de pequeños equipos”⁵.

Dentro de las características propias del TPM, como complemento de la anterior definición podemos encontrar:

- Apunta a crear un sistema corporativo que maximiza la eficiencia de los sistemas de producción.
- Crea un sistema para prevenir la presencia de todo tipo de pérdidas en la línea productiva y se centra en el producto final. Esto incluye los sistemas para lograr las metas de “cero accidentes, cero defectos y cero averías” en todo el ciclo de vida del sistema de producción.
- Se aplica en todos los sectores, incluidos producción, desarrollo y departamentos administrativos.
- Se fundamenta en la participación de todos los integrantes de la empresa, los cuales actúan en forma alineada.
- Permite eliminar las pérdidas a través de las actividades de mejora que se realizan en pequeños equipos.

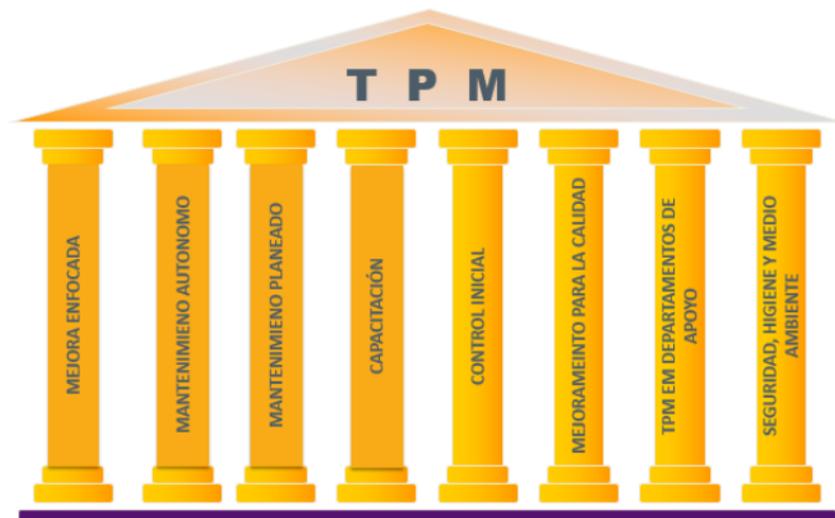
Para el precursor más importante de este tipo de mantenimiento, Seiichi Nakajima, el mantenimiento productivo total es el mantenimiento preventivo,

⁵ Lavarede, Humberto. *¿Qué es realmente el TPM?*. p. 115.

pero su innovación principal radica en que los operadores se hacen cargo del mantenimiento básico de su propio equipo. Mantiene sus máquinas en buen estado de funcionamiento y desarrollan la capacidad de detectar problemas potenciales antes de ocasionar averías.

El mantenimiento total productivo se encuentra basado en seis pilares fundamentales para su inclusión dentro de cualquier empresa, los cuales se presentan a continuación.

Figura 40. **Seis pilares fundamentales del TPM**



Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía.,S.C.A.

Dentro de estos seis pilares fundamentales se halla el mantenimiento autónomo. Este es uno de los pilares fundamentales para la implementación exitosa, ya que aprovecha los conocimientos y contacto continuo que los operarios tienen con los equipos, con el objetivo de mantenerlos en óptimas condiciones.

El objetivo principal de este pilar de mantenimiento es la creación de una cultura de cuidado de los operarios hacia los equipos, en el cual ellos tengan una iniciativa que mantenga y conserve el activo en buen estado.

Sin embargo, este pilar es uno de los más complejos, ya que como lo indica su nombre, al ser completamente autónomo se encontrará directamente ligado a la actitud que tenga el operario frente a la propuesta de mejora que se desee implementar. Es muy probable que durante las fases iniciales de implementación de este tipo de mantenimiento exista una fuerte resistencia por parte del sector operativo, debido a que asignar nuevas tareas es significado de trabajo extra o tedioso. Es por ello que en este pilar en específico debe existir un apoyo constante de parte de las gerencias como jefaturas, para generar un interés y responsabilidad en este tipo de labores.

Existen tres etapas de desarrollo que se pretende alcanzar con la implementación de este mantenimiento, las cuales son⁶:

- Mejorar la efectividad de los equipos con la participación del personal.
- Mejorar las habilidades y capacidades de los operarios para mantener altos niveles de eficiencia de los procesos de producción.
- Mejorar el funcionamiento en general de la organización.

El JIPM sugiere la aplicación de siete pasos para la exitosa implementación del mantenimiento autónomo, de los cuales se profundizará más adelante durante esta investigación.

⁶ VARGAS, Lisseth, (2016). *Implementación del pilar Mantenimiento autónomo” en el centro de proceso vibrado de la empresa FINART S.A.S.* 65 p.

Figura 41. **Pasos para la implementación de mantenimiento autónomo**

#	PASOS	HERRAMIENTA 5S APLICADA	DEFINICION
1	Limpieza inicial	SEISO (LIMPIEZA)	Establecimiento de condiciones basicas del equipo e inspeccion inicial
2	Medidas preventivas		El operador debe propner medidas preventivas para combatir el deterioro del equipo
3	Estandares de limpieza, inspeccion, lubricacion y ajustes	SEIKETSU (ESTANDARIZACION) Y SEISO (LIMPIEZA)	Se proponen estandares con el fin de mantener las condiciones optimas del equipo y crear un habito de cuidado
4	Inspeccion general	SEIKETSU (ESTANDARIZACION)	Revison de fallas persistentes y actualizacion de estandares realizados
5	Inspeccion autonomo		Comparacion y evaluacion de los pasos anteriores. Validacion de manual de mantenimiento auotnomo
6	Organización y ordenamiento	SEIRI (CLASIFICAR) Y SEITON (ORDENAR)	Clasificacion, sellecion y orden de area de trabajo
7	Implementacion total	SEIKETSU (ESTANDARIZAR) Y SHITSUKE (DISCIPLINA)	integracion plena del proceso y reconocimienot de capacidad de auto gestion

Fuente: http://mx.geocities.com/sima_tpm/mautonomo.html.

3.1.1. Objetivos del mantenimiento autónomo

Como ya se vio anteriormente el objetivo primordial del mantenimiento autónomo es fomentar una cultura de cuidado del equipo mediante inspecciones, lubricaciones, limpiezas y ajustes constantes, así como la identificación de fallas en sus etapas iniciales, Para alcanzarlo este, previamente se debe trazar una serie de objetivos específicos, que serán de apoyo durante las fases de implementación, los cuales son:

- Emplear el equipo utilizado como instrumento para el aprendizaje y adquisición de habilidades. Este primer objetivo tiene una alta relevancia dentro de esta filosofía de mantenimiento si se desea reducir todas aquellas fallas inesperadas (*breack down*). El conocimiento adquirido durante el proceso por los operadores permite que estos no solo desarrollen nuevas habilidades al tener una relación mucho más profunda con sus equipos, sino que también les permite identificar las causas de ciertas anomalías, perturbaciones o todo aquel comportamiento irregular.
- Desarrollar nuevas habilidades para el análisis de problemas en la creación de un nuevo pensamiento de trabajo. Como parte de la implementación del mantenimiento autónomo, se pretende que el operador tenga un papel de mayor relevancia dentro de las actividades de mantenimiento. Para ello no solo debe ser capaz de identificar averías, sino que también identificar las posibles causas potenciales. Por ello se debe fomentar el análisis mediante capacitaciones, explicaciones y una mayor inclusión o participación dentro de las reuniones correspondientes a mantenimiento.

- Estandarización de procesos y correcta operación de los equipos. Al haber realizado de manera satisfactoria las primeras etapas del mantenimiento autónomo, se procede a la fase de estandarización. Esta actividad es fundamental para mantener un orden y mejor control sobre los procesos. Una correcta operación de los equipos puede mejorar la eficiencia de estos, ya que en ocasiones ciertas averías son causadas por una mala o deficiente operación causada por la desinformación.
- Construir y mantener las operaciones necesarias para que el equipo funcione sin averías y rendimiento pleno.
- Mejorar la seguridad en el trabajo. El mantenimiento autónomo está basado en gran parte en una filosofía de seis eses (6s), por lo cual se debe cumplir ciertas tareas de inspección y mantenimiento que permitan al operario tener un área de trabajo mucho más segura y que facilite su trabajo.
- Lograr un total sentido de pertenencia y responsabilidad en el trabajo. Como se vio en el capítulo anterior, los equipos se deterioran de manera acelerada sino se les proporciona el cuidado debido. Es por ello que esta nueva filosofía de mantenimiento permitirá crear un sentido de pertenencia y responsabilidad mediante el fomento del cuidado. Al adquirir una mayor responsabilidad por parte del operador, se demuestra que los altos mandos han depositado cierto grado de confianza en su persona, lo que hace que este tenga un pensamiento positivo de un lugar donde el o ella se ve valorado y se aprecia su trabajo, lo que lleva a un aumento de su autoestima y una mejora en su moral de trabajo.

3.1.2. Alcances y límites del mantenimiento autónomo en IAK

Como todo proyecto, este debe constar de ciertos alcances y límites, que permitan identificar el área específica de trabajo y evitar extralimitaciones en el tema de investigación.

- Alcances
 - Optimizar los procesos de mantenimiento.
 - Contribuir con una nueva metodología para la disminución de averías, tanto *Breack down* como *Mynor stpos*.
 - Diseñar la documentación necesaria como manuales de procedimientos, registros, diagramas, entre otros, para enriquecer la gestión documental del departamento.
 - Mejorar la disponibilidad y desempeño de los equipos que conforman la línea piloto.
 - Definir una línea de acción que permita, tanto al departamento de mantenimiento como producción, expandir esta nueva metodología a las demás líneas de producción.

- Límites
 - Colaboradores del departamento de mantenimiento y producción insuficientes para llevar a cabo todas las actividades.
 - La gestión de mantenimiento autónomo para esta prueba piloto únicamente contemplará el personal dentro de la línea.
 - Resistencia al cambio por parte del sector operativo.

- Carencia de información y experiencia durante la definición e implementación de las primeras fases.

3.1.3. Etapas del mantenimiento autónomo

A continuación se describen las etapas del mantenimiento autónomo

3.1.3.1. Preparación

Esta etapa es muy importante porque reconoce la necesidad de implementar el mantenimiento autónomo en planta. Como se ha podido ver en el capítulo anterior, es un hecho que este tipo de mantenimiento debe ser implementado.

En esta primera fase se brindan capacitaciones y entrenamientos al personal, y se preparan los documentos necesarios para la realización de las fases de limpieza, lubricación, aprietes o ajustes y estandarización.

Se debe establecer los objetivos del mantenimiento autónomo, se selecciona el área o equipo piloto en el que se realizará la primera experiencia y desarrollo del entrenamiento necesario para el inicio de las primeras etapas. Los operarios deben conocer la estructura interna de los equipos, el funcionamiento de las máquinas y los problemas que se pueden presentar durante su operación. También se debe realizar capacitaciones con respecto a los perjuicios causados por el depósito de polvo y deficientes procesos de limpieza, falta de aprietes en pernos y tornillos, así como problemas que se generen por falta de conservación de los lubricantes.

Como resultado de este tipo de capacitaciones o entrenamientos, los operarios deben conocer la forma de eliminar el polvo y suciedad del equipo, los métodos de lubricación, cantidad y periodicidad, así la forma correcta de mantener apretados los elementos de fijación y uso de las herramientas empleadas para el apriete.

Usualmente, durante esta primera etapa también se realiza una serie de documentos para la gestión adecuada durante la preparación y ejecución del mantenimiento autónomo, dentro de los cuales están⁷:

- Manual de mantenimiento autónomo: este es un documento de registro en el cual se detalla todas las actividades que se deberán realizar tanto de inspección, lubricación, ajustes y limpiezas. También se debe definir las periodicidades, herramientas, tipo de actividad, entre otro tipo de items necesarios.
- Mapa de identificación: este es un diagrama sobre el equipo o los equipos seleccionados para la prueba piloto. En este elemento se detallan las áreas en donde deben ser realizadas las tareas de inspección, lubricación, ajustes y limpieza.
- Tablero de control visual: en este documento se debe llevar un registro diario, semanal y mensual sobre las tareas que han sido realizadas y cuáles no, con el objetivo de tener una retroalimentación constante y un control adecuado.
- Documentos OPL: conocidos en nuestro idioma como lecciones de un punto (*One Point Lesson*), son documentos en donde se describe una

⁷ Etapas del mantenimiento autónomo. Descargado de: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=7&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjDnfD26uHiAhXHsIkKHWwtCWcQFjAGegQIBxAC&url=http%3A%2F%2Fhemaruce.angelfire.com%2FEMA.pdf&usg=AOvVaw3f9QQdInFgJymqcG7vP27u>

actividad de forma abreviada, paso por paso, y detallada con una serie de imágenes que mejore la gestión visual durante el proceso.

- Accesorios para gestión visual: Estos son múltiples ítems, que serán aplicados durante las primeras fases de la implementación de este tipo de mantenimiento, estos elementos pretenden facilitar los procesos o tareas del operador mediante la identificación visual sencilla.

3.1.3.2. Limpieza e inspección inicial

En esta primera etapa se busca alcanzar las condiciones básicas de los equipos y establecer un sistema que mantenga esas condiciones básicas durante las siguientes etapas. Esta fase tiene su fundamento en:

- Hacer de la limpieza un proceso de inspección.
- La inspección se realiza para hallar cualquier tipo de situación anormal en el equipo y las áreas próximas de trabajo.

Para descubrir cualquier tipo de averías o anomalías el proceso de limpieza es muy importante, ya que en esta fase se debe cumplir el principio de Limpieza es inspección. No se pretende solamente asignar un tiempo para la limpieza al finalizar el turno. Se busca un nivel de pensamiento superior mediante el aseo del equipo. Durante esta primera etapa se debe implementar las tres primeras S conocidas como Seiri, Seiton y Seiso, que se estudiarán con más detalle en las próximas secciones.

Una limpieza profunda, por otra parte, exige que el operario tenga contacto con cada una de las partes y componentes del equipo. Esta actividad

produce un mayor interés para evitar que el equipo se ensucie nuevamente, ya que esto únicamente es visto como un trabajo extra para el operador. En esta primera etapa es posible que los operarios no logren comprender por completo la importancia de la limpieza, por lo cual las limpiezas no serán las esperadas.

El personal de mantenimiento y de producción deben facilitar durante un tiempo algo prolongado un soporte y directrices sobre la forma de realizar el trabajo de limpieza, ayudar a comprender cómo se debe efectuar una inspección. Con la experiencia de los operarios se pretende que ellos puedan comprender los problemas que genera la contaminación y la importancia de su labor durante la erradicación de estas actividades.

3.1.3.3. Establecer medidas preventivas contra las causas de deterioro

En esta etapa se pretende que el trabajador descubra las fuentes profundas de suciedad que deterioran el equipo y tomen acciones correctivas para prevenir su presencia.

Esta etapa es de suma importancia para el desarrollo de las actividades Kaizen o de mejora continua. Son desarrolladas por los propios trabajadores que enfrentan una serie de dificultades en el desarrollo de las tareas indicadas.

Las actividades que se realizan más usualmente en planta se encuentran relacionadas con la eliminación de fuentes de contaminación, excesos de lubricación y engrase en sitios de la máquina, derrames y contaminación. Es conveniente realizar una inspección inicial para determinar las áreas que se ensucian, qué es lo que más se ensucia, cuándo, cómo y por qué se ensucian.

La metodología empleada en esta segunda fase apoya en los métodos de mejora enfocada o Kobetsy Kaien, y mejora continua de la calidad. El trabajador debe desarrollar una habilidad para comprender los problemas que ocasiona la contaminación, residuos, materiales extraños y sus fuentes. Mediante el empleo del pensamiento Kaizen se debe desarrollar ideas de mejora que permitan prevenir esta clase de fenómenos. El plan debe incluirse en los tableros de control tipo Kaizen para facilitar su seguimiento.

3.1.3.4. Preparación de estándares para limpieza e inspección

Con base en la experiencia adquirida en las etapas anteriores, se preparan los estándares de inspección con el propósito de mantener y establecer las condiciones óptimas del estado del equipo. Es frecuente emplear las dos últimas S de la estrategia de 5S con el objetivo de garantizar la disciplina y respeto de los estándares.

Esta etapa es explicada como un tipo de refuerzo o seguro de las actividades emprendidas en las etapas 1 y 2. Se busca crear el hábito para el cuidado de los equipos mediante la elaboración y utilización de estándares de limpieza, lubricación y apriete de tornillos, pernos y otros elementos de ajuste. Esta fase busca prevenir el deterioro del equipo al mantener las condiciones básicas de acuerdo a los estándares diseñados.

El involucramiento del operario trae como beneficio evitar desgastes predecibles, lograr una operación sin errores, una mayor conciencia de la necesidad de trabajar con estándares y el respeto hacia el equipo y su medio. Los estándares incluyen tareas de limpieza, inspección y lubricación. Se debe prestar atención al empleo de diagramas o esquemas que indiquen los puntos

de inspección o presencia potencial de problemas. Este tipo de gráficos se debe indicar mediante un código numérico que sirve para identificar el área .

Suzuqi, el fundador de este tipo de filosofía sugiere que durante este proceso de estándares se tomen en cuenta las 5W y 1H (¿dónde?, ¿qué?, ¿cuándo?, ¿por qué?, ¿quién? y ¿cómo?). La información requerida al menos en este tipo de estándares, debe ser:

- Elementos de los equipos que se debe inspeccionar.
- Puntos donde se podrían presentar problemas en el equipo debido a la suciedad, aflojamiento de pernos y lubricación insuficiente.
- Método de inspección, limpieza, apriete y lubricación. Se sugiere emplear iconos o gráficos.
- Herramientas. El estándar debe indicar el tipo de instrumento que se debe utilizar para realizar la labor.
- Tiempo. Este punto tiene que ver con el tiempo que debe tomar la realización de la actividad. Es posible que el primer estándar elaborado no contenga los tiempos óptimos.
- Frecuencia. Se decide la frecuencia de la inspección para cada elemento o punto clave del equipo.
- Responsable. Se debe designar un líder para cada tarea.⁸

⁸ *Etapas del mantenimiento autónomo.* Descargado de: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=7&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjDn_fD26uHiA_hXHsIkKHWwtCWcQFjAGegQIBxAC&url=http%3A%2F%2Fhemaruce.angelfire.com%2FEMA.pdf&usg=AOvVaw3f9QQdlnFgJymqcG7vP27u.

3.1.3.5. Inspección general orientada

En las tres primeras etapas se implementaron actividades orientadas a la prevención del deterioro a través de la mejora de las condiciones básicas de la línea. A partir de esta etapa y la siguiente, tienen como objetivo la identificación temprana del deterioro que puede sufrir un equipo por medio de la participación activa del operador.

En estas siguientes etapas se debe tener un conocimiento mucho más profundo sobre la composición del equipo, elementos, partes, sistemas, así como el proceso para intervenir y erradicar el deterioro.

Para la implementación de esta etapa se deben tener en cuenta cierta cantidad de puntos como:

- Realizar reparaciones e intervenciones livianas con ayuda del tutor.
- Desarrollo de un programa de formación empleando una metodología de aprendizaje mediante acciones.
- Preparación de un programa de formación para operarios, dirigido a un alto conocimiento sobre inspección.
- Planificar acciones de reparación y nueva revisión e inspecciones del equipo.

3.1.3.6. Inspección autónoma

Con la implementación puesta en marcha, se debe procurar la conservación de los logros alcanzados. Por ello, esta etapa se encuentra principalmente orientada a la mejora de los estándares y a reducir los tiempos efectivos.

Para lograrlo se debe evaluar los estándares de limpieza, lubricación y apriete establecidas en las etapas previas, y mejorar sus tiempos y métodos con base en la experiencia acumulada por el operador. En esta etapa se puede aplicar el método SMED (*single minute exchange of die*), el cual es un método de reducción de los desperdicios en un sistema productivo. Se basa en asegurar un tiempo de cambio de herramienta de un solo dígito de minuto. Dicho de otra manera, pretende realizar que cualquier cambio o actividad en un equipo no dure más de diez minutos.

Para una mejor evaluación de esta etapa se recomienda los siguientes trabajos prácticos:

- Análisis de los estándares para una identificación y selección más minuciosa, en búsqueda de eliminar todos aquellos puntos de alta fiabilidad y poder realizar trabajos de inspección para reducir los tiempos.
- Evaluación de la efectividad de los procedimientos de las actividades autónomas. Para ello se sugiere las siguientes preguntas: ¿los tiempos que utilizamos son los mejores? ¿Hemos dejado "pasar" fallos? ¿Existe recurrencia de fallos? ¿Se han presentado errores de inspección? El manual de inspección que utilizamos, ¿realmente está completo? ¿Podremos incorporar otros puntos al manual de inspección?⁹.

⁹ *Etapas del mantenimiento autónomo.* Descargado de: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=7&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjDnfD26uHiAhXHslkKHWwtCWcQFjAGegQIBxAC&url=http%3A%2F%2Fhemaruce.angelfire.com%2FEMA.pdf&usg=AOvVaw3f9QQdlnFgJymqcG7vP27u>.

3.1.3.7. Estandarización

Esta etapa se encuentra enfocada en el cumplimiento de los procesos Kaizen a los métodos de trabajo. Ya no se encuentra ligada directamente a los equipos, sino que con todos los métodos de actuación del personal operativo.

Cuando ya se ha logrado las mejoras a la metodología de inspección, lubricación, limpieza y ajustes, es necesario establecer estándares para que sean mantenidos a través del tiempo.

La estandarización tiene como principal objetivo que las actividades de una rutina sean asignada de manera adecuada a los operarios. Esta deben incluir los sistemas de información necesarios para garantizar que los resultados de la inspección autónoma se emplee para la mejora del equipo y prevención de problemas potenciales.

Esta etapa tiene como objetivos analizar las funciones de los operarios desde el punto de vista de las tareas asignadas, estándares de trabajo y eficiencia con que se desarrollan las actividades; desarrollo de acciones Kaizen para la mejora de acciones de trabajo y asegurar la unidad de criterio en los diferentes operarios de diferentes turnos.

Todo ello en búsqueda de un equipo humano que opere de forma armónica y en una misma línea de acción. Básicamente, esta etapa está enfocada en la eliminación de todas aquellas causas que conducen a la pérdida de la eficiencia de mano de obra.

3.1.3.8. Control autónomo total

En esta última etapa con los resultados obtenidos en las siete etapas anteriores, se integra plenamente el proceso. Se pretende reconocer a la capacidad de autogestión. El operario podrá tomar decisión en el ámbito de su puesto de trabajo, cooperar para el logro de objetivos compartidos y realizar nuevas acciones Kaizen. También se inician nuevas fronteras de mejor e innovación permanente en la forma de trabajar y lograr que la planta sea un tipo de laboratorio de aprendizaje.

3.2. Fase 1. Preparación de documentación

Una vez definidos los alcances, límites, objetivos, y la metodología por utilizar para una implementación eficaz del mantenimiento autónomo, en la primera fase de la implementación se debe elaborar una serie de documentos para su respectiva gestión. También, como parte de esta primera fase, se iniciará un proceso de divulgación sobre el mantenimiento total productivo y mantenimiento átomo, con el fin de realizar un primer acercamiento con el sector operativo y observar su reacción ante los cambios por realizar.

3.2.1. Matriz de responsabilidades

La matriz de responsabilidades no es más que un documento en el cual se detallan todas las actividades de mantenimiento en la línea. También incluye las periodicidades y responsables de la actividad.

Este documento es vital para definir los límites entre el sector operativo y el departamento de mantenimiento, así como definir inicialmente las tareas que pueden ser realizadas por el operador.

En este documento se podrá hallar una serie de tareas que corresponden a múltiples partes de los equipos, como su código respectivo y un símbolo de colores para identificar las diferentes tareas de lubricación (amarillo), inspección (rojo), limpieza (azul) y ajustes (blanco).

Figura 42. Matriz de responsabilidades IAK L21

Medio	No.	Parte	Actividad		Frecuencia/Actividad	Medio General	Medio de Uso	Ayuda General de Mantenimiento	Barrido	Regeneración General	Operación del Equipo			
			Dificultad	Descripción de la actividad										
ODP H S T I P M E D I C O S	1	Transportador de rodillos.	1.1.1	Especial cuidado de únicamente lubricar los extremos, para ello utilizar una aceitera, utilizar Ondina / Gear 90	D					R				
			1.2.1	Verificar que todos los rodillos giren con libertad y con ningún tipo de oscilación	S			R						
			1.2.2	Inspeccionar estado de fajas de goma, verificar que estas no tengan roturas en su superficie	S				R					
			1.2.3	Inspeccionar estado de rodillos de transporte, verificar que estos no tengan un desgaste agravado o indicios de fracturas en su superficie	S					R				
			1.2.4	Verificar que la fecha del codificador sea la correspondiente al día laborado	D								R	
			1.3.1	Limpieza general de la estructura con ayuda de una manguera, esponja y paños, evite limpiar los rodillos con algún tipo de solvente o alcohol	M								R	
			1.3.2	Limpieza de panel de codificador, para ello utilice únicamente paños de papel con un poco de alcohol etílico	S								R	
			1.3.3	Limpieza de los rodillos, para ello utilice una manguera de aire comprimido y limpie los extremos para retirar cualquier tipo de suciedad o biruta de cartón	S								R	
			2.1.1	Lubricar chumaceras de ejes de potencia de transportador, para ello utilice grasa correspondiente, con ayuda de una bomba manual de grasa, utilizar Castrol 860/220-2	S								R	
			2.1.2	Lubricar cadenas y sprocket de potencia de fajas transportadoras, utilizando Chein #22	D								R	
			2.1.3	Realizar cambio de lubricante de cajas reductoras de transportadores, utilizando Gear 90	M								R	
			2.1.4	Lubricar puntos laterales de ejes de arrastre de film, para ello utilice un gotero y retire todo exceso de lubricante que pueda caer en la superficie de arrastre	S								R	
			2.1.5	Lubricar chumaceras correspondientes al eje del ensamble de corte de polietileno, utilizando Castrol 860/220-2	S								R	
	2.1.6	Lubricar cadena y sprocket correspondientes al ensamble de corte de polietileno, utilizando Chein #22	D								R			
	2.1.7	Lubricar punto móvil correspondiente a la unión de los brazos superior e inferior del dosificador de polietileno, utilizando Ondina	S								R			
	2.2.1	Inspeccionar estado general de la estructura, verificar que esta no presente aboyaduras, fisuras o deformaciones en su superficie	M								R			
	2.2.2	Inspeccionar estado de faja transportadora, verificar que esta no tenga fracturas o fisuras en sus dientes	S			R								
	2.2.3	Verificar que todos los rodillos del arrastre de film, giren libremente sin ningún tipo de oscilación	S					R				R		
	2.2.4	Verificar que las cajas reductoras de fajas transportadoras no presenten ruidos anormales o vibraciones excesivas	S			R								
	2.2.5	Inspeccionar estado de hoja de corte de polietileno, verificar que esta no tenga fisuras en su superficie y se encuentre bien afilada	S					R						
	2.2.6	Inspeccionar estado y tensión de cadenas de potencia de fajas y de estructura de corte de polietileno, verificar que estas no presenten indicios de óxido u holgura excesiva	S					R						
	2.2.7	Inspeccionar estado de motoredutores, verificar que estos no presenten ruidos anormales o fugas de lubricante	S								R			
	2.3.1	Limpieza general de la estructura con ayuda de una manguera, esponja y paños, evite limpiar los rodillos con algún tipo de solvente o alcohol	M									R		
	2.3.2	Limpieza de los rodillos de arrastre de film, utilice únicamente un paño húmedo con agua caliente y evite utilizar algún tipo de solvente o alcohol etílico	S									R		
	2.3.3	Limpieza de hoja de corte, para ello únicamente utilice paños húmedos, evite utilizar algún tipo de solvente o alcohol	S									R		
	2.3.4	Limpieza de mecanismos interiores, para ello utilice una manguera de aire comprimido para retirar todo exceso de suciedad o restos de biruta de cartón	S									R		
	2.4.1	Ajuste de alineación de polietileno, estos rodillos deben encontrarse equidistantes en el centro de los rodillos	D									R		
	2.4.2	Ajuste de la base correspondiente a cuchillas de corte, verificar que esta se encuentre bien ajustada	S						R					
	3.1.1	Lubricar cadena y sprocket de potencia, correspondiente a faja transportadora, utilizando Chein #22	D									R		
	3.1.2	Lubricar cojinetes de ejes de potencia, correspondientes a transportador, utilizando Castrol 860/220-2	S									R		
	3.2.1	Verificar que el horno se encuentre a la temperatura usual de operación	D									R		
	3.2.2	Inspeccionar estado de faja transportadora metálica, verificar que esta no presente indicios de óxido o fracturas en sus eslabones	S					R						
	3.2.3	Inspeccionar estado general de la estructura, verificar que esta no presente aboyaduras, fisuras o deformaciones en su superficie	M									R		
	3.2.4	Inspeccionar estado y tensión de cadena de potencia, verificar que esta no presente indicio de óxido u holgura extrema	S			R								
	3.3.1	Limpieza de estructura general, para ello utilice una manguera, esponjas, detergente y paños	M									R		
	3.3.2	Con ayuda de una manguera de aire comprimido, limpie los ejes de la faja transportadora y mecanismos interiores para eliminar residuos de biruta de cartón	S									R		

Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía., S.C.A.

3.2.2. Manual de mantenimiento autónomo

Un manual de mantenimiento es un documento en el cual se detallan los procedimientos de trabajo y control de los mismos. Incluye los procesos que serán llevados a cabo durante múltiples periodicidades, herramientas necesarias, encargados y tipo de acción.

Estas tareas son subdivididas dentro del manual en tareas de limpieza, inspección, lubricación y ajustes. Se incluye información adicional que facilite su entendimiento y realización por parte del personal técnico. Dentro de la información que se brinda está:

- Código del área de trabajo
- Componente o subparte
- Estándar
- Instrumentos o herramientas utilizar
- Riesgos que puede haber en el equipo
- EPP (Equipo de protección personal)
- Número de personas encargadas
- Estado del equipo (detenido/producción)
- Tiempo estimado para la actividad
- Frecuencia
- Encargado de realizar la actividad
- Referencia OPL

3.2.3. Documentos SOP

Un SOP (*stándar Operation Process*), es un documento que contiene las instrucciones detalladas, paso a paso, para saber cómo completar una tarea específica.

Este tipo de documentos son vitales, ya que reflejan la manera operativa correcta de realizar una tarea. Su objetivo es eliminar cualquier tipo de error humano durante la ejecución de ciertas actividades, ya que una buena parte de las averías o paros dentro de la línea evaluada son debido a este tipo de errores.

Figura 44. Documentos SOP a utilizar en IAK

	Llenadora	Código: SOP-EN-01- Etq1
Envasado		Versión: 1 Página 1/5
Clasificación:	Conocimientos Básicos <input checked="" type="checkbox"/> Problema <input type="checkbox"/>	
Estado de la Máquina:	En Producción <input type="checkbox"/> Detenida <input checked="" type="checkbox"/>	
Frecuencia:		Tiempo Estándar
EPP:		
Peligros Existentes		
Caída de personas a distinto nivel	<input checked="" type="checkbox"/>	Contactos con sustancias químicas (Puede ser orgánica y/o inorgánica y/o ácidos o álcalis y/o pinturas y/o Pesticidas y/o sensibilizantes)
Caída de personas al mismo nivel	<input checked="" type="checkbox"/>	Derrame y/o fugas de sustancias químicas
Caída de objetos por desplome o derrumbamiento	<input checked="" type="checkbox"/>	Exposición a radiaciones
Caída de objetos en manipulación	<input checked="" type="checkbox"/>	Incendios
Caída de objetos desprendidos	<input checked="" type="checkbox"/>	Explosiones
Contacto con objetos cortantes o punzantes	<input checked="" type="checkbox"/>	Accidentes causados por seres vivos
Contacto contra objetos inmóviles	<input checked="" type="checkbox"/>	Atropellos o golpes por vehículos
Contacto contra objetos móviles	<input checked="" type="checkbox"/>	Contaminación por agentes biológicos (bacterias, virus, parásitos y/o hongos)
Golpes o cortes con objetos o herramientas	<input checked="" type="checkbox"/>	Ruido
Proyección de fragmentos o partículas	<input checked="" type="checkbox"/>	Iluminación Inadecuada
Atrapamiento por o entre objetos	<input checked="" type="checkbox"/>	Manejo manual de cargas
Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos	<input checked="" type="checkbox"/>	Carga mental (Horarios prolongados, jornadas nocturnas)
Ergonómicos: sobreesfuerzos, Movimiento repetitivos o inadecuados, postura incorrectas, puestos monótonos etc.)	<input checked="" type="checkbox"/>	Contacto con equipos de alta presión
Exposición a temperaturas ambientales extremas (ambiente térmico inadecuado)	<input checked="" type="checkbox"/>	Exposición a energía estática
Contactos térmicos	<input checked="" type="checkbox"/>	Vibraciones
Contactos eléctricos	<input checked="" type="checkbox"/>	Exposición solar
Inhalación a sustancias nocivas o tóxicas (Puede ser orgánica y/o inorgánica y/o ácidos o álcalis y/o pinturas y/o Pesticidas y/o sensibilizantes)	<input checked="" type="checkbox"/>	Inmersión en piletas
Acciones preventivas a Seguir		
Bloqueo y Etiquetado del Equipo	<input checked="" type="checkbox"/>	Retiro de Materiales
Uso de Extintores	<input type="checkbox"/>	Revisión del Equipo
Ventilación	<input type="checkbox"/>	Aviso a otro Departamento
Monitoreo de Atmósfera	<input type="checkbox"/>	Desenergización del Equipo.
Señalización	<input type="checkbox"/>	Equipo de Protección Personal.
Comunicación con Producción	<input type="checkbox"/>	Doc Permiso de Trabajo
Ayudante Fuera del Área	<input type="checkbox"/>	Comunicación Sala de Máquinas

		Código: SOP-EN-01-Etq1
		Versión: 2 Página 1/14
EPP:		Símbolo LILA: 1
Realizar limpieza de rodillos metálicos con trapo o papel humedecidos con agua tibia. Revisar que los rodillos giren libremente y no presenten bloqueo ni juego radial.		Realizar limpieza de rodillos de goma con trapo o papel humedecidos con agua tibia. Tomar en cuenta que en caso de los rodillos de goma nunca limpiarlos con alcohol o algún otro solvente que no sea agua. Revisar que los rodillos giren libremente y no presenten bloqueo ni juego radial.
		

Fuente: Industrias Alimenticias Kern's Y Cía., S.C.A.

3.2.4. Documentación de apoyo

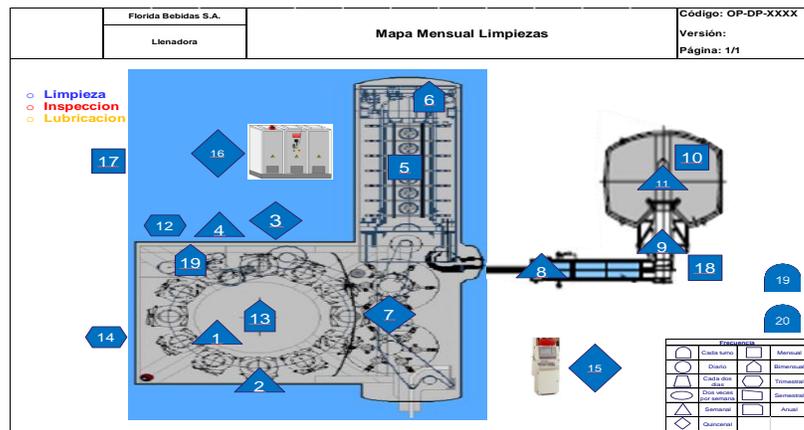
La documentación auxiliar o de apoyo son todos aquellos documentos que serán utilizados para tener una gestión mucho más sencilla y eficaz sobre la implementación del mantenimiento autónomo, Implica la utilización de algún tipo de gestión visual y matrices de control.

- Mapeo de tareas

Es un documento que consiste en un plano del equipo en donde se encuentra señalizadas las áreas específicas con su código respectivo de la tarea por realizar.

El objetivo de este documento es que el operador pueda identificar de manera más sencilla las áreas en donde deben realizarse las tareas de inspección, lubricación, ajustes y limpiezas.

Figura 45. Mapeo de actividades en equipos IAK



Fuente: Industrias Alimenticias Kern's Y Cía., S.C.A.

- Registro de actividades

Es un documento de verificación, el cual será de utilidad para una retroalimentación constante sobre las actividades que son realizadas y cuáles se han dejado de hacer, con el objetivo de llevar un registro y control sobre el personal operativo.

Este registro es necesario puesto que, si se desea que el mantenimiento autónomo sea efectivo, debe cumplirse lo más posible con las tareas designadas.

Figura 46. Registro de actividades mantenimiento autónomo IAK

		Florida Bebidas S.A.		Cronograma del plan LLA (Limpieza, Inspección, Lubricación y Ajuste) de actividades diarias, semanales y mensuales en llenadora L21																		Código: R-OP-0485						
		Departamento de producción																				Versión: 001						
																						Página: 1/1						
Linea:				Justificación de no ejecución:																		Hoja "Tipo A" para semana 1 del mes						
Máquina:		Turno I II III		A. Fin de semana o día feriado																		Código colores						
Mes:		Operador		B. No hay producción programada																		Limpieza						
Semana:				C. Paro por mantenimiento programado																		Inspección						
																						Lubricación						
#	Área	Componente	Frecuencia	Quién	Cuándo	OP ¹	Lun Turno I	Lun Turno II	Lun Turno III	Mar Turno I	Mar Turno II	Mar Turno III	Miéic Turno I	Miéic Turno II	Miéic Turno III	Jue Turno I	Jue Turno II	Jue Turno III	Vie Turno I	Vie Turno II	Vie Turno III	Sáb Turno I	Sáb Turno II	Sáb Turno III	Dom Turno I	Dom Turno II	Dom Turno III	
1	1	Módulo Zona Interna	Semanal	Operador	Después del cambio de presentación	13																						
2	1	Módulo Zona Externa	Semanal	Operador	Durante el cambio de presentación	14																						
3	1,2,3,4,5	Estructura Externa de la Máquina	Quincenal	Operador	Turno I	15																						
4	1	Ventiladores de la máquina	Semanal	Operador	Cambio de Sabor	16																						
5	3	Módulos y Lámparas del Horno	Mensual	Operador	Fin de Producción Semanal	17																						
6	3	Tornillos del Horno	Bimensual	Operador	Fin de Producción Semanal	18																						
7	2	Ruedas de Transferencia de preformas y botellas	Quincenal	Operador	Turno I Cambio Sabor	19																						
8	4	Bajante de preformas	Semanal	Operador	Turno II Cambio Sabor	20																						
9	4	Orientador de preformas	Semanal	Operador	Turno II Cambio Sabor	21																						
10	4	Tolva de Preformas	Mensual	Operador	Fin de Producción Semanal	22																						
11	4	Elevador de Preformas	Semanal	Operador	Cambio de Presentación	23																						
12	1, 2, 3	Piñones, Fajas de transmisión, tensoras	Trimestral	Operador	Fin de semana	24																						
13	1	Parte superior de la rueda de espolado	Bimensual	Operador	Fin de semana	25																						
14	5	Sistema Ingreso principal de agua y aire a la máquina	Trimestral	Operador	Fin de Semana	26																						

Fuente: Industrias Alimenticias Kern's Y Cía., S.C.A.

- Documentos LUP

Debido a que mantenimiento autónomo tiene como uno de sus objetivos la búsqueda de la mejora continua, se debe buscar alternativas que faciliten la transmisión y aprendizaje de conocimientos. Por ello, los documentos LUP son los ideales.

Los documentos LUP u OPL por sus siglas en inglés (*One Point Lesson*), son documentos que permiten la transferencia de conocimientos y habilidades simples o breves, mediante la explicación paso a paso de cómo realizar determinada tarea.

Figura 47. Documentos LUP a utilizar en IAK

	Florida Bebidas S.A Area de aplicación Industrias Alimenticias Kern's & Cia.,			Proceso de arranque intercambiador para agua caliente	Codigo: Version: 001 Pagina 1/1	
Maquina	Intercambiador de agua caliente L 21					
	Frecuencia			Responsable	Tipo de operación	Materiales
Tiempo	Diario	Semanal	Mensual			
De 5 a 10 minutos	Durante cada arranque			Operador	Manual	

1. Apertura de la válvula dosificadora de agua suave	→	
2. Verificar que la presión de entrada de agua sea mayor a 60psi	→	
3. Proceda a encender la bomba de recirculación de agua caliente.	→	
4. Verificar que la presión del sistema o intercambiador sea de 60psi	→	
5. Abra la válvula de condensado para drenar toda el agua que haya quedado en el sistema de alimentación de vapor.	→	
		Previo, verifique no haya nadie cerca o debajo de la tubería

Fuente: Industrias Alimenticias Kern's Y Cia.,S.C.A.

- Documentos de VOSO

Los documentos VOSO básicamente son una lista de inspecciones que han sido recopiladas. Como se sabe, las técnicas VOSO se encuentran basadas en los sentidos humanos y tienen como objetivo la detección de fallas en los equipos.

Para el caso de esta investigación, estos documentos serán de utilidad para determinar ciertas tareas iniciales de inspección durante los eventos de limpieza y puesta a punto de los equipos en el mantenimiento autónomo. Se pretende que con esta lista se pueda identificar áreas que son comúnmente afectadas y que deben ser inspeccionadas de forma usual.

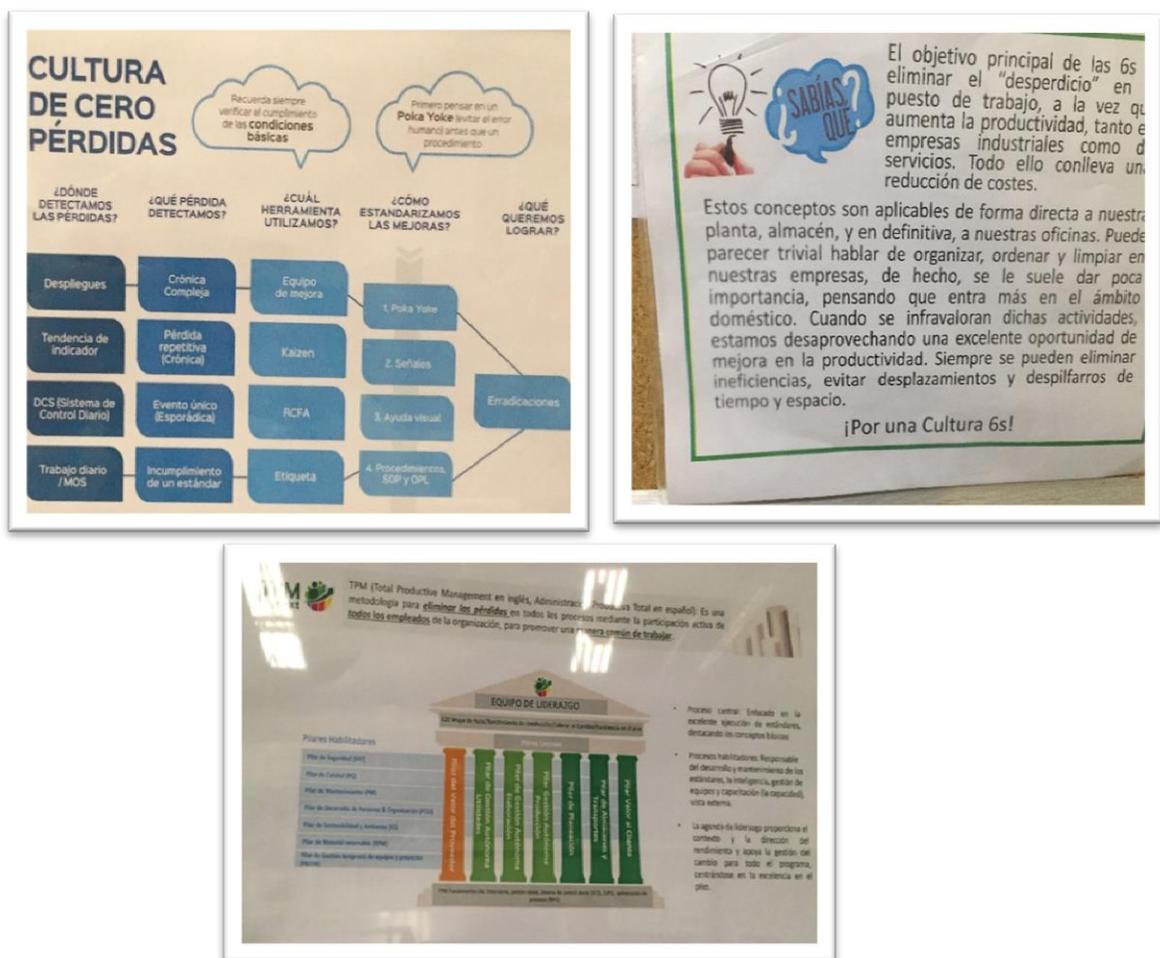
Figura 48. Documentos VOSO a utilizar en IAK

		Florida Bebidas S.A. Mantenimiento Industrias Alimenticias Kern's y cia., S.C.A	Inspección VOSO Llenadora de cascada (Área Eléctrica)	Código: Versión: 3 Fecha:
Signlas inspección VOSO		Instrucciones : Realizar una inspección VOSO a los equipos y partes mencionados a continuación. Ponderar en el campo denominado "Revision" el resultado obtenido durante la inspección, de 1 a 5 (Consultar recuadro a la derecha) . De ser posible, realizar ajustes, cambios o reparaciones inmediatas. Incluir observaciones o comentarios según sea necesario.	Resultados de la revisión	
V Ver			1 Satisfactorio, sin problemas	
O Oler			2 Necesario realizar un ajuste, programar	
S Sentir			3 Se realizó ajuste inmediato, solucionado	
O Oír			4 Necesario realizar un cambio o	
			5 Se realizó un cambio inmediato,	
Equipo a inspeccionar		Revisión	Acciones Inmediatas, Observaciones	
PARTE 1 A INSPECCIONAR				
TAREA 1				
TAREA 2				
TAREA 3				
TAREA 4				
TAREA 5				
TAREA 6				
TAREA 7				
PARTE 2 A INSPECCIONAR				
TAREA 1				
TAREA 2				
PARTE 3 A INSPECCIONAR				
TAREA 1				
TAREA 2				
Retroalimentación				
Firma Jefe de Turno		Firma Supervisor	Firma Técnico	

Fuente: Industrias Alimenticias Kern's Y Cía.,S.C.A.

Como parte de esta primera fase de implementación de mantenimiento autónomo, se debe realizar un primer acercamiento con el sector operativo. Para ello se deberá realizar una campaña de divulgación acerca de qué es el mantenimiento total productivo (TPM), estándares de implementación de 6S y una cultura de cero pérdidas, con el objetivo de que los operarios que laboran dentro de la planta se informen sobre los cambios próximos y rompan esa barrera inicial de una posible oposición.

Figura 49. Boletines informativos sobre TPM, 6S y cero pérdidas en IAK



Fuente: Industrias Alimenticias Kern's Y Cía., S.C.A.

3.3. Fase 2. Limpieza e inspección inicial

Para la fase 2 se realiza la siguiente descripción.

3.3.1. Limpieza inicial de los equipos

Como ya se pudo ver en la primera sección de este capítulo, durante la etapa uno de la implementación de mantenimiento autónomo se busca alcanzar las condiciones básicas de los equipos. Por ello que se ha determinado realizar un *over haul* completo a los cuatro equipos elementales de la línea, con el objetivo de devolverlos a su condición inicial y que a partir de este punto se inicien las tareas de cuidado para su preservación. Así también, se pretende que los operadores se vean más involucrados en este tipo de actividades, con el objetivo de iniciar su proceso de capacitación. por ello, cada técnico se le ha asignado un operador de línea.

A continuación, se presentara las actividades de limpieza y mantenimiento realizadas por día.

- Día 1:
 - Llenadora
 - Como primera acción de mantenimiento en la llenadora de embudos, se desmontó los embudos de llenado. Estos fueron llevados al taller donde se realizará la rectificación correspondiente de sus bordes, ya que tienen una deformación plástica significativa.

- Posteriormente se desmontó las tolvas de recuperación de producto. La tolva más lejana a la selladora presenta un desgaste leve debido al roce con los embudos, pero insignificante.
- Al finalizar, se procedió al desmontaje de la cadena de embudos para su reemplazo. Tanto los rodillos de carga como los de dirección presentaron un desgaste severo en su centro, con juegos radiales significativos. En menor relevancia, estos presentaron un desgaste en su periferia, algunos más que otros.
- También se desmontó de la caja de potencia de la llenadora, para revisar de sus engranajes internos y cojinetes. Tanto los cojinetes como el engranaje del eje horizontal y vertical y retenedores presentaban un desgaste moderado, por lo cual se procedió a realizar el cambio.
- Por otra parte, se realizó el desmontaje de todas las fajas de los transportadores entre la llenadora, para su limpieza respectiva, así como de las estructuras.
- Por último, se realizó el desmontaje de los motoredutores de los transportadores, bomba de agua caliente y bomba de la llenadora, por parte de la empresa el alambren para sus mantenimientos respectivos.

- Empaquetadora
 - El desmontaje de los ensambles divisores de envase.
 - Desmontaje del motor eléctrico principal para su limpieza e inspección.
 - Desmontaje de las fajas de los transportadores ubicados a la entrada de este. Durante el procedimiento se halló un desgaste corrosivo severo en las placas de deslizamiento, así como signos de contaminación.

- Emplasticadora
 - Durante el primer día de actividades únicamente se realizó el desmontaje de los motores eléctricos correspondientes a la faja de entrada de la cuchilla de la emplasticadora, desbobinador de nylon, faja principal del horno, ventiladores del horno y ventilador de salida del horno.

- Día 2:
 - Llenadora
 - Se realizó la limpieza de bornes, revisión de botones y eliminación de cableado no útil correspondiente al panel de control.

- Desmontaje de las tolvas inferiores de recuperación de producto para su limpieza.
 - Desmontaje del *sprocket* tensor de la cadena de dedos. Rectificación del eje y la creación del buje interior.
 - Desmontaje de los sprockets de tracción correspondientes a la cadena de dedos. Debido al alto desgaste hallado en el eje y buje del mecanismo, rectificación del eje y creación del buje.
 - Desmontaje de la faja de potencia correspondiente al tornillo alineador de envase. Debido a que presenta un desgaste en sus orillas, con secciones casi rotas, se procedió a realizar el cambio de esta (Faja 300H de 1 3/8 Pulg).
 - Desmontaje y limpieza de los *sprocket* tensores correspondientes a la faja de potencia de la cadena de embudos.
 - Inspección de las chumaceras del eje horizontal. Debido a que fueron reemplazada no hace mucho tiempo, no fue necesario sustituirlas (chumaceras HL205 para eje de 2 ½ pulg).
- Selladora:

Se desmontó el motor eléctrico principal de la selladora. Debido a que los cojinetes y retenedores se encontraban en mal estado, se procedió a realizar su cambio (Cojinetes 6005 y 6006 RS).

- Desmontaje y limpieza de las piezas correspondientes al mecanismo de potencia principal de la selladora, debido a que el retenedor, cojinete , cojinete de rodillos y disco empistado, se encontraban en mal estado, se procedió a realizar el reemplazo de estos.
- Se realizó el cambio de lubricante correspondiente a los engranajes de la torreta superior de la selladora (Aceite de grado alimenticio H1).
- Empaquetadora
 - Desmontaje del eje y *sprockets* del sistema de tracción de corrugado. Se realizó una limpieza profunda e inspección de los cojinetes, eje y sprockets.
- Día 3:
 - Llenadora:
 - Revisión, limpieza e inspección de la bomba correspondiente al tanque de balance, así como el cambio de los empaques.
 - Se realizó el cambio de los empaques correspondientes a la válvula de dosificación de la tubería de cascada.
 - Cambio de los cilindros neumáticos correspondientes a la apertura de las compuertas de la llenadora (Bimba 5010).
 - Instalación de válvula de dosificación de producto y tensores de cadena de dedos.

- Selladora:
 - Inspección del estado del motor eléctrico principal, así como limpieza de embobina y carcasa.
 - Cambio de las chumaceras (ucf 205 para eje de 1 ½ pulg) de los transportadores a la salida de la selladora y previo a la entrada del exahuster.

- Empaquetadora:
 - Desmontaje de las cadenas correspondientes al sistema de tracción principal, para su reemplazo (MAXTOP 60SS).
 - Desmontaje de la cadena de transporte de bandejas para su cambio.
 - Desmontaje de la cadena de ajuste o cambio de formato. Debido al alto grado de suciedad incrustada, se realizará el cambio de esta.
 - Desinstalación de los paneles de policarbonato transparentes para su limpieza y pulido.

- Emplasticadora:
 - Cambio de alambrado y bornes e inspección de variadores de frecuencia del panel de control.

- Día 4:
 - Llenadora:
 - Instalación del segundo cilindro neumático correspondiente a los paneles laterales de apertura.
 - Revisión y limpieza del segundo panel de control principal que contiene los parámetros de operación de la llenadora.
 - Inspección y limpieza del panel de control principal del sistema de dosificación de nitrógeno.

- Selladora:
 - Cambio de los tubos flexibles que contiene el cableado eléctrico. Para ello se utilizó tubos flexibles y conectores de ½ pulg.

- Empaquetadora

- Desmontaje de las placas que contienen los dedos separadores y agrupadores de envases. Por su condición, estos serán limpiados y pulidos.
- Desmontaje de los paneles principales de policarbonato. Como estos se encuentran opacos, serán limpiados y pulidos.
- Desmontaje de la cadena correspondiente a las barras voladoras o de traslado de grupos, que, por su condición, será reemplazada.
- Desmontaje de la cadena formadora de bandeja y gomas de deslizamientos, por a su condición, serán reemplazadas (maxtop 60ss).
- Desmontaje de la cadena de tracción de la cadena formadora de bandejas. Por su condición, será reemplazada y se hará una limpieza profunda en sprockets (maxtop 60ss).
- Desmontaje de la faja transportadora de corrugado y del eje correspondiente al brazo dosificador.
- Inicio del proceso de pintado de empaquetadora. Para ello se colocó una serie de plásticos a los lados para evitar la contaminación del producto. También se inició el proceso de lijado para eliminar la pintura actual de la estructura.

- Día 5:
 - Llenadora
 - Desinstalación del tornillo alineador de envases para la revisión y limpieza de sus cojinetes y *sprockets*, así como el cambio de los cojinetes de las poleas de tracción (cojinetes polea 62052rs y 6204, chumacera uc204 para eje de $\frac{3}{4}$ pulg)
 - Instalación del tensor de la faja de potencia de la cadena de embudos luego de su limpieza e inspección.
 - Desmontaje de la estrella de potencia de la cadena de embudos para cambio de retenedores y cojinetes. (cojinetes 6007 y retenedores 35x62x8 mm). Durante este proceso se encontró que la estrella no cuenta con los dientes del mismo tamaño, como se ve en la imagen, lo que puede ser una de las razones en problemas de sincronización y daños de los rodillos de la cadena.
- Selladora:
 - Inspección y acomodo de todo el cableado eléctrico del equipo.
- Empaquetadora:
 - Previo al inicio del proceso de pintado, se realizó la corrección de todas las áreas que se encontraban completamente corroídas o en pésimo estado.

- Día 6:
 - Llenadora:
 - Modificación a las guías laterales internas de la llenadora, con el objetivo de que puedan adaptarse a la inclinación del envase y el proceso de llenado sea más efectivo.
 - Desmontaje y cambio de la placa que recibe la cascada en el interior de la llenadora, puesto que la anterior se encontraba pandeada debido a las altas temperaturas.
 - Corte de tornillos que sujetan la tolva de recepción de cascada, debido a que puede representar un riesgo para el operador durante las limpiezas.
 - Desmontaje de la tubería de cascada para realizar una limpieza profunda.
- Selladora:
 - Instalación de las fajas correspondientes a los transportadores de salida de la selladora, luego de su limpieza.
 - Instalación del motor principal de la selladora y mecanismo principal de potencia, posterior a sus inspecciones, limpieza, pintado de carcasas y cambio de cojinetes y sellos.

- Cambio de una serie de *switches* porque los anteriores se encontraban en muy mal estado

- Empaquetadora:
 - Luego de terminar con los procesos de reconstrucción, se procedió al pintado de la estructura.
 - Cambio de chumaceras (ntn fl205 para eje de 1 pulg) correspondientes a los transportadores ubicados a la salida del exahuster, así como de entrada a la empaquetadora.
 - Creación de bujes para el eje dosificador de bandejas.
 - Cambio de todos los sensores interiores de la empaquetadora.
 - Preparación para la instalación de la cadena formadora de bandeja.
 - Retiro de los codificadores de bandeja para su inspección y mantenimiento respectivos.

- Emplasticadora:
 - Desmontaje de la faja del transportador de entrada para su limpieza

- Día 7:

- Llenadora:
 - Instalación de la tubería de cascada posterior a la limpieza profunda realizada.
 - Pulido y rectificación de la superficie de deslizamiento de los rodillos de la cadena de embudos.
 - Instalación de la bomba de recirculación de producto correspondiente a la llenadora, luego de su mantenimiento.

- Selladora:
 - Instalación de los motoredutores correspondientes a los transportadores a la salida de la selladora, luego de su mantenimiento respectivo.
 - Instalación de las fajas correspondientes a los transportadores ubicados a la entrada de la selladora.
 - Instalación del codificador de envases luego de la inspección y limpieza del panel de control y de los inyectores.

- Empaquetadora:

- Instalación de los motores eléctricos correspondientes a los transportadores ubicados a la salida del exahuster, luego de su mantenimiento respectivo.
- Limpieza de los *sprockets* y de las gomas deslizantes del transportador ubicado a la salida del exahuster, por la suciedad acumulada en él.
- Desmontaje de ciertas chumaceras y *bushings* de la empaquetadora, para su reemplazo esto debido a su pésimo estado.
- Instalación del brazo dosificador de bandejas, luego del reemplazo de su eje principal , *bushings laterales* y *limpieza e inspección de los sprockets* (cojinetes 7620 dlg eje 1 ¼ pulg, chumacera ucf 208-24 y cojinetes uc 208-24).
- Instalación de la cadena formadora de bandeja, así como reemplazo de chumaceras del eje de tracción de esta (cojinete fag m0602-1).
- Revisión y limpieza del panel principal correspondiente al transportador apilador de envases.
- Revisión de todo el cableado eléctrico de los transportadores, así como unificación de estos para mejorar su orden.

- Rectificación de las barras voladoras de la empaquetadora y limpieza de la goma exterior.
- Emplasticadora:
 - Instalación de los motores eléctricos de los transportadores, del sistema de dosificación de polietileno y del horno de termocontracción.
 - Inspección del interior del túnel principal del horno de termocontracción.
- Día 8:
 - Llenadora:
 - Armado e instalación de la caja reductora de potencia de la cadena de embudos, (cojinetes cónicos 67048 con cuna 10 y retenedores 123366 metálicos).
- Selladora:
 - Ajuste y reubicación de todo el cableado eléctrico, así como de las mangueras de aire comprimido y agua.
- Empaquetadora:

- Instalación de la faja transportadora, del apilador de envases, así como inspección de *sprockets* y cadena de potencial.
- Instalación del mecanismo dosificador de bandeja del brazo móvil y del sistema de vacío (*sprocket* 5900 6,8 pulg pd 40 dientes).
- Instalación de los sensores, y redistribución de su cableado eléctrico.
- Revisión y limpieza del panel eléctrico principal e instalación eléctrica de los sensores nuevos.
- Día 9:
 - Llenadora:
 - Trabajos en la cadena de embudos y en la caja reductora de potencia. Por una serie de errores cometidos durante su elaboración, fue necesario hacer correcciones como cortes en los pines de los rodillos e instalaciones de un retenedor por a una fuga de aceite.
- Empaquetadora:
 - Finalización del proceso de instalación correspondiente al brazo dosificador de bandeja.
 - Instalación de las placas correspondientes a los pines divisores y agrupadores de envases.

- Alineación de la cadena dosificadora de bandejas previo a las pruebas iniciales de funcionamiento.
 - Instalación de las barras correspondientes a la cadena de barras voladoras.
 - Continuación de los trabajos de instalación de sensores y reubicación de cableado.
 - Instalación de los últimos detalles, como las gomas de deslizamiento del transportador de entrada.
- Día 10:
 - Llenadora:
 - Instalación de la cadena de embudos de la caja reductora de potencia y de la faja de potencia de la cadena.
 - Instalación de la bomba de envío del tanque de balance luego de los trabajos de mantenimiento.
 - Empaquetadora:
 - Instalación de las fajas correspondientes a los transportadores de entrada.

- Instalación de los sprockets y chumaceras (f205, con cojinete uc 208-24 para eje de 1 pulg) correspondientes al transportador de entrada.

- Instalación de los ensambles separadores de envases, y ajustes de alineación.

- Finalización del proceso de instalación de los sensores. Luego se procedió a energizarlos.

- Día 11

Se da por finalizados todos los procesos de montaje y culminación de los últimos detalles de mantenimiento de los equipos. Se procedió a realizar las pruebas de funcionamiento para los últimos ajustes de sincronización y dar inicio a los procesos de producción.

Como parte de la puesta a punto y limpieza para la fase 1 de implementación de mantenimiento autónomo, se efectuó una serie de mejoras en los equipos porque durante las inspecciones realizadas se hallaron ciertas causas probables de varias averías que son frecuentes, que pueden ser eliminadas mediante ciertas modificaciones.

A continuación, se enlistan las mejoras realizadas en los equipos.

- Según recomendaciones del fabricante, el sistema de dosificación de nitrógeno debe estar completamente aislado y en un lugar poco húmedo para que su funcionamiento sea el óptimo, sin embargo, este se

encontraba expuesto a la intemperie, lo que causaba serias inconsistencias que se veían reflejadas en pérdidas. ¿construyó? una cámara especial en la cual este elemento pueda estar en las condiciones apropiadas.

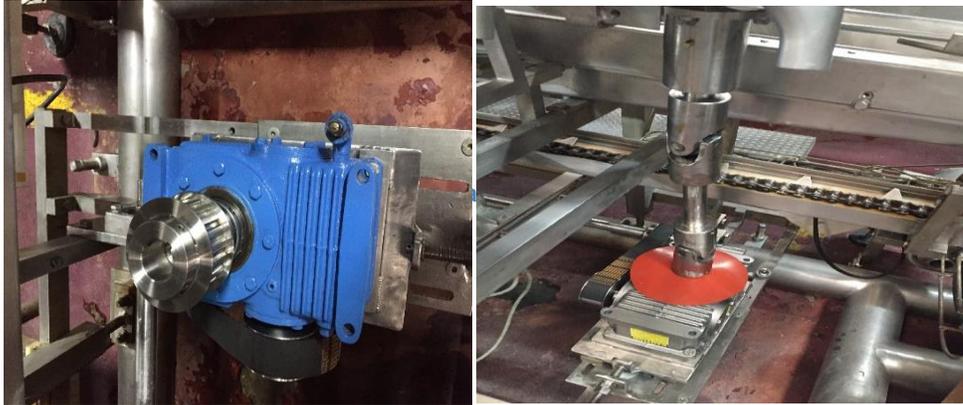
Figura 50. **Estructura de protección para sistema de dosificación de nitrógeno**



Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía., S.C.A.

- Como la caja reductora de potencia de la cadena de embudos se encontraba en constante contacto con el producto presentaba una serie de averías constantes; por tal razón se realizó una segunda caja, que será utilizada como *back up* de ser necesario.

Figura 51. **Tolva de protección para caja reductora de potencia**



Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía.,S.C.A.

- Uno de los problemas más comunes en la línea se debía a la constante caída de envases durante su transporte. Durante las inspecciones se pudo localizar una serie de transferencias de transportadores más cortas de lo normal, lo que generaba vibraciones inusuales que provocaban la constante caída de los envases.

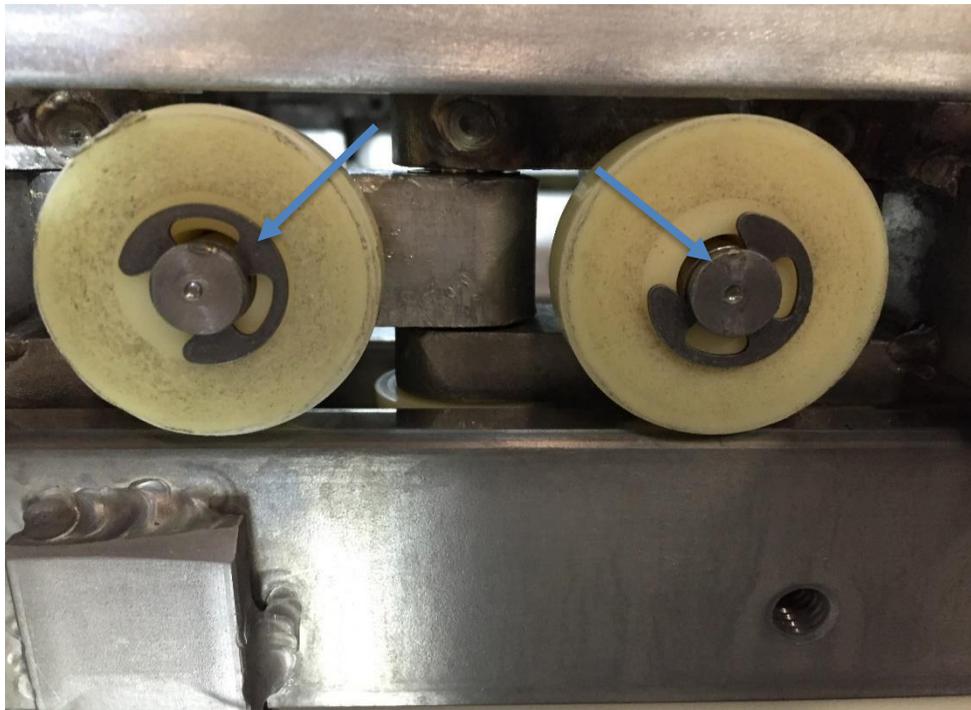
Figura 52. **Transferencias de transportadores cortas**



Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía.,S.C.A.

- Otro de los factores hallados fue un desgaste en el eje central de los rodillos de la cadena de embudos. Este desgaste, con el tiempo, genera holguras fuera de parámetros, lo que perjudica directamente a los embudos y los pesos de llenado debido a las fuertes vibraciones que son generadas. Mediante una investigación se halló una solución alternativa con el reemplazo de estos por una serie de cojinetes de resina de poliacetal.

Figura 53. **Rodillos de deslizamiento de la cadena de embudos**



Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía., S.C.A.

3.3.2. Creación de parámetros VOSO de inspección

Como se vio en las secciones anteriores, la fase 1 de implementación de mantenimiento autónomo no solo implica la recuperación de las condiciones iniciales de los equipos, sino que también permite identificar aquellas áreas de inspección continua. Es por ello que, durante los mantenimientos y limpiezas realizadas, se procedió a enlistar una serie de inspecciones que deben ser ejecutadas tanto por operadores como por técnicos de la línea, para que se pueda cumplir los objetivos propuestos.

Tabla XVII. Tareas VOSO correspondientes a la llenadora de cascada

TANQUE DE BALANCE		
Monitorear estructura y anclajes		
Inspeccionar ausencia de fugas en tuberías		
Inspeccionar válvulas de mariposa		
Verificar que el sensor de nivel se encuentre funcionando de manera correcta		
Inspeccionar limpieza general del equipo		
BOMBA CENTRIFUGA DE ENVIO		
Verificar ajuste de abrazaderas		
Monitorear ausencia de fugas del producto		
Verificar estado estructura		
Verificar estado de lubricación		
Monitorear ruido y temperatura del motor		
TANQUE DE RECIRCULACION		
Inspeccionar estructuras y soporte		
Verificar ausencia de fuga de producto en tuberías		
Revisar limpieza y estado de manómetros		
Verificar que no existan fisuras en la estructura		
BOMBA DE RECIRCULACION		
Verificar ajuste de abrazaderas y anclajes		
Monitorear ausencia de fugas del producto		
Monitorear estructura		
Verificar estructura		
Verificar estado de lubricación		
Monitorear ruido y temperatura del motor		
LLENADORA DE CASCADA		
Inspeccionar estado general de la estructura, verificar que se encuentre limpia		
Verificar que los embudos no tengan fisuras o aboyaduras en su estructura		
Inspeccionar estado de rodillos de cadena de embudos y verificar que estén completos		
Inspeccionar estado de fajas de potencia, verificar que estas no tengan roturas		
Inspeccionar alineación de tornillo o gusano alineador de envases		
Verificar que los parámetros de operación del equipo sean los adecuados		
Verificar que el peso de llenado sea el adecuado		
Inspeccionar que el sistema de lubricación no se encuentre tapado		
Verificar que todos los botones y switches del panel de control funcionen adecuadamente		
Verificar que las válvulas de la tubería de cascada estén abiertas según configuración indicada		
INTERCAMBIADOR DE TUBOS		
Verificar estado y limpieza estructura		
Inspeccionar válvulas de mariposa del sistema		
Revisar estado y limpieza de manómetros		
Inspeccionar ausencia de fugas en tuberías		

Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía., S.C.A.

Tabla XVIII. Tareas VOSO correspondiente a selladora de envases

SELLADORA DE ENVASES		
Inspeccionar estado y limpieza del equipo		
Verificar que todos los rodos de sellado se encuentren ajustados y completos		
Inspeccionar perfil de sellado en búsqueda de deformaciones		
Verificar que los rodos de sellado sean los adecuados		
Verificar que los rodos de primera y segunda operación se encuentren en su lugar correcto		
Inspeccionar estado de los platos, verificar que estos se encuentren ajustados y sin fisuras		
Inspeccionar estado de la faja de potencia en búsqueda de roturas		
Verificar que el sistema de lubricación no tenga fugas o este tapado		
Verificar que la presión interna del equipo sea la adecuada		
Verificar que todos los sensores se encuentren funcionando adecuadamente		
Verificar que la válvula de dosificación de N2 funcione correctamente		
Inspeccionar que el chorro de N2 sea continuo y no intermitente		
Inspeccionar que no existan alambres sin recubrimiento		

Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía., S.C.A.

Tabla XIX. Tareas VOSO correspondientes a empaquetadora

EMPAQUETADORA		
Inspeccionar estado y limpieza de la estructura		
Verificar que los ensambles alineadores de envase se encuentren alineados y sujetos		
Inspeccionar que los dedos divisores y agrupadores de envase se encuentren completos y en buen estado		
Inspeccionar estado de las cadena de dedos y su alineacion		
Inspeccionar estado de bandejas de carton		
Inspeccionar estado de motores electricos en busqueda de olores o vibraciones anormales		
Verificar que el brazo dosificador de bandejas se encuentre a la distancia adecuada		
Inspeccionar estado y alineacion de cadena transportadora de bandeja		
Verificar que todas las cadenas, sprockets y chumaceras tengan una lubricacion adecuada		
Verificar que la presion de aire de la media luna sea la adecuada		
Verificar que las barras voladoras se encuentren en buen estado		
Inspeccionar estado y alineacion de cadena formadora de bandeja		
Revisar que las boquillas dosificadoras de brea se encuentren limpias		
Verificar que los parametros de operacion del dosificador de brea sean los adecuados		
Verificar que las guias laterales del equipo se encuentren alineadas y ajustadas		
Verificar que los platos formadores de la cadena formadora de bandeja se encuentren ajustados		
Verificar limpieza del panel principal de control		
Verificar que todos los botones de emergencia y del panel principal funcionen correctamente		
Verificar que todos los alambres cuenten con su recubrimiento y esten bien ajustados		
Inspeccionar estado de sensores, verificar que estos se encuentren funcionando		

Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía.,S.C.A.

Tabla XX. Tareas VOSO correspondientes a emplastadora

EMPLASTADORA		
Inspeccionar estado y limpieza de la estructura		
Verificar estado y lubricacion de las cadenas de potencia de transportadores		
Verificar ausencia de ruidos y vibraciones anormales en motores electricos		
Verificar que todos los rodillos de los desbobinadores giren libremente		
Inspeccionar estado. Limpieza y filo de la hoja de corte		
Verificar que el codificador imprima correctamente la fecha		
Verificar limpieza y altura del codificador		
Verificar que todos los alambres cuenten con su recubrimiento y esten ajustado		
Inspeccionar estado y limpieza del panel principal		
Verificar que el cilindro neumatico funcione adecuadamente		
Verificar que la temperatura de la cuchilla y horno sean las adecuadas		

Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía., S.C.A.

3.4. Fase 3. Establecimiento de medidas preventivas

A continuación se realizará una descripción del establecimiento de medidas preventivas.

3.4.1. Creación de matriz de responsabilidades

Para la creación de la matriz de responsabilidades fueron necesarias de múltiples reuniones con supervisores y jefes de mantenimiento. Según su experiencia y con los datos recopilados durante las evaluaciones y mantenimientos, se enlistó una serie de actividades de inspección, lubricación, ajustes y limpiezas que son realizadas por técnicos y operadores de la línea, con el objetivo de definir los límites de trabajo y presentar las bases de un plan

de mantenimiento autónomo. A continuación, se presenta la matriz de responsabilidades correspondientes a cada equipo.

Tabla XXI. **Matriz de responsabilidades llenadora de cascada y selladora de envases**

Módulo	No.	Parte	Actividad		Frecuencia de actividad	Mecánico	Electricista	Engrasador General	Operario del Equipo
			ID Actividad	Descripción de la actividad					
		Guías twist de entrada de envase vacío	1.1.1	Lubricar rodillo o gusano alineador utilizando una pequeña brocha utilizando castrol 823-2	D				R
			1.1.2	Lubricar gomas laterales de guías twist de entrada a llenadora utilizando una brocha utilizando castrol 283-2	D				R
			1.1.3	Lubricación de chumaceras de poleas de cable aéreo, para ello utilice una bomba manual de grasa Castrol 860/220-2	S			R	
			1.2.1	Inspeccionar estado de poleas y faja correspondiente a cable aéreo de envase vacío	S	R			
			1.2.2	Inspeccionar estado desgaste de gomas correspondientes a guía twist de entrada	S				R
			1.2.3	Inspeccionar estado de desgaste del rodillo alineador de bote vacío	S				R
			1.2.4	Verificar que el rodillo alineador se encuentre bien ajustado y sin ningún tipo de holgura.	D				R
			1.2.5	Inspeccionar estado y tensión de la faja de potencia del rodillo alineador	S	R			
			1.2.6	Verificar presión de trabajo de lubricador de guía twist, que esta no exceda los 80 psig	D				R
			1.3.1	Limpia gomas de guías laterales utilizando agua caliente y un paño, por ningún motivo utilizar alcohol o algún tipo de solvente.	S				R
			1.3.2	Limpia rodillo alineador utilizando agua caliente y un paño, por ningún motivo utilizar alcohol o algún tipo de solvente.	S				R
			1.3.3	Limpieza de manómetro de presión de aire comprimido, correspondiente a sistema de lubricación	S				R
			1.4.1	Cambio de gomas de guías laterales, esto depende del tiempo de operación y desgaste de las mismas	M	R			
			1.4.2	Cambio de rodillo alineador de envase vacío, esto depende del tiempo de operación y desgaste del mismo	M	R			
				Engrasar o lubricar los cojinetes correspondientes					

Continuación de la tabla XXI

D O S I F I C A C I O	2	Llenadora	2.1.1	Engrasar o lubricar los cojinetes correspondientes al eje de potencia horizontal Castrol 860/220-2	S			R	
			2.1.2	Realizar cambio de lubricante de caja reductora, correspondiente a eje vertical de potencia Sentinel SSF#8	M			R	
			2.1.3	Lubricar guías laterales y gusano alineador de envase, para ello utilice una brocha pequeña Castrol 860/220-2	D				R
			2.2.1	Inspeccionar estado y tension de la cadena de transporte de envase	S	R			
			2.2.2	Inspeccionar estado de pines y eje de potencia vertical, verificar que no exista algun tipo de holgura o vibraciones excesivas	D	R			
			2.2.3	Inspeccionar estado y tension de la faja de potencia del eje horizontal	S	R			
			2.2.4	Verificar ausencia de vibraciones y ruidos anormales de caja de engranes	D				R
			2.2.5	Verificar ausencia de vibraciones o ruidos anormales en motor electrico de la bomba	D		R		
			2.2.6	Inspeccionar que no existan fugas de producto en uniones de tuberías	D				R
			2.2.7	Inspeccionar estado de embudos desgaste o presencia de oxido	M				R
			2.2.8	Inspeccionar estado de cadenas de embudos, que no presente un desgaste, indicios de oxido o algun tipo de holgura	S	R			
			2.2.9	Inspeccionar estado de soldaduras en soportes o uniones de la estructura, que no presente desgaste o indicios de oxido.	M				R
			2.2.10	Inspeccionar parametro de operación, temperatura de intercambiador, agua caliente, de llenado y flujo.	D				R
			2.2.11	Inspeccionar estado de cilindros neumaticos de compuertas	M		R		
			2.2.12	Inspeccionar nivel de lubricante en caja reductora correspondiente al eje vertical	M	R			
			2.2.13	Verificar que las tolvas de la bomba de retorno y del eje horizontal se encuentre bien ajustadas	S				R
			2.3.1	Limpiar la estructura externa completa de la llenadora, para ello utilizar detergente, agua caliente y un paño	M				R
			2.3.2	Limpieza de cobertores de paneles de control con agua y jabon	M				R
			2.3.3	Limpiar pisos y alrededores de la llenadora, para ello se debe utilizar detergente y utensilios de limpieza	S				R
			2.3.4	Limpieza de pantalla del termometro correspondiente a temperatura del producto	S				R
			2.3.5	Limpieza de tubería de cascada y placas irrigadoras de producto	S				R
			2.4.1	Verificar ajustes de pernos de la base de la estructura, que estos se encuentren todos al mismo nivel y ajustados	D	R			
			2.4.2	Ajustar tubería de cascada, de manera que el llenado sea durante el 75% del recorrido de la llenadora, y que el flujo no sea turbulento	D				R
			2.4.3	Ajustar el flujo de llenado, para que este no sea mayor a los 11700 litros sobre hora	D				R
			2.4.4	Ajuste de la inclinacion del envase, para mantener el peso dentro de los paraemetros de calidad	D			R	

Continuación de la tabla XXI

N Y S E L L A D O	3	Transportador salida de llenadora	3.1.1	Lubricar chumaceras correspondientes a ejes de potencia de cinta transportadora, para ello utilice el lubricante Castrol 860/220-2	S			R	
			3.1.2	Lubricar cadena de potencia de transportador, para ello utilice el lubricante Chain#22 y una brocha pequeña	D				R
			3.2.1	Inspeccionar estado de gomas de guías laterales, verificar que estas no presenten un desgaste agravado o protuberancias	S				R
			3.2.2	Verificar que no exista fugas de aire comprimido en sopladores	D				R
			3.2.3	Inspeccionar estado y funcionamiento de sensores, así como cables sin recubrimiento	D				R
			3.2.4	Verificar que los parámetros de operación de presión en el manifold de dosificación de nitrógeno se encuentren dentro de los valores establecidos	D				R
			3.3.1	Limpiar estructura con agua caliente, detergente y paños	S				R
			3.3.2	Limpieza de manómetros de aire comprimido, correspondiente a sistema de dosificación de nitrógeno	S				R
			3.3.3	Limpieza de boquillas de dosificación de nitrógeno	S				R
			3.4.1	Cambio de gomas de guías laterales, esto depende del tiempo de operación y desgaste de las mismas	M	R			
			3.4.2	Ajustar sensores y sopladores en su posición correcta, si en caso estos se encuentran descompuestos, proceder al cambio respectivo	S				R
			4	Sellador angelous 61 H	4.1.1	Realizar cambio de lubricante correspondiente a sistema de lubricación centralizado Tribol 1100/150	M		
	4.1.2	Lubricación de rodos de primera y segunda operación de sellado, para ello utilizar lubricante Castrol 823-2			S			R	
	4.1.3	Lubricar engranajes de parte inferior de la selladora, utilizando Castrol 936 SHF			M				R
	4.1.4	Lubricar graseras de clutch principal de tracción utilizando Castrol 860/220-2			D				R
	4.1.5	Lubricar de depósito central de mesas de la selladora, utilizando Tribol 1100/150			D				R
	4.1.6	Lubricar estrellas separadoras de envase, utilizando Castrol 860/220-2			D				R
	4.1.7	Realizar cambio de lubricante de caja reductora de tracción de dedos, utilizando Tribol 1100/150			M				R
	4.1.8	Cambio de lubricante del rebalse del Magazine, para ello utilice Tribol 1100/150			S				R
	4.2.1	Inspeccionar parámetro de operación de inyección de nitrógeno, tiempo de dosificación.			D				R
	4.2.2	Inspeccionar estado de rodillo de sellado, verificar que el desgaste en la superficie de encajado no presente signos de desgaste agravado			S	R			
	4.2.3	Verificar que la presión de separador de tapas se encuentre en un rango entre 80 y 100 psi			D				R
	4.2.4	Verificar que la presión del aire seco del equipo se encuentre en un rango entre 2 y 3 psi			D				R
	4.3.1	Limpieza de estructura exterior con agua caliente, detergente y paños			M				R
	4.3.2	Limpieza de paneles de control con una pequeña cantidad de alcohol y paños			M				R
	4.3.3	Limpieza de estrellas divisoras y rieles de entrada de selladora, utilice únicamente un paño húmedo y evite utilizar algún tipo de solvente			S				R
	4.3.4	Limpieza de rodillos de sellado, utilice únicamente un paño húmedo y evite utilizar algún tipo de solvente	S				R		
	5	Transportador salida de exahuster	5.1.1	Lubricar o engrasar cojinetes, utilizar una bomba de grasa Castrol 860/220-2	S			R	
			5.1.2	Lubricar guías laterales de transportador con ayuda de una brocha pequeña, utilizando Castrol 860/220-2	D				R
			5.1.3	Lubricar cadena de potencia de transportador con ayuda de una aceitera, Chain #22	D				R
			5.2.1	Verificar estado de gomas laterales de las guías, inspeccionar desgaste	S				R
			5.2.2	Inspeccionar estado y desgaste de placas de faja transportadora	S	R			
			5.2.3	Verificar ausencia de vibraciones y ruidos extraños en motor eléctrico	D		R		
5.2.4			Verificar que la tolva del motoreductor se encuentre bien ajustada	D	R				
5.2.5			Verificar que el Taptón contenga los parámetros adecuados, así como la presión de trabajo	S				R	
5.2.6			Inspección de parámetro de operación de presión de aire comprimido de Taptón, verificar que este se encuentre a la presión correcta	D				R	
5.3.1			Limpieza de estructura exterior con agua caliente,	M				R	

Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía., S.C.A.

Tabla XXII. Matriz de responsabilidades empaquetadora

Módulo	No.	Parte	Actividad		Frecuencia de actividad	Mecánico de Zeb	Electricista	Egresador General	Operario del Equipo	
			ID Actividad	Descripción de la actividad						
O D A T A E E Q U I P O L O C O M P R E N D I D O	1	Transportador de entrada	1.1.1	Lubricación de chumaceras con grasa y ayuda de una bomba manual de grasa, utilizando Chumaceras 860/220-2	S			R		
			1.1.2	Lubricación de cadena y sprocket de potencia de motoreductor con aceite y ayuda de una aceitera, utilizando Chein #22	D			R		
			1.2.1	Verificar ausencia de ruidos anormales y vibraciones excesivas en moto reductor	S	R				
			1.2.2	Inspeccionar estado y tensión de cadena de potencia de transportador, verificar que esta no tenga indicios de óxido u holgura excesiva entre sus eslabones	S	R				
			1.2.3	Inspeccionar estado de placas de la faja, verificar que estas no tengan un desgaste agravado o fracturas	S	R				
			1.2.4	Inspeccionar estado de placas de los ensambles divisores de producto, verificar que estos no presenten signos de un desgaste agravado o fisuras en su superficie	S	R				
			1.2.5	Verificar que todas las tolvas correspondiente a motoredutores se encuentren bien ajustadas	D					R
			1.3.1	Limpieza de estructura general utilizando agua y detergente con ayuda de una manguera y paños	M					R
			1.3.2	Limpieza de gomas laterales, para ello utilice paños húmedos y evite utilizar cualquier tipo de solvente o alcohol	S					R
			1.3.3	Limpieza de los ejes de potencia de cintas transportadoras de entrada, únicamente con paño o tallos de papel, retirar excedente de grasa en su superficie	S					R
			1.4.1	Ajuste de ensambles divisores procurando que el primero se encuentre equidistante de ambos extremos, en el centro, y los siguientes tengan un margen no mayor a cinco milímetros del ancho de una lata	D					R
			1.4.2	Ajuste de guías laterales, esto debe hacerse al menos una vez por turno, procurando que estas se encuentren bien ajustadas en todo momento	D					R
			2.1.1	Lubricar cadena de dedos separadores al inicio de empaquetadora, para ello utilizar aceite en spray, utilizando Ondina 68	D					R
			2.1.2	Lubricar cadena de dedos agrupadores, para ello utilizar aceite en spray, utilizando Ondina 68	D					R
			2.1.3	Lubricar cadena de transporte de bandejas de cartón utilizando aceite y una aceitera, utilizando Chein #22	D					R
			2.1.4	Lubricar mecanismo de brazo móvil ubicador de bandeja utilizando aceite y una aceitera, utilizando Castrol 860/220-2	D					R
			2.1.5	Lubricar chumaceras correspondientes a ejes de potencia, para ello utilice una bomba manual de grasa, utilizando Castrol 860/220-2	S					R
			2.1.6	Lubricar sistema de engrase centralizado y sistema de clutch, utilizando Castrol 860/220-2	S					R
	2.2.1	Inspeccionar estado y tensión de cadena de transporte de bandeja, verificar que esta no presente indicios de óxido u holgura excesiva en sus eslabones	S	R						
	2.2.2	Inspeccionar estado y tensión de cadena separadora y agrupadora, verificar que los dedos se encuentren en buen estado y no presenten fisuras, así como que las cadenas no tengan una holgura extrema	S	R						
	2.2.3	Verificar que la caja reductora del eje ubicado en la parte inferior, no presente ruidos anormales o vibraciones excesivas	D	R						
	2.2.4	Verificar que la presión del sistema de vacío, se encuentre dentro de los valores determinados	D					R		
	2.2.5	Inspeccionar estado de mecanismo de biela manivela de brazo móvil de bandeja, verificar que este no presente algún tipo de holgura o fisuras en su superficie	S	R						
	2.2.6	Inspeccionar estado de placas de faja transportadora de bandeja, verificar que estas no presenten fracturas en su superficie	M	R						
	2.2.7	Inspeccionar estado de gomas electrostáticas de bandeja, verificar que estas no presenten un deterioro agravado	M					R		
	2.2.8	Inspeccionar estado de placas de faja transportadora, verificar que estas no tengan un desgaste agravado y sus placas no presenten algún tipo de fisura u holgura	M	R						
	2.3.1	Limpieza de estructura general utilizando agua y detergente con ayuda de una manguera y paños	M					R		
	2.3.2	Limpieza de cinta transportadora de bandejas y guías laterales, para ello utilice una manguera de aire comprimido y retire toda biruta de cartón	S					R		
	2.3.3	Con ayuda de una manguera de aire comprimido, retire todo el excedente de biruta de cartón ubicada en los mecanismos inferiores, ventosa de brazo móvil y riel de transporte	D					R		
	2.4.1	Ajuste de los sensores, verificar que estos se encuentren bien ajustados	S					R		
	2.4.2	Ajuste de guías laterales de envases, verificar que estas se encuentren bien ajustadas y a la distancia correspondiente al formato con que se este trabajando	D					R		

Continuación de la tabla XXII.

3	Formador de grupos	3.1.1.	Lubricar cadenas y sprocket de ensamble de barras formadoras de grupos, utilizando Chein #22	D			R			
		3.1.2	Lubricar chumaceras correspondientes a ejes de potencia, para ello utilice una bomba manual de grasa, utilizando Castrol 860/220-2	S			R			
		3.2.1	Verificar que las guías laterales se encuentren ajustadas al espacio equivalente al formato que se este trabajando	D				R		
		3.2.2	Inspeccionar estado y tension de cadena agrupadora, verificar que esta no presente indicios de oxido extremo y que no tenga una holgura extrema	S	R					
		3.2.3	Inspeccionar estado de barras agrupadoras, verificar que estas no tengan un desgaste extremo o presencia de fisuras en su superficie	S	R					
		3.2.4	Inspeccionar estado de placas base de deslizamiento, verificar que estas no tengan indicios de fisuras u oxido en su superficie	S	R					
		3.3.1	Limpieza de estructura general utilizando agua y detergente con ayuda de una manguera y paños	M				R		
		3.3.2	Con ayuda de una manguera de aire comprimido, retire todo el excedente de biruta de carton ubicado en las cadenas y sprockets ubicados en la parte inferior del equipo y sus laterales	S				R		
		3.3.3	Limpieza de barras agrupadoras, para ello utilice unicamente paños humedos y evite utilizar cualquier tipo de solvente o alcohol	S				R		
		3.3.4	Limpieza de panel de control, para ello utilice unicamente paños y alcohol etilico	S				R		
		3.4.1	Ajuste de los sensores, verificar que estos se encuentren bien ajustados	S				R		
		3.4.2	Ajuste de guías laterales manualmente con ayuda de las manijas ubicadas a los lados de la estructura	S				R		
		4	Formador de bandeja	4.1.1	Lubricar cadena formadora de bandeja, para ello utilizar aceite en spray de grado alimenticio, utilizando Chein #22	D			R	
				4.1.2	Lubricar chumaceras correspondientes a ejes de potencia, para ello utilice una bomba manual de grasa, utilizando Castrol 860/220-2	S			R	
4.2.1	Inspeccionar estado de media luna formadora de bandeja, verificar que estas no presenten fisuras en su superficie			S	R					
4.2.2	Inspeccionar estado y tension de cadena formadora de bandeja, verificar que esta no presente indicios de oxio o una holgura extrema			S	R					
4.2.3	Verificar que las guías formadoras de bandeja se encuentren bien ajustadas y con una distancia equivalente al formato que se este trabajando			D	R					
4.2.4	Verificar que la presion y temperatura del aplicador de brea se encuentre dentro de los parametros establecidos			D				R		
4.3.1	Limpieza de estructura general utilizando agua y detergente con ayuda de una manguera y paños			M				R		
4.3.2	Limpieza de boquillas de dosificacion de brea, con ayuda de paños y un pequeño cepillo			S				R		
4.3.3	Con ayuda de una manguera de aire comprimido limpie la cadena de medias luna, guías de gomas y guías laterales para retirar toda aquella acumulacion de biruta de carton			S				R		
4.4.1	Ajuste del punto de aplicación de brea, verificar que este sea en el punto correcto de aplicación			D				R		
4.4.2	Ajuste de guías laterales, verificar que estas se encuentren a la distancia indicada según el formato de trabajo	S				R				

Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía.,S.C.A.

Tabla XXIII. Matriz de responsabilidades empaquetadora

Actividad				Roles / Responsabilidades													Nombre de Aprobador				
Módulo	No.	Parte	ID Actividad	Descripción de la actividad	Frecuencia de actividad	Jefe de Producción	Jefe de Turno Producción Alimentos	Supervisor de Producción Alimentos	Jefe de Mantenimiento Industrial	Mantenimiento Alimentos	Supervisor de Mantenimiento Alimentos	Mantenimiento Alimentos	Mecánico General	Mecánico de 2da	Ayudante General de Mantenimiento	Electricista	Engrasador General	Operador de Tornos	Operario del Equipo		
M O D U L O D E E M P L A S T I C A D O			1.1.1	Lubricar extremos de rodillos de transporte, tener especial cuidado de únicamente lubricar los extremos, para ello utilizar una aceitera, utilizar Onolina / Gear 90	D														R		
			1.2.1	Verificar que todos los rodillos giren con libertad y con ningún tipo de oscilación	S															R	
			1.2.2	Inspeccionar estado de fajas de goma, verificar que estas no tengan roturas en su superficie	S															R	
			1.2.3	Inspeccionar estado de rodillos de transporte, verificar que estos no tengan un desgaste agravado o indicios de fracturas en su superficie	S															R	
			1.2.4	Verificar que la fecha del codificador sea la correspondiente al día laborado	D															R	
			1.3.1	Limpieza general de la estructura con ayuda de una manguera, esponja y paños, evite limpiar los rodillos con algún tipo de solvente o alcohol	M															R	
			1.3.2	Limpieza de panel de codificador, para ello utilice únicamente paños de papel con un poco de alcohol etílico	S															R	
			1.3.3	Limpieza de los rodillos, para ello utilice una manguera de aire comprimido y limpie los extremos para retirar cualquier tipo de suciedad o biruta de cartón.	S															R	

Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía., S.C.A.

3.4.2. Creación de manual de mantenimiento autónomo L21

Luego de haber culminado la matriz de responsabilidades, se procede a la creación del manual de mantenimiento autónomo. Fue necesario reunirse con los operarios responsables de los equipos, así como supervisores y jefes del área de producción.

Esta reunión tiene como objetivo determinar la factibilidad de las tareas que serán ejecutadas, ya que en la matriz de responsabilidades se han designado únicamente a criterio del departamento de mantenimiento, actividades que deberían ser realizadas por operarios como por técnicos para obtener el mejor desempeño y disponibilidad posible; sin embargo, esta no contempla el punto de vista operativo, además por falta de tiempo no todas las actividades podrán ser llevadas a cabo. Por lo tanto se debe priorizar todas las que tengan un impacto significativo, y no tengan un tiempo requerido prolongado.

Así también durante esta primera etapa se prepararon los estándares correspondientes a tipos de lubricantes a utilizar, herramientas necesarias, tiempos de ejecución y procedimientos estándares para cada una de las actividades correspondientes a MA, esto con el objetivo de que cada operario de la línea tenga una misma línea de ejecución de las actividades, eliminando así toda posibilidad de errores humanos.

Es así como se estructuró la primera propuesta del plan de mantenimiento autónomo, sin embargo, debe considerarse que al ser ejecutado puede llegar a aumentar o disminuir las actividades, así como cambiar los procesos y tiempos asignados. Se tendrá una retroalimentación continua durante su ejecución.

Tabla XXIV. Manual de mantenimiento autónomo llenadora de cascada

		LILA Llenadora de cascada Línea 21										Código: OP-XXXX Versión: 001 Página: 1/1								
		Código colores																		
		Limpieza																		
		Inspección																		
		Lubricación																		
		Ajustes																		
		Limpieza: estándar de limpieza, Inspección: Punto de Inspección, Lubricación: tipo de lubricante, Ajuste: tipo de ajuste																		
		Libre de suciedad, sin polvo																		
		Libre de suciedad																		
		Libre de suciedad																		
		Libre de suciedad y polvo																		
		Libre de suciedad y polvo. Boquillas libres de obstrucciones																		
		Presión entre 40 y 50 psi																		
		Sin endaduras o roturas en su superficie																		
		Verificar que sea legible y con fecha correspondiente																		
	Departamento de Producción Industrias Alimenticias Kern's & Cía, SCA	Línea: 21 Máquina: Llenadora Año: 2019																		
Nº	Zona	Componente	Equipo de seguridad necesario	Herramientas	Operación	Estado de la máquina	Tiempo prev. (min)	Frecuencia	Quién	Cuándo	OPL*									
1		Fuente de soplar		Agua tibia, wypall y detergente	Señalar las áreas hasta retirar todo elemento sólido posteriormente, humedezca el wypall con agua tibia y retire todo rastro de producto o suciedad incrustada de las boquillas	Detenida	15	Semanal	Operador	Lavado programado	1									
2		Foños de Gólas		Agua tibia, wypall	Humedecer wypall con agua tibia, limpie la superficie procurando eliminar todo rastro de suciedad incrustada	Detenida	15-20	Semanal	Operador	Lavado programado	2									
3		Membranos		Agua tibia y wypall	Humedecer wypall con agua tibia, limpie la superficie procurando eliminar todo rastro de suciedad incrustada	Detenida	45	Semanal	Operador	Lavado programado por mantenimiento	3									
4		Tolva de Protección		Desengrasante, Wypall	Enjuagar con agua y aplicar jabón con ayuda de esponja retirando suciedad	Detenida	15	Semanal	Operador	Lavado programado por mantenimiento	4									
5		Freno de envases		Agua tibia, wypall, esponja y jabón	Humedecer wypall con agua tibia, limpie la superficie procurando eliminar todo rastro de suciedad incrustada	Detenida	30	Semanal	Operador	Lavado programado	5									
6		Embudos de dosificación		Manguera de agua y esponjas	Enjuague los embudos con agua y restringue procurando retirar todo rastro de suciedad con la esponja, realice esta operación diariamente para jugo de tomate y cada dos días para jugos de frutas	Detenida	50	Mensual	Operador	Lavado programado por mantenimiento	6									
7		Coverones de paneles de control		Manguera de agua y wypall	Humedecer wypall con agua tibia, limpie la superficie procurando eliminar todo rastro de suciedad incrustada	Detenida	50	Semanal	Operador	Lavado programado por mantenimiento	7									
8		Guías y rodillo afilador de envases		Agua tibia, wypall, detergente y esponja	Enjuagar con agua y aplicar jabón con ayuda de esponja retirando sólido, inspeccionando que este libre de daños	Detenida	20	Diario	Operador	Lavado programado	8									
9		Limpieza de inyecciones de agua caliente		Agua tibia, wypall, detergente y esponja	Enjuagar con agua y aplicar jabón con ayuda de una esponja retirando cualquier tipo de sólidos, verifique que las boquillas no se encuentren obstruidas.	Detenida	45	Semanal	Operador	Lavado programado por mantenimiento	9									
1		Presión de mermómetro de soplador		NA	Presión entre 40 y 50 psi, de no ser así ajustado a las presiones adecuadas	Detenida	15	Diario	Operador	Durante lavado programado	1									
2		Estado de tóro de guías de entrada		NA	Sin endaduras, roturas o deformaciones en la superficie para ello utilice su mano y desliela	Detenida	10	Diario	Operador	Durante lavado programado	2									
3		Código del envase		NA	Código legible y con los datos correspondientes al día	Detenida	10	Diario	Operador	Durante lavado programado	3									

Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía., S.C.A.

Tabla XXIV. Manual de mantenimiento autónomo empaquetadora

 Florida Bebidas S.A. Departamento de Producción Industrias Alimenticias Kern's & CIA. SCA		LILA (Limpieza, Inspección, Lubricación, Ajustes) Empaquetadora Línea 21										Código: OP-PP-XXXX Versión: 001 Página: 1/1	
N°	Zona	Componente	Equipo de mantenimiento necesario	Limpieza, estado de mantenimiento, Lubricación, Tipo de lubricante, Tipo de ajuste	Herramientas	Operación	Estado de la máquina	Tiempo (min)	Frecuencia	Quién	Registro	Cuándo	OPL
1		Transportador de Etiquetas		Libre de suciedad, sin grasa, sin polvo	Agua tibia, wipall y detergente	Humedecedor wipall con agua tibia	Detenido	15	Semanal	Operador	En proceso	Lavado programado	1
2		Fornos de Guías		Libre de suciedad	Agua tibia, wipall	Humedecedor wipall con agua tibia	Detenido	15-20	Semanal	Operador	En proceso	Lavado programado	2
3		Fajas de Transportadores		Libre de suciedad	Agua tibia y wipall	Desmontar faja transportadora, enjuagar superficie de faja y limpiar con esponja. Limpiar faja en su sitio, verificar que está ajustada.	Detenido	45	Mensual	Operador	En proceso	Lavado programado por mantenimiento	3
4		Mecanismo de Potencia		Libre de suciedad	Desengrasante, Wipall	Limpiar cadena de potencia con desengrasante y wipall retirando toda suciedad, de ser necesario utilizar aire a presión.	Detenido	15	Semanal	Operador	En proceso	Lavado programado por mantenimiento	4
5		Empaquetadora		Libre de suciedad	Agua tibia, wipall, esponja y jabón	Enjuagar todo el equipo con ayuda de esponja retirando suciedad	Detenido	30	Semanal	Operador	En proceso	Lavado programado	5
6		Transportador de Bandejas		Libre de suciedad	Mangueras de agua	Desmontar fajas de cintas transportadoras de bandeja, limpiar con agua y wipall. Al colocar en su sitio verificar que está ajustado	Detenido	50	Mensual	Operador	En proceso	Lavado programado por mantenimiento	6
7		Mecanismos Internos		Libre de suciedad y polvo	Aire a presión, wipall y desengrasante	Soquetear cada uno de los mecanismos, cadenas de dedos, bandeja y sprockets), de principio a fin y todas las secciones donde haya suciedad para suciedad	Detenido	50	Mensual	Operador	En proceso	Lavado programado por mantenimiento	7
8		Transportador de Bares		Libre de Polvo	Agua tibia, wipall, detergente y esponja	Enjuagar con agua y jabón con ayuda de esponja retirando todo, inspeccionando que este libre de polvo	Detenido	20	Semanal	Operador	En proceso	Lavado programado	8
9		Mecanismos Internos		Libre de suciedad y polvo	Aire a presión, wipall y desengrasante	Soquetear cadenas y sprockets, ubicarse en la parte superior del mecanismo, limpiar con agua y wipall todas las secciones donde haya suciedad, para suciedad difícil de quitar usar desengrasante.	Detenido	45	Mensual	Operador	En proceso	Lavado programado por mantenimiento	9
10		Formador de Bandejas		Libre de suciedad	Agua tibia, wipall, detergente y esponja	Enjuagar con agua y jabón con ayuda de esponja retirando todo, inspeccionando que este libre de polvo	Detenido	15-20	Semanal	Operador	En proceso	Lavado programado	10
11		Boquillas de Brea		Libre de suciedad, polvo, poliestireno	Homillas, calibradores y aire comprimido	Colocar en hornilla el difusor de brea, y con ayuda de un cepillo limpiar la boquilla, brea, a limpiar con wipall y esponja. Inspeccionar que no existan roturas o desgastes y que estén correctamente ajustadas.	Detenido	45	Mensual	Operador	En proceso	Limpieza programada por mantenimiento	11
12		Formador de Bandejas		Libre de Suciedad y polvo	Aire a presión, wipall	Limpieza por faja de brea y retirar el mecanismo, enjuagando toda suciedad.	Detenido	30	Semanal	Operador	En proceso	Lavado programado	12
1		Cajas Reductoras		Condiciones adecuadas	NA	Inspeccionar que no existan fugas de lubricante y engrasante.	Detenido	15	Semanal	Operador	En proceso	Durante lavado programado	1
2		Toba de Protección		Condiciones adecuadas	NA	Inspeccionar que esta sea en su lugar.	Detenido	10	Semanal	Operador	En proceso	Durante lavado programado	2
3		Taballas de Transportador		Libre de desgaste o roturas y ajuste correcto	NA	Inspeccionar que no existan roturas o desgastes y que este ajustada correctamente	Detenido	10	Semanal	Operador	En proceso	Durante lavado programado	3

Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía., S.C.A.

Figura 54. Ejemplo de documentos SOP realizados para cada actividad de los manuales

Florida Bebidas S.A.		FORROS DE GUIAS	Código: OP-DP-XXXX						
Departamento de producción Industrias Alimenticias Kern's & CIA, SCA			Versión: 001						
			Página: 2/13						
<input checked="" type="checkbox"/> Conocimiento básico <input type="checkbox"/> Problema <input type="checkbox"/> Mejora		Nº OPL	2						
Título:	Limpeza de guias laterales del transportador de entrada	Hecho por:							
Grupo	Transportador de entrada	Departamento:	Producción L 21 Fecha:						
<p>(a) Limpiar unicamente con wypall.</p> <p>(b) Pasar el wypall a lo largo de los forros, procurando limpiar toda la superficie y las areas donde se encuentre suciedad acumulada. Nunca utilizar un wypall sucio, limpiarlo constantemente o reemplazarlo.</p> <p>(c) Verificar que los forros se encuentren ajustados y en buen estado. De encontrar daños notificarlos al supervisor de mantenimiento.</p>									
									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Herramienta</th> <th>Código SAP</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Wypall</td> <td>ND</td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>NA</td> </tr> </tbody> </table>		Herramienta	Código SAP	Wypall	ND	Agua	NA		
Herramienta	Código SAP								
Wypall	ND								
Agua	NA								
Fecha capacitación:									
Instructor:									
Alumno:									

Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía.,S.C.A.

Figura 55. Ejemplo de documentos LUP realizados

	Florida Bebidas S.A		Proceso de arranque intercambiador para agua caliente		Codigo:
	Area de aplicación Industrias Alimenticias Kern's & Cia.,		Intercambiador de agua caliente L 21		Version: 001
Maquina	Intercambiador de agua caliente L 21				
	Frecuencia		Responsable	Tipo de operación	Materiales
Tiempo	Diario	Semanal			
De 5 a 10 minutos	Durante cada arranque		Operador	Manual	

1. Apertura de la válvula dosificadora de agua suave



2. Verifique que la presión de entrada de agua sea mayor a 60psi



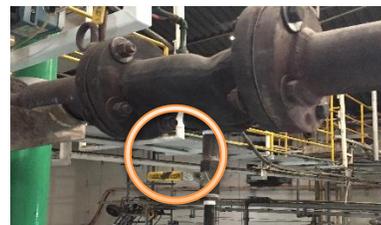
3. Encienda la bomba de recirculación de agua caliente.



4. Verifique que la presión del sistema o intercambiador sea de 60psi



5. Abra la válvula de condensado para drenar toda el agua que haya quedado en el sistema de alimentación de vapor.



Previamente, verifique que no haya nadie cerca o debajo de la tubería

Continuación de la figura 55.

	Florida Bebidas S.A Area de aplicación Industrias Alimenticias Kern's & Cia.,			Proceso de arranque intercambiador para agua caliente	Codigo: Version: 001 Pagina 1/1	
Maquina	Intercambiador de agua caliente L21					
Tiempo	Frecuencia			Responsable	Tipo de operación	Materiales
	Diario	Semanal	Mensual			
De 5 a 10 minutos	Durante cada arranque			Operador	Manual	

6. Revise que todas las válvulas del sistema se encuentren abiertas o cerradas según lo indique el *sticker*

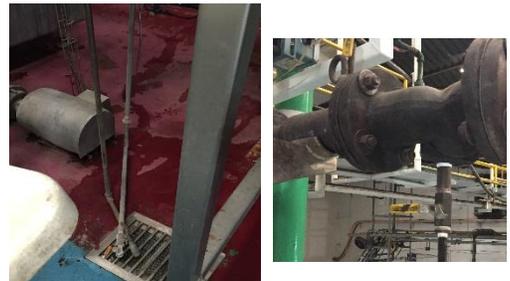


7. Abra la válvula principal de vapor lentamente hasta que sienta un pequeño golpe y se escuche el paso de vapor



Al momento de abrir la válvula, colóquese de lado y no de frente a esta.

8. Observe la tubería de condensado y cuando esta únicamente deseche vapor, proceda a cerrar la válvula de drenado.



9. Continúe abriendo la válvula de vapor, hasta que el manómetro ubicado al lado de la válvula. moduladora registre una



Continuación de la figura 55.

	Florida Bebidas S.A Area de aplicación Industrias Alimenticias Kern's & Cia.,			Proceso de arranque intercambiador para agua caliente	Codigo: Version: 001 Pagina 1/1	
Maquina	Intercambiador de agua caliente L 21					
Tiempo	Frecuencia			Responsable	Tipo de operación	Materiales
	Diario	Semanal	Mensual			
De 5 a 10 minutos	Durante cada arranque			Operador	Manual	

10. Por último, coloque la válvula moduladora en posición automática.



De haber paros mayores a 15 minutos, debe ser colocada en modo manual.

Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía., S.C.A.

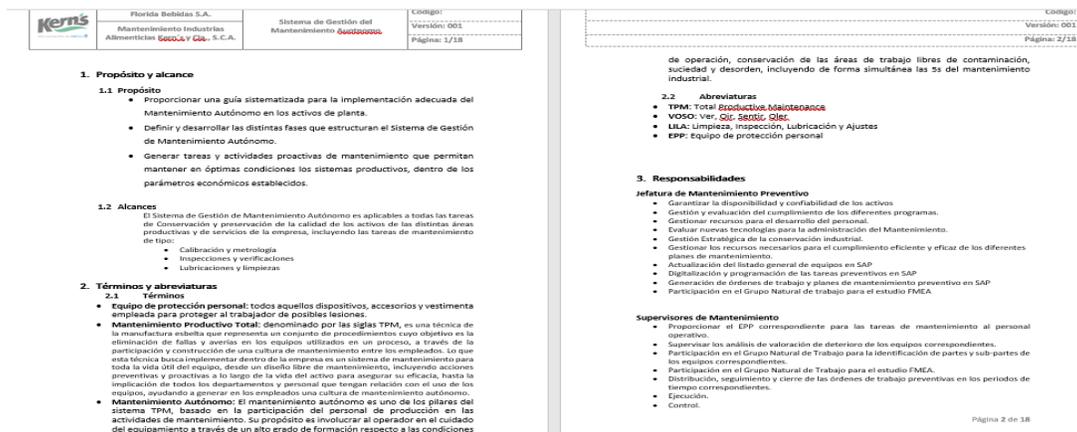
4. FASE DE DOCENCIA

4.1. Manual para la gestión de un plan de mantenimiento autónomo

Debido a que esta filosofía de mantenimiento es completamente diferente a todas las anteriores trabajadas, es probable que existan casos de incertidumbre al momento de expandirse a las demás líneas de producción, lo que podría causar confusión. Por ello se determinó que debería realizarse un manual sobre como ejecutar de manera sistematizada y estandarizada las primeras fases, así cómo una serie de capacitaciones que se verán más adelante.

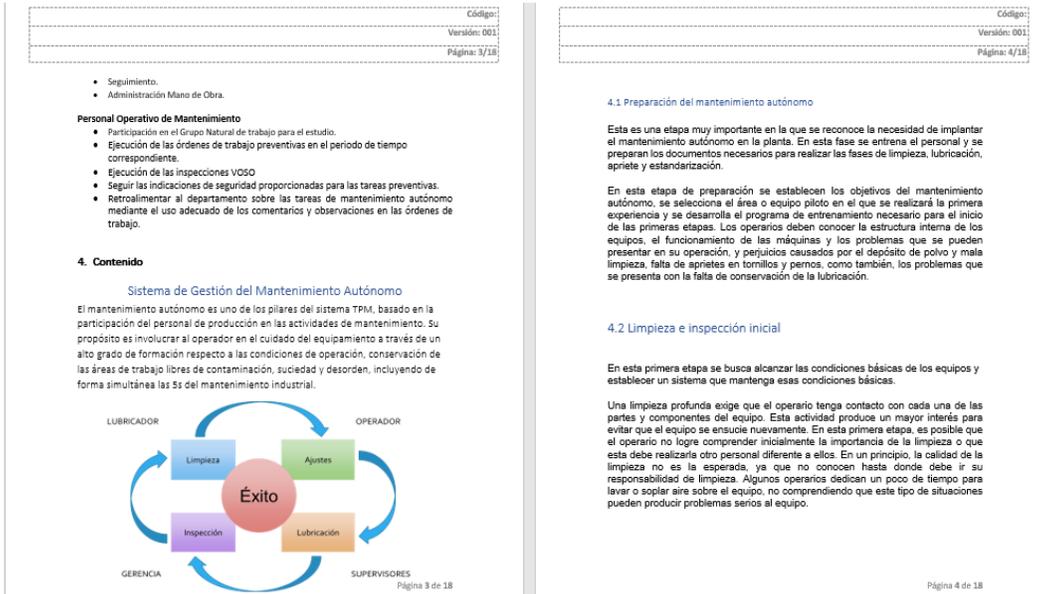
A continuación, se presenta el manual para la gestión de un plan de mantenimiento autónomo:

Figura 56. Manual para la implementación de mantenimiento autónomo páginas 1-2



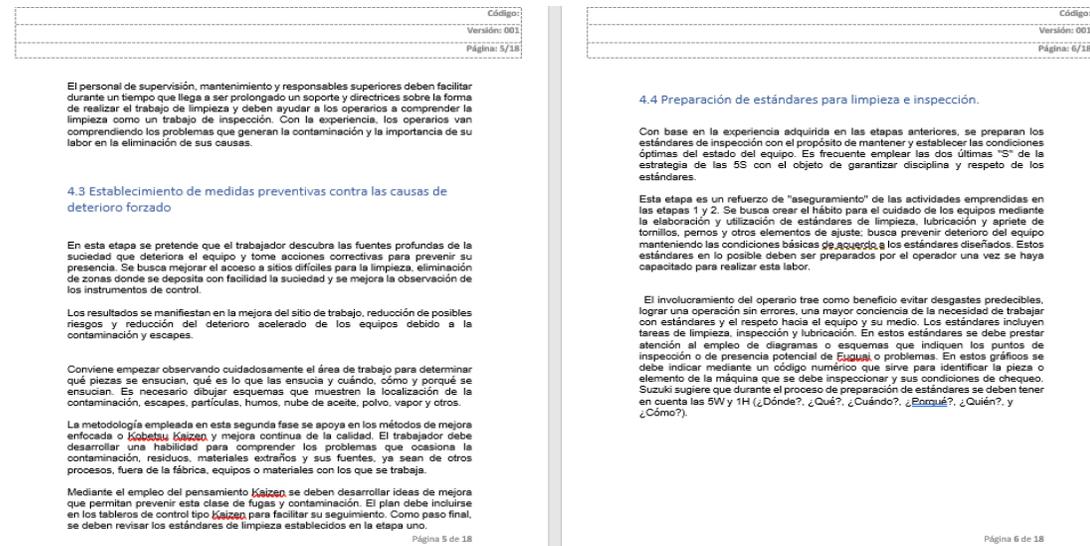
Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía., S.C.A.

Figura 57. Manual para la implementación de mantenimiento autónomo páginas 3-4



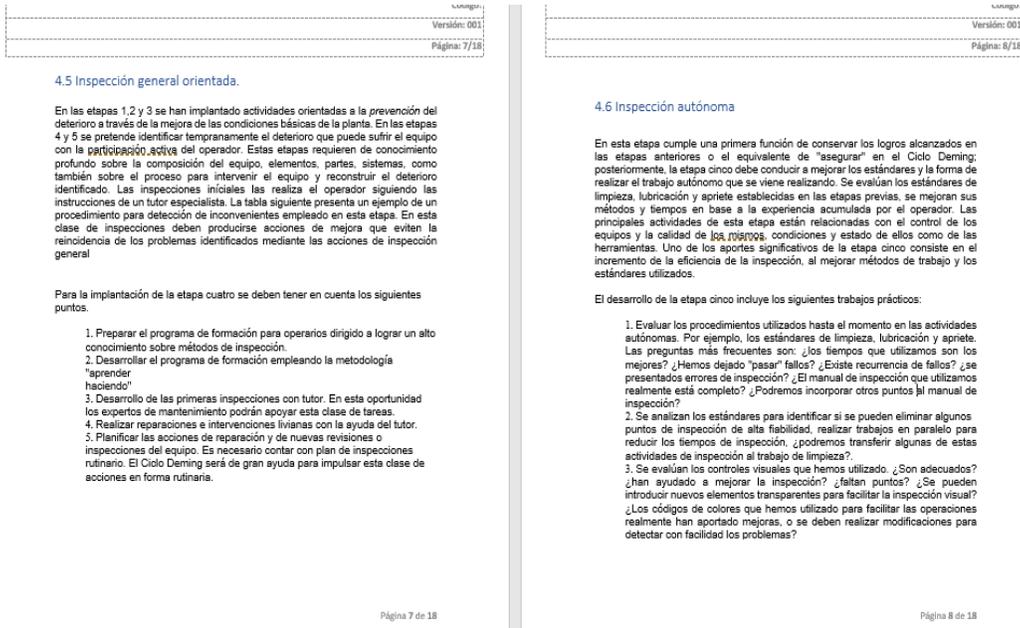
Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía., S.C.A.

Figura 58. Manual para la implementación de mantenimiento autónomo páginas 5-6



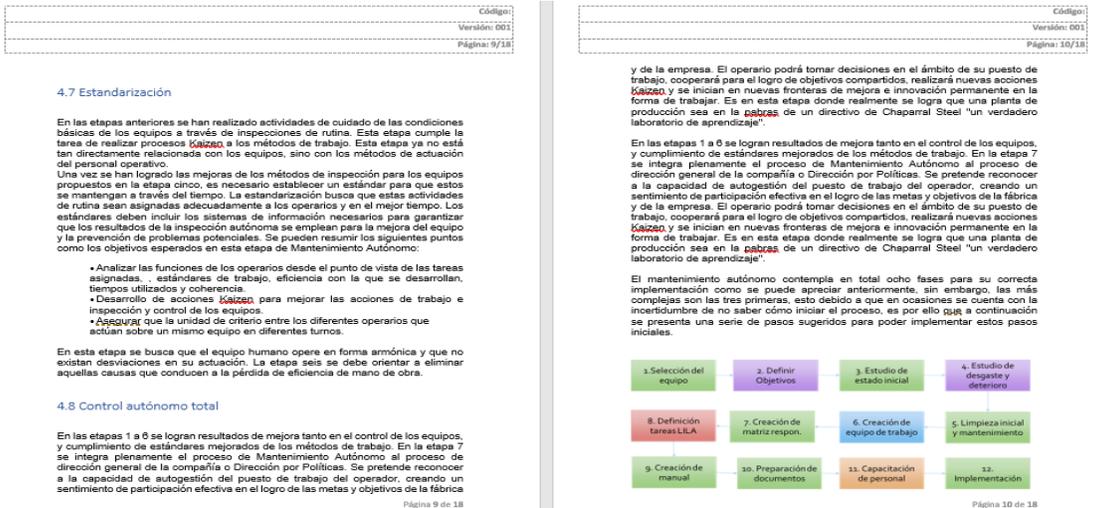
Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía., S.C.A.

Figura 59. Manual para la implementación de mantenimiento autónomo páginas 7-8



Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía.,S.C.A.

Figura 60. Manual para la implementación de mantenimiento autónomo páginas 9-10



Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía.,S.C.A.

Figura 61. Manual para la implementación de mantenimiento autónomo páginas 11-12

Código:
Versión: 001
Página: 11/18

5. Registros

Valoración del equipo, página 1

INDUSTRIAS ALIMENTICIAS KERN'S	
Administración y Negocio	Administración y Negocio
Producción	Producción
Logística	Logística
Compras	Compras
Recursos Humanos	Recursos Humanos
Seguridad	Seguridad
Calidad	Calidad
Investigación y Desarrollo	Investigación y Desarrollo
Marketing	Marketing
Finanzas	Finanzas
Legal	Legal
Comunicaciones	Comunicaciones

Valoración del equipo, página 2

INDUSTRIAS ALIMENTICIAS KERN'S	
HOJA DE VALORACION	
Modelo de Equipo	10
Marca	10
Material	10
CONDICIÓN DE VALORACION	
1	Óptimo
2	Buena
3	Regular
4	Pobre
5	Deficiente
6	Malísimo
7	Inservible
8	Destruído
9	Reservado
10	Reservado
11	Reservado
12	Reservado
13	Reservado
14	Reservado
15	Reservado
16	Reservado
17	Reservado
18	Reservado
19	Reservado
20	Reservado
21	Reservado
22	Reservado
23	Reservado
24	Reservado
25	Reservado

Código:
Versión: 001
Página: 12/18

Valoración del equipo, página 3

INDUSTRIAS ALIMENTICIAS KERN'S		
VALOR	DESCRIPCIÓN	INDICADOR
1	Óptimo	1
2	Buena	2
3	Regular	3
4	Pobre	4
5	Deficiente	5
6	Malísimo	6
7	Inservible	7
8	Destruído	8
9	Reservado	9
10	Reservado	10
11	Reservado	11
12	Reservado	12
13	Reservado	13
14	Reservado	14
15	Reservado	15
16	Reservado	16
17	Reservado	17
18	Reservado	18
19	Reservado	19
20	Reservado	20
21	Reservado	21
22	Reservado	22
23	Reservado	23
24	Reservado	24
25	Reservado	25

Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía.,S.C.A.

Figura 62. Manual para la implementación de mantenimiento autónomo páginas 13-14

Código:
Versión: 001
Página: 13/18

Valoración del deterioro

INDUSTRIAS ALIMENTICIAS KERN'S	
HOJA DE VALORACION DEL DETERIORO	
Modelo de Equipo	10
Marca	10
Material	10
CONDICIÓN DE VALORACION	
1	Óptimo
2	Buena
3	Regular
4	Pobre
5	Deficiente
6	Malísimo
7	Inservible
8	Destruído
9	Reservado
10	Reservado
11	Reservado
12	Reservado
13	Reservado
14	Reservado
15	Reservado
16	Reservado
17	Reservado
18	Reservado
19	Reservado
20	Reservado
21	Reservado
22	Reservado
23	Reservado
24	Reservado
25	Reservado

Código:
Versión: 001
Página: 14/18

Manual de mantenimiento autónomo

INDUSTRIAS ALIMENTICIAS KERN'S	
Manual de mantenimiento autónomo	
Modelo de Equipo	10
Marca	10
Material	10
CONDICIÓN DE VALORACION	
1	Óptimo
2	Buena
3	Regular
4	Pobre
5	Deficiente
6	Malísimo
7	Inservible
8	Destruído
9	Reservado
10	Reservado
11	Reservado
12	Reservado
13	Reservado
14	Reservado
15	Reservado
16	Reservado
17	Reservado
18	Reservado
19	Reservado
20	Reservado
21	Reservado
22	Reservado
23	Reservado
24	Reservado
25	Reservado

Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía.,S.C.A.

4.2. Evaluación de conocimientos

Parte de los pilares de mantenimiento autónomo es la educación y entrenamiento del sector operativo. Debido a que el objetivo principal de esta investigación es reducir todos aquellos paros menores mencionados al inicio, se debe contar con personal capacitado y adiestrado en la detección y clasificación de averías y en ejecutar de manera adecuada los procedimientos ante ciertas situaciones que se puedan presentar.

Es por ello que se realizará una entrevista a los 18 operadores de la línea, con el objetivo de determinar el alcance de sus capacidades y su conocimiento. El formato por utilizar es el siguiente:

Figura 63. Encuesta TPM realizada a operadores de la línea

ENCUESTA TPM

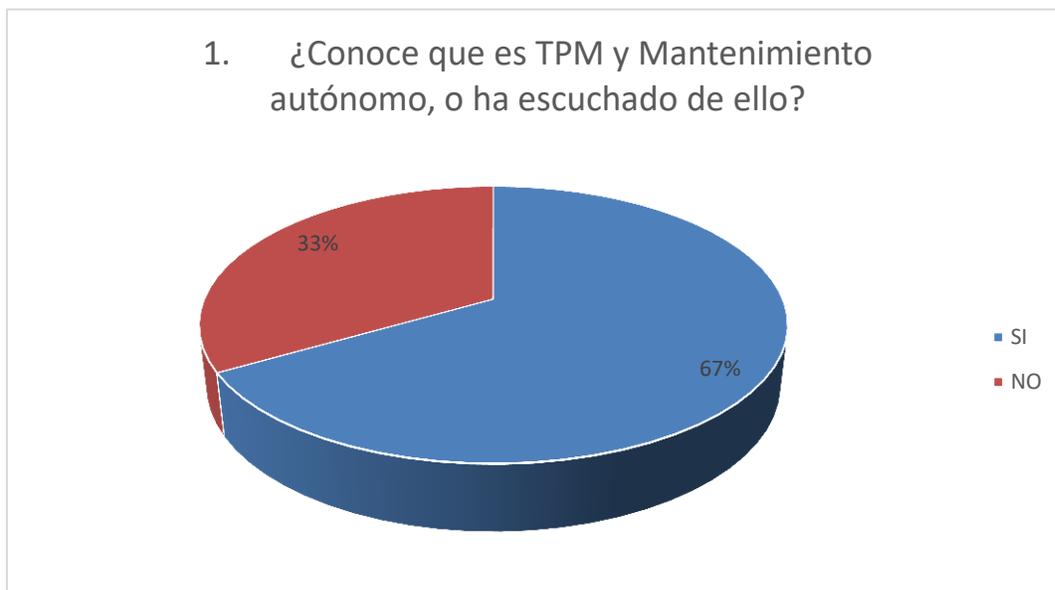
1. ¿Conoce que es TPM y Mantenimiento autónomo, o a escuchado de ello?
 - Si
 - No
2. ¿Conoce que tipos de mantenimiento son los realizados?
 - Si
 - No
3. ¿Cuáles cree que son las principales causas de averías en su equipo?
 - Falta de lubricación y limpieza
 - Falta de mantenimiento
 - Mal uso de los equipos
4. ¿Conoce los procedimientos adecuados de limpieza y lubricación de su equipo?
 - Si
 - No
5. ¿Ha leído alguna vez los manuales del equipo?
 - Si
 - No

¡GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!

Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía., S.C.A.

Al finalizar las encuestas y analizar los datos detenidamente se puede observar que los operadores tienen un conocimiento muy limitado sobre esta nueva filosofía de mantenimiento; así también, tienen un conocimiento muy básico de los equipos, además de carecer procedimientos establecidos y estandarizados de que hacer o como realizar ciertas actividades.

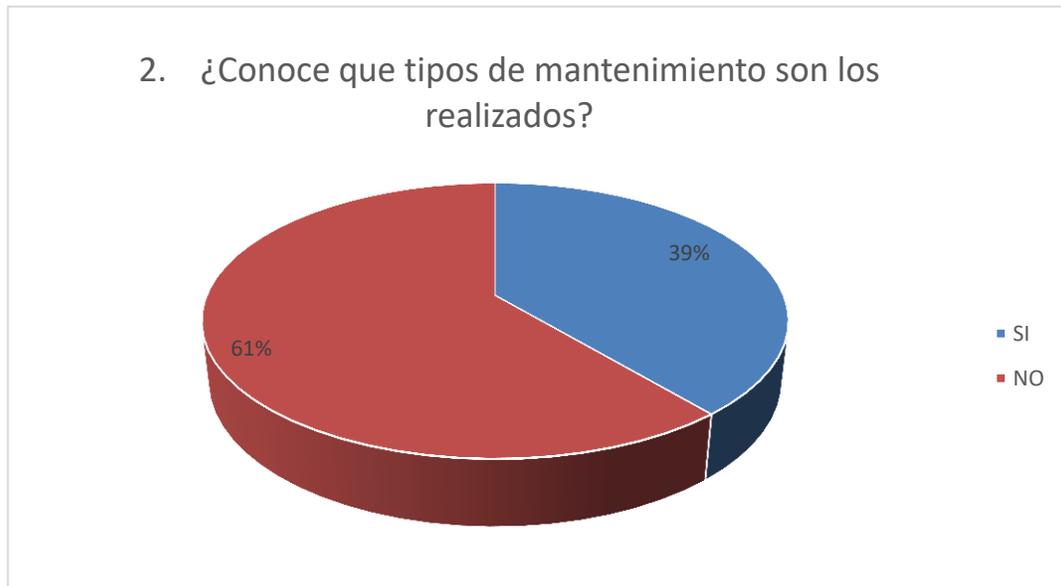
Figura 64. **Resultados de la primera pregunta de la encuesta realizada**



Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía.,S.C.A.

Para la primera pregunta realizada a los operadores acerca de si tienen algún conocimiento sobre la filosofía de TPM y mantenimiento autónomo casi el 70 % respondió de manera afirmativa, lo cual era de esperarse debido a que se han realizado campañas de concientización e información sobre estos nueve procesos. Por otra parte, un tercio del total consultado respondió de manera negativa, lo cual indica que es probable que las campañas informativas son efectivas, pero no suficientes.

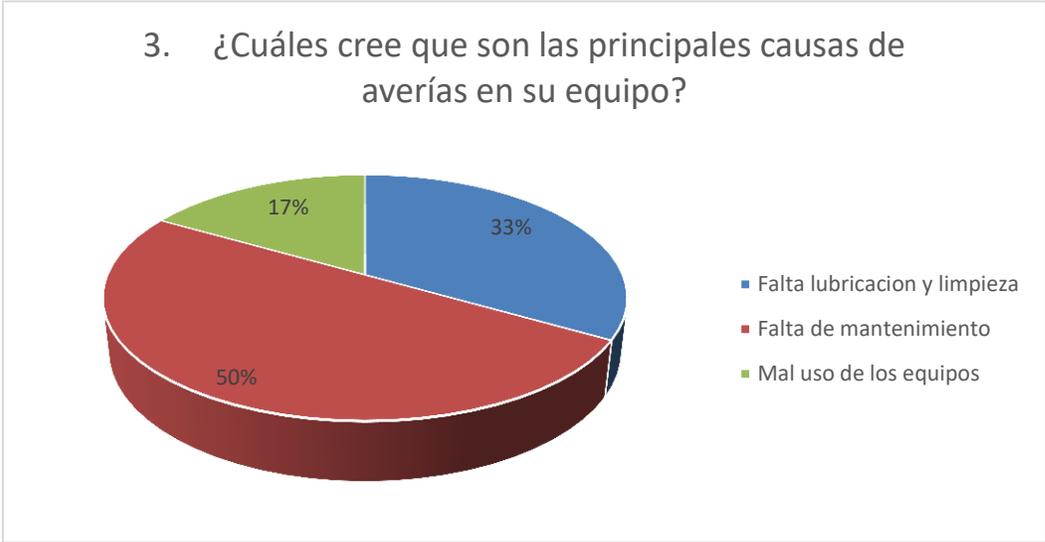
Figura 65. **Resultados de segunda pregunta de encuesta realizada**



Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía.,S.C.A.

En esta segunda pregunta se hace referencia a los mantenimientos y los tipos que hay. Más de dos tercios del total de los operadores tiene un conocimiento aceptable acerca de en qué consisten y cuáles son sus principales diferencias, mientras que el otro treinta por ciento se encuentra dubitativo, ya que ha escuchado sobre los mantenimientos pero desconoce el significado de cada uno de ellos o cuándo es realizado cada uno.

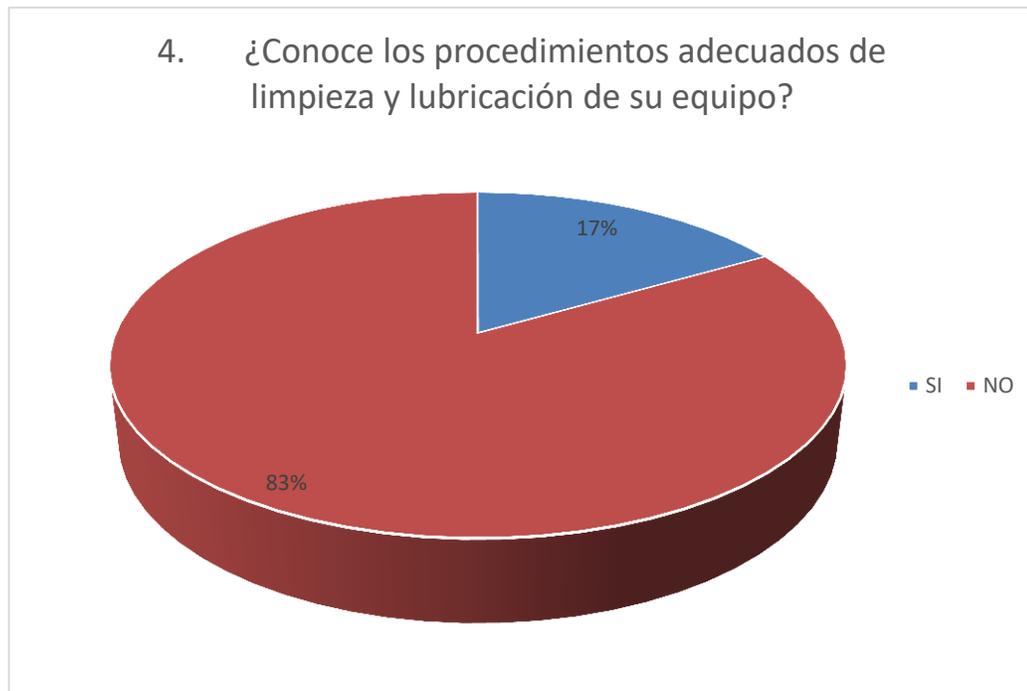
Figura 66. **Resultados de tercera pregunta de encuesta**



Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía.,S.C.A.

La tercera pregunta evalúa las principales causas de las averías de los equipos desde el punto de vista operativo. La mitad exacta de los operadores cree que el bajo desempeño de los equipos se ve afectado debido a la falta de mantenimiento ya que, según ellos, los mantenimientos son muy poco frecuentes, además de que hay piezas que llevan años sin ser reemplazadas. Por otra parte, el treinta por ciento de los operadores o un tercio de ellos, están de acuerdo con que el motivo de tener fallas frecuentes es debido a la falta de limpieza y lubricación adecuada, sobre todo esta segunda, ya que, al parecer, la grasa de ciertos elementos es poco reemplazada y no existe una periodicidad específica para cambios de lubricantes o inspecciones. El grupo restante de operadores afirma denotan que ciertas fallas en los equipos son causadas por errores humanos, ya que no existen procedimientos estandarizados.

Figura 67. **Resultados de la cuarta pregunta de la encuesta**



Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía.,S.C.A.

Para la cuarta pregunta, se consideró el conocimiento de los procedimientos adecuados de limpieza y lubricación, debido a que mantener una estandarización en los procedimientos disminuye cualquier probabilidad de error humano. Dentro de los datos recopilados, un ochenta por ciento de los operarios es congruente y conoce los procedimientos adecuados, mientras que un veinte por ciento restante no tiene claros los procedimientos que deben ser realizados.

Figura 68. **Resultados de la quinta pregunta de la encuesta**



Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía.,S.C.A.

Para la quinta pregunta se indagó conocimiento más profundo de los equipos. El ochenta por ciento de los operadores no ha utilizado o leído algún manual de los equipos, mientras que el diez por ciento sí ha buscado algún tipo de información más profunda en los manuales.

Como resumen del total de los datos obtenidos, los operarios de la línea de producción demuestran tener un conocimiento aceptable; sin embargo, se debe continuar con los procesos informativos, con el objetivo de ampliar y mejorar su capacidad de reconocimiento ante posibles fallas potenciales o proponer soluciones eficaces ante los diferentes tipos de averías que se puedan presentar.

4.3. Plan de capacitación continua

Con los resultados obtenidos, se pudo determinar que el nivel de conocimiento por parte de los operarios es bueno; sin embargo, no deja de ser superficial, puesto que las campañas informativas únicamente representa un primer acercamiento sobre los nuevos sistemas que se pretenden aplicar. Por ello es necesario, la creación de un plan de capacitación continua que permita informar de mejor manera en qué consisten estas nuevas filosofías, cuáles son sus beneficios y la manera correcta en que será llevada a cabo cada fase.

Estas capacitaciones deben realizarse con operadores, personal de mantenimiento y de producción. Es conveniente contar con la participación de las autoridades para tener una mayor validez y seriedad en el proceso. También será necesario el uso de videos, imágenes, lluvias de ideas, entre otros, que permita tener un ambiente de comodidad e interactivo.

- Alcance del plan de capacitación

El presente plan de capacitación es para el uso tanto del personal operativo como departamento de producción del área de bebidas y alimentos.

- Objetivos

General

Capacitar al departamento de producción para que pueda apropiarse y ejecutar de manera adecuada el programa de mantenimiento autónomo, así como informar a los operadores de la línea sobre los pilares y fundamentos de esta nueva filosofía.

Específicos:

1. Capacitar a los representantes del personal operativo y de producción sobre la filosofía de TPM y mantenimiento autónomo, cómo deberá ser ejecutado y los formatos con los cuales se trabajará.
2. Informar a los operarios de la línea sobre el principio de 5S de mantenimiento, sus beneficios y desventajas si no se aplica.
3. Capacitar al departamento de producción en el diseño e implementación adecuado de un plan de mantenimiento autónomo para que pueda ser replicado a todas las líneas de producción.

Tabla XXVIII. **Cronograma de capacitaciones**

DESCRIPCION ACTIVIDAD	MES 1				MES2				MES 3			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Capacitacion TPM Y MA (Mantenimeinto autonomo). Departamento de produccion area de bebidas												
Capacitacion TPM Y MA (Mantenimeinto autonomo). Sector operativo												
Capacitacion 5S de mantenimiento. Departamento de produccion area de bebidas												
Capacitacion 5S de mantenimeinto. Sector operativo												
Capacitacion Mantenimeinto autonomo. Departamento de produccion.												

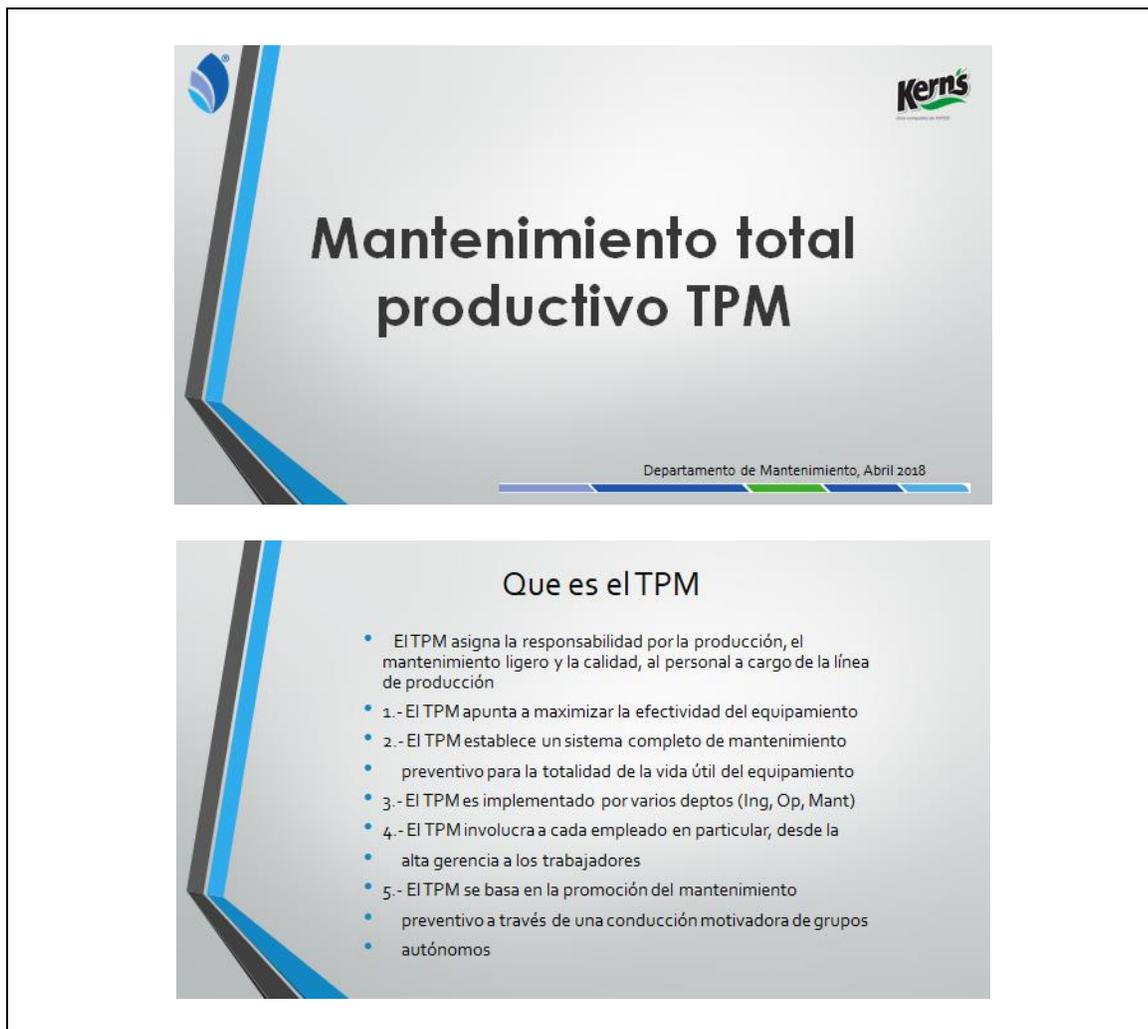
Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía.,S.C.A.

Se hará un total de tres capacitaciones que tendrán una duración aproximada de hora y media. Debido a la falta de tiempo y a que no se puede desatender por completo la línea de producción, las charlas con el sector operativo se realizarán en grupos de cinco personas en los tiempos indicados por los supervisores. Esto permitirá tener una mejor comunicación y que el mensaje sea captado de manera mucho más adecuada.

4.3.1. Capacitación de TPM (Mantenimiento total productivo)

Para esta primera capacitación se pretende abarcar los temas tanto de mantenimiento total productivo como mantenimiento autónomo; brindar una idea mucho más clara sobre en qué consisten estos dos términos, sus beneficios y la forma de implementación.

Figura 69. **Presentación utilizada para capacitación de TPM**



Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía.,S.C.A.

Figura 70. Presentación utilizada para capacitación de TPM parte 2

Elementos del TPM

- Mantenimiento correctivo programado
- Mantenimiento preventivo (incluye predictivo por proveedores: termografía infrarroja, análisis de vibraciones y aceites)
- Mantenimiento productivo autónomo por operadores (limpieza, lubricación, etc.)
- Mantenimiento proactivo por Ingeniería (rediseño, Poka Yokes)

Mejoras enfocadas

- Son actividades que se desarrollan con la intervención de las diferentes áreas comprometidas en el proceso productivo con el objetivo de maximizar la Efectividad Global de Equipos, procesos y plantas; todo esto a través de un trabajo organizado en equipos funcionales e interfuncionales que emplean metodología específica y centran su atención en la eliminación de las pérdidas existentes en las plantas industriales.

El diagrama muestra un ciclo de mejora enfocada con los siguientes pasos:

- PASO 1:** Definición del tema de estudio
- PASO 2:** Crear estructura para el proyecto
- PASO 3:** Identificar situación actual y establecer objetivos de mejora
- PASO 4:** Diagnóstico del problema de estudio
- PASO 5:** Formular plan de acción
- PASO 6:** Implementar acciones
- PASO 7:** Evaluación de resultados

En el centro del diagrama se encuentra un círculo dividido en cuatro cuadrantes que representan el ciclo PDCA: **Actuar** (top-left), **Planear** (top-right), **Verificar** (bottom-left) y **Hacer** (bottom-right). Una flecha curva indica el flujo continuo entre estos cuadrantes.

Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía., S.C.A.

Figura 71. Presentación utilizada para capacitación de TPM parte 3

Pasos del mantenimiento autónomo

LOS PASOS	LAS ACTIVIDADES
1.- Limpieza Inicial (5S's)	Limpieza para eliminar polvo y suciedad, principalmente en el cuerpo del equipo; lubricar y apretar pernos, descubrir problemas
2.- Acciones en la fuente de los problemas	Prevenir la causa del polvo, suciedad y difusión de esquirlas, mejorar partes que son difíciles de limpiar y lubricar, reducir el tiempo requerido para limpiar y lubricar
3.- Estándares de limpieza y lubricación	Establecer estándares que reduzcan el tiempo gastado limpiando, lubricando y apretando (específicamente tareas diarias y periódicas)
4.- Inspección General	Con la inspección manual se genera instrucción los miembros de círculos descubren y corrigen defectos menores del equipo
5.- Inspección autónoma	Desarrollar y emplear listas de chequeo para inspección autónoma
6.- Organización y orden	Estandarizar categorías de control de lugares de trabajo individuales; sistematizar a fondo el control del mantenimiento; estándares de inspección, limpieza y lub... registro, datos y mantenimiento
7.- Mantenimiento autónomo pleno	Desarrollar adicionales de políticas y metas compañía, incrementar regularidad de actividades mejora. Registrar resultados análisis MTBF y diseñar contramedidas en concordancia

Filosofía de 5s

- Basada en palabras japonesas que comienzan con una "S", esta filosofía se enfoca en trabajo efectivo, organización del lugar y procesos estandarizados de trabajo. 5S, simplifica el ambiente de trabajo, reduce los desperdicios y actividades que no agregan valor, al tiempo que incrementa la seguridad y eficiencia de calidad.

La estrategia de las 5 S's

5. AUTODISCIPLINA
Todos iguales, siempre

4. ESTANDARIZACIÓN
No limpiar más, sino evitar que se ensucie

3. LIMPIEZA
Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar

2. ORDEN
Distinguir entre lo que es necesario y lo que no lo es.

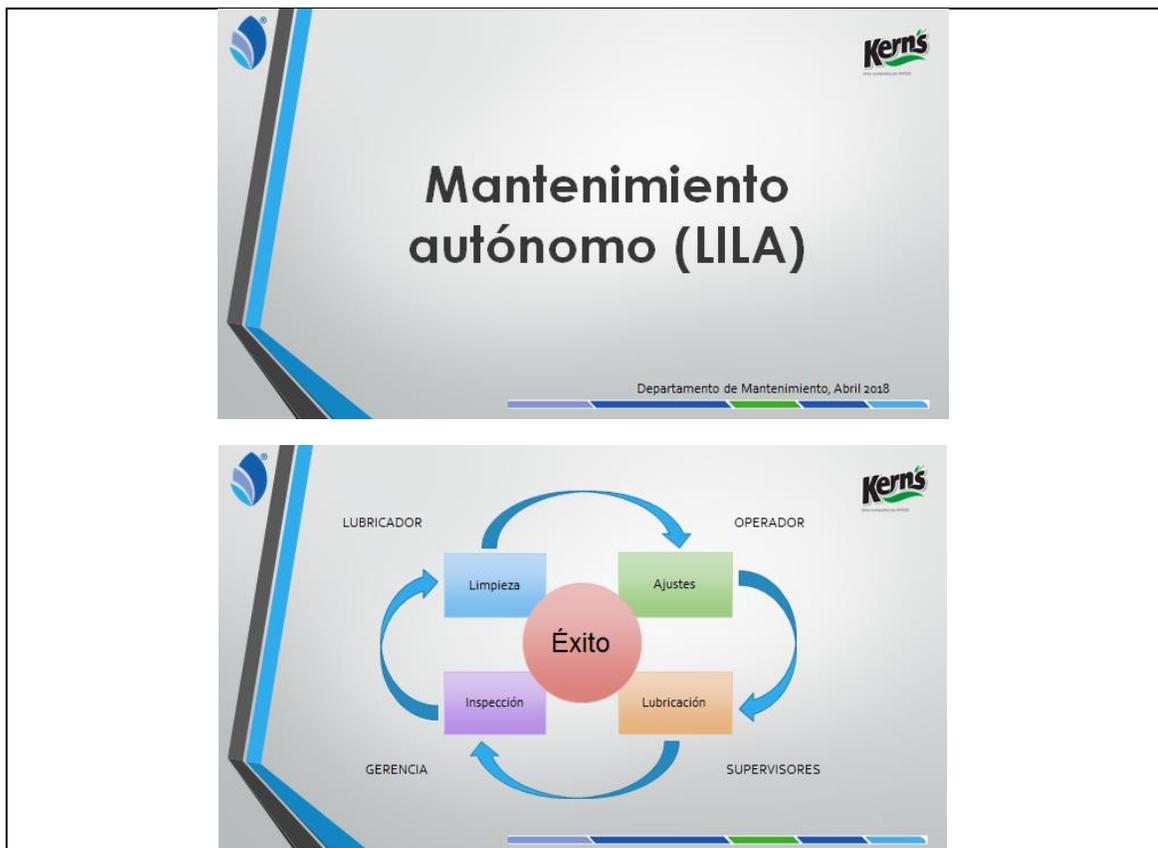
1. SELECCIÓN

Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía., S.C.A.

4.3.2. Capacitación de mantenimiento autónomo

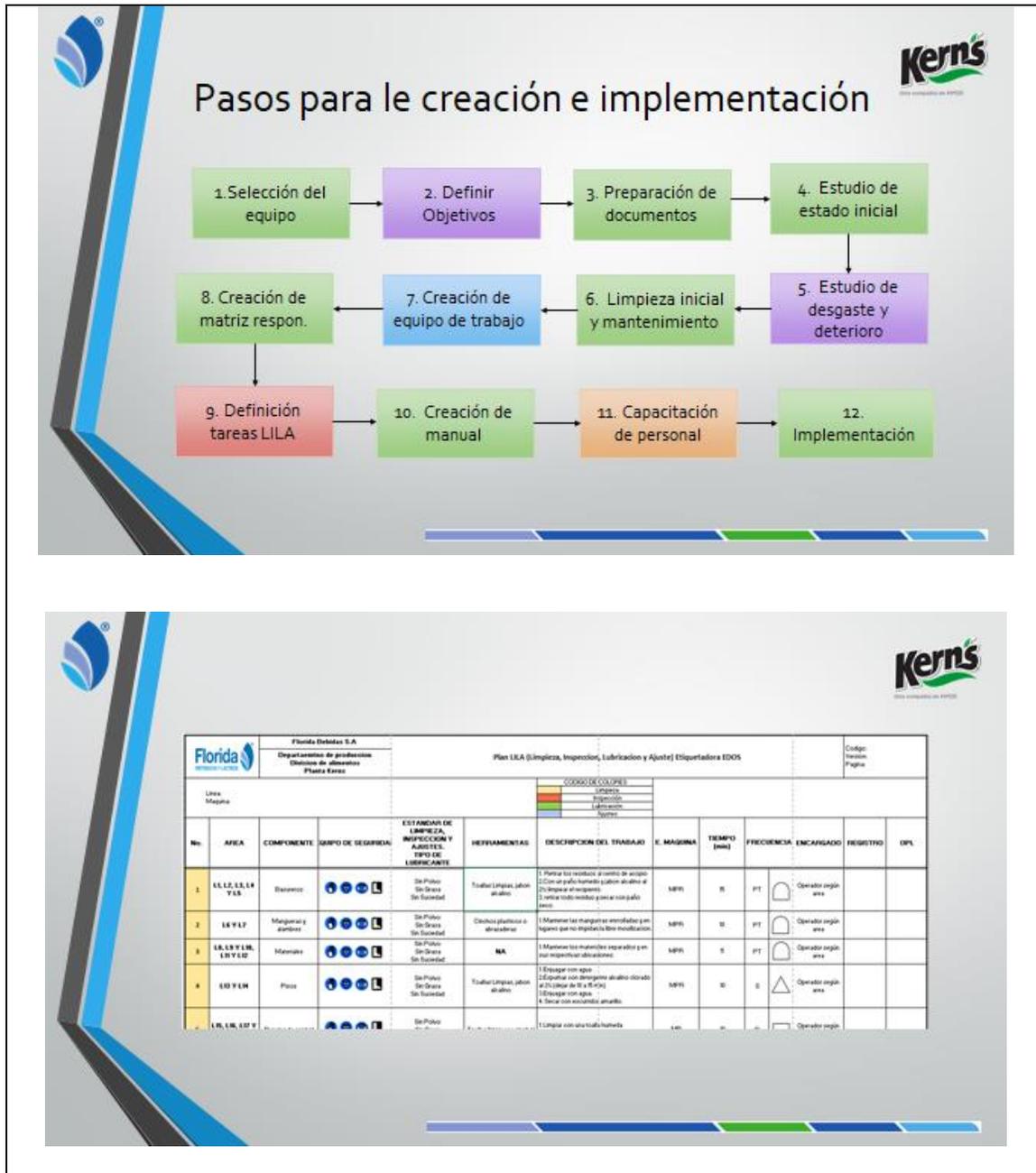
En esta segunda capacitación, se pretende que sea únicamente impartida para el departamento de producción, esto puesto que se tocarán temas mucho más técnicos sobre el diseño, planificación y ejecución de un plan para la correcta gestión de mantenimiento autónomo. El objetivo de esta charla es la de capacitar a los supervisores y jefes de las diferentes áreas, sobre cómo ejecutar las primeras fases de esta filosofía de mantenimiento para que pueda ser replicado en las demás líneas de producción.

Figura 72. Presentación para capacitación de MA



Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía., S.C.A.

Figura 73. Presentación para capacitación de MA parte 2



Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía., S.C.A.

Figura 74. Presentación para capacitación MA parte 3

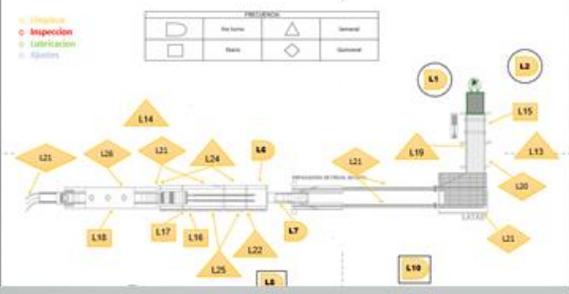



Mapa de actividades

	Florida Bebidas S.A. Área que aplica Operación, Mantenimiento y Línea Planta Central / Pasañá-Guaymas	Mapa Semanal Limpieza, Inspección, Lubricación y Ajuste Empaquetadora EDOS	Código: Versión: Página: 01
--	--	---	-----------------------------------

● Limpieza	○ Inspección	○ Lubricación	○ Ajustes
--	---	---	--

▶	◀	▲	▼
Inicio	Fin	Inicio	Fin






Paso 12: Implementación

Esta ultima fase se debe asegurar que toda la documentación se encuentre preparada, así como, los operarios estén preparados para realizar las tareas respectivas.

Debido a que siempre existe cierta incertidumbre durante los primeros días, el supervisor de producción deberá estar atento a que los procedimientos sean realizados de manera adecuada y se cuenten con todos los suministros necesarios.

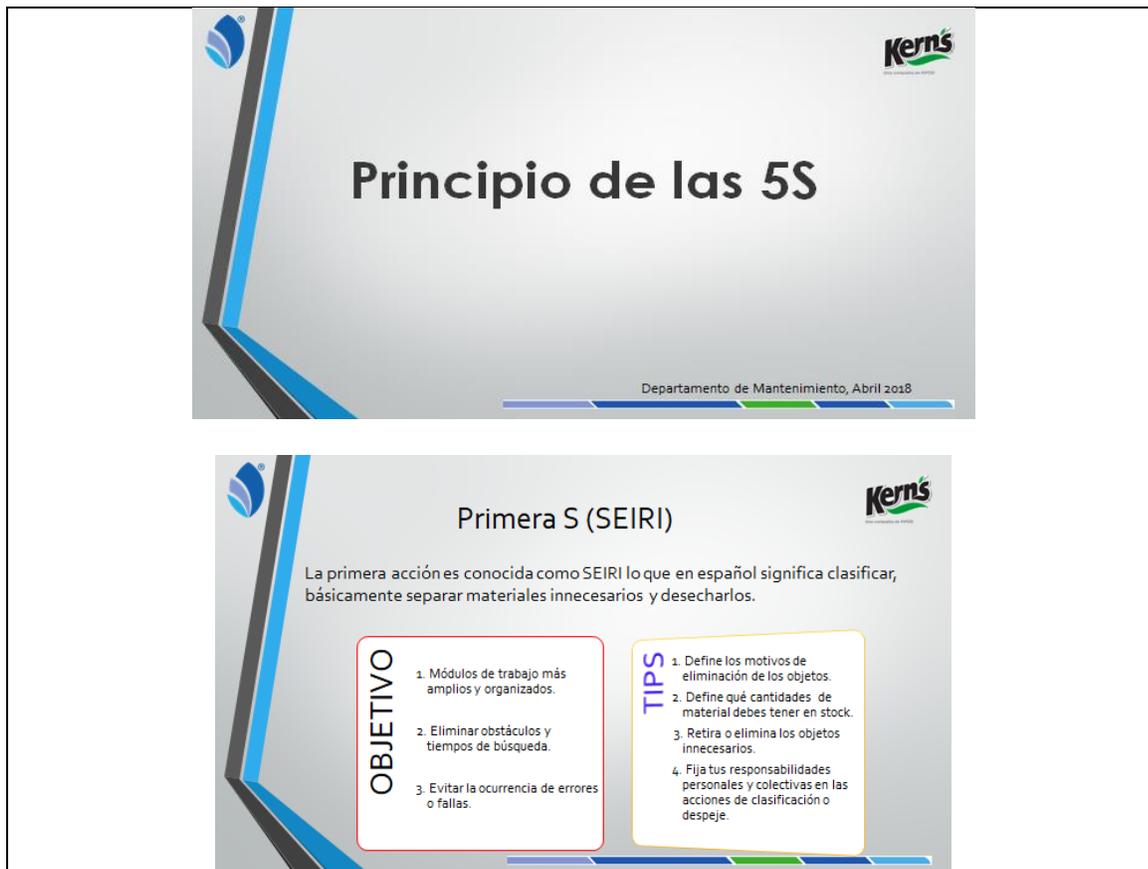
Esta es únicamente la primera etapa, ya que para mejorar esta primera propuesta se debe de incluir nuevas actividades propuestas por los operadores, adquiridas con la experiencia que permitan tornar mucho mas eficiente el proceso.

Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía.,S.C.A.

4.3.3. Capacitación 6S

Por último, una de las bases fundamentales para que se puede implementar TPM en planta, además de una correcta gestión de mantenimiento autónomo, se debe capacitar al equipo de trabajo sobre una filosofía de 6S. El objetivo es hacer un primer acercamiento con el sector operativo y departamento de producción sobre la importancia de un ambiente laboral ordenado y limpio, además de generar una ideología basada en la disciplina y estandarización de las actividades.

Figura 75. Presentación para la capacitación de 6S



Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía., S.C.A.

Figura 76. Presentación para la capacitación de 6S parte 2

Segunda S (SEITON)

Reubicar cada una de las cosas necesarias en un orden específico que puedan ser recogidas y utilizadas fácilmente.

OBJETIVO

1. Cada objeto tenga una **ubicación definida**.
2. **Evitar demoras** en ubicar los objetos.
3. Asegurar que el objeto que se **coloque primero se utilice primero**.
4. Dar **fluidez** a los procedimientos de trabajo.
5. **Facilitar las labores diarias**.

TIPS

1. Coloca objetos según una **manipulación segura y eficiente**.
2. Evita ubicar objetos en pasadizos, zonas de seguridad interna o frente a equipos de emergencia.
3. **Limita la cantidad de artículos ornamentales y personales**.
4. **Retorna el objeto a la zona de almacenamiento o ubicación inicial**.

Tercera S (SEISO)

En esta fase se pretende limpiar el área de trabajo y verificar la operatividad de los equipos.

OBJETIVO

1. Tener un área de trabajo **limpia, segura y confortable**.
2. **Facilitar los procedimientos de trabajo de alta calidad**.
3. **Mantener equipos de trabajo en buen estado**.

TIPS

1. **Mantén tu zona de trabajo impecable**.
2. **Verifica el estado de los materiales o equipos durante las acciones de limpieza**.
3. **Elimina fuentes o procedimientos que originen suciedad**.
4. **Se meticoloso y mantén aún limpio los lugares inaccesibles**.

Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía., S.C.A.

Figura 77. Presentación para la capacitación de 6S parte 3

Cuarta S (SEIKETSU)

Conserva impecable el lugar de trabajo e instalaciones de la empresa.

OBJETIVO

1. Mantener las técnicas de despeje, orden y limpieza.
2. Normalizar procedimientos diarios de mantenimiento.
3. Tener un control visual del estado del puesto de trabajo.

TIPS

1. Aplica y mantén las 3 técnicas anteriores.
2. Identifica y norma lugares y objetos de mayor control.
3. Haz conocida las normas de mantenimiento adecuado de los objetos entre los colaboradores.
4. Coloca señales visibles de mejoramiento. Ejemplo: Post it con "Bien" o "Necesita mejorar" o "Inaceptable".

Quinta S (SEIKETSU)

En esta fase se alcanza la capacidad autónoma de aplicar las técnicas constantemente.

OBJETIVO

1. La práctica continua y óptima de las 4 técnicas anteriores.
2. Establecer una cultura de cooperación y alta productividad.

TIP

Practica diariamente las normas de 5s definidas previamente de forma personal y grupal.

Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía.,S.C.A.

CONCLUSIONES

1. El mantenimiento autónomo es más que una nueva filosofía de mantenimiento; es generar una cultura de cuidado por parte de los operadores hacia los equipos. Por ende, el proceso es extenso y de múltiples etapas en las cuales se deben realizar un proceso de análisis y planes de acción.
2. Gran parte de los *Minor stops* hallados durante el proceso de investigación son causados por no realizar actividades sencillas como limpiezas, inspecciones, lubricaciones y ajustes; de ahí la importancia de implementar este nuevo sistema.
3. Un manual de mantenimiento autónomo no es constante, este debe ser dinámico, con una retroalimentación frecuente por parte de operadores con el objetivo de detallar, mejorar y optimizar las tareas que se estén realizando y, en consecuencia, la mejora de este.
4. Debido a que la filosofía de mantenimiento autónomo pretende involucrar en mayor medida a los operadores de línea, se debe realizar capacitaciones continuas que les permitan desarrollar nuevas destrezas y habilidades, para mantener a sus equipos en condiciones óptimas.

RECOMENDACIONES

1. Realizar el procedimiento establecido lo más parecido posible para las demás líneas de producción de la empresa, para poder obtener resultados similares a los de la línea piloto de esta investigación..
5. Permitir que el sector operativo tenga una participación mucho más activa, ya que ellos serán los principales de las actividades que deben realizarse a los equipos.
6. Mantener el proceso de capacitaciones continuas y trabajos conjunto operador-técnico, para tener una retroalimentación continua por parte del sector operativo, mantener un flujo de información continuo y mejorar las actividades propuestas en este proyecto.
7. Crear y mantener un ambiente de liderazgo; respecto a ideas y aportes de cada persona, reconocer su participación dentro del proyecto. Es más que imperativo que se sustituya el concepto de supervisor como un jefe, sino como alguien que guíe y lidere la ejecución de los proyectos futuros, con el objetivo de mantener un ambiente laboral agradable y saludable.
8. Debido a que este es uno de los primeros pilares de TPM que entra en ejecución en la empresa, los siguientes, deben ir alineados y conjuntos lo mejor posible a este, para lograr la armonía y equilibrio esperado en esta nueva etapa.

9. Aunque el pilar de mantenimiento autónomo esté enfocado al área de producción, se debe tener una participación conjunta con el departamento de mantenimiento para evitar que las rutinas sean repetidas, lo que ocasionaría un gasto de recursos y personal innecesario. Además, se pretende que con esta ayuda mutua se mejore la relación laboral entre ambos departamentos y se vea reflejado en un aumento directo del desempeño de los equipos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Anónimo. *Etapas del mantenimiento Aautónimo*. [en línea] <<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=7&ved=2ahUKEwjBzuqwip7jAhWrpFkKHS6pAU8QFjAGegQICRAC&url=http%3A%2F%2Fhemaruce.angelfire.com%2FEMA.pdf&usg=AOvVaw3f9QQdlnFgJymqcG7vP27u>>. [Consulta: 5 de marzo de 2019].
2. Anónimo. Llenadora de líquidos Solbern, s.f. 50 p.
3. FAG. Averías de los rodamientos, Reconocimiento de daños e inspección de rodamientos, Barcelona, España: 2003.35 p.
4. MARROQUÍN, Irene. *Operational performance indicator (opi)*, Guatemala, Guatemala: Departamento de control de operaciones, Industrias alimenticias Kern's, 2018. 115 p.
5. MOTORVARIO. *Instrucciones para el uso y el mantenimiento de motores eléctricos*. s.f. 50 p.
6. Pneumatic Scale Angelus, Operation, Maintenance and Parts Mnaual, California, Estados Unidos: s.f. 236 p.
7. RathGibson, Tuberías sanitarias de acero inoxidable, Estados Unidos, s.f. 25 p.

8. RODAS CASTELLANOS, Walmer. *Sistema de mantenimiento productivo total en líneas rápidas de alimentos Kern's, S.A.* Guatemala, Guatemala: Facultad de ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2018. 305 p.
9. SKF Argentina SA, Correas, Buenos Aires, Argentina: 2014. 35 p.
10. URRUTIA, Daniel, *Recomendaciones de uso y mantenimiento de cadenas tipo ICE CHAINS*, Buenos Aires, Argentina: Dpto. Técnico EPLIF, Empresa para la industria frigorífica (EPEFLIF). 2011. 70 p.
11. VARGAS MONROY, Lisseth. *Implementación del pilar "Mantenimiento autónomo" en el centro de proceso vibrado de la empresa Finart S.A.S.* Bogotá, Colombia: Facultad tecnológica, Universidad distrital Jose de Caldas, 2016. 236 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. Estudios de estado general de la llenadora

ANEXO 1			
ANÁLISIS DE LA CONDICIÓN DEL EQUIPO			
Descripción del equipo:	Llenadora Solbern	Evaluado por :	Carlos Archia
Fecha:	5/03/2019		
Confiabilidad/comentarios:	Buena		
Capacidad/comentario:	27000 unidades/hora. Ninguno		
Condición general:	Muy buena en terminos generales, estructura con un poco de suciedad pero sin relevancia en su funcionamiento, internamente se observa restos de producto sin mayor influencia.		
Apariencia/limpieza:	Buena		
comodidad de operación:	Buena		
seguridad/ambiente:	Regular		
Comentarios:	Suciedad acumulada en ciertas areas, pisos humedos y pocas partes con desgaste agravado		

Continuación del apéndice 1.

ANEXO 2			
TABLA DE CLASIFICACIÓN TPM			
CATEGORÍA	ITEM	CLASIFICACION:0(POBRE)-5(BUENO)	CALIFICACION.
General	1	Equipo libre de suciedad,polvo, aceite en exceso, entre otros	2
	2	Pernos tornillos y soporte de equipos bien ajustados.	5
	3	Toda cubierta de equipo y acceso a paneles de control es seguro.	5
Eléctrica	4	Cables eléctricos están revestidos y las conexiones ajustadas.	3
	5	Switches, paneles y medidores estan limpios, rotulados y operables.	4
	7	Mangueras de aire comprimido sin fugas.	5
	8	Consola de equipos están limpias y todas las lámparas indicadoras trabajan.	3
Lubricación	9	Lineas de lubricacion con ausencia de fugas y niveles adecuados.	5
	10	Boquillas de inyeccion de lubricante limpias.	5
	11	Lubricacion adecuada para cadenas y sprocket.	5
	12	Lubricacion correcta de puntos fijos de engrase.	5
	13	Lubricantes adecuados.	5
	14	Exceso de lubricante en cadenas, sprocket y chumaceras.	5
Lugar de trabajo	15	Herramientas en orden.	0
	16	Accesorios de limpieza limpios, en su lugar y operables.	5
	17	Piso limpio.	3
	18	Área de trabajo limpia y barrida.	5
	19	Buena iluminaci3n.	4
	20	Herramientas rotuladas.	0
	21	Herramientas ubicadas cerca del operador.	0
	22	Solo material necesario est3 en el sitio de trabajo.	5
Control	23	Existe una planificaci3n diaria de limpieza.	5
	24	Existe auditoría semanal de limpieza.	5
	25	Lista de verificaci3n diaria del TPM.	0

ANEXO 3			
HOJA DE CALIFICACIÓN			
		DEPARTAMENTO:	MANTENIMIENTO
		FECHA:	21/01/2018
		UBICACIÓN:	Kern's Guatemala
SUME LOS 23 ITEMS	89		
DIVIDA PARA 23	3,87		
ITEM	RAZÓN DE BAJA CALIFICACIÓN		
1	Producto acumulado en partes criticas como cadenas, cajas de engranajes y bombas.		
1	Instrumentos de medicion poco visibles y sucios.		
1	La superficie del equipo presenta abracci3n.		
1	Caja de engranajes y bomba con alto desgaste debido a contacto directo con producto.		
4	Conexiones electricas mal distribuidas y en contacto con producto constantemente.		
8	Paneles de contro sin limpieza y poco visibles.		
15	No aplica, debido a que el operario no cuenta con herramientas.		
17	Los pisos se encuentran generalmente humedos.		
20	No aplica, debido a que el operario no cuenta con herramientas.		
21	No aplica, debido a que el operario no cuenta con herramientas.		
25	Aun no se cuenta con una lista de verificacion diaria de TPM.		

Continuación del apéndice 1.

ANEXO 3				
RÉCORD DE OPORTUNIDADES TPM				
GRUPO DE TRABAJO:		Departamento de mantenimiento	FECHA: 05/03/2019	
Ítem No.	Descripción del problema	Acción a tomar	persona responsable	fecha
1	Producto acumulado en partes críticas como cadenas, cajas de engranajes y bombas.	Creacion de tolvas de proteccion	supervisores	
2	Instrumentos de medicion poco visibles y sucios.	Limpieza diaria	operario	
3	La superficie del equipo presenta abrasión.	Limpieza semanal	operario	
4	Caja de engranajes y bomba con alto desgaste debido a contacto directo	Creacion de tolva de proteccion	supervisores	
5	Conexiones electricas mal distribuidas y en contacto con producto	Redistribucion de conexiones	Electricista	
6	Paneles de contro sin limpieza y poco visibles.	Limpieza semanal	operario	
7	No aplica, debido a que el operario no cuenta con herramientas.	No aplica		
8	Los pisos se encuentran generalmente humedos.	Secado diario	operario	
9	No aplica, debido a que el operario no cuenta con herramientas.	No aplica		
10	No aplica, debido a que el operario no cuenta con herramientas.	No aplica		
11	Aun no se cuenta con una lista de verificacion diaria de TPM.	Lista de verificacion	supervisores	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Estudios de estado general de la selladora

ANEXO 1	
ANÁLISIS DE LA CONDICIÓN DEL EQUIPO	
Descripción del equipo:	Selladora Angelus 61H
Fecha:	05/03/2019
Evaluado por:	Carlos Archia
Confiabilidad/comentarios:	Buena
Capacidad/comentario:	27000 unidades/hora. Ninguno
Condición general:	Muy buena en terminos generales, estructura con un poco de suciedad pero sin relevancia en su funcionamiento, internamente se observa restos de producto sin mayor influencia.
Apariencia/limpieza:	Buena
comodidad de operación:	Buena
seguridad/ambiente:	Regular
Comentarios:	Alto grado de desgaste en ciertas partes correspondientes a estrellas divisoras, chuck y rodos de sellado y platos base.

Continuación del apéndice 2.

ANEXO 2			
TABLA DE CLASIFICACIÓN TPM			
CATEGORÍA	ITEM	CLASIFICACION:0(POBRE)-5(BUENO)	CALIFICACION.
General	1	Equipo libre de suciedad,polvo, aceite en exceso, entre otros	2
	2	Pernos tornillos y soporte de equipos bien ajustados.	5
	3	Toda cubierta de equipo y acceso a paneles de control es seguro.	5
Eléctrica	4	Cables eléctricos están revestidos y las conexiones ajustadas.	3
	5	Switches, paneles y medidores estan limpios, rotulados y operables.	4
	7	Mangueras de aire comprimido sin fugas.	5
	8	Consola de equipos están limpias y todas las lámparas indicadoras trabajan.	3
Lubricación	9	Lineas de lubricacion con ausencia de fugas y niveles adecuados.	5
	10	Boquillas de inyeccion de lubricante limpias.	5
	11	Lubricacion adecuada para cadenas y sprocket.	5
	12	Lubricacion correcta de puntos fijos de engrase.	5
	13	Lubricantes adecuados.	5
	14	Exceso de lubricante en cadenas, sprocket y chumaceras.	5
Lugar de trabajo	15	Herramientas en orden.	0
	16	Accesorios de limpieza limpios, en su lugar y operables.	5
	17	Piso limpio.	3
	18	Área de trabajo limpia y barrida.	5
	19	Buena iluminaci3n.	4
	20	Herramientas rotuladas.	0
	21	Herramientas ubicadas cerca del operador.	0
	22	Solo material necesario est3 en el sitio de trabajo.	5
Control	23	Existe una planificaci3n diaria de limpieza.	5
	24	Existe auditoría semanal de limpieza.	5
	25	Lista de verificaci3n diaria del TPM.	0

ANEXO 3			
HOJA DE CALIFICACIÓN			
		DEPARTAMENTO:	MANTENIMIENTO
		FECHA:	21/01/2018
		UBICACIÓN:	Kern's Guatemala
SUME LOS 23 ITEMS	89		
DIVIDA PARA 23	3,87		
ITEM	RAZÓN DE BAJA CALIFICACIÓN		
1	Producto acumulado en partes criticas como cadenas, cajas de engranajes y bombas.		
1	Instrumentos de medicion poco visibles y sucios.		
1	La superficie del equipo presenta abracci3n.		
1	Caja de engranajes y bomba con alto desgaste debido a contacto directo con producto.		
4	Conexiones electricas mal distribuidas y en contacto con producto constantemente.		
8	Paneles de contro sin limpieza y poco visibles.		
15	No aplica, debido a que el operario no cuenta con herramientas.		
17	Los pisos se encuentran generalmente humedos.		
20	No aplica, debido a que el operario no cuenta con herramientas.		
21	No aplica, debido a que el operario no cuenta con herramientas.		
25	Aun no se cuenta con una lista de verificacion diaria de TPM.		

Continuación del apéndice 2.

ANEXO 3				
RÉCORD DE OPORTUNIDADES TPM				
GRUPO DE TRABAJO: Departamento de mantenimiento			FECHA: 05/03/2019	
Item No.	Descripción del problema	Acción a tomar	persona responsable	fecha
1	Producto acumulado en partes críticas como cadenas, cajas de engranajes y estrellas divisoras.	Limpieza diaria	operario	
2	Instrumentos de medición poco visibles y sucios.	Limpieza diaria	operario	
3	Platos base, chuck y rodillos de sellado altamente desgastados.	Cambio de partes desgastadas	mecanico	
4	Torreta inferior de la estructura sucia por contacto directo con producto y nitrógeno líquido.	Limpieza diaria	operario	
5	Paneles de control sin limpieza pero visibles.	Limpieza semanal	operario	
6	No aplica, debido a que el operario no cuenta con herramientas.	No aplica		
7	Acumulación de envases de aluminio o tapaderas.	Limpieza diaria	operario	
8	No aplica, debido a que el operario no cuenta con herramientas.	No aplica		
9	No aplica, debido a que el operario no cuenta con herramientas.	No aplica		
10	Aun no se cuenta con una lista de verificación diaria de TPM.	Lista de verificación	supervisores	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. Estudios de estado general de la empaquetadora

ANEXO 1	
ANÁLISIS DE LA CONDICIÓN DEL EQUIPO	
Descripción del equipo:	mbandejadora Estándar Knap
Fecha:	05/03/2019
Evaluado por:	Carlos Archia
Confiabilidad/comentarios:	Regular
Capacidad/comentario:	
Condición general:	Desgastada gravemente en ciertas áreas del área motriz del equipo. Suciedad acumulada en área motriz del equipo y mala lubricación general.
Apariencia/limpieza:	Mala
comodidad de operación:	Buena
seguridad/ambiente:	Bueno
Comentarios:	Suciedad acumulada en áreas críticas del equipo.

Continuación del apéndice 3.

ANEXO 2			
TABLA DE CLASIFICACIÓN TPM			
CATEGORÍA	ITEM	CLASIFICACION:0(POBRE)-5(BUENO)	CALIFICACION.
General	1	Equipo libre de suciedad, polvo, aceite en exceso, entre otros	2
	2	Pernos tornillos y soporte de equipos bien ajustados.	5
	3	Toda cubierta de equipo y acceso a paneles de control es seguro.	5
Eléctrica	4	Cables eléctricos están revestidos y las conexiones ajustadas.	3
	5	Switches, paneles y medidores estan limpios, rotulados y operables.	4
	7	Mangueras de aire comprimido sin fugas.	5
Lubricación	8	Consola de equipos están limpias y todas las lámparas indicadoras trabajan.	3
	9	Lineas de lubricacion con ausencia de fugas y niveles adecuados.	5
	10	Boquillas de inyección de lubricante limpias.	5
	11	Lubricacion adecuada para cadenas y sprocket.	5
	12	Lubricacion correcta de puntos fijos de engrase.	5
	13	Lubricantes adecuados.	5
	14	Exceso de lubricante en cadenas, sprocket y chumaceras.	5
Lugar de trabajo	15	Herramientas en orden.	0
	16	Accesorios de limpieza limpios, en su lugar y operables.	5
	17	Piso limpio.	3
	18	Área de trabajo limpia y barrida.	5
	19	Buena iluminación.	4
	20	Herramientas rotuladas.	0
	21	Herramientas ubicadas cerca del operador.	0
Control	22	Solo material necesario está en el sitio de trabajo.	5
	23	Existe una planificación diaria de limpieza.	5
	24	Existe auditoría semanal de limpieza.	5
	25	Lista de verificación diaria del TPM.	0

ANEXO 3

HOJA DE CALIFICACIÓN

SUME LOS 23 ITEMS	75
DIVIDA PARA 23	3,26

DEPARTAMENTO:	MANTENIMIENTO
FECHA:	21/01/2018
UBICACIÓN:	Kern's Guatemala

ITEM	RAZÓN DE BAJA CALIFICACIÓN
1	Acumulacion de biruta de carton en cadenas de traccion.
1	Acumulacion de biruta en ejes de potencia y mecanismos de traccion.
1	Paneles y compuertas sucias y poco visibles.
1	Estructura general sucia y con areas sin pintura.
1	Boquillas de dosificacion de breas sucias.
1	Cajas de engranajes con acumulacion de particulas indeseadas como polvo.
1	Alto contenido de lubricante acumulado en estructura interna.
3	Paneles sueltos o con holgura.
4	Sensores con holgura y poco ajustados.
11	Lubricacion deficiente de sprocket y cadenas.
12	Lubricacion deficiente en puntos de engrase.
15	No aplica.
20	No aplica.
21	No aplica.
23	No existe una auditoria de limpieza diaria.
24	No existe una auditoria de limpieza semanal.
25	No existe un listado de verificacion de TPM.

Continuación del apéndice 3.

ANEXO 3				
RÉCORD DE OPORTUNIDADES TPM				
GRUPO DE TRABAJO: Departamento de mantenimiento			FECHA: 05/03/2019	
Ítem No.	Descripción del problema	Acción a tomar	persona responsable	fecha
1	Acumulacion de biruta de carton en cadenas de traccion.	Limpiza diaria	operario	
2	Acumulacion de biruta en ejes de potencia y mecanismos de traccion.	Limpieza diaria	operario	
3	Paneles y compuertas sucias y poco visibles.	Limpieza semanal	operario	
4	Estructura general sucia y con areas sin pintura.	Limpieza semanal	operario	
5	Boquillas de dosificacion de brea sucias.	limpieza diaria	operario	
6	Cajas de engranajes con acumulacion de particulas indeseadas como polvo.	limpieza diaria	operario	
7	Alto contendio de lubricante acumulado en estructura interna.	Limpieza semanal	operario	
8	Paneles sueltos o con holgura.	ajuste de paneles y asegurarlos	mecanico	
9	Sensores con holgura y poco ajustados.	ajuste de sensores	mecanico	
10	#!REF!	limpieza de boquillas diaria	engrasador	
11	Lubricacion deficiente de sprocket y cadenas.	Lubricar diariamente y utilizar lubricante adecuado	engrasador	
12	Lubricación deficiente en puntos de engrase.	Lubricar diariamente y utilizar lubricante adecuado	engrasador	
13	No aplica.	no aplica		
14	No aplica.	no aplica		
15	No aplica.	no aplica		
16	No existe una auditoria de limpieza diaria.	Creacion de auditoria diaria	jefe de sanidad	
17	No existe una auditoria de limpieza semanal.	Creacion de auditoria semanal	jefe de sanidad	
18	No existe un listado de verificacion de TPM.	Creacion de listado de verificacion	supervisores	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. Estudios de estado general de la emplastadora

ANEXO 1	
ANÁLISIS DE LA CONDICIÓN DEL EQUIPO	
Descripción del equipo:	Llenadora Solbern
Fecha:	05/03/2019
Evaluado por:	Carlos Archia
Confiabilidad/comentarios:	Buena
Capacidad/comentario:	
Condición general:	Su condicion general es muy buena en terminos generales, este equipo no presentan signos de desgaste o de suciedad.
Apariencia/limpieza:	Buena
comodidad de operación:	Buena
seguridad/ambiente:	Buena
Comentarios:	Suciedad unicametne acumulada en faja transportadora del equipo y hoja de corte.

Continuación del apéndice 4.

ANEXO 2			
TABLA DE CLASIFICACIÓN TPM			
CATEGORÍA	ITEM	CLASIFICACION:0(POBRE)-5(BUENO)	CALIFICACION.
General	1	Equipo libre de suciedad,polvo, aceite en exceso, entre otros	2
	2	Pernos tornillos y soporte de equipos bien ajustados.	5
	3	Toda cubierta de equipo y acceso a paneles de control es seguro.	5
Eléctrica	4	Cables eléctricos están revestidos y las conexiones ajustadas.	3
	5	Switches, paneles y medidores estan limpios, rotulados y operables.	4
	7	Mangueras de aire comprimido sin fugas.	5
	8	Consola de equipos están limpias y todas las lámparas indicadores trabajan.	3
Lubricación	9	Lineas de lubricacion con ausencia de fugas y niveles adecuados.	5
	10	Boquillas de inyeccion de lubricante limpias.	5
	11	Lubricacion adecuada para cadenas y sprocket.	5
	12	Lubricacion correcta de puntos fijos de engrase.	5
	13	Lubricantes adecuados.	5
	14	Exceso de lubricante en cadenas, sprocket y chumaceras.	5
Lugar de trabajo	15	Herramientas en orden.	0
	16	Accesorios de limpieza limpios, en su lugar y operables.	5
	17	Piso limpio.	3
	18	Área de trabajo limpia y barrida.	5
	19	Buena iluminación.	4
	20	Herramientas rotuladas.	0
	21	Herramientas ubicadas cerca del operador.	0
	22	Solo material necesario está en el sitio de trabajo.	5
Control	23	Existe una planificación diaria de limpieza.	5
	24	Existe auditoría semanal de limpieza.	5
	25	Lista de verificación diaria del TPM.	0

ANEXO 3

HOJA DE CALIFICACIÓN

SUME LOS 23 ITEMS	88
DIVIDA PARA 23	3,83

DEPARTAMENTO:	MANTENIMIENTO
FECHA:	21/01/2018
UBICACIÓN:	Kern's Guatemala

ITEM	RAZÓN DE BAJA CALIFICACIÓN
1	Acumulacion de polietileno en ciertas partes de la estructura.
1	Paneles con leve grado de suciedad pero poco significativa.
15	No aplica.
20	No aplica.
21	No aplica.
23	No existe una planificacion diaria de limpieza.
24	No existe una auditoria semanal de limpieza.
25	No existe un listado de verificacion de TPM.

Continuación del apéndice 4.

ANEXO 3				
RÉCORD DE OPORTUNIDADES TPM				
GRUPO DE TRABAJO: Departamento de mantenimiento			FECHA: 05/03/2019	
Item No.	Descripción del problema	Acción a tomar	persona responsable	fecha
1	Acumulacion de polietileno en ciertas partes de la estructura.	Limpieza diaria	operario	
2	Paneles con leve grado de suciedad pero poco significativa.	Limpieza diaria	operario	
3	No aplica.	No aplica		
4	No aplica.	No aplica		
5	No aplica.	No aplica		
6	No existe una planificacion diaria de limpieza.	Planificacion de limpieza diaria	jefe de sanidad	
7	No existe una auditoria semanal de limpieza.	Auditoria de limpieza semanal	jefe de sanidad	
8	No existe un listado de verificacion de TPM.	Listado de verificacion	supervisor	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 5. Estudio de desgaste y deterioro llenadora de cascada, parte 1

Industrias Alimenticias Kern's		HOJA DE VALORACION DEL DETERIORO				Area: MANTENIMIENTO	
Evaluador: Carlos Archila		Fabricante: No. de serie				Linea: 21	
Equipo Evaluado: Llenadora SOLBENN							
Modelo:							
Parte	Tipo de desgaste			Descripción de la revisión	comentario	Reporta	OT
	Acelerado	Natural	Sobrecarga				
Soplador de envase		x		Se realizo una inspeccion visual a la estructura general como a las flautas de soplado	Las flautas unicamente presentaron signos de suciedad, ademas de ciertas boquillas tapadas debido a elementos solidos atrapados en su interior. Esto puede ser un problema de inocuidad debido a la contaminacion de los envases.		
Guia de entrada		x		Se realizo una inspeccion visual a la estructura general	Desgaste en forro en contacto con parte superior del envase, debido a un desgaste adhesivo ante el envase y el forro. En buena condicion generalmente, aunque con muy poca lubricacion.		
Freno de entrada		x		Se realizo una inspeccion visual asi como pruebas de funcionamiento del equipo	Estructura en buen estado y funcionando correctamente.		
Tanque de balance		x		Se realizo una inspeccion visual, asi como, pruebas en valvulas	La estructura se encuentra en buen estado y las valvulas no presentan fugas. Los empaques presentan signos muy notorios de desgaste debido a la accion del producto.		
Cadena de embudos		x		Se realizo una inspeccion visual	Esta cuenta con todos sus rodillos, pero presenta un desgaste significativo en rodillos, ademas de ciertas areas con cierta holgura, debido al alto deterioro de los pines.		
Embudos		x		Se realizo una inspeccion visual a todos los embudos del equipo	En su mayoría todos se encuentran en excelente estado, algunos cuentan con aboyaduras pequeñas causadas por los impactos recibidos durante el funcionamiento del equipo. Estos elementos tienden a fracturarse debido a un fenómeno conocido como fatiga térmica.		
Tuberia de cascada		x		Se realizo una inspeccion visual y prueba de las valvulas de dosificacion	Su estructura se encuentra en buen estado y las valvulas dosifican de manera adecuada, sin signos de fuga.		
Fajas transmisoras de rodillo alienador	x			Se realizo un inspeccion visual de las fajas	Estas se encuentran en buen estado, aunque con signos iniciales de roturas en sus dientes, así como un desgaste algo acelerado. Esto puede ser causado por una tension inadecuada, por lo cual se procedio a realizar los ajustes.		
Chumaceras		x		Se realizo una inspeccion visual y auditiva	Las chumaceras del eje horizontal se encuentran en buen estado, estas no presentan ruidos anormales de faces destructivas.		
Caja reductora	x			Se realizo una inspeccion visual y auditiva	La caja se encuentra en pesimo estado, con un desgaste muy acelerado causado por estar en constante contacto con producto, esto genero altas vibraciones, que resultaron en un desgaste acelerado de la faja de potencia, ademas de las posibles holguras que se presentaron en la cadena de embudos.		
Faja transmisor de caja reductora	x			Se realizo una inspeccion visual	Esta presente un desgaste acelerado debido a las tensiones internas variables, esto causado por las constantes vibraciones de la caja reductora.		

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 6. Estudio de desgaste y deterioro llenadora, parte 2

Causas y fallas comunes en llenadora L21		FALLAS																												
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC
Fajas dentadas	Suciedad acumulada	1		1	1			1	1					1																
	Desalineamiento de las poleas	2		2							2	2	2	2																
	Tension inadecuada	3	3		3	3		3	3	3					3															
	Juego axial de las poleas o sprocket	4									4	4	4	4																
	Temperaturas extremas	5	5								5																			
	Incorrecta selección del compuesto	6	6								6																			
	Plegado excesivo	7				7	7																							
	Paros en seco o bloqueos	8	8		3	8			8																					
Cadenas de traccion	Rodaminetos en mal estado	9									9	9	9																	
	Desgaste ecvesivo	10									10	10											10							
	Lubricacion inadecuada	11									11	11	11	11	11	11														
	Paso inadecuado (muy largo)	12										12																		
	Rodillos rotos	13											13	13																
Cojinetes	Tension inadecuada	14							14	14	14	14		14																
	suciedad acumulada	15										15	15	15	15															
	Deterioro interno	16										16	16		16	16													16	
	Contaminacion	17										17			17	17														
	Lubricante inadecuado	18										18	18	18	18															
	Lubricacion deficiente	19													19	19														
	Desalineamiento o desbalance del eje	20										20	20										20							
	Mala instalacion	21										21					21													
	Cajas Reductoras	Lubricacion deficiente	22										22	22	22		22						22							
		Lubricante inadecuado	23										23	23				23	23											
Contaminacion		24															24	24												
Falta de aditivos de EP		25															25	25	25											
Valvulas manuales	Mal mecanizado o Trat. Termico	26														26	26	26												
	Cavitacion	27											27		27	27	27	27												
	Golpe de ariete	28															28													
	Empaques desgastados	29																						29						
	Montaje inadecuado	30																30						30						
Bombas centrífugas	Desalineamiento del eje	31										31	31				31						31	31			31			
	Rodamientos desgastados	32											32	32				32												
	Mal diseño fundicion	33											33											33						
	Resonancia entre bomba y fundicion	34											34																	
	Resonancia entre bomba y tuberia	35											35																	
	Pernos sueltos	36											36	36																
	Cavitacion	37												37				37	37											
	Contaminacion	38																38	38						38					
	Aire en el sistema	39												39					39								39	39		
	Sello mecanico defectuoso	40																									40	40		40
	Problemas en la valv. De retencion	41																										41		
	Roce entre partes moviles	42												42	42															42

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 7. Estudio de desgaste y deterioro selladora de envases, parte 1

Industrias Alimenticias Kern's		HOJA DE VALORACION DEL DETERIORO						Area:	
								Linea:21	
Evaluador: Carlos Archila				Fabricante:					
Equipo Evaluado: Selladora Angelus 61H				No. de serie:					
Modelo:									
Parte	Tipo de desgaste			Descripción de la revisión	comentario	Reporta	OT		
	Acelerado	Natural	Sobre carga						
Rodillos de sellado		x		Inspeccion visual en perfil de sellado y estructura	Los rodillos presentan un desgaste normal en su perfil de sellado, aunque en general su estructura se encuentra desgastada debido al constante contacto con el producto. Este desgaste al agravarse puede generar una holgura, lo que en consecuencia generaria un mal sellado.				
Chuck de sellado		x		Inspeccion visual del perfil de sellado y estructura	Los chuck presentan un desgaste normal en su perfil de sellado, esto debido al constante contacto con el envase, aunque en su superficie presenta signos de abrasion, lo que acelera su proceso de deterioro y acorta su tiempo de vida util.				
Estrellas divisores	x			Inspeccion visual, estado general de la estructura	Al momento de desmontarlas, lo primero que se puede observar es un desgaste algo acelerado, debido al constante contacto con el producto, ha generado un deterioro extremo en los separadores, lo que ha generado una holgura, que al momento de estar rotando a altas velocidad genera un mal sellado, ya que se forman arrugas en el envase.				
Platos base	x			Inspeccion visual del estado general de la estructura	Todos los platos base presentan una hendidura en su superficie debido a la presion que se genera con el envase, lo que en consecuencia a la entrada puede generar caidas del envase, ademas se halla una holgura en estos elementos, esto causado a al desgaste de los agujeros de los pernos, causado a por el contacto con el producto y lo que genera un mal sellado.				
Estrella de tapadera		x		Inspeccion visual de estado general de la estructura	En general, la estrella se encuentra en buen estado, aunque los pines separadores de tapa se encontraban fracturados, a pesar de ser metales con buena dureza, el desgaste generado por el contacto con la tapadera y el producto, genero debilidad.				
Torreta inferior		x		Inspeccion visual de la caja de engranajes	La estructura se encuentra en buen estado, aunque con signos de desgaste causado por el azucar del nectar y los residuos de esmalte de aluminio, a pesar de la lubricacion constante, esto ha generado unas leves vibraciones que desajustan constantemente los perfiles de sellado.				
Fajas de potencia		x		Inspeccion visual de estado de fajas de potencia	Las fajas de potencia presentan un buen estado, sin signos de desgaste en su superficie o roturas.				
Motoreductor		x		Inspeccion visual del estado general y analisis de vibraciones	El motoreductor no presenta signos de vibraciones excesivas o fugas de lubricante, lo que en respectiva demuestra su buen estado, aunque si se observo signos de suciedad en la jaula lo que podria significar un sobrecalentamiento del embobinado.				
Cadena de dedos		x		Inspeccion visual de la cadena y los dedos	La cadena en su estado general se encuentra muy bien, a pesar de no ser lubricada constantemente, ademas de que los dedos no presentan signos de desgaste o fisuras debido al contacto con el envase. Aunque si se noto cierta holgura, debido al constante contacto con el producto.				

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 8. Estudio de desgaste y deterioro selladora, parte 2

Causas y fallas comunes en llenadora L21		FALLAS																										
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	
Causas	demasiado ajustado	1	1	5																								
	demasiado flojo	2	2	4	4																							
	perfil demasiado estrecho	3	4																									
	perfil demasiado ancho	4	7																									
	perfil desgastado	5	4		6																							
	Rodamientos desgastados	6	5																									
	Ajuste alto del chuck	7																										
	Ajuste bajo del chuck	8																										
	demasiado ajustado	9	1	1	1	1																						
	demasiado flojo	10	2			1	1																					
perfil demasiado estrecho	11	3		2																								
perfil demasiado ancho	12	6																										
perfil desgastado	13	3		2	2																							
Rodamientos desgastados	14		3	3																								
Ajuste alto del chuck	15																											
Ajuste bajo del chuck	16																											
DIA demasiado largo	17																											
DIA demasiado pequeño	18																											
Labio HT demasiado corto	19																											
Labio HT demasiado largo	20																											
Radio incorrecto	21																											
DIA worm - lip breax	22																											
Labio superior desgastado	23																											
Elevador	Exceso de carrera	#																										
	Exceso de plano vari.	#																										
	Figura excesiva del seguidor	#																										
	Figura excesiva de boleta vertical	#																										
	Resorte demasiado flojo	#	5																									
	Resorte demasiado duro	#																										
	Deflexión excesiva	31																										
	Desalineamiento del chuck	#	8																									
	Excesivo juego radial	#																										
	Excesivo juego axial vertical	#																										
Exceso de variación de plano	#																											
Fla de calibración incorrecto	#																											
Empuje lento vertical	#																											
Juego excesivo	#																											
Resorte de leva quebrado	#																											
Cajinete de 2 a oper. Desgastado	#																											
ADJ. Desgastado o quebrado	41																											
Rodillo KO pegajoso	#																											
Cajinete de KO inferior desgastado	#																											
Rodillo KO doblado	#																											
KO palana doblado	#																											
KO palana desgastado	#																											
KO resorte flojo	#																											
Resorte del KO duro	#																											
Rodillo de KO HT incorrecto	#																											
Lava KO desincronizada	#																											
Lava KO desgastada	51																											
Equipo básico	Base y tolva superior alineada	#	11																									
	Falla de resorte OR.	#	6	7	8	1	2																					
	Juego radial de sello HD	#																										
	Juego axial vertical de sello HD	56		3																								
	Juego radial de mesa de levantamiento	#																										
	Tiempo de torreta de alimentación	57																										
	Tiempo de cadena de alimentación	#																										
	Tiempo de apilador de tapadera	#																										
	Separado de tapadera	#																										
	Empujadores	61																										
Ajuste de guía de tapadera	#																											
Ajuste de guía de envase	#																											
Doble de disparo	#																											
Doblez arrugado o doblado	#																											
GTSK poco profundo	#	#																										
GTSK profundo	#	7																										
borde de doblez corto	#	8																										
borde de doblez largo	#	9	3																									
Compuesto excesivo	#		2																									
Doblez corto	74																											
Sobre doblez	#																											
Doblez de escalonado	#																											
Flange mushroom	#																											
Pobre lubricación inferior	75																											

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 9. Estudio de desgaste y deterioro empaquetadora, parte 1

Industrias Alimenticias Kern's		HOJA DE VALORACION DEL DETERIORO						Área: MANTENIMIENTO	
								Línea: 21	
Evaluador: Carlos Archila				Fabricante:					
Equipo Evaluado: Embandejadora Standard Knapp				No. de serie:					
Modelo:									
Parte	Tipo de desgaste			Descripción de la revisión	comentario	Reporta	OT		
	Acelerado	Natural	Sobre carga						
Placas divisoras		x		Inspeccion visual del estado general de las estructuras	El estado de las estructuras divisoras, el desgaste no es tan notorio y en terminos generales se encuentran en muy buen estado.				
Cadena de dedos separadores	x			Inspeccion visual del estado general	El estado de la cadena y de los dedos presentan un desgaste muy agravado, ademas de presencia de oxido en toda la cadena, esto debido a la mala lubricacion . En consecuencia esto puede generar roturas o rigidez, lo que genera altas vibraciones.				
Cadena agrupadora	x			Inspeccion visual del estado general	El estado de la cadena presenta desgaste muy grave, ademas de oxido en casi toda la estructura, esto debido a la deficiente lubricacion, lo que en consecuencia genera rigidez y altas vibraciones.				
Mecanismo dosificador de bandeja	x			Inspeccion visual y pruebas de valvulas de vacio y mecanismo	Las valvulas de vacio se encuentran en buen estado, aunque sus filtros presentan acumulaciones de particulas, mientras que el mecanismo de biela y manivela, se encuentra altamente corroido, y desgastado, debido a la nula lubricacion, lo que ha generado una holgura extrema y rigidez. Es muy probable que el mecanismo se encuentra cerca de un punto de fallar.				
Cadena de transporte de bandeja	x			Inspeccion visual de estado general	El estado de la cadena de transporte presenta alta acumulacion de particulas de carton, ademas de un desgaste severo y oxido, esto causado por la deficiente lubricacion, que ademas ha causado rigidez y vibraciones en la estructura.				
Mecanismo de transporte de grupos	x			Inspeccion visual de estado general de cadena y sprocket	El mecanimos presente un serio desgaste y oxido sobre la superficie, debido a la deficiente lubricacion, ademas de los residuos de carton que son altamente desgastantes, lo que ha generado rigidez y una holgura significativa, que generan atascamientos.				
Cadena de doblez de bandeja	x			Inspeccion visual del estado de cadena y sprockets	La cadena presenta un serio desgaste, ademas de oxido en su superficie causado por una lubricacion deficiente, asi tambine, por particulas de carton. Esto ha generado roturas en pines y rigidez en la cadena y en los sprockets lo que genera atascamientos.				
Dosificador de brea		x		Inspeccion visual y de funcionamiento del aplicador	Debido al acumulamiento de la brea en el interior, se ha detectado problemas de corrosion en el piston interno, lo que ha generado un golpeteo y fugas internas, dañando el mecanimos de biela y manivela y el motor electrico.				
Cajas reductoras	x			Inspeccion visual y auditiva del estado	La caja reductora presenta suciedad en toda su superficie, ademas de alto grado de oxidacion, esto debido a una falta de limpieza constante. La caja no presente ruidos anormales o vibraciones excesivas, lo que indica que los engranajes internos se encuentran en buen estado debido a la lubricacion.				
Motoreductores de transportadores		x		Inspeccion visual y auditiva del estado	Los motores eléctricos y sus cajas reductoras presentan una suciedad significativa en su superficie, lo que puede afectar el funcionamiento del motor debido a la ventilacion y generar abrasion en cajas reductoras. Estos elementos no presentan ruidos anormales o vibraciones, lo cual indica que su estado es bueno.				

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 10. Estudio de desgaste y deterioro empaquetadora, parte 2

Causas y fallas comunes en empaquetadora L21		FALLAS																										
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	
CAUSAS																												
Transportadores	Contaminacion	1	1	1																								
	Deficiente lubricacion	2	2				2	2																				
	Tablillas con extrema holgura	3			3	3																						
	Guías laterales mal ajustadas	4			4	4																						
	Transferencias mal colocadas	5			5																							
	Bases de la estructura desnivelada	6			6		6																					
Cadenas de dedos y formadora de bandeja	Rodaminetos en mal estado	7				7				7	7																	
	Desgaste excesivo	8	8	8		8				8	8	8	8															
	Lubricacion inadecuada	9	9	9					9	9	9		9	9														
	Paso inadecuado (muy largo)	10				10																						
	Rodillos rotos	11		11		11					11	11																
	Tension inadecuada	12		12	12					12																		
Cojinetes	suciedad acumulada	13	13					13		13		13																
	Ajuste inadecuado de pines	14		14																								
	Deterioro interno	15	14	14			14				14			14	14													
	Contaminacion	16	15				15							15														
	Lubricante inadecuado	17	16	16			16				16				16													
	Lubricacion deficiente	18	17	17											17													
Cajas Reductororas	Desalineamiento o desbalance del eje	19		18			18					18																
	Mala instalacion	20				19																						
	Lubricacion deficiente	21	20	20										20	20	20												
	Lubricante inadecuado	22	21												21													
	Contaminacion	23													22							22						
	Falta de aditivos de EP	24	23																		23	23						
Motor eléctrico	Mal mecanizado o Trat. Termico	25	24																	24	24							
	Rodamientos desgastados	26				25				25			25	25														
	Contaminacion	27										26		26	26													
	Roce entre partes moviles	28	27				27																					
	Descompensacion en la tension	29													28	28												
	Fatiga termica	30	29												29													
Dosif. De bandeja	Desbalances y desalineamientos	31				30						30	30															
	Contaminacion	32	31					31				31										31						
	Bandeja en mal estado	33												32								32	32					
	Falla en sensores	34																				33						
	Falla en sist. Neumatico	35																					34					
	Formador de bandeja	Contaminacion	36	35																35		35						
Desajuste de boquillas de brea		37																					36					
Taponamiento de boquillas de brea		38																					37					
Baja temperatura en Norson		39																				38	38					
Guías formadoras de solapa desajustadas		40		39																				39				
Codificador		Contaminacion	41																			40					40	
	Ajuste de las boquillas	42																							41			
	Taponamiento de boquillas	43																								42		
	Bote vacio de tinta	44																									43	
	Mala programacion del panel	45																								44	44	
	Trans. Rodillos	Contaminacion	46																									45
Lubricacion inadecuada		47	46	46			46					46															46	
Rodillos atrancados		48																										47
Desnivelacion de la estructura		49				48	48																					48

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 11. **Encuesta realizada a operadores de línea**

ENCUESTA TPM

1. ¿Conoce que es TPM y Mantenimiento autónomo, o a escuchado de ello?
 - Si
 - No

2. ¿Conoce que tipos de mantenimiento son los realizados?
 - SI
 - No

3. ¿Cuáles cree que son las principales causas de averías en su equipo?
 - Falta de lubricación y limpieza
 - Falta de mantenimiento
 - Mal uso de los equipos

4. ¿Conoce los procedimientos adecuados de limpieza y lubricación de su equipo?
 - Si
 - No

5. ¿Ha leído alguna vez los manuales del equipo?
 - Si
 - No

¡GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 12. Manual de mantenimiento autónomo llenadora

Módulo	No.	Parte	ID Actividad	Actividad Descripción de la actividad	Respons		Nombre de Aprobador		
					Frecuencia de actividad	Operario del Equipo			
L L E N A D O R A S O L B E R N	1	GUIA DE ENTRADA DE CABLE AEREO	1.1.1	Lubricar rodillo o gusano alineador utilizando una pequeña brocha y lubricante castrol 823-2.	D	R			
			1.1.2	Lubricar forro de guías laterales de guías twist de entrada a llenadora utilizando una brocha y lubricante castrol 823-2.	D	R			
			1.2.1	Verificar que la presión del manómetro de aire comprimido correspondiente al soplador, se encuentre entre un rango de 40 y 50 psi.	D	R			
			1.2.2	Inspeccionar estado del forro que se encuentra en contacto con la parte superior del envase, verificar que no existan endiduras, roturas o anomalías en su superficie.	D	R			
			1.2.3	Verificar que el código del envase sea el correcto, realizar este proceso varias veces durante el día.	D	R			
			1.2.4	Verificar que el freno se encuentre funcionando de manera correcta.	D	R			
			1.2.5	Verificar que todas las guardas previas a entrada de la llenadora se encuentren en su posición y en buen estado.	D	R			
			1.2.6	Inspeccionar estado general de la estructura, que todos los tornillos se encuentren bien ajustados.	D	R			
			1.3.1	Limpiar forros de guías laterales utilizando agua caliente, jabón y un pashte, por ningún motivo utilizar alcohol o algún tipo de solvente.	S	R			
			1.3.2	Limpieza de sólidos de flauta de soplador de envase, para ello utilice aire comprimido y la estructura externa enjuague con agua y jabón.	S	R			
			1.3.3	Limpieza de manómetro de presión de aire comprimido, correspondiente a sistema de soplado de envase vacío.	S	R			
			1.3.4	Limpieza de guardas, o tolvas, para ello utilice agua, jabón y pashte.	S	R			
			1.3.5	Limpieza de estructura de freno, utilice únicamente un pashte húmedo, evite mojar aquellas áreas donde pueda ingresar agua.	S	R			
			2	LLENADORA SOLBERN	2.1.1	Lubricar guías laterales y gusano alineador de envase, para ello utilice una brocha pequeña y lubricante Castrol 860/220-2.	D	R	
					2.1.2	Engrasar cojinetes correspondientes a eje de potencia horizontal, para ello utilice el lubricante Castrol 860/220-2.	S		
	2.2.1	Inspeccionar estado y tensión de la cadena de dedos, verificar que los dedos de transporte se encuentren en buen estado y sin fisuras.			S	R			
	2.2.2	Inspeccionar estado y tensión de la faja de potencia del eje horizontal.			S	R			
	2.2.3	Inspeccionar que no existan fugas de producto en uniones de tuberías.			D	R			
	2.2.4	Inspeccionar estado de embudos en búsqueda de signos de desgaste o presencia de óxido, así como fisuras o deformaciones.			M	R			
	2.2.5	Inspeccionar estado de cadenas de embudos, verificar que esta cuente con todos sus rodillos.			S	R			
	2.2.6	Inspeccionar estado de soldaduras en soportes o uniones de la estructura, que no presente desgaste o indicios de óxido.			M	R			
	2.2.7	Inspeccionar parámetro de operación, temperatura de intercambiador, agua caliente, de llenado y flujo.			D	R			
	2.2.8	Verificar que las tolvas de la bomba de retorno y del eje horizontal se encuentren bien ajustadas.			S	R			
	2.2.9	Verificar que todas las válvulas manuales abran y cierren correctamente, para ello realice pruebas de apertura y cerrado.			S	R			
	2.2.10	Verificar la lubricación de la cadena de embudos.			S	R			
	2.2.11	Verificar la lubricación de agua de la bomba de tanque de balance y retorno de la llenadora.			D	R			
	2.3.1	Limpieza de embudos y tubo de cascada, para ello únicamente utilice agua y una esponja.			D	R			
	2.3.2	Limpieza del tanque de balance y tanque de retorno, para ello únicamente utilice agua y una esponja.			D	R			
	2.3.3	Limpieza de cobertores de paneles de control con agua y jabón.	M	R					
	2.3.4	Limpieza de pantalla del termómetro correspondiente a temperatura del producto, para ello utilice un pashte y agua caliente, evite utilizar cualquier tipo de solvente o esponja.	S	R					
	2.3.5	Limpieza de gusano alineador de envase, para ello utilice agua y un pashte, evite utilizar cualquier tipo de solvente o alcohol.	D	R					
	2.4.1	Verificar ajustes de pernos de la base de la estructura, que estos se encuentren todos al mismo nivel y ajustados.	D	R					
	2.4.2	Ajustar la cascada de manera que el llenado sea durante el 75% del recorrido de la llenadora, y que el flujo no sea turbulento.	D	R					
	2.4.3	Ajustar el flujo no mayor a 11700 litros sobre hora.	D	R					
	2.4.4	Ajuste de la inclinación del envase, para mantener el peso dentro de los parámetros de calidad.	D	R					
3	TRANSPORTADOR DE SALIDA A SELLADORA	3.1.1	Lubricar chumaceras correspondientes a ejes de potencia de cinta transportadora, para ello utilice el lubricante Castrol 860/220-2.	S	R				
		3.1.2	Lubricar cadena de potencia de transportador, para ello utilice el lubricante Chain#22 y una brocha pequeña.	D	R				
		3.2.1	Inspeccionar estado de forros de guías laterales, verificar que estas no presenten un desgaste agravado o protuberancias.	S	R				
		3.2.2	Verificar que no exista fugas de agua y lubricante en lubricadores.	D	R				
		3.2.3	Inspeccionar estado y funcionamiento de sensores, así como cables sin recubrimiento.	D	R				
		3.2.4	Verificar que la tolva del eje horizontal se encuentre ajustada y bien ubicada.	D	R				
		3.2.5	Verificar que el motorreductor no presente vibraciones o ruidos anormales.	D	R				
3.3.1	Limpieza de tolvas de protección correspondientes a eje horizontal, para ello utilice agua y una esponja únicamente.	S	R						
3.4.1	Ajustar sensores y lubricadores en su posición correcta, si en caso estos se encuentran descompuestos, proceder al cambio respectivo.	S	R						

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 13. Manual de mantenimiento autónomo selladora

Módulo	No.	Parte	ID Actividad	Actividad		Responsables		Nombre de Aprobador	
				Descripción de la actividad	Frecuencia de actividad	Operario del Equipo			
SELLADORA ANGELOUS 61H	1	TORRETA SUPERIOR	1.2.1	Inspeccionar estado de rodos de primera y segunda operacion, verificar que el desgaste en la superficie de encajado no presente signos de desgaste agravado.	D	R			
			1.2.2	Verificar que los rodos de primera y segunda operación giren libremente y se encuentren completos.	D	R			
			1.2.3	Inspeccionar estado de los chuck de sellado, verificar que el desgaste en la superficie no presente signos de raspadura o fisuras.	D	R			
			1.2.4	Verificar que no existan residuos de esmalte o aluminio tanto en rodos de primera y segunda operación así como en chuck de sellado.	D	R			
			1.2.5	Verificar que la presión de separador de tapas se encuentre en un rango entre 80 y 100 psi.	D	R			
			1.2.6	Verificar que la presión del aire seco del equipo se encuentre en un rango entre 2 y 3 psi.	D	R			
			1.2.7	Inspeccion el nivel de lubricante en el tanque correspondiente al sistema de lubricacion centralizada MANZIEL.	S	R			
			1.3.1	Retirar exceso de lubricante en rodos de primera y segunda operación, y chuck de sellado para ello unicamente utilice un paño seco.	D	R			
			1.3.2	Limpeza de manómetros de presión interna de la selladora y de dosificación de tapadera, utilice unicamente un pashte y agua caliente.	D	R			
			2	MESA CENTRAL	2.2.1	Inspeccionar el estado de los empujadores de tapadera, verificar que estos se encuentren completos y en buen estado.	D	R	
					2.2.2	Verificar que no existan residuos de esmalte o biruta de aluminio en estrellas divisoras.	S	R	
					2.2.3	Revisar alineacion de estrellas divisoras de torre de alimentacion y torre de sellado.	M	R	
					2.3.1	Limpeza de estrellas divisoras de dosificacion, sellado y salida de envase, para ello unicamente utilice un paño seco.	S	R	
			3	TORRETA INFERIOR	3.2.1	Inspeccionar estado de las platos base, verificar que no exista un desgaste agravado o que se encuentre flojo.	S	R	
	3.2.2	Verificar que todos los tornillos de los platos base se encuentren ajustados.			S	R			
	3.2.3	Inspeccionar que la cadena de dedos se encuentre sincronizada con la mesa de la selladora.			D				
	3.3.1	Limpeza de platos base, retirar cualquier exceso de lubricante o residuos de aluminio, para ello unicamente utilice un paño seco.			S	R			
	4	SISTEMA DOSIFICACION DE N2	4.1.1	Verificar que el tiempo de dosificacion del sistema de nitrogeno se encuentre dentro de los parametros establecidos, entre 27 y 29ms.	D	R			
			4.1.2	Verificar que los parametros de operación de presión en el manifold de dosificación de nitrogeno se encuentren dentro de los valores establecidos, 70psi.	D	R			
			4.3.1	Limpeza de los manómetros correspondientes al mani fold de distribución del sistema de nitrogeno, para ello utilice un paño humedo.	S	R			
			4.3.2	Limpeza de sistema de dosificación de nitrogeno, para ello utilice agua y un cepillo de cerdas suaves (plásticas).	S	R			
	5	TRANSPORTADOR DE SALIDA	5.1.1	Lubricar chumaceras de ejes de potencia de faja transportadora, para ello utilice el lubricante Castrol 860/220-2.	S	R			
			5.1.2	Lubricar cadena de potencia de faja transportadora, para ello utilice el lubricante Chain#22.	D	R			
			5.2.1	Verificar estado de forros de guias laterales, inspeccionar desgaste.	S	R			
			5.2.2	Inspeccionar estado y desgaste de las tabillitas de faja transportadora.	S	R			
			5.2.4	Verificar que la tolva del motoreductor se encuentre bien ajustada.	D	R			
			5.2.5	Verificar que el inspector de presión contenga los parametros adecuados, rechace de envase a menos de 45 psi.	S	R			
			5.2.6	Inspeccion de parametro de operación de presión de aire comprimido de inspector de presión, verificar que este se encuentre a la presión correcta. Entre 60 y 80 psi.	D	R			
			5.2.7	Verificar que las chumaceras cuenten con su tapadera de seguridad.	D	R			
			5.2.8	Verificar que el motoreductor no presente vibraciones o ruidos anormales.	D	R			
			5.3.1	Limpeza de estructura del transportador con agua caliente, detergente y paños.	M	R			
	5.3.2	Realizar limpieza de guias laterales, para ello unicamente utilice paños humedos.	S	R					
5.3.2	Limpiar panel de control correspondiente al inspector de presión con paños y alcohol etílico.	S	R						

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 14. Manual de mantenimiento autónomo empaquetadora

Módulo	No.	Parte	ID Actividad	Actividad		Responsa		Nombre de Aprobador	
				Descripción de la actividad	Frecuencia de actividad	Operación del Equipo			
M O D U L O D E E M P A Q U E T A D O	1	TRANSPORTADOR DE ENTRADA	1.1.1	Lubricación de chumaceras con grasa y ayuda de una bomba manual de grasa, utilizadno Chumaceras 860/220-2.	S	R			
			1.1.2	Lubricación de cadena y sprocket de potencia de motoreductor con aceite y ayuda de una aceitera, utilizando Chein #22.	D	R			
			1.2.1	Verificar ausencia de fugas de lubricante en motoreductores.	S	R			
			1.2.2	Verificar que la tolva del mecanismo de potencia se encuentre bien ajustada.	S	R			
			1.2.3	Inspeccionar estado de placas de la faja, veirificar que estas no tengan un desgaste agravado o fracturas.	S	R			
			1.2.4	Inspeccionar estado de placas de los ensambles divisores de producto, verificar que estos no presenten signos de un desgaste agravado o fisuras en su superficie.	S	R			
			1.2.5	Verificar que las tapaderas de seguridad correspondiente a las chumaceras se encuentren colocadas y ajustadas.	D	R			
			1.3.1	Limpieza de estructura general utilizando agua y detergente con ayuda de una manguera y paños.	M	R			
			1.3.2	Limpieza de gomas laterales, para ello utilice paños húmedos y evite utilizar cualquier tipo de solvente o alcohol.	S	R			
			1.3.3	Limpieza de los ejes de potencia de cintas trasportadoras de entrada, unicamente con pañol o tallas de papel, retirar excedente de grasa en su superficie.	S	R			
			1.4.1	Ajuste de ensambles divisores procurando que el primero se encuentre equidistante de ambos extremos, en el centro, y los siguiente tengan un margen no mayor a cinco milímetros del ancho de una lata.	D	R			
			1.4.2	Ajuste de guías laterales, esto debe hacerse al menos una vez por turno, procurando que estas se encuentren bien ajustadas en todo momento.	D	R			
			2	AGRUPADOR DE ENVASE Y DOSIFICADOR DE BANDEJA	2.1.1	Lubricar cadena de dedos separadores al inicio de empaquetadora, para ello utilizar aceite en spray, utilizando Ondina 68.	D	R	
					2.1.2	Lubricar cadena de dedos agrupadores, para ello utilizar aceite en spray, utilizando Ondina 68.	D	R	
	2.1.3	Lubricar cadena de transporte de bandejas de carton utilizando aceite y una aceitera, utilizando Chein #22.			D	R			
	2.1.4	Lubricar chumaceras correspondientes a ejes de potencia, para ello utilice una bomba manual de grasa, utilizando Castrol 860/220-2.			S	R			
	2.2.1	Inspeccionar estado y tension de cadena de transporte de bandeja, verificar que esta no presente indicios de oxido u holgura excesiva en sus eslabones.			S	R			
	2.2.2	Inspeccionar estado y tension de cadena separadora y agrupadora, verificar que los dedos se encuentren en buen estado y no presenten fisuras, asi como que las cadenas no tengan una holgura extrema.			S	R			
	2.2.3	Verificar que la caja reductora del eje ubicado en la parte inferior, no presente fugas de turbicantes.			D	R			
	2.2.4	Verificar que la presion del sistema de vacio, se encuentre dentro de los valores determinados.			D	R			
	2.2.6	Inspeccionar estado de tabilllas de faja trasportadora de bandeja, verificar que estas no presenten fracturar en su superficie.			M	R			
	2.2.7	Inspeccionar estado de gomas electrostaticas de bandeja, verificar que estas no presenten un deterioro agravado.			M	R			
	2.2.8	Inspeccionar estado de tabilllas de faja trasportadora, verificar que estas no tengan un desgaste agravado y sus placas no presenten algun tipo de fisura u holgura.			M	R			
	2.3.1	Limpieza de estructura general utilizando agua y detergente con ayuda de una manguera y paños.			M	R			
	2.3.2	Limpieza de cinta trasportadora de bandejas y guías laterales, para ello utilice una manguera de aire comprimido y retire toda biruta de carton.			S	R			
	2.3.3	Con ayuda de una manguera de aire comprimido, retire todo el excedente de biruta de carton ubicada en los mecanismos inferiores, ventosa de brazo movil y riel de transporte.			D	R			
	2.4.1	Ajuste de guías laterales de envases, verificar que estas se encuentren bien ajustadas y a la distancia correspondiente al formato con que se este trabajando.	D	R					
	3	Formador de grupos	3.1.1	Lubricar cadenas y sprocket de ensamble de barras formadoras de grupos, utilizando Chein #22.	D	R			
			3.1.2	Lubricar chumaceras correspondientes a ejes de potencia, para ello utilice una bomba manual de grasa, utilizando Castrol 860/220-2.	S	R			
			3.2.1	Verificar que las guías laterales se encuentren ajustadas al espacio equivalente al formato que se este trabajando.	D	R			
			3.2.2	Inspeccionar estado y tension de cadena agrupadora, verificar que esta no presente indicios de oxido extremo y que no tenga una holgura extrema.	S	R			
			3.2.3	Inspeccionar estado de barras agrupadoras, verificar que estas no tengan un desgaste extremo o presencia de fisuras en su superficie.	S	R			
			3.2.4	Inspeccionar estado de placas base de deslizamiento, verificar que estas no tengan indicios de fisuras u oxido en su superficie.	S	R			
			3.3.1	Limpieza de estructura general utilizando agua y detergente con ayuda de una manguera y paños.	M	R			
			3.3.2	Con ayuda de una manguera de aire comprimido, retire todo el excedente de biruta de carton ubicado en las cadenas y sprockets ubicados en la parte inferior del equipo y sus laterales.	S	R			
			3.3.3	Limpieza de barras agrupadoras, para ello utilice unicamente paños húmedos y evite utilizar cualquier tipo de solvente o alcohol.	S	R			
			3.4.1	Limpieza de panel de control, para ello utilice unicamente paños y alcohol etílico.	S	R			
	4	FORMADOR DE BANDEJA	4.1.1	Lubricar cadena formadora de bandeja, para ello utilizar aceite en sapray de grado alimenticio, utilizando Chein #22.	D	R			
			4.1.2	Lubricar chumaceras correspondientes a ejes de potencia, para ello utilice una bomba manual de grasa, utilizando Castrol 860/220-2.	S	R			
			4.2.1	Inspeccionar estado de media luna formadora de bandeja, verificar que estas no presenten fisuras en su superficie.	S	R			
			4.2.2	Inspeccionar estado y tension de cadena formadora de bandeja, verificar que esta no presente indicios de oxio u una holgura extrema.	S	R			
			4.2.3	Verificar que las guías formadoras de bandeja se encuentren bien ajustadas y con una distancia equivalente al formato que se este trabajando.	D	R			
			4.2.4	Verificar que la presion y temperatura del aplicador de brea se encuentre dentro de los parametros establecidos.	D	R			
			4.3.1	Limpieza de estructura general utilizando agua y detergente con ayuda de una manguera y paños.	M	R			
4.3.2			Limpieza de boquillas de dosificacion de brea, con ayuda de paños y un pequeño cepillo de cerdas suaves (plásticas).	S	R				
4.3.3			Con ayuda de una manguera de aire comprimido limpie la cadena de medias luna, guías de gomas y guías laterales para retirar toda aquella acumulacion de biruta de carton.	S	R				
4.4.1			Ajuste del punto de aplicación de brea, verificar que este sea en el punto correcto de aplicación.	D	R				
4.4.2	Ajuste de guías laterales, verificar que estas se encuentren a la distancia indicada según el formato de trabajo.	S	R						

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 15. Manual de mantenimiento autónomo emplastadora

Módulo	No.	Parte	ID Actividad	Actividad	Responsa		Nombre de Aprobador
				Descripción de la actividad	Frecuencia de actividad	Operario del Equipo	
M O D U L O D E E M P L A S T I C A D O	1	TRANSPORTADOR DE RODILLOS	1.1.1	Lubricar extremos de rodillos de transporte, tener especial cuidado de únicamente lubricar los extremos, para ello utilizar una aceitera, utilizar Ondina / Gear 90.	D	R	
			1.2.1	Verificar que todos los rodillos giren con libertad y con ningún tipo de oscilación.	S	R	
			1.2.2	Inspeccionar estado de fajas de goma, verificar que estas no tengan roturas en su superficie.	S	R	
			1.2.3	Inspeccionar estado de rodillos de transporte, verificar que estos no tengan un desgaste agravado o indicios de fracturas en su superficie.	S	R	
			1.2.4	Verificar que la fecha del codificador sea la correspondiente al día laborado.	D	R	
			1.3.1	Limpieza general de la estructura con ayuda de una manguera, esponja y paños, evite limpiar los rodillos con algún tipo de solvente o alcohol.	M	R	
			1.3.2	Limpieza de panel de codificador, para ello utilice únicamente paños de papel con un poco de alcohol etílico.	S	R	
			1.3.3	Limpieza de los rodillos, para ello utilice una manguera de aire comprimido y limpie los extremos para retirar cualquier tipo de suciedad o biruta de cartón.	S	R	
			2	DOSIFICADOR DE POLIETILENO	2.1.1	Lubricar chumaceras de ejes de potencia de transportador, para ello utilice grasa correspondiente, con ayuda de una bomba manual de grasa, utilizar Castrol 860/220-2.	S
	2.1.2	Lubricar cadenas y sprocket de potencia de fajas transportadoras, utilizando Chein #22.			D	R	
	2.1.3	Lubricar puntos laterales de ejes de arrastre de film, para ello utilice un gotero y retire todo exceso de lubricante que pueda caer en la superficie de arrastre.			S	R	
	2.1.4	Lubricar chumaceras correspondientes al eje del ensamble de corte de polietileno, utilizando Castrol 860/220-2.			S	R	
	2.1.5	Lubricar cadena y sprocket correspondientes al ensamble de corte de polietileno, utilizando Chein #22.			D	R	
	2.1.6	Lubricar punto móvil correspondiente a la unión de los brazos superior e inferior del dosificador de polietileno, utilizando Ondina.			S	R	
	2.2.1	Inspeccionar estado general de la estructura, verificar que esta no presente aboyaduras, fisuras o deformaciones en su superficie.			M	R	
	2.2.2	Inspeccionar estado de faja transportadora, verificar que esta no tenga fracturas o fisuras en sus dientes.			S	R	
	2.2.3	Verificar que todos los rodillos del arrastre de film, giren libremente sin ningún tipo de oscilación.			S	R	
	2.2.4	Verificar que las cajas reductoras de fajas transportadoras no presenten ruidos anormales o vibraciones excesivas.			S	R	
	2.2.5	Inspeccionar estado de hoja de corte de polietileno, verificar que esta no tenga fisuras en su superficie y se encuentre bien afilada.			S	R	
	2.2.6	Inspeccionar estado y tensión de cadenas de potencia de fajas y de estructura de corte de polietileno, verificar que estas no presenten indicios de óxido u holgura excesiva.			S	R	
	2.2.7	Inspeccionar estado de motoredutores, verificar que estos no presenten ruidos anormales o fugas de lubricante.			S	R	
	2.3.1	Limpieza general de la estructura con ayuda de una manguera, esponja y paños, evite limpiar los rodillos con algún tipo de solvente o alcohol.			M	R	
	2.3.2	Limpieza de los rodillos de arrastre de film, utilice únicamente un paño húmedo con agua caliente y evite utilizar algún tipo de solvente o alcohol etílico.			S	R	
	2.3.3	Limpieza de hoja de corte, para ello únicamente utilice paños húmedos, evite utilizar algún tipo de solvente o alcohol.			S	R	
	2.3.4	Limpieza de mecanismos interiores, para ello utilice una manguera de aire comprimido para retirar todo exceso de suciedad o restos de biruta de cartón.			S	R	
	2.4.1	Ajuste de alineación de polietileno, estos rodillos deben encontrarse equidistantes en el centro de los rodillos.			D	R	
	2.4.2	Ajuste de la base correspondiente a cuchillas de corte, verificar que esta se encuentre bien ajustada.	S	R			
	3	HORNO DE TERMO CONTRACCION	3.1.1	Lubricar cadena y sprocket de potencia, correspondiente a faja transportadora, utilizando Chein #22.	D	R	
			3.1.2	Lubricar cojinetes de ejes de potencia, correspondientes a transportador, utilizando Castrol 860/220-2.	S	R	
			3.2.1	Verificar que el horno se encuentre a la temperatura usual de operación.	D	R	
			3.2.2	Inspeccionar estado de faja transportadora metálica, verificar que esta no presente indicios de óxido o fracturas en sus eslabones.	S	R	
			3.2.3	Inspeccionar estado general de la estructura, verificar que esta no presente aboyaduras, fisuras o deformaciones en su superficie.	M	R	
			3.2.4	Inspeccionar estado y tensión de cadena de potencia, verificar que esta no presente indicio de óxido u holgura extrema.	S	R	
			3.3.1	Limpieza de estructura general, para ello utilice una manguera, esponjas, detergente y paños.	M	R	
			3.3.2	Con ayuda de una manguera de aire comprimido, limpie los ejes de la faja transportadora y mecanismos interiores para eliminar residuos de biruta de cartón.	S	R	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 16. Reporte de mantenimiento preventivo L21

DIA 1:

- Despaletizadora:

- Se realizó el desmontaje del empujador de envases para el reemplazo de los seguidores de leva, estos serán hechos desde cero, mientras que también se realizó el cambio de los cojinetes internos. (Cojinetes 6202ARS) y los tornillos de sujeción de estos (Tornillos de cabeza cilíndrica 5/8" x 3 1/2" modificados con una reducción y tuerca de seguridad de 3/4")



- Se pintó la estructura correspondiente al empujador de envases.



- Se procedió a realizar una limpieza profunda en el panel principal correspondiente al operador.



- Llenadora:

- Se inició con el desmontaje de los embudos, debido a que algunos de estos presentan fisuras en su superficie deberán ser reemplazados.



- Así también se realizó el desmontaje de la caja reductora de potencia de la cadena de embudos, esta presenta incrustación de producto sobre toda su superficie además de óxido.



- Se realizó el desmontaje de la cadena de embudos, la cual presenta un desgaste moderado en sus rodillos.



- Por otra parte, se desmontó el eje central de potencia, los cojinetes de este presentan un juego radial, así como también se halló una serie de tornillos faltantes en el acople central. Se realizó una limpieza profunda a este elemento, así como los cambios respectivos.



Continuación del apéndice 16.

5. Durante el desmontaje del eje central se realizaron inspecciones a las fajas de potencia, la faja correspondiente al tornillo se encuentra en buen estado, sin embargo, la faja de potencia de la caja reductora presenta una rotura en uno de sus extremos (Faja 300H de 1 3/8").



• Selladora:

1. Se realizó el desmontaje de la faja correspondiente al transportador de salida, para realizar una limpieza profunda.



2. Así también se realizó el desmontaje del mecanismo de potencia del transportador, el cual presenta una cadena con suciedad acumulada al igual que las chumaceras.



• Empaquetadora.

1. El proceso de desmontaje se inició con el retiro del ensamble de placas divisoras.



2. Así también se realizó el desmontaje del mecanismo de potencia del transportador, el cual presenta una cadena con suciedad acumulada al igual que las chumaceras.



• Exhuster|

1. Se procedió a realizar el desmontaje de la faja del transportador ubicada a la entrada, para realizar una limpieza profunda.



2. Posteriormente se realizó el desmontaje de los paneles de policarbonato tanto superior como inferior para su limpieza respectiva.



3. El proceso continuo con el desmontaje de las fajas del transportador de entrada y las gomas de deslizamiento inferior, revelando que el equipo se encuentra altamente deteriorado.



Continuación del apéndice 16.

4. Así también se realizó el desmontaje de las placas de pines divisores y agrupadores de envases, los cuales presentaban daños en su estructura debido al óxido.



DÍA 2:

- Llenadora:

1. Desmontaje de la bomba de envío hacia la llenadora, para su inspección y cambio de retenedores y cojinetes (Cojinetes 6005 y 6006).



4. Se procedió al desmontaje del tornillo alineador de envase, para el cambio de sus cojinetes, debido a su condición es posible el reemplazo de ~~este~~, también (4 Retenedores 471255, 4 Cojinetes KOYO EE557 o 6310).



5. Se realizó una limpieza profunda al panel de control principal de la llenadora.



2. Montaje nuevamente de los cojinetes correspondientes al eje de potencia central.



3. Luego de una inspección en las poleas correspondientes a la faja de potencia de la cadena de embudos, se halló una serie de defectos que producen cortes en esta, por lo cual se procederá a su cambio.



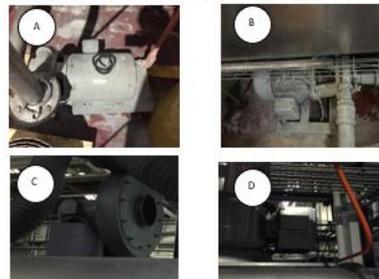
- Selladores:

1. Desmontaje del motor eléctrico de los transportadores para su mantenimiento correspondiente.



- Exahuster:

1. Desmontaje de los motores eléctricos correspondientes a las bombas de recirculación (A), bomba de enfriamiento de agua (B), blowers (C), ventiladores de las campanas de aire (D), transportadores de entrada (E), salida del exahuster (F) y faja principal del exahuster (G).



Continuación del apéndice 16.



• Empaquetadora:

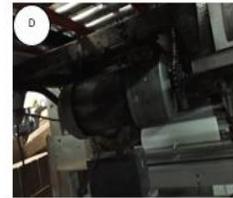
1. Desmontaje de los motores eléctricos correspondientes a los transportadores de entrada (A), motor eléctrico principal (B), bomba de vacío (C), transportador de rodillos (D).



3. Desmontaje de la faja transportadora y guías laterales correspondientes al transportador de corrugado.



4. Se da inicio al proceso de pintado del equipo, mediante la limpieza y lijado de la pintura antigua.

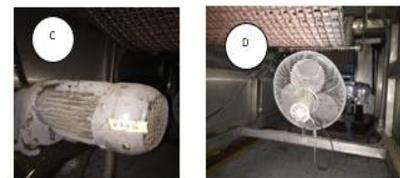
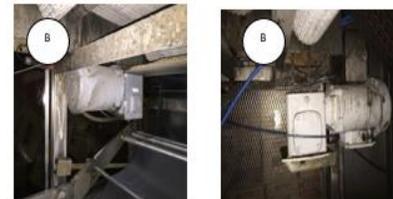
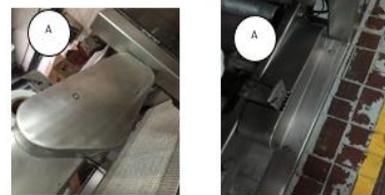


2. Se da inicio al proceso de desmontaje correspondiente al mecanismo dosificador de corrugado para su limpieza y cambio de piezas según su condición.

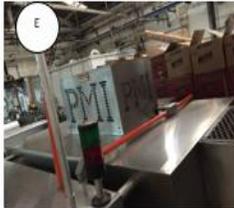


• Emplastadora:

1. Desmontaje de los motores eléctricos correspondientes a los ~~desbobinadores~~ superior e inferior (A), transportadores de entrada (B), transportador del horno (C), ventilador (D) y ventiladores principales (E).



Continuación del apéndice 16.



DIA 3:

- Despaletizadora:

- Se finalizó el trabajo en el empujador de envase luego del reemplazo de los seguidores de leva, trabajos en la placa de empuje y cojinetes seguidores. (Platina de teflón de 1 1/2" X 3/4" X 1.8m).



- Empaquetadora:

- Se continuaron los procesos de pintado del equipo, mediante la corrección de las imperfecciones



- Se realizó la rectificación de las barras correspondientes al mecanismo de barras voladoras.



- Llenadora:

- Se realizó el reemplazo de los cilindros neumáticos de las compuertas laterales.



- Selladora:

- Se realizó el reemplazo de las chumaceras correspondientes a los transportadores de salida (Chumacera UC 205)



- Se realizó una serie de correcciones y modificaciones a las placas de dedos divisores y agrupadores.



DIA 5:

- Llenadora:

- Se realizó el desmontaje de la estrella de potencia de la cadena de embudos para su cambio de ~~retenedores~~ y cojinetes. (Cojinetes 8007 y retenedores 35x82x8 mm). Durante este proceso se encontró un detalle muy importante a considerar y es que la estrella no cuenta con los dientes del mismo tamaño, como se ve en la imagen, lo que puede ser una de las razones en problemas de sincronización y daños de los rodillos de la cadena.



Continuación del apéndice 16.

- Empaquetadora:

1. Se realizó el desmontaje de las fajas correspondientes a los transportadores de salida del exahuster e inspector, así como se realizó el cambio de chumaceras (FL 205 diámetro de 1").



2. Debido a las altas cantidades de gases que se expulsaban durante las primeras pruebas de pintado, fue necesario el postergar este proceso hasta el fin de semana para evitar problemas con el proceso de producción.

- Llenadora:

1. Se realizó el montaje de la estrella de potencia correspondiente a la cadena de embudos, así como pruebas de sincronización.



2. Se realizó el cambio de la manguera de dosificación de nitrógeno.



- Emplastadora:

1. Se realizó el desmontaje de la faja transportadora del horno, para su limpieza.



Día 8:

- Despaletizadora:

1. Se realizó el desmontaje del panel principal del operador, para su sustitución completa. (Cabina de 30x30, 2 manijas de 2 posiciones y 2 manijas de 3 posiciones)



3. Se realizó la instalación de la caja de engranajes de potencia de la cadena de embudos, luego de su restauración completa



4. Se llevo a cabo la instalación del tensor correspondiente a la cadena de embudos luego de su limpieza completa.



Continuación del apéndice 16.

- Empaquetadora:

1. Se realizó la instalación de las fajas correspondientes a los transportadores a la salida del exauster e inspector, posterior al cambio de chumaceras.



2. Se realizó el montaje de las gomas deslizantes y la cadena formadora de bandeja.



2. Se realizó una rectificación de los dientes correspondientes de la estrella de potencia para evitar futuros problemas con los rodillos.



- Empaquetadora

1. Se realizó el montaje de la cadena de barras voladoras, así como su instalación. (Cadena paso 60 SS).



- Emplastadora:

1. Se realizó una limpieza profunda correspondiente a la estructura de la faja principal del horno.



DIA 9

- Llenadora:

1. Se realizó la instalación del gusano alineador de envases luego del cambio de cojinetes y retenedores. (4 cojinetes 6310 y 4 retenedores 471255 national)



2. Se inicio el proceso de instalación de las placas correspondientes a los dedos divisores y agrupadores de envases.



DIA 10

- Despaletizadora:

1. Se realizó la instalación y energización del panel de control del operador.



Continuación del apéndice 16.

- Llenadora:

1. Se realizó la instalación de la cadena de embudos así como de los embudos de dosificación.



- Selladora:

1. Se realizó la instalación de los motores eléctricos correspondientes al transportador de salida de la selladora y entrada del exahuster luego de sus mantenimientos.



2. Se realizó el montaje de la faja correspondiente al transportador de entrada del equipo.



3. Se finalizó el proceso de montaje de los dedos divisores y agrupadores de envases, así como de guías laterales.



- Exahuster:

1. Se realizó la instalación de los motores eléctricos correspondientes a las bombas de recirculación, campanas de extracción, faja principal y blowers.



- Empaquetadora:

1. Se realizó la instalación de los motores eléctricos de los transportadores a la salida del exahuster y motor principal del equipo luego de sus mantenimientos.



4. Instalación de las estructuras correspondientes a los paneles de policarbonato del equipo.



5. Se realizó la instalación de los ensambles divisores de envases.



Continuación del apéndice 16.

DÍA 11:

- Llenadora:

1. Se finalizó el proceso de instalación de los embudos de dosificación.



2. Se instaló la primera tolva de recuperación de producto, así como se continuó con la limpieza de la estructura.



- Repuestos utilizados durante el mantenimiento.

REPUESTO UTILIZADO	EQUIPO
2 Chumaceras FL 205 de 1" tipo huevo	Transportador curvo selladora
4 Chumaceras FL 205 de 1" tipo huevo	Transportador del TAPTON
2 Chumaceras FL 205 de 1" tipo huevo	Transp. Entrada de cooler
4 Chumaceras FL 206 de 1 1/4" tipo huevo	Transp. Salida de cooler
18 Cojinetes 6202 RS	Rodillos de empujador despaletizador
2 Pies de Eftalon de 3"	Rodillos de empujador despaletizador
8 Tornillos de cabeza cilíndrica 5/8" x 3 1/2" con reducción y tuerca de 1/2"	
1 Barra angular de 6m Inox tipo 304 de 1/2" x 2 1/2"	Despaletizadora
5 metros de Tubo Inox tipo 304 cedula 40 de 1 1/2"	Despaletizadora
1 Barra de 1 metro Inox tipo 304 de 1"	Despaletizadora
1 Faja 300H de 1 3/8"	Llenadora
40 Castigadores 5/16" x 1/2"	Cadena formadora de bandeja
4 Retenedores 4712 55	Gusano alineador de bote
4 Cojinetes Koyo EE557 (6310)	Gusano alineador de bote
2 Cojinete 6005 y 6006	Bomba tanque de balance
12 Chumaceras FL 205 de 1"	Transportadores
2 Chumaceras FL 206 de 1 1/4"	Transportadores
2 Chumaceras FL 207 de 1 1/4"	Transportadores
4 Chumaceras FL 2056 de 1"	Ejes emplastadora
2 Cojinetes 6000zz	Motres emplastadora
2 Cojinetes 6200 zz	Motres emplastadora
2 Retenedores 25002164 (10x24x4mm)	Motres emplastadora
2 Retenedores 25002119 (3/4" x 1 1/4" x 1/4")	Motres emplastadora
Mongo de emergencia	Panel despaletizadora
50 bomeras para cable calibre 16	Panel despaletizadora
25 Tapaderas de bomeras	Panel despaletizadora
Cabina de 30x30cm	Panel despaletizadora
2 manijas de 2 posiciones	Panel despaletizadora
2 manijas de 3 posiciones	Panel despaletizadora
170 tuercas para eje de 1/4"	Uso común
Platina de teflón de 1 1/2" x 1/4"x1.8m	Empujador despaletizadora
40 uniones dobles de paso 60	Dedos empaquetadora
10 uniones simples paso 60	Dedos empaquetadora

Fuente: elaboración propia.

ANEXOS

Anexo 1. Rutinas de lubricación parte 1

ALIMENTOS KERN'S				PROGRAMA DE LUBRICACION Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO													
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO MANTENIMIENTO PREVENTIVO				LINEA 21	FECHA:	REALIZADO POR:				RELEVO DE CALDERAS:							
CODIGOS, METODOS DE APLICACION						CICLOS DE SERVICIO MP - MANTENIMIENTO PREVENTIVO				HORAS DE RELEVO:							
SAL	1	SIST. AUTO. LUBR.	TST	9	TEST	LH	17	LUBRICACION HIDROSTATICA	H	HORA	T	TRIMESTRE					
LA	2	LUBRICACION AREA	DES	10	DESAGUE	MA	18	MEZCLAR ACEITES	D	DIA	6M	6 MESES					
AC	3	ACEITERA	GRAS	11	GRASERA	BA	19	BAÑO DE ACEITE	S	SEMANA	A	ANUAL					
CAM	4	CAMBIO	EG	12	EMPAQUE GRASA	CIA	20	CIRCULACION DE ACEITE	M	MES	2A	2 AÑOS					
LP	5	LIMPIO	EM	13	ENGRASE MANO	PC	21	PNES									
CK	6	CHEQUEAR	AM	14	ACEITAR A MANO	PP	22	PRESION PISTOLA									
CKN	7	CHEQUEAR NIVEL	SDO	15	SELLADO	AA	23	ACEITE DE ANILLO									
LG	8	LUBRICAR POR GOTEIO	INS	16	INSPECCION	SV	24	SERVICIO									
OTROS:																	
No.	IDENTIFICACION DE MAQUINA Lubricación / Puntos de Inspección				MAQUINARIA PARADA	MAQUINARIA PRODUCCION	PRODUCTO UTILIZADO	NUMERO DE PUNTOS	METODO DE APLICACION	CAPACIDAD	CAMBO DE CICLO	CHEQUEO L M K J V					OBSERVACIONES
1	CARRILERA ENTRADA A DESP.																
2	Cajinetes de los ejes de los rodillos						TRIBOL . / ICO	2	AM-14	1/16 ONZ	S						
	DESPALETIZADORA DE BOTE																
	a	Chumaceras de los ejes					MOLUB 860/220-2	8	GRAS-11	2 BOMB	S						
	b	Cadena de transmision					TRIBOL . / ICO	3	AM-14	1/16 ONZ	S						
	c	Caja reductora					TRIBOL 1100/150	3	CKN-7	1 1/2 LT C/U	M						
3	MESA DE ACUMULACION																
	a	Chumaceras de los ejes					MOLUB 860/220-2	6	GRAS-11	2 BOMB	S						
	b	Cadena de transmision					TRIBOL . / ICO	2	AM-14	1/16 ONZ	S						
	c	Caja reductora					TRIBOL 1100/150	1	CKN-7	1 1/2 LT C/U	M						
4	BANDA TRANSP. TRIPLE SALIDA																
	MESA ACUMULACION																
	a	Chumaceras de los ejes de transp.					MOLUB 860/220-2	8	GRAS-11	2 BOMB	S						
	b	Cadena de transmision					TRIBOL . / ICO	2	AM-14	1/16 ONZ	S						
	c	Caja reductora					TRIBOL 1100/150	1	CKN-7	1 1/2 LT C/U	M						
5	CABLE AEREO INCLINADO # 1																
	a	Chumaceras de las poleas del cable.					MOLUB 860/220-2	12	GRAS-11	2 BOMB	S						
	b	Cadena de transmision					TRIBOL . / ICO	1	AM-14	1/16 ONZ	S						
	c	Caja reductora					TRIBOL 1100/150	1	CKN-7	1 1/2 LT	M						
	d	Juego de poleas guias de cable					ONDINA / TRIBOL .	1	AC-3		M						
6	CABLE AEREO HACIA LLENADORA																
	a	Chumaceras de las poleas del cable.					MOLUB 860/220-2	6	GRAS-11	2 BOMB	S						
	b	Cadena de transmision					TRIBOL . / ICO	1	AM-14	1/16 ONZ	S						
	c	Caja reductora					TRIBOL 1100/150	1	CKN-7	1 1/2 LT	M						
	d	Juego de poleas guias de cable					ONDINA / TRIBOL .	1	AC-3		M						
7	MECANISMO PARA CODIFICAR																
	Motor Eléctrico							1	CK-6		S						
8	TANQUE DE AGITACION (holding)																
	a	Caja reductora					TRIBOL TRIBOL 1100/150	1	CKN-7	1 1/2 LT	6 M						
9	INTERCAMBIADOR DE CALOR																
	a	Graseras de Bomba agua caliente					MOLUB 860/220-2	2	GRAS-11	2 BOMB	S						
10	LLENADORA L- 21																
	a	Eje de transmision de llenadora															
	b	Chumaceras					MOLUB 860/220-2	3	GRAS-11	4 BOMB	D						
	c	Estrella traccion cadena embudos y eje					MOLUB 823-2	3	GRAS-11	4 BOMB	S						
	d	Gusano alimentador					MOLUB 823-2	5	GRAS-11	4 BOMB	S						
	e	Faja transmision gusano(abajo)					MOLUB 823-2	4	GRAS-11	4 BOMB	S						
	f	Cadena de dedos (sproket)					MOLUB 823-3	2	GRAS-11	4 BOMB	D						
	f	Caja reductora faja transmision gusano					ACETE GRADO ALIMENTICIO	1	CKN-7	1/2 LT	M						
11	SELLADORA ANGELUS 61 H																
	a	Clutch tracción de llenadora															
		Depositos					GEAT 90	2	CKN-7	5 LTS aprox	S						
		Graseras					GEAT 90	2	GRAS-11	2 BOMB	D						
	b	Rodos 1era y 2da operacion					MOLUB 823-2	12	GRAS-11	2 BOMB	D						
	c	Estrella de salida					MOLUB 860/220-2	1	GRAS-11	2 BOMB	D						
	d	Engranajes parte inferior					SL-OG	1	EM-13	8 ONZ	S						
	e	Caja de tracción cadena de dedos					GEAT 90	1	CKN-7	4 LTS aprox	M						
	f	Lubricación central					SENTINEL	1	CKN-7	4 LTS aprox	D						
	g	Lubricación deposito de mesas					GEAT 90	1	AC-3	5 LTS aprox	S						

Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía., S.C.A.

Anexo 2. Rutinas de lubricación parte 2

ALIMENTOS KERN'S				PROGRAMA DE LUBRICACION Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO															
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO MANTENIMIENTO PREVENTIVO				LINEA 21			FECHA:			REALIZADO POR:			RELEVO DE CALDERAS:						
CODIGOS, METODOS DE APLICACION										CICLOS DE SERVICIO MP - MANTENIMIENTO PREVENTIVO				HORAS D E RELEVO:					
SAL	1	SST. AUTO. LUBR.	TST	9	TEST	LH	7	LUBRICACION HIDROSTATICA		H	HORA	T	TRMESTRE						
LA	2	LUBRICACION AREA	DES	10	DESAGUE	MA	8	MEZCLAR ACEITES		D	DIA	6M	6 MESES						
AC	3	ACEITERA	GRAS	11	GRASERA	BA	9	BAND DE ACEITE		S	SEMANA	A	ANNUAL						
CAM	4	CAMBIO	EG	12	EMPAQUE GRASA	CA	20	CIRCULACION DE ACEITE		M	MES	2A	2 AÑOS						
LP	5	LMPID	EM	13	ENGRASE MANO	PC	21	PINES											
CK	6	CHEQUEAR	AM	14	ACEITAR A MANO	PP	22	PRESION PISTOLA											
CKN	7	CHEQUEAR NIVEL	SDO	15	SELLADO	AA	23	ACEITE DE ANILLO											
LG	8	LUBRICAR POR GOTEO	INS	16	INSPECCION	SV	24	SERVICIO											
														OTROS:					
No.	IDENTIFICACION DE MAQUINA Lubricación / Puntos de Inspección			MAQUINARIA PARADA	MAQUINARIA PRODUCCION	PRODUCTO UTILIZADO	NUMERO DE PUNTOS	METODO DE APLICACION	CAPACIDAD	CAMBIO DECICLO	CHEQUEO					OBSERVACIONES			
12	BANDA TRANSPORTADOR CURVO SALIDA SELLADORA										L	M	K	J	V				
	a	Chumaceras				MOLUB 860/220-2	4	GRAS-11	3 BOMB	S									
	b	Cadena de transmision				TRIBOL SPRAY / ICO	1	AM-14	1/16 ONZ	S									
	c	Caja reductora				GEAT 90	1	CKN-7	1 LT	M									
13	BANDA TRANSPORTADOR HACIA PECO																		
	a	Chumaceras				MOLUB 860/220-2	4	GRAS-11	3 BOMB	S									
	b	Cadena de transmision				TRIBOL SPRAY / ICO	1	AM-14	1/16 ONZ	S									
	c	Cajas reductoras				GEAT 90	1	CKN-7	1 LT	M									
14	BANDA TRANSPORTADOR TRIPLE ENTRADA PASTEURIZADOR.																		
	a	Chumaceras				MOLUB 860/220-2	8	GRAS-11	2 BOMB	S									
	b	Cadenas de transmision				TRIBOL SPRAY / ICO	2	AM-14	1/16 ONZ C/U	S									
	c	Caja reductora				GEAT 90	1	CKN-7	1 1/2 LT	M									
15	PASTEURIZADOR																		
	a	Banda . Principal																	
		Motor eléctrico del transportador						CK-6		M									
		Chumaceras entrada a banda				MOLUB 860/220-2	2	GRAS-11	2 BOMB	S									
		Chumaceras salida a banda				MOLUB 860/220-2	2	GRAS-11	2 BOMB	S									
		Cadena de tracción				TRIBOL SPRAY / ICO	1	AM-14	1/16 ONZ	S									
	b	INYECTOR DE AIRE CALIENTE																	
		Motor ventilador de inyector de aire				MOLUB 860/220-2	2	GRAS-11	2 BOMB	S									
	c	VENTILADOR EXTRACTOR No. 1																	
		Motor extractor ventilador No. 1				MOLUB 860/220-2	2	GRAS-11	2 BOMB	S									
	d	VENTILADOR EXTRACTOR No. 2																	
		Motor extractor ventilador No. 2				MOLUB 860/220-2	2	GRAS-11	2 BOMB	S									
	f	BOMBA CENTRIFUGA No. 1																	
		Motor bomba				MOLUB 860/220-2	1	GRAS-11	2 BOMB	S									
	g	BOMBA CENTRIFUGA No. 2																	
		Motor bomba				MOLUB 860/220-2	1	GRAS-11	2 BOMB	S									
	h	SOPLADOR DE BOTES SALIDA PASTEUR.																	
		Motor soplador de botes No. 1				MOLUB 860/220-2	1	GRAS-11	2 BOMB	S									
16	BANDA TRANSPORTADOR SALIDA PASTEURIZADOR																		
	a	Chumaceras				MOLUB 860/220-2	6	GRAS-11	2 BOMB	S									
	b	Cadenas de transmision				TRIBOL SPRAY / ICO	2	AM-14	1/16 ONZ	S									
	c	Cajas reductora				GEAT 90	1	CKN-7	1 1/2 LT	M									
17	BANDA TRANSPORTADOR 2 SALIDA PASTEURIZADOR																		
	a	Chumaceras				MOLUB 860/220-2	10	GRAS-11	2 BOMB	S									
	b	Cadena de transmision				TRIBOL SPRAY / ICO	1	AM-14	1/16 ONZ	S									
	c	Caja reductora				GEAT 90	1	CN-7	1 1/2 LT	M									

Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía.,S.C.A.

Anexo 4. Rutinas de lubricación parte 4

ALIMENTOS KERN'S		PROGRAMA DE LUBRICACION Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO																					
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO MANTENIMIENTO PREVENTIVO		LINEA 21		FECHA:		REALIZADO POR:				RELEVO DE CALDERAS:													
CODIGOS, METODOS DE APLICACION						CICLOS DE SERVICIO MP - MANTENIMIENTO PREVENTIVO				HORAS DE RELEVO:													
SAL	1	SIST.AUTO.LUBR.	TST	9	TEST	LH	7	LUBRICACION HIDROSTATICA															
LA	2	LUBRICACION AREA	DES	10	DESAGUE	MA	8	MEZCLAR ACEITES	H	HORA	T	TRIMESTRE											
AC	3	ACEITERA	GRAS	11	GRASERA	BA	9	BAÑO DE ACEITE															
CAM	4	CAMBIO	EG	12	EMPAQUE GRASA	CIA	20	CIRCULACION DE ACEITE	D	DIA	6M	6 MESES											
LP	5	LIMPIO	EM	13	ENGRASE MANO	PC	21	PINES															
CK	6	CHEQUEAR	AM	14	ACEITAR A MANO	PP	22	PRESION PISTOLA	S	SEMANA	A	ANNUAL											
CKN	7	CHEQUEAR NIVEL	SDO	15	SELLADO	AA	23	ACEITE DE ANILLO															
LG	8	LUBRICAR POR GOTEO	INS	16	INSPECCION	SV	24	SERVICIO	M	MES	2A	2 AÑOS											
OTROS:																							
No.	IDENTIFICACION DE MAQUINA Lubricación / Puntos de Inspección			MAQUINARIA PARADA	MAQUINARIA PRODUCCION	PRODUCTO UTILIZADO	NUMERO DE PUNTOS	METODO DE APLICACION	CAPACIDAD	CAMBIO DE CICLO	CHEQUEO					OBSERVACIONES							
											L	M	K	J	V								
23	TRANSP. SALIDA EMBAND.																						
	A EMPLAST.																						
	a	Chumaceras				MOLUB 860/220-2	4	GRAS-11	2 BOMB	S													
	b	Cadena de transmision				TRIBOL SPRAY / ICO	1	AM-14	1/16 ONZ	S													
	c	Cajas reductoras				GEAT 90	1	CKN-7	1 LT	M													
24	TRANSPORTADOR DEL CODIFICADOR																						
	a	Cadena de transmision				TRIBOL SPRAY / ICO	1	AM-14	1/16 ONZ	S													
	b	Cajas reductoras				GEAT 90	1	CKN-7	1 LT	M													
25	EMPLASTICADORA																						
	a	Bandas plasticas																					
		Chumaceras				MOLUB 860/220-2	4	GRAS-11	2 BOMB	S													
		Cajas reductoras				GEAT 90	1	CKN-7	1LT	M													
		Cadenas				TRIBOL SPRAY / ICO	1	AM-14	1/16 ONZ	D													
	b	Cuchillas (superior)																					
		Chumaceras				MOLUB 860/220-2	2	GRAS-11	2 BOMB	S													
		Cadenas				TRIBOL SPRAY / ICO	2	AM-14	1/16 ONZ	S													
	c	Rodillos alimentacion de nylon inferior																					
		Chumaceras				MOLUB 860/220-2	4	GRAS-11	2 BOMB	S													
		Cadenas				TRIBOL SPRAY / ICO	1	AM-14	1/16 ONZ	S													
	d	Rodillos alimentacion de nylon superior																					
		Chumaceras				MOLUB 860/220-2	4	GRAS-11	2 BOMB	S													
		Cadenas				TRIBOL SPRAY / ICO	1	AM-14	1/16 ONZ	S													
26	HORNO																						
	a	Chumaceras				MOLUB 860/220-2	4	GRAS-11	2 BOMB	S													
	b	Ventiladores				MOLUB 860/220-2	2	GRAS-11	2 BOMB	S													
	c	Cadenas				TRIBOL SPRAY / ICO	1	AM-14	1/16 ONZ	S													
	d	Cajas reductoras				GEAT 90	1	CKN-7	1 LT	M													
27	CARRILERAS HACIA ENTARIMADO																						
	a	Juego de rodillos				ONDINA / GEAT 90	1	GRAS-11	1/2 BOMB	M													

Fuente: Industrias Alimenticias Kern's y Cía.,S.C.A.