



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

**ACTUALIZACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORA DE
PROCESOS Y DISMINUCIÓN DE TIEMPOS DE REPARACIÓN DE MAQUINARIA EN
NESTLÉ GUATEMALA, S.A.**

Edgar Eduardo Jeréz Alveño

Asesorado por el Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda

Guatemala, febrero de 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ACTUALIZACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORA DE
PROCESOS Y DISMINUCIÓN DE TIEMPOS DE REPARACIÓN DE MAQUINARIA EN
NESTLÉ GUATEMALA, S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

EDGAR EDUARDO JERÉZ ALVEÑO

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. Christian Moisés de la Cruz Leal
VOCAL V	Br. Kevin Armando Cruz Lorente
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda
EXAMINADOR	Ing. Julio César Campos Paiz
EXAMINADOR	Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magali Herrera López

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:

ACTUALIZACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORA DE PROCESOS Y DISMINUCIÓN DE TIEMPOS DE REPARACIÓN DE MAQUINARIA EN NESTLÉ GUATEMALA, S.A.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 17 de octubre de 2017.

Edgar Eduardo Jeréz Alveño



Guatemala, 26 de julio de 2019
REF.EPS.DOC.414.07.19.

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 **Edgar Eduardo Jeréz Alveño** de la Carrera de Ingeniería Mecánica, con carné No. 201314674, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **ACTUALIZACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORA DE PROCESOS Y DISMINUCIÓN DE TIEMPOS DE REPARACIÓN DE MAQUINARIA, EN NESTLÉ GUATEMALA, S. A.**

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 EPS
Área de Ingeniería Mecánica



c.c. Archivo
EDSZ/ra



Guatemala, 26 de julio de 2019
REF.EPS.D.277.07.19

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: **ACTUALIZACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORA DE PROCESOS Y DISMINUCIÓN DE TIEMPOS DE REPARACIÓN DE MAQUINARIA, EN NESTLÉ GUATEMALA, S. A**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Edgar Eduardo Jeréz Alveño** 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 Argueta Hernández
Director Unidad de EPS

OAH/ra



USAC

TRICENTENARIA

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica

Ref.E.I.M.251.2019

El Coordinador del Área Complementaria de la Escuela de Ingeniería Mecánica, luego de conocer el dictamen del Asesor de EPS y habiendo revisado en su totalidad el trabajo de graduación titulado: **ACTUALIZACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORA DE PROCESOS Y DISMINUCIÓN DE TIEMPOS DE REPARACIÓN DE MAQUINARIA EN NESTLÉ GUATEMALA S.A.** presentado por el estudiante **Edgar Eduardo Jeréz Alveño**, CUI **2398887150401** y Reg. Académico No. **201314674** recomienda su aprobación.

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
Coordinador Área Complementaria
Escuela de Ingeniería Mecánica



Guatemala, octubre 2019



USAC

TRICENTENARIA

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica

Ref.E.I.M.044.2020

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: **ACTUALIZACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORA DE PROCESOS Y DISMINUCIÓN DE TIEMPOS DE REPARACIÓN DE MAQUINARIA EN NESTLÉ GUATEMALA S.A.** presentado por el estudiante **Edgar Eduardo Jeréz Alveño**, CUI **2398887150401** y Reg. Académico No. **201314674** y luego de haberlo revisado en su totalidad, procede a la autorización del mismo.

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Gilberto Enrique Morales Baiza
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica



Guatemala, febrero 2020

/aej



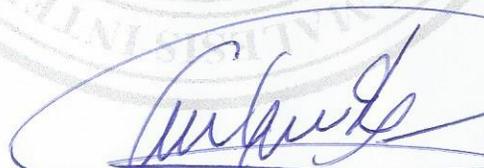
USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Decanato
Facultad de Ingeniería
24189102 - 24189103

DTG. 054.2020

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: **ACTUALIZACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORA DE PROCESOS Y DISMINUCIÓN DE TIEMPOS DE REPARACIÓN DE MAQUINARIA EN NESTLÉ GUATEMALA, S. A.**, presentado por el estudiante universitario: **Edgar Eduardo Jeréz Alveño**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Inga. Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, febrero de 2020

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por haberme permitido alcanzar este momento tan importante de carrera profesional.
Mis padres	Edgar Jeréz y Ana Luisa Alveño, porque gracias a su esfuerzo, amor, ejemplo, comprensión y apoyo logré alcanzar este sueño.
Mis hermanas	Por el apoyo y cariño incondicional.
Mis abuelos	Por animarme y apoyarme a cumplir mis sueños y metas.
Mis tíos	Por siempre estarme apoyando en el desarrollo de mi carrera profesional.
Mi novia	Por su paciencia, comprensión y apoyo en los mejores y peores momentos.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por darme vida, salud y fortaleza para terminar esta etapa de mi vida.
Mis padres	Por ser mi pilar más importante y enseñarme que con esfuerzo y dedicación puedo lograr lo que me proponga.
Mis hermanas	Por siempre motivarme a seguir adelante.
Mis abuelos	Por sus consejos y siempre motivarme a culminar mi carrera.
Mis tíos	Por sus palabras de aliento y consejos a lo largo de mi carrera.
Mi novia	Porque durante estos cuatro años de carrera me ha apoyado a continuar y nunca renunciar.
Mis compañeros	Por acompañarme y apoyarme en esta aventura llena de buenos y malos momentos.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. GENERALIDADES.....	1
1.1. Información general de la empresa	1
1.1.1. Descripción de la empresa	1
1.1.1.1. Historia	1
1.1.1.2. Ubicación.....	2
1.1.1.3. Misión	3
1.1.1.4. Visión.....	3
1.1.1.5. Valores	4
1.2. Departamento de mantenimiento	4
1.2.1. Organigrama del departamento	5
1.2.2. Descripción de los procesos de mantenimiento.....	6
1.2.3. Sistema computarizado para la administración del mantenimiento	10
1.3. Mantenimiento	11
1.3.1. Mantenimiento preventivo.....	12
1.3.2. Mantenimiento correctivo.....	13
1.3.3. Mantenimiento predictivo	14
1.3.4. Variables de mantenimiento	15

1.4.	Mantenimiento productivo total	16
1.5.	Fallas.....	20
1.5.1.	Clasificación de fallas.....	21
1.5.2.	Identificación y análisis de fallas	23
2.	FASE DE INVESTIGACIÓN.....	25
2.1.	Situación actual.....	25
2.1.1.	Ubicación de la maquinaria	26
2.1.2.	Descripción de la maquinaria	27
2.2.	Plan de mantenimiento actual	29
2.2.1.	Plan de mantenimiento preventivo	32
2.2.2.	Plan de mantenimiento correctivo	35
2.3.	Indicadores.....	36
2.3.1.	Cálculo de tiempo medio en reparaciones	36
2.3.2.	Cálculo de paros no planeados	43
2.3.3.	Determinar la disponibilidad de la maquinaria.....	46
2.3.4.	Cálculo de tiempo medio entre fallas	53
3.	FASE TÉCNICO-PROFESIONAL.....	61
3.1.	Archivos de información técnica de la maquinaria	61
3.2.	Accesorios y equipos	62
3.3.	Gestión de almacenamiento.....	64
3.4.	Propuesta de plan de mantenimiento preventivo	71
3.4.1.	Rutinas de mantenimiento.....	72
3.4.1.1.	Tareas de mantenimiento.....	72
3.4.1.2.	Rutinas de lubricación y limpieza	75
3.4.2.	Documentación de procesos de mantenimiento.....	82
3.4.3.	Asignación de actividades	84

4.	FASE DE DOCENCIA	101
4.1.	Importancia del cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo	101
4.2.	Importancia de bitácoras de fallas y procedimientos realizados	108
	CONCLUSIONES	113
	RECOMENDACIONES	115
	BIBLIOGRAFÍA	117

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación de planta Nestlé Guatemala, S. A.	3
2.	Organigrama del pilar de mantenimiento planeado.....	5
3.	Modelo de implementación, 0 paros no planeados	6
4.	Codificación FLOC según el nivel actual de la empresa	8
5.	Ubicación de máquinas de llenado de consomé	27
6.	Estrategia de mantenimientos de activos.....	29
7.	Ciclo de control SDCA.....	30
8.	Mantenimiento predictivo/programado	34
9.	Mantenimiento basado en inspección	35
10.	Mantenimiento correctivo	36
11.	Gráfica MTTR de máquina 0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO1.....	38
12.	Gráfica MTTR de máquina 0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO2.....	39
13.	Gráfica MTTR de máquina 0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO3.....	41
14.	Gráfica MTTR de máquina 0219-CUL-LLE-CON-UNIM6.....	42
15.	Gráfica de paros no planeados del sector de consomé de enero a diciembre de 2017	45
16.	Gráfica de disponibilidad de la máquina 0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO1 de enero a diciembre de 2017	47
17.	Gráfica de disponibilidad de la máquina 0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO2 de enero a diciembre de 2017	49
18.	Gráfica de disponibilidad de la máquina 0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO3 de enero a diciembre de 2017	50

19.	Gráfica de disponibilidad de la máquina 0219-CUL-LLE-CON-UNIM6 de enero a diciembre de 2017	52
20.	Gráfica MTBF de máquina 0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO1	54
21.	Gráfica MTBF de máquina 0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO2	56
22.	Gráfica MTBF de máquina 0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO3	57
23.	Gráfica MTBF de máquina 0219-CUL-LLE-CON-UNIM6.....	59
24.	Árbol de decisión ABCZ.....	66
25.	Formato de procedimientos estándar 5W + 1H	83
26.	Plan anual de mantenimiento 2018.....	86
27.	Formato de programación de mantenimiento semanal.....	98
28.	Formato de programación de mantenimiento anual.....	99
29.	Indicador de adherencia al plan de mantenimiento preventivo	103
30.	Indicador del tiempo medio entre fallas	104
31.	Indicador de ruptura en la programación semanal.....	105
32.	Inicio de capacitaciones y reuniones operacionales con los diferentes GTM	106
33.	Presentación de indicadores al personal operativo del departamento de mantenimiento	106
34.	Presentación de indicadores al personal administrativo del departamento de mantenimiento	107
35.	Discusión de resultados semanales y definición de planes de acción	107
36.	Seguimiento y apoyo en reuniones operacionales.....	108
37.	Indicador de ADAS ejecutados y finalizados	110
38.	Indicador de LUPS realizados	111

TABLAS

I.	Tiempo medio en reparaciones en máquina 0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO1 de enero a diciembre de 2017	37
II.	Tiempo medio en reparaciones en máquina 0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO2 de enero a diciembre de 2017	39
III.	Tiempo medio en reparaciones en máquina 0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO3 de enero a diciembre 2017	40
IV.	Tiempo medio en reparaciones en máquina 0219-CUL-LLE-CON-UNIM6 de enero a diciembre de 2017.....	42
V.	Paros no planeados del sector de producción de consomé de enero a diciembre de 2017.....	44
VI.	Disponibilidad de la máquina 0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO1 de enero a diciembre de 2017.....	47
VII.	Disponibilidad de la máquina 0219-CUL-LLE-COM-MXAUTO2 de enero a diciembre de 2017.....	48
VIII.	Disponibilidad de la máquina 0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO3 de enero a diciembre de 2017.....	50
IX.	Disponibilidad de la máquina 0219-CUL-LLE-CON-UNIM6 de enero a diciembre de 2017.....	51
X.	Tiempo medio entre fallas de la máquina 0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO1 de enero a diciembre de 2017	54
XI.	Tiempo medio entre fallas de la máquina 0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO2 de enero a diciembre de 2017	55
XII.	Tiempo medio entre fallas de la máquina 0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO3 de enero a diciembre de 2017	57
XIII.	Tiempo medio entre fallas de la máquina 0219-CUL-LLE-CON-UNIM6 de enero a diciembre de 2017.....	58

XIV.	Accesorios y equipos de la máquina 0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO1	62
XV.	Accesorios y equipos de la máquina 0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO2	63
XVI.	Accesorios y equipos de la máquina 0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO3	63
XVII.	Accesorios y equipos de la máquina 0219-CUL-LLE-CON-UNIM6	64
XVIII.	Criterio de clasificación ABCZ	65
XIX.	BOM de maquinaria 0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO1, MXAUTO 2 y MXAUTO3	67
XX.	BOM de maquinaria 0219-CUL-LLE-CON-UNIM6.....	69
XXI.	Rutinas de mantenimiento preventivo.....	72
XXII.	Rutinas de lubricación y limpieza.....	75
XXIII.	Distribución de responsabilidades de mantenimiento	85

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
USD	Dólares americanos
h	Horas
TPM	Mantenimiento productivo total
mm	Milímetros
min	Minutos
%	Porcentaje
5W+1H	Proceso estándar
in	Pulgadas

GLOSARIO

ADA	Análisis de Averías.
BOM	Lista de materiales, por sus siglas en inglés.
CAPEX	Control financiero de proyectos.
<i>Check list</i>	Lista de chequeo.
ELL	Equipo de Liderazgo Local.
FLOC	Ubicación funcional, por sus siglas en inglés.
GTM	Grupo de Trabajo de Mantenimiento.
GTA	Grupo de Trabajo Autónomo.
JIMP	Instituto Japonés de Mantenimiento Planeado
KPI	Indicador clave de rendimiento, por sus siglas en inglés.
<i>Layout</i>	Diseño.
MTBF	Tiempo medio entre fallas, por sus siglas en inglés.

MTTR	Medio tiempo en reparaciones, por sus siglas en inglés.
PLC	Controlador lógico programable.
<i>Pouch hole</i>	Cuchilla especial de la máquina.
SCAM	Sistema computarizado para la administración del mantenimiento.
SAP	Sistema de aplicaciones y productos en procesamiento de datos.
<i>Stock</i>	Inventario en bodega.
TPM	Mantenimiento productivo total, por sus siglas en inglés.

RESUMEN

El contenido se encuentra dividido en tres etapas, siendo la primera fase de investigación, la segunda fase técnico-profesional y por último la fase de docencia.

En la fase de investigación se determinó la situación actual de la maquinaria, se obtuvo información necesaria de manuales proporcionados por los fabricantes y del conocimiento de los técnicos y operarios que laboran en la empresa. También se obtiene información sobre las rutinas y frecuencias del plan de mantenimiento preventivo actual y el desempeño que se tiene de las máquinas basado en el actual plan de mantenimiento.

En la fase técnico-profesional se propuso el plan de mantenimiento preventivo y se incluyen las rutinas de mantenimiento basadas en las condiciones de trabajo existente. Se actualiza la información de la maquinaria, mejoras realizadas, equipos y accesorios y se actualizaron los repuestos para mantener a las máquinas operando. Se presenta el formato de estandarización de procesos, 5W+1H, el cual describe una serie de pasos para realizar un mantenimiento.

Y, por último, en la fase de docencia se presentaron las conclusiones obtenidas en la realización del proyecto. Con las reuniones realizadas se buscó concientizar al personal del departamento de mantenimiento y al personal operativo en la importancia de la conservación de las máquinas a través de la programación y ejecución del mantenimiento preventivo. Se estableció un control de resultados, basados en indicadores de rendimiento, para demostrar

que el plan de mantenimiento preventivo se está ejecutando y entrega los resultados que se esperan. De no ser así, los indicadores de rendimiento permiten visualizar en qué se debe cambiar el plan de mantenimiento basado en historiales de falla y reportes de mejora.

OBJETIVOS

General

Actualizar el plan de mantenimiento preventivo para mejora de procesos y disminución de los tiempos de reparación de la maquinaria.

Específicos

1. Realizar un análisis de los procedimientos y rutinas establecidas en el plan de mantenimiento preventivo.
2. Actualizar los procedimientos y rutinas establecidas en el plan de mantenimiento preventivo, según las condiciones de trabajo actuales de la maquinaria.
3. Capacitar al equipo de mantenimiento sobre la correcta ejecución de los procesos de mantenimiento.

INTRODUCCIÓN

La mejora continua es un objetivo principal para todas las organizaciones y se busca que la eficiencia sea mejor en todos los procesos de producción que se involucren. La calidad del producto no es tema de conversación, sabiendo que la planta se rige por altos estándares internacionales de calidad de los alimentos. Las máquinas automáticas garantizan la producción de productos con altísima calidad, siendo monitoreadas por un plan de mantenimiento preventivo permiten a la fábrica cumplir con la demanda.

Todo el proyecto está basado en estrategias de mejora continua, utilizando la normalización de procesos y estándares, en función de herramientas existentes en Nestlé Guatemala. Los procesos están basados en prevención y conservación de la maquinaria a través de intervenciones programadas y rutinas de inspección. Para desarrollar este proyecto se necesita la participación del sector operativo y administrativo de producción y el sector operativo y administrativo de mantenimiento. Sin embargo, no existe una máquina perfecta, una máquina sin fallas, por lo tanto, las deficiencias aparecen y es necesario contenerlas. Para minimizar la aparición y repetitividad de fallas es necesario mejorar los procesos de mantenimiento, para lo cual se deben estandarizar los procesos. Con esto se busca reducir los tiempos de reparación y establecer condiciones máximas y mínimas de operación.

La implementación de un plan de mantenimiento preventivo implica la realización de rutinas de mantenimiento, rutinas de lubricación, distribución de frecuencias necesarias para las rutinas existentes, desarrollo de cronograma de mantenimiento, codificación de equipos, componentes y accesorios.

Cuando se implementa el mantenimiento en un conjunto de máquinas se deben mantener actualizadas las rutinas, con base en las condiciones de trabajo de la máquina, para que dichas máquinas funcionen como se espera que lo hagan para alcanzar las metas de producción diaria, semanal o mensual. El plan de mantenimiento debe trabajar de la mano con una buena administración del mismo para lograr resultados visibles y controlar la serie de trabajos que se ven involucrados en el plan de mantenimiento.

1. GENERALIDADES

1.1. Información general de la empresa

Nestlé Guatemala se encuentra en el país desde 1970 ingresando las marcas de: Cerevita, Milo, Nestum y Maggi. Por decisiones corporativas la planta de Nestlé Guatemala únicamente quedó dedicada a la producción de culinarios deshidratados en toda Centroamérica, para la marca Maggi; consomés, sopas, cubitos, tableta dura y tableta blanda. En el año 2010, Nestlé compra la marca guatemalteca Malher y actualmente produce algunas de las variedades de culinarios deshidratados propios de Malher.

Nestlé Guatemala se ha esforzado por mantener una empresa basada en sólidos valores y principios humanos, que siempre han sido la base para ser el mayor grupo mundial de alimentación. La calidad y excelencia entregada a cada uno de sus procesos, productos, profesionalismo y actitud de Nestlé Guatemala, está centrada en satisfacer y entregar una alimentación saludable para el consumidor.

1.1.1. Descripción de la empresa

A continuación se presenta la descripción de la empresa.

1.1.1.1. Historia

Nestlé tiene sus inicios en 1866 cuando el farmacéutico Henry Nestlé se propone desarrollar una alternativa saludable y económica para las madres que

no eran capaces de alimentar con leche materna a sus bebés. Pero fue en 1867 cuando creó Farine Lactée Henri Nestlé (Harina Lacteada Henri Nestlé), de esta manera disminuyó el problema de la mortalidad infantil debido a una mala nutrición, y así fue como las bases de una organización comprometida con la salud y la comunidad fueron establecidas. Poco tiempo después comienza la producción de una variedad de cereales infantiles y leche condensada.

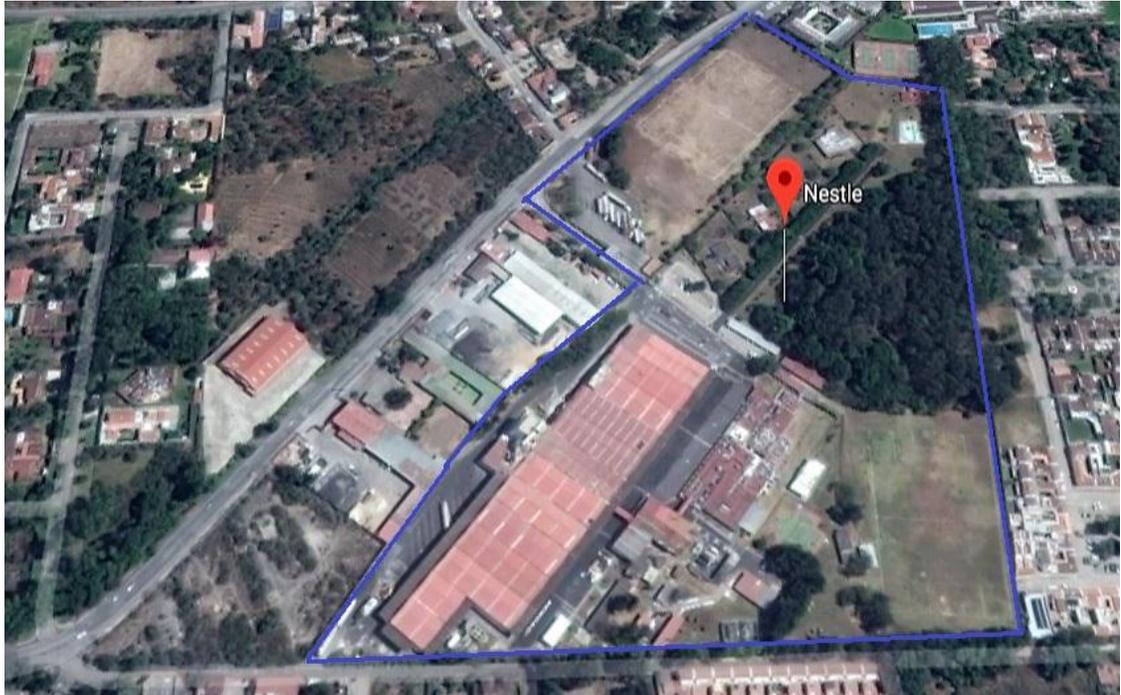
En 1905 Nestlé se fusiona con la compañía de leche condensada Anglo-Swiss y se forma Nestlé Group (Grupo Nestlé) y así las ventas comienzan a expandirse a países en Europa, Asia, África, Latinoamérica y Australia. La primera producción de leche con chocolate empezó en la década de los 80, cuando Henri Nestlé suministró leche condensada a Daniel Peter.

Con la primera guerra mundial estando al borde del inicio, Nestlé se convierte en una empresa de productos lácteos a nivel mundial. Durante la guerra, la demanda de leche aumentó y no se disponía de oferta suficiente para cumplir con las demandas debido a la falta de materiales y problemas de exportación. Y, a partir de allí, se establecen las primeras plantas de procesamiento fuera de Suiza, teniendo lugar en Australia y Estados Unidos.

1.1.1.2. Ubicación

Actualmente la empresa se encuentra ubicada en Km 46.5, carretera a Ciudad Vieja, Antigua Guatemala.

Figura 1. **Ubicación de planta Nestlé Guatemala, S. A.**



Fuente: Google Maps. *Ubicación de la planta.* www.googlemaps.com.gt. Consulta: enero de 2018.

1.1.1.3. Misión

“Fabricar alimentos que deleiten a nuestros clientes y consumidores, cumpliendo los estándares más altos de manufactura”¹.

1.1.1.4. Visión

“Ser la fábrica más competitiva del mundo, con la mejor gente”².

¹ Nestlé. *Información de la empresa.* <https://www.nestle-centroamerica.com/>

² *Ibíd.*

1.1.1.5. Valores

- “Respeto para persona y familias: posibilitando vidas más saludables y felices.
- Respeto para nuestras comunidades: ayudando a crear comunidades más prósperas y autosuficientes.
- Respeto para el planeta: preservando los recursos para las generaciones futuras³.

1.2. Departamento de mantenimiento

Este departamento es el encargado de asegurar el correcto funcionamiento de la maquinaria e instalaciones de Nestlé Guatemala a través de mantenimientos preventivos y correctivos cuando es necesario. El departamento de mantenimiento o pilar de mantenimiento planeado tiene a su cargo diferentes tareas que son necesarias para estar en cumplimiento con la metodología que se practica, las cuales son:

- Selección y contratación de servicios de mantenimiento.
- Planear y ejecutar el mantenimiento preventivo.
- Gestionar la compra y uso de repuestos.
- Gestionar y ejecutar proyectos de mejora para la fábrica.
- Gestionar la información presentada en los KPI's del pilar, para buscar soluciones a problemas actuales.
- Crear módulos de entrenamiento para los grupos de trabajo de mantenimiento autónomo.

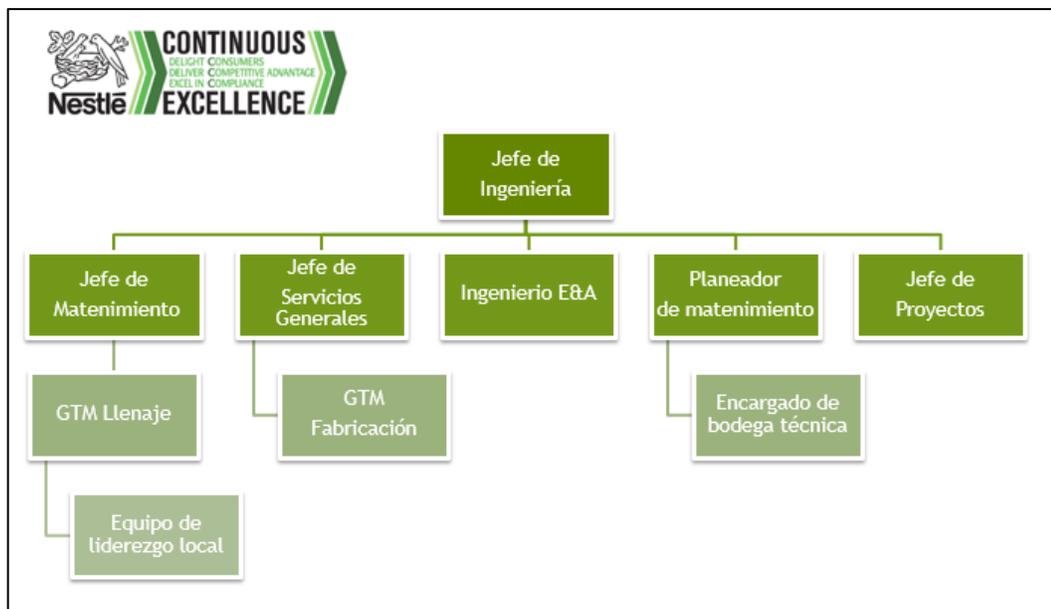
³ Nestlé. *Información de la empresa*. <https://www.nestle-centroamerica.com/>

1.2.1. Organigrama del departamento

El pilar de mantenimiento planeado es conformado por:

- Jefe de ingeniería
- Jefe de mantenimiento
- Jefe de servicios generales
- Ingeniero en electricidad y automatización (E&A)
- Planeador de mantenimiento
- Jefe de proyectos
- Equipo de liderazgo local (ELL)
- Grupos de trabajo de mantenimiento (GTM)
- Encargado de bodega técnica

Figura 2. Organigrama del pilar de mantenimiento planeado



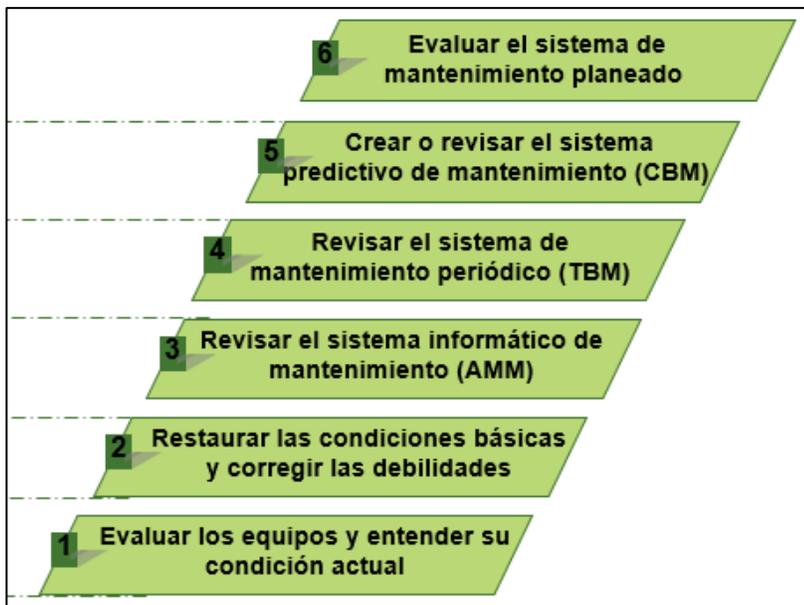
Fuente: Nestlé Guatemala. *Guía de referencia del pilar de mantenimiento planeado*. p.3

1.2.2. Descripción de los procesos de mantenimiento

El mantenimiento es una parte vital para el ciclo de vida de las máquinas, esto permite que trabajen eficientemente. La razón por la cual se realizan mantenimientos es para maximizar la cantidad de producción al menor costo de mantenimiento posible.

La misión principal es: 0 paros no planeados a un costo óptimo. Para alcanzar la meta se utilizan los fundamentos de mantenimiento planeado aplicando la metodología TPM, mantenimiento productivo total, este modelo se representa de la siguiente manera:

Figura 3. **Modelo de implementación, 0 paros no planeados**



Fuente: Nestlé Guatemala. *Guía de referencia del pilar de mantenimiento planeado*. p. 8.

La metodología se encuentra dividida en 6 pasos, que se muestran en la figura No. 3. Cada paso representa un avance para alcanzar en su totalidad el mantenimiento planeado en busca de 0 paros no planeados. Cada paso tiene entregables e indicadores de desempeño, que al momento de que se cumplan se avanza de paso y los entregables e indicadores aumentan dificultad. Actualmente el pilar de mantenimiento planeado se encuentra en el paso 4.

Cada paso debe cumplir con diferentes requisitos en las siguientes fases de implementación:

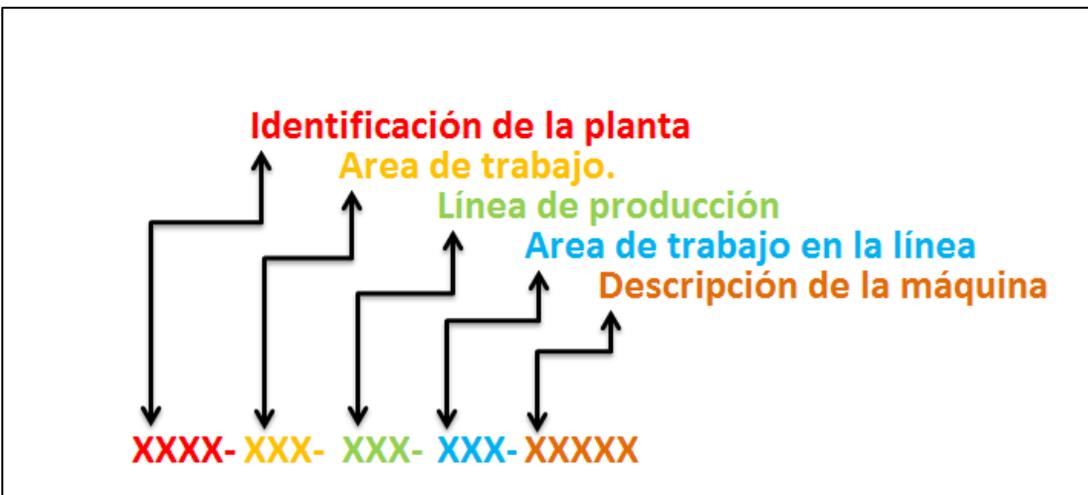
- Soporte a mantenimiento autónomo (GTA): el objetivo es aumentar las competencias técnicas a los miembros de los grupos de trabajo de mantenimiento autónomo (GTA), restaurar y mantener las condiciones básicas de las máquinas y transferir tareas de mantenimiento básico a los GTA, como la lubricación.
- Estructura de maquinaria: en esta fase se define, clasifica y documenta una estructura jerárquica llamada FLOC para las máquinas, equipos y componentes. Las actividades principales que se realizan son: definir criticidad de las máquinas y repuestos, construcción correcta de la FLOC y recolección de información técnica de cada máquina.

La FLOC, ubicación funcional por sus siglas en inglés, establece una conexión directa de datos históricos de mantenimiento, fallas, repuestos, equipos, mejoras y planes de mantenimiento directamente a la máquina. La FLOC se compone de 7 niveles característicos:

- Nivel 1: identificación de la planta
- Nivel 2: área de trabajo

- Nivel 3: línea de producción
- Nivel 4: área de trabajo en la línea
- Nivel 5: descripción de la máquina
- Nivel 6: equipos que realizan una función específica
- Nivel 7: repuestos incluidos en la lista de materiales (BOM)

Figura 4. Codificación FLOC según el nivel actual de la empresa



Fuente: elaboración propia.

- Gestión de órdenes de trabajo: esta fase cubre las actividades que se necesitan para crear, medir y optimizar las actividades de mantenimiento que se realizan en la línea. Como resultado se obtienen tareas de mantenimiento efectivas, rutinas de mantenimiento y por lo tanto contribuye a alcanzar un costo óptimo de mantenimiento.
- Herramientas de confiabilidad: herramienta utilizada por los grupos de trabajo de mantenimiento y el pilar de mantenimiento planeado. En esta fase se realizan actividades para medir, priorizar, prevenir y eliminar

paros no planeados a través de identificación de fallas recurrentes o de gran impacto, análisis de causa de raíz e implementación de planes de acción en caso de una recurrencia. La herramienta que se utiliza es conocida como: análisis de avería (ADA). La herramienta ADA se centra en hallar la causa raíz de la falla en el componente utilizando los aspectos técnicos del componente, analizando el tipo de falla y sus posibles causas directas.

- Desarrollo de competencias técnicas: en esta fase se realizan entrenamientos que desarrollen las competencias técnicas de los grupos de trabajo de mantenimiento para asegurar que las intervenciones correctivas y preventivas se realicen con éxito. Se programan capacitaciones para fomentar la metodología TPM en los grupos de trabajo de mantenimiento. Se prepara a un grupo de técnicos para ser formadores de formadores y así poder dar *coach* e incrementar las competencias técnicas de los miembros del GTA para ser capaces de realizar mantenimientos e inspecciones de manera autónoma.
- Gestión de repuestos: en esta fase se realizan actividades para optimizar el *stock* y almacenarlo debidamente identificado sin exponerlos a ningún riesgo de calidad o seguridad. Con esta fase se pretende reducir inventario y disminuir costos operacionales sin afectar la disponibilidad de repuestos, incluyendo los que están incluidos en mantenimientos planeados.

1.2.3. Sistema computarizado para la administración del mantenimiento

Un SCAM es un sistema que recopila y organiza información de los procesos de mantenimiento, incluyendo su estructura, organización y programación digital de las actividades de mantenimiento, para así realizar todas las actividades que involucran al proceso de mantenimiento como: recolección de datos, creación de registros, seguimientos, actualizaciones, almacenamiento y procesamiento de datos, para establecer una conexión entre todos estos factores y retroalimentar todo el sistema. Esta base de datos entrega al personal encargado de realizar y gestionar el mantenimiento la información necesaria para una toma de decisiones en busca de una mejora y un mejor control de los procesos de mantenimiento.

En la actualidad existen varios tipos de SCAM que facilitan la comunicación y la toma de datos de cada componente. Para utilizar esta herramienta es fundamental capacitar al personal que debe conocer el sistema para lograr un buen uso de la aplicación y consecuentemente ejecutar eficazmente los planes de mantenimiento.

La interfaz del sistema debe ser amigable con el usuario para que pueda ser entendido y manipulado eficazmente. La interfaz debe abarcar toda la estructura de los procesos de mantenimiento para que sea completa y efectiva la comunicación, el uso de la información y la retroalimentación.

Para evaluar la efectividad del SCAM se debe determinar la capacidad de apoyo que brinda al proceso de mantenimiento. Un SCAM eficiente debe apoyar las actividades principales del proceso de mantenimiento, debe ser confiable, fácil de utilizar y procesar adecuadamente la información.

En Nestlé, el sistema computarizado para la administración es SAP (System, Applications and Product in Data Processing), empresa creada en Alemania en 1972. Toda la programación de SAP está basada en la estrategia de mantenimiento de activos Nestlé (figura 6). SAP brinda apoyo a los siguientes procesos de mantenimiento:

- Control financiero de proyectos (CAPEX) y mantenimiento (MP)
- Gestión de mantenimiento a través de órdenes de trabajo
- Gestión del historial de mantenimiento
- Gestión de la actividad laboral del departamento de mantenimiento
- Gestión de bodega técnica de repuestos
- Creación y eliminación de activos

1.3. Mantenimiento

El mantenimiento se define como el conjunto de actividades que permiten mantener equipos e instalaciones en óptimas condiciones y así garantizar su correcto funcionamiento a un costo mínimo. El concepto del mantenimiento se ha ido modificando desde la sencilla acción de reparación, los equipos para asegurar su operación hasta las acciones actuales de predicción y prevención.

En la actualidad, para que el mantenimiento sea eficiente, sin importar si es correctivo o preventivo, se debe establecer capacitaciones dirigidas al personal que lo realiza, teniendo en cuenta la evolución de la tecnología. Los tipos de mantenimiento son:

1.3.1. Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo es la ejecución de actividades planificadas y programadas para reducir el número de averías y permitir una producción continua. El mantenimiento preventivo tiene por misión mantener un nivel de servicio establecido, programando intervenciones oportunas cada cierto tiempo con el fin evitar averías. Este tipo de mantenimiento no tiene en cuenta si el equipo se encuentra operando con normalidad, es decir, la intervención se realiza sin necesidad de que exista una anomalía. Algunas de las ventajas más importantes del mantenimiento preventivo son:

- Mayor confiabilidad de operación de los equipos.
- Garantiza óptimas condiciones de trabajo y seguridad de los equipos.
- Distribuye de manera eficiente la carga de trabajo al personal de mantenimiento.

La implementación del mantenimiento preventivo también trae consigo las siguientes desventajas:

- Para establecer correctamente la frecuencia de las actividades de mantenimiento se debe tener un proceso de prueba y error para encontrar la frecuencia más conveniente.
- Establecer un programa de mantenimiento preventivo requiere una fuerte inversión al momento de implementarse.
- La cantidad de repuestos aumenta, por lo tanto, los gastos en mantenimiento aumentan. Esto es necesario ya que, al programar las diferentes actividades, es imprescindible que todos los repuestos se encuentren disponibles.

- El conocimiento técnico del personal de mantenimiento es un factor importante, ya que el tiempo de intervención puede variar dependiendo de qué técnico realice la actividad.

1.3.2. Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo se basa en actividades que se realizan con el fin de solucionar una falla, la cual es reportada por el personal de producción a los encargados del mantenimiento. Esta metodología se basa en la corrección de defectos que se presentan en el proceso de producción.

Este tipo de mantenimiento se puede aplicar en diferentes modalidades de tipo inmediato, que es una intervención que se efectúa de manera seguida a la presencia u observación de una falla con las herramientas disponibles en ese momento. También se utiliza la de tipo diferida, que implica un paro indefinido consecuencia de no tener repuestos disponibles o no conocer la causa real de la falla.

El mantenimiento correctivo no representa ningún beneficio para los equipos ni para los procesos de producción. Las consecuencias o desventajas más notables son las siguientes:

- Causa discontinuidad en los procesos logísticos y de producción.
- Produce pérdidas mayores por tiempos muertos de producción.
- No exige ningún tipo de organización y por lo tanto la carga de trabajo del personal es variable.
- No se realizan procesos de seguimiento para asegurar que la falla haya sido corregida exitosamente.

1.3.3. Mantenimiento predictivo

Es un mantenimiento basado en medición, seguimiento, condiciones operativas y monitoreo de parámetros que al momento de detectar una desviación permiten detectar un fallo antes de que suceda. Para aplicar este tipo de mantenimiento es necesario identificar variables físicas (temperatura, vibración, consumo eléctrico, entre otros). Las variaciones en las variables físicas actúan como indicadores de problemas que se puedan presentar. Para poder llevar a cabo este tipo de mantenimiento se debe hacer uso de tecnología más avanzada

En general, este mantenimiento consiste en estudiar la evolución de parámetros físicos y asociarlos a una posible falla y poder determinar en qué periodo de tiempo la posible falla causará un paro en producción y al mismo tiempo planificar intervenciones que no comprometan el funcionamiento normal de producción. Las ventajas de aplicar el mantenimiento predictivo son las siguientes:

- Se conocen realmente las condiciones de trabajo de la máquina.
- Busca la eliminación total de las fallas.
- No es necesario programar un paro de producción para poder realizar una evaluación.
- Al conocer con certeza en dónde y por qué puede producirse una falla, el tiempo de reparación disminuye.
- Se reducen las piezas de recambio, *stock*, al tener una mayor certeza de cuándo va a ser necesario sustituir un componente.

Las desventajas que se presentan al aplicar el mantenimiento predictivo son:

- Se requiere de equipos especiales para realizar las mediciones de parámetros, los cuales representan un alto costo de adquisición.
- Si el personal no se encuentra calificado para utilizar e interpretar los datos que los equipos especiales proporcionan, el mantenimiento preventivo no va a funcionar adecuadamente.
- El costo de implementación es considerablemente alto. Esto debido a la inversión en equipos especiales y capacitaciones y certificados correspondientes para el personal de mantenimiento.

1.3.4. Variables de mantenimiento

Para verificar la efectividad del sistema de mantenimiento, de cualquier tipo que se aplique, se debe analizar la capacidad del sistema de resistir falta de repuestos, fallas de componentes, logísticas y humanas. Entonces para determinar la efectividad del sistema de mantenimiento se hace necesario analizar las siguientes variables:

- **Confiabilidad:** es la capacidad del sistema de cumplir la función para la cual fue diseñado durante un intervalo de tiempo establecido.
- **Mantenibilidad:** es la capacidad del sistema de mantenerse o de ser restablecido, en un tiempo determinado, a su funcionamiento normal cuando las actividades de mantenimiento se realizan siguiendo un programa determinado.

- Disponibilidad: es la capacidad del sistema de cumplir con una función establecida, en determinadas condiciones, en el momento que se necesite durante un determinado tiempo.
- Seguridad del sistema: es la capacidad del sistema de anular cualquier oportunidad de eventos críticos, en condiciones normales, que ponga en riesgo la salud del trabajador y la máquina en sí.

1.4. Mantenimiento productivo total

El mantenimiento productivo total TPM (Total Productive Maintenance) es el sistema japonés de mantenimiento industrial desarrollado a partir del mantenimiento preventivo creado en Estados Unidos. El TPM es una estrategia de trabajo que bajo una serie de actividades específicas que, al implementarse, aumentan la competitividad de una organización industrial o de sus servicios. La implementación del TPM mejora las capacidades competitivas a través de una eliminación drástica y sistemática de los sistemas operativos. El TPM busca marcar una diferencia reduciendo costos, incrementar los tiempos de respuesta, incrementar la confiabilidad de los equipos, mejorar las competencias del personal de mantenimiento e incrementar la calidad de los productos.

Según el Instituto Japonés de Mantenimiento Planeado (JIMP) el TPM está orientado a alcanzar las siguientes metas CERO:

- Cero accidentes
- Cero defectos
- Cero pérdidas

Estos objetivos conducen a la obtención de productos y servicios de la más alta calidad, mínimos costos de producción y una imagen de excelencia empresarial. Para alcanzar la eficiencia global que el TPM promete es necesaria la participación de todos los departamentos de la empresa, cada una de las metas CERO se debe lograr a través de participación de pequeños grupos comprometidos y entrenados para lograr los objetivos de la empresa y personales. Por lo tanto, el TPM busca la eliminación de las pérdidas con la participación de todos los empleados de la empresa. Los beneficios que brinda el TPM se pueden separar en 3 aspectos importantes:

- Organizativos
 - Establece un sistema de comunicación eficiente.
 - Crea una cultura de organización, disciplina y respeto por el reglamento interno.
 - Crea espacios de trabajo organizados.
 - Integra la mejora continua en todas las áreas de trabajo.
 - Mejora el ambiente laboral y promueve la participación y creatividad del personal.
 - Mejora el control de las operaciones de la empresa.
 - Incrementa la calidad del producto.

- Seguridad
 - Promueve la cultura de prevención de accidente.
 - Incrementa la capacidad de identificación de posibles accidentes y acciones correctivas inmediatas.
 - Promueve el cuidado del medio ambiente, utilizando adecuadamente el reciclaje en todas las áreas de trabajo.

- Productividad
 - Eliminar las pérdidas en área de producción.
 - Implementa nuevas tecnologías.
 - Mejora la calidad del producto final.
 - Reducir los costos de mantenimiento.
 - Mejora la confiabilidad y disponibilidad de los equipos.

Una tarea fundamental al utilizar TPM es desarrollar un sistema de mantenimiento autónomo. La filosofía del mantenimiento autónomo es que la persona que opera un equipo productivo se encargue de realizar mantenimiento preventivo básico, limpieza e inspección. La idea es que cada operador sea capaz de diagnosticar y prevenir las fallas eventuales de su equipo y así incrementar su productividad y vida útil. Este proceso no se trata de que el operador ocupe el puesto de técnico en mantenimiento, sino de conocer y cuidar su propio equipo, ya que al ser ellos los que ocupan mayor tiempo junto al equipo, es más sencillo que reconozcan cuando una falla puede presentarse.

Si se busca que el operador tenga iniciativa propia para mantener su equipo en buen estado, se debe introducir la disciplina 5's. Esta disciplina, originaria de Japón, se basa en buscar la calidad en todos los aspectos de producción. Y se basa en los siguientes criterios:

- Seiri – Clasificación y descarte
- Seiton – Organización
- Seiso – Limpieza
- Seiketsu – Higiene y visualización
- Shitsuke – Disciplina y compromiso

Siguiendo los criterios de las 5's, se deben seguir los siguientes 7 pasos para implementar el mantenimiento autónomo:

- Limpieza inicial: esto se realiza con la intención de que el operador desarrolle interés y compromiso con sus máquinas. Los procesos de limpieza se vuelven educacionales por que el operador comience a entender cómo funciona la máquina y comienzan las dudas y a través de esas dudas empiezan a adquirir el conocimiento necesario para detectar problemas. En este paso se pretende enseñar también los procesos de inspección y lubricación básica.
- Eliminación de fuentes de suciedad: en este paso se deben tomar medidas para eliminar causas de suciedad, esquirlas y polvo, limitar o eliminar la dispersión de partículas. Si la eliminación no es total, debe generarse procedimientos de limpieza e inspección más eficientes con el fin de reducir los tiempos de ejecución.
- Estándares de limpieza y lubricación: al identificarse las condiciones básicas de los equipos. Ahora se establecen procedimientos estándares para la ejecución de tareas de mantenimiento preventivo básico, limpieza, lubricación e inspección. Los procedimientos estándares siempre pueden modificarse si la situación lo amerita.
- Inspección general: en este paso, al ya tener establecidas las condiciones básicas de operación, se pretende iniciar con el proceso de medición de deterioro mediante inspecciones generales. De esta manera al trabajar restaurando las condiciones básicas de operación se incrementan las competencias de los operadores. Los entrenamientos de

inspecciones generales deben realizar una categoría a la vez (según la máquina que esté trabajando).

- Inspección autónoma: con los estándares de inspección establecidos, se revalúan para asegurar que las tareas de mantenimiento son ejecutadas en el tiempo establecido. Para esta fase los operadores ya deben estar completamente entrenados para ejecutar una inspección general. El departamento de mantenimiento debe establecer un calendario de mantenimiento anual.
- Organización y orden: en esta fase se delimitan las áreas de trabajo, es decir, se organiza un lugar en específico para colocar las herramientas y los instrumentos de limpieza que se necesiten cerca del puesto de trabajo. Los supervisores de producción son los encargados de revisar los estándares visuales que se creen y de modificarlos si lo creen necesario.
- Implementación total: por medio de reuniones operacionales semanales dirigidas por los supervisores de producción. Mediante estas reuniones se espera que los operadores trabajen de forma independiente, verificando su propio trabajo, e implanten mejoras autónomamente.

1.5. Fallas

Es un evento no previsible que impide a un equipo cumplir bajo condiciones establecidas o que no cumpla ninguna función. Una falla en una línea de producción puede afectar: la calidad del producto, el medio ambiente o la seguridad de los trabajadores. Eliminar las fallas al 100 % es el principal objetivo del TPM. Sin embargo, no es posible tener control sobre todos los

factores que pueden provocar una falla. Los aspectos principales causantes de fallas son:

- El mal diseño o error de cálculo en el diseño de las máquinas. Cuando el fabricante no está familiarizado con las condiciones de trabajo a los que se someterá la máquina y el diseño no será el adecuado.
- Defecto fabricación en las máquinas. Esto se da en el proceso de fabricación cuando se descuida la calidad de los materiales o los procesos de fabricación de los componentes de la máquina.
- Mal uso de las máquinas en la fábrica. Es el factor más frecuente en la aparición de fallas y es provocado por falta de conocimiento al momento de operar la máquina o utilizar la máquina para realizar trabajos para los cuales no fue diseñada.
- Desgaste natural o envejecimiento por el uso. Fenómeno que ocurre al pasar del tiempo y el trabajo continuo de la máquina que aumenta los niveles de desgaste, abrasión y corrosión.
- Fenómenos naturales. Condiciones atmosféricas que pueden interferir en el normal funcionamiento de la máquina causando roturas en los componentes y paros esporádicos.

1.5.1. Clasificación de fallas

Las fallas se clasifican según la capacidad de trabajo y la forma en la que se presentan:

- Por su alcance:
 - Total: es aquella que origina desviaciones o mal funcionamiento, produciendo incapacidad para cumplir su función.
 - Parcial: es aquella que origina desviaciones o mal funcionamiento, pero no una incapacidad para cumplir su función.

- Por su velocidad de aparición:
 - Progresiva: es aquella en donde el desgaste de los componentes afecta el funcionamiento de la máquina. Este desgaste puede ser detectado visualmente o con equipos especiales.
 - Intermitente: es aquella que se presenta por cortos o largos periodos de tiempo.
 - Súbita: ocurre instantáneamente y no hay ningún equipo que permita detectarlo.

- Por su impacto:
 - Menor: es aquella que no afecta los objetivos de producción o de servicio.
 - Mayor: es aquella que sí afecta los objetivos de producción o de servicio.
 - Crítica: es aquella que produce un paro total en línea de producción y puede causar daños irreparables a la máquina.

1.5.2. Identificación y análisis de fallas

Para entender y poder crear contramedidas para evitar y solucionar las fallas que se han presentado o puedan presentar en la línea de producción, es necesario identificarlas puntualmente y así comprender el porqué de dichas fallas. El análisis de fallas está diseñado para:

- Identificar los modos de falla
- Identificar los mecanismos de falla
- Determinar la causa raíz
- Determinar acciones para la prevención de la falla

Para realizar un análisis de fallas se deben recopilar todos los datos disponibles y siempre deben recopilarse los siguientes:

- Relato detallado de qué se hizo antes, durante y después de la falla. Es importante tomar en cuenta la hora en que se produjo, el turno y operario presente.
- Detalles de condiciones ambientales externas e internas: temperatura, humedad, condiciones de limpieza, fugas de aire comprimido, refrigerantes o aceites, variaciones de la energía eléctrica y cualquier condición de suministro exterior que necesite para funcionar.
- Históricos de mantenimiento previamente realizados.
- Revisar indicadores de MTBF, MTTR y Matriz X de recurrencia para descartar o validar la falla, así como la frecuencia a la que se presenta.

Una vez recopilados todos los datos se procede a determinar la causa que produjo el fallo.

Los dos métodos que se incluyen en un análisis de fallas son los siguientes:

- Los 5 porqués: la técnica de los 5 porqués es una técnica basada en realizar preguntas para establecer una relación causa-efecto que genera una falla en particular. El objetivo final de esta técnica es determinar la causa raíz de una falla. Aunque el nombre de esta técnica se refiere a la utilización de 5 preguntas, sin embargo, se pueden realizar las iteraciones necesarias hasta encontrar la causa raíz. Es importante saber cuándo detener el análisis, para no desviar el tema principal que se está examinando.
- Diagrama Ishikawa o causa-efecto: este método se basa en agrupar las causas potenciales en 6 ramas principales: maquinaria, materiales, mano de obra, medio ambiente, medición y método, que forman parte de la variabilidad del proceso y así relacionar cada una de las ramas con las fallas que se presentan. Este método permite representar gráficamente el conjunto de causas que dan lugar a una falla o bien a factores que facilitan la aparición de las mismas.

2. FASE DE INVESTIGACIÓN

2.1. Situación actual

Las máquinas del sector de consomé están ligadas a una programación de mantenimiento preventivo basado en tiempo, el cual fue creado revisando los históricos y tomando en cuenta las fallas que han sido repetitivas en las máquinas. La mayoría de las actividades de mantenimiento preventivo fueron programadas y diseñadas cuando las condiciones básicas de operación de las máquinas no estaban definidas. El programa de mantenimiento tiene más de 5 años en que no se ha actualizado ni revisado.

El mantenimiento específico diario, semanal y mensual es ejecutado por el GTM de consomé, el cual se encuentra conformado por: 3 mecánicos y 1 eléctrico. De los 3 mecánicos encargados del área, uno de ellos se mantiene específicamente dedicado a las líneas de producción de consomé, ya que los otros dos mecánicos y el eléctrico tienen diferentes rotaciones por turnos. Esto significa que el funcionamiento adecuado de las máquinas del sector de consomé depende completamente de una sola persona que, al no estar presente por cualquier motivo, los trabajos de mantenimiento no se ejecutan o son realizados por otro mecánico del departamento de mantenimiento y son mal ejecutados y les toma mucho tiempo realizarlos. Esto impacta en costos de operación ya que las máquinas aumentan su tiempo muerto.

La programación actual de las actividades de mantenimiento es deficiente debido a: las actividades de mantenimiento no están definidas al 100 % porque antes de realizar se debe pedir por cierto tiempo de trabajo autorizado por el

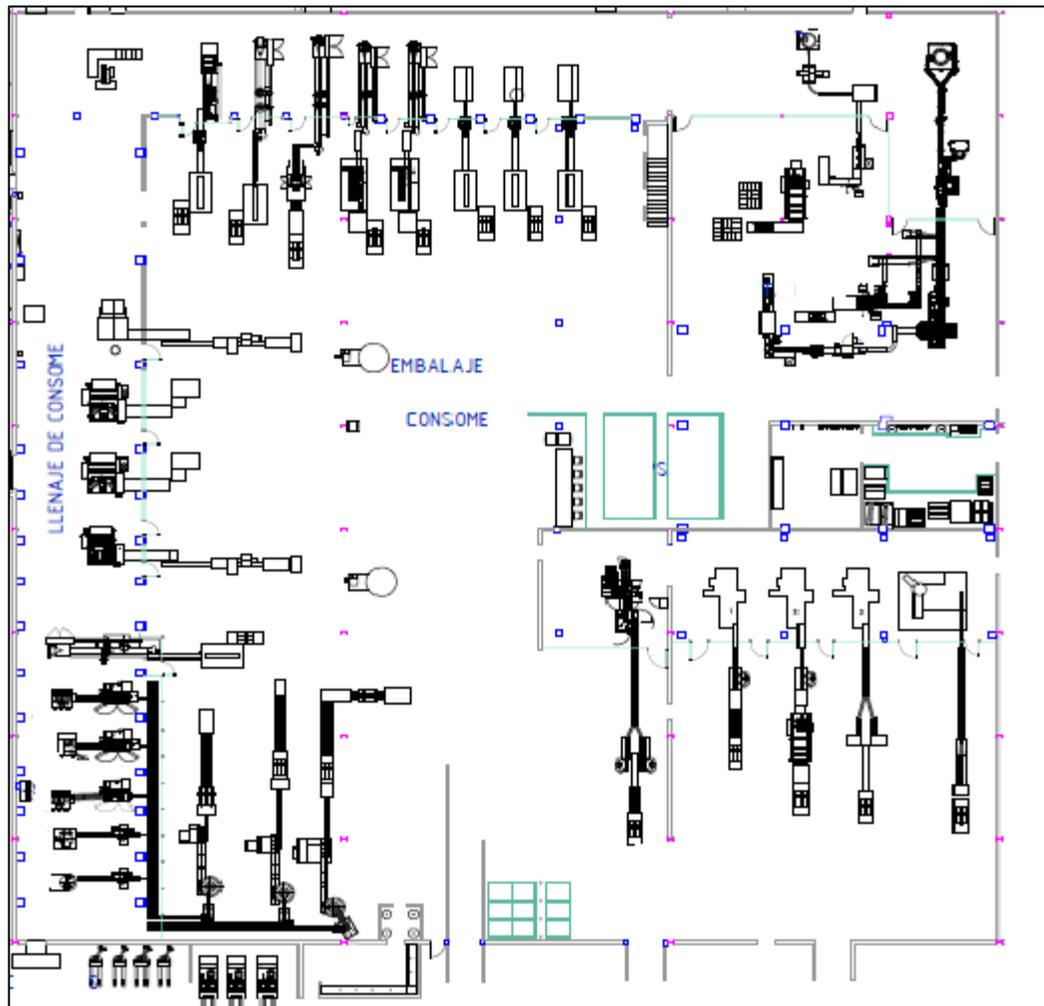
área de producción y, si es realizado por alguien con poco conocimiento de la máquina, el tiempo no es suficiente, por lo cual el mantenimiento no es efectivo y los arranques no resultan de manera vertical, además no se realizan las actividades programadas ya que las instrucciones en la orden de trabajo no son específicas y no se tiene un control de si se realizan las actividades de mantenimiento o no.

Todas las actividades de mantenimiento que se realizan por parte del GTM y GTA no han sido actualizadas, la frecuencia no se ha cambiado y las máquinas han aumentado sus tiempos de trabajo, se han realizado mejoras en las máquinas que no se han tomado en cuenta en las actividades de mantenimiento preventivo, de tal manera que las actividades de mantenimiento no permiten que las líneas cumplan con la cantidad de producción que se espera, ya que las fallas se vuelven recurrentes y los tiempos muertos aumentan.

2.1.1. Ubicación de la maquinaria

Las líneas de producción empiezan desde la colocación del producto en el silo, el llenado del producto en los sobres y el empacado del producto. La ubicación de las máquinas en las líneas de producción es la siguiente:

Figura 5. **Ubicación de máquinas de llenado de consomé**



Fuente: *layout* de fábrica antigua, área de llenado.

2.1.2. Descripción de la maquinaria

El sector de producción de consomé cuenta con cuatro máquinas empaquetadoras automáticas, tres máquinas son idénticas y una es diferente. La diferencia entre máquinas es que una es controlada por tres diferentes motores encargados de dosificación, tracción de papel y confección de

empaquete, mientras que las tres máquinas idénticas son controladas por servomotores en cada una de sus etapas de producción.

Las cuatro máquinas empaquetadoras se identifican de la siguiente manera:

- 0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO1
- 0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO2
- 0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO3
- 0219-CUL-LLE-CON-UNIM6

La función de las cuatro máquinas es empaquetar polvo para caldo instantáneo en dosis determinadas en empaques compuestos de poliéster, aluminio y polietileno, los cuales son termosellados por los cuatro lados. En todas las máquinas las etapas de trabajo se realizan a través de un controlador lógico programable (PLC). Las máquinas están constituidas por:

- Tolva contenedora de producto
- Dosificador de tornillo helicoidal
- Dosificado por dosis: cucharillas o husillos
- Grupo formador: selladoras horizontales y verticales
- Grupo formador: corte, pre-corte y abre fácil
- Grupo guía/papel: rodillos guía y portabobinas
- Cinta transportadora de salida
- Grupo de transmisión: engranajes, cadenas y caja elíptica
- Sistema eléctrico y neumático
- Panel de control general

2.2. Plan de mantenimiento actual

En Nestlé Guatemala se utiliza el sistema de mantenimiento preventivo, adecuado a la metodología TPM, en la cual producción y el departamento de mantenimiento deben trabajar conjuntamente para alcanzar la meta de: 0 paros no planeados.

Figura 6. Estrategia de mantenimientos de activos

Sistema Computarizado para la Gestión del Mantenimiento (CMMS)	Gestión del Mantenimiento de los Activos (AMM)				
Categoría del Mantenimiento	Mantenimiento Preventivo			Mantenimiento Proyectos	Mantenimiento Correctivo
Sub-Categoría del Mantenimiento	Predictivo	Rutinario	Basado en Condición	Basado en Proyectos	Falla Técnica
Tipo de Orden de Trabajo (O.T.) (AMM)	O.T. Programada / Predictiva (PM03)		O.T. Basada en Condición (PM02)	O.T. de Proyectos (PM04)	O.T. por Fallas (PM01)
Tipo de Actividad de Mantto (AMM)	<ul style="list-style-type: none"> Calibración (301) Monitoreo de la Condición (302) Lubricación (303) Inspección del estado (304) Servicio Planeado/Revisión (305) Inspección de Seguridad/Ambiental (306) Inspección de la Condición (307) 		<ul style="list-style-type: none"> Trabajo de una actividad Programada/Predictiva (201) Mejoras a la línea (202) Mejoras de Seguridad (203) Mejoras Ambientales (204) Reparación de Refacciones (205) 	<ul style="list-style-type: none"> Trabajo de Inversión de Capital (401) Mantenimiento Extraordinario (402) Trabajo de gastos Especiales (403) Actividades de Producción (404) 	<ul style="list-style-type: none"> Avería (101) Avería que NO causó Paro de línea (102) Falla Técnico fuera de las HNP (103)
Organización del Mantto	Planeado				NO Planeado
Iniciativa del Mantto	Optimizar	Utilizar		Minimizar	
Presupuesto del Mantto	Rutinario			Extra-ordinario	Rutinario

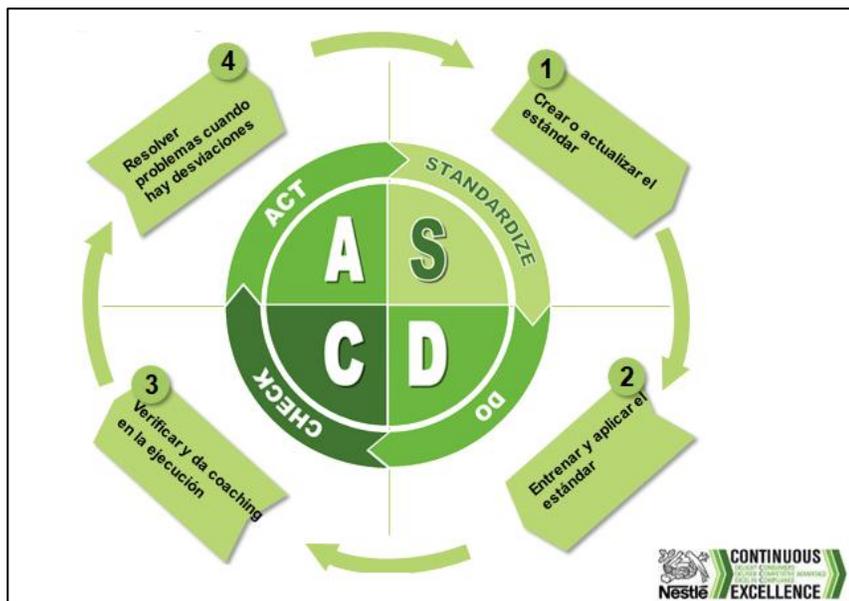
Fuente: Nestlé Guatemala. *Guía de referencia del pilar de mantenimiento planeado*. p. 12.

El proceso de planeación y programación de mantenimiento es requerido para alinear las actividades de producción y mantenimiento y asegurar la disponibilidad de todos los recursos, como: activo/línea, mano de obra competente y partes técnicas, en un plan de mantenimiento basado en tiempo. Este proceso también incluye la revisión de la ejecución del plan de

mantenimiento de la semana anterior y la gestión de las actividades de seguimiento del mantenimiento.

Una planeación y programación exitosa de actividades de mantenimiento se realiza de manera eficiente, es necesario utilizar el ciclo de Deming o ciclo de control de rutinas estándar conocido como: SDCA.

Figura 7. **Ciclo de control SDCA**



Fuente: Nestlé Guatemala. *Guía de referencia del pilar de mantenimiento planeado*. p. 15.

Los cuatro elementos que constituyen el ciclo de control y planeación de rutinas estándar son:

- Estandarizar (S): definir las actividades de mantenimiento planeado que se van a realizar en la máquina. Crear los órdenes de trabajo y los planes de mantenimiento en SAP. Los órdenes de trabajo incluyen: descripción

detallada de la actividad, repuestos necesarios, frecuencia y duración de la actividad.

- Hacer (D): asegurar que los mecánicos posean las competencias necesarias para realizar las actividades de mantenimiento, planificando entrenamientos para que entiendan el estándar y aumenten sus competencias. Acordar con producción y planificar la ejecución de las órdenes de trabajo en una fecha específica con un tiempo determinado.
- Verificar (C): el control del cumplimiento de actividades estándar de mantenimiento es parte del equipo de liderazgo local con ayuda del pilar de mantenimiento planeado. Se debe chequear con auditorias constantes, para asegurar arranques verticales y verificar que las rutinas de mantenimiento se estén realizando según lo programado.
- Actuar (A): ejecutar oportunidades de mejoras: mejorar la calidad de los estándares de actividades de mantenimiento, mejorar los procesos de programación y dar seguimiento a los entrenamientos para aumentar los niveles de competencia del personal de mantenimiento.

El proceso de control SDCA no entrega resultados inmediatos. Permite una clara visibilidad de las averías que más impactan en la línea de producción para poder generar planes de acción para prevenir que estos se repitan. La aplicación de SDCA garantiza la sostenibilidad de los estándares de mantenimiento.

2.2.1. Plan de mantenimiento preventivo

Las actividades de mantenimiento preventivo se llevan a cabo en máquinas, equipos y componentes para prevenir que se vuelvan incapaces de realizar una o varias funciones para las cuales fueron diseñadas. Esto permite que las máquinas trabajen sin ningún paro técnico y a su máxima capacidad. Las actividades de mantenimiento preventivo no se enfocan directamente sobre la máquina sino en los componentes que forman y permiten el correcto desempeño de la máquina.

La metodología 5W+1H es utilizada para garantizar la efectividad de la ejecución de las actividades de mantenimiento preventivo. La información que el formato 5W+1H debe contener se aplica en las órdenes de trabajo y en las rutinas estándar. La información debe responder a las siguientes preguntas:

- ¿Dónde ejecutar el trabajo? (*Where*): debe identificar claramente si el mantenimiento se va a realizar en un componente o en un equipo.
- ¿Qué hacer? (*What*): indica el tipo de mantenimiento que se debe realizar, inspección, ajuste, medición, remplazo, instalación, reemplazar, etc. Y debe estar ligado al componente o equipo al que se le dará mantenimiento.
- ¿Cuándo realizar la actividad? (*When*): debe especificar la fecha en que se va a realizar el mantenimiento y cuándo debe finalizar. También se debe incluir el tiempo en que debe realizarse el mantenimiento.
- ¿Quién va a realizar la actividad de mantenimiento? (*Who*): indica al mecánico o grupo de mecánicos encargados de realizar la actividad de

mantenimiento, siempre y cuando posean las competencias adecuadas para realizarlo.

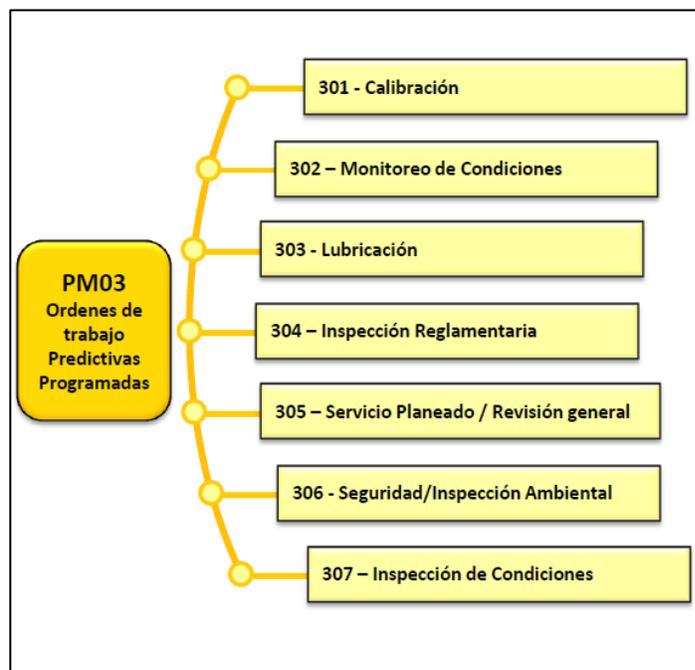
- ¿Cuáles herramientas se van a utilizar? (*Wich*): indicar qué herramientas son las necesarias para realizar las actividades de mantenimiento, se deben incluir herramientas especiales en el caso de las rutinas predictivas.
- ¿Cómo ejecutar la actividad de mantenimiento? (*How*): detalla paso a paso las instrucciones de cómo realizar las actividades de mantenimiento. Como mínimo debe incluir la siguiente información:
 - Precauciones de seguridad
 - Seguridad y calidad alimenticia.
 - Listado de herramientas.
 - Competencias requeridas.
 - Estandarización: instrucciones detalladas de cómo ejecutar la actividad.

Las actividades de mantenimiento preventivo se encuentran divididas de la siguiente manera:

- Mantenimiento predictivo: se basa en monitorear la condición del componente o equipo para predecir una falla, esto permite que la programación y planeación de actividades de mantenimiento se ejecuten antes de ocurrir la falla. El mantenimiento predictivo se base en:
 - Mantenimiento en inspección de condición
 - Mantenimiento en monitoreo de condición

- Mantenimiento programado: las actividades de mantenimiento preventivo se llevan a cabo en intervalos de tiempo, sin importar el componente o equipo. Los intervalos normalmente están basados en tiempo (mensual, quincenal o semanal) o en la medida del uso del equipo o componente (horas de operación, kilómetros, entre otros).
- Mantenimiento basado en inspección: actividades que son generadas como resultado de las actividades de mantenimiento predictivo y de las rutinas LIL (limpieza, inspección y lubricación). Las actividades de mejora que cambien aspectos de operación de la máquina que resulten en un incremento en la disponibilidad, seguridad y seguridad alimentaria, entran en esta categoría de mantenimiento.

Figura 8. **Mantenimiento predictivo/programado**



Fuente: Nestlé. *Instrucción general, gestión de órdenes de trabajo*. p. 11

Figura 9. **Mantenimiento basado en inspección**



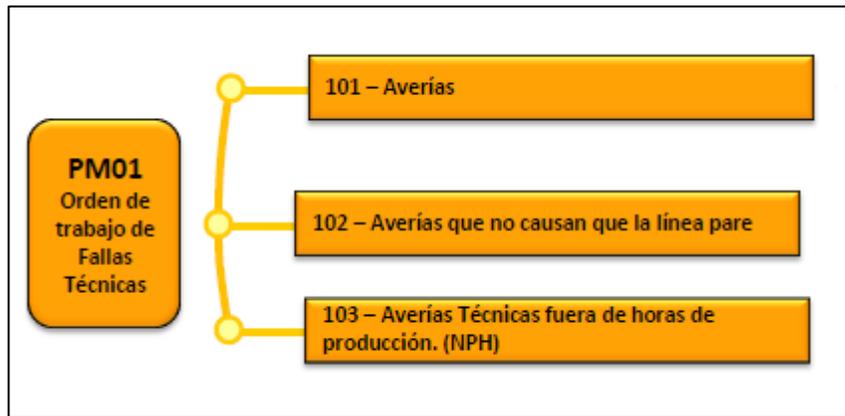
Fuente: Nestlé. *Instrucción general, gestión de órdenes de trabajo*. p. 13.

2.2.2. **Plan de mantenimiento correctivo**

Las actividades de mantenimiento son ejecutadas cuando es necesario corregir una falla técnica. El componente o equipo se encuentra parcial o totalmente incapaz de realizar una o más funciones para las cuales fue diseñado. Esto genera una intervención correctiva inmediata para poder reestablecer su correcto funcionamiento.

Las actividades de mantenimiento correctivo pueden ser programadas o inmediatas. Una intervención inmediata se aplica en caso de: pérdida de producción, potencial pérdida de la máquina, problemas de calidad y problemas de seguridad. Las actividades que son programadas son seleccionadas de las tarjetas rojas que el GTA notifique.

Figura 10. **Mantenimiento correctivo**



Fuente: Nestlé. *Instrucción general, gestión de órdenes de trabajo*. p. 16

2.3. Indicadores

En las reuniones del pilar de mantenimiento planeado se utilizan diferentes indicadores que sirven de ayuda para priorizar las acciones que se tomarán para mejorar la eficiencia de la maquinaria.

2.3.1. Cálculo de tiempo medio en reparaciones

MTTR proporciona el tiempo medio de reparación que les toma a los mecánicos o el mecánico realizar una intervención correctiva. El MTTR se calcula de la siguiente manera:

$$\text{MTTR} = \frac{\text{TP}}{\text{NP}}$$

Donde:

- TP: tiempo total de paro.
- NP: número de fallas.

A manera de ejemplo, se procede a calcular el MTTR de la máquina 0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO1 del mes de enero:

$$\text{MTTR} = \frac{615.60 \text{ min}}{6}$$

$$\text{MTTR} = 102.6 \text{ minutos}$$

Tabla I. **Tiempo medio en reparaciones en máquina 0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO1 de enero a diciembre de 2017**

Mes	Tiempo total de paro (min)	Número de fallas	Tiempo medio en reparaciones (min)
Enero	615,6	6	102,6
Febrero	259,8	1	259,8
Marzo	325,8	3	108,6
Abril	478,2	4	119,55
Mayo	147,6	2	73,8
Junio	270	3	90
Julio	109,8	2	54,9
Agosto	51	1	51
Septiembre	61,8	1	61,8
Octubre	330	2	165
Noviembre	60	2	30
Diciembre	300	3	100

Fuente: elaboración propia.

Figura 11. Gráfica MTTR de máquina 0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO1



Fuente: elaboración propia.

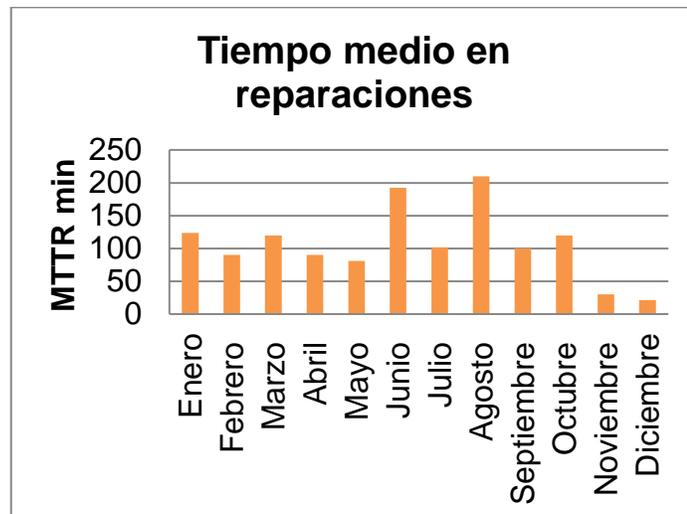
La gráfica de la figura 11 muestra que de mayo a septiembre el MTTR se mantuvo por debajo de 100 minutos. Sin embargo, cabe resaltar que esto es debido a que el tiempo total de fallas es relativamente bajo, comparado con el número de fallas que se presentaron. El caso contrario se muestra en febrero, en el cual con una sola falla el MTTR fue de 259,8 minutos.

Tabla II. **Tiempo medio en reparaciones en máquina 0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO2 de enero a diciembre de 2017**

Mes	Tiempo total de paro (min)	Número de fallas	Tiempo medio en reparaciones (min)
Enero	123,6	1	123,6
Febrero	90	1	90
Marzo	120	1	120
Abril	90	1	90
Mayo	162	2	81
Junio	1542	8	192,75
Julio	102	1	102
Agosto	840,6	4	210,15
Septiembre	300	3	100
Octubre	120	1	120
Noviembre	60	2	30
Diciembre	63,6	3	21,2

Fuente: elaboración propia.

Figura 12. **Gráfica MTTR de máquina 0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO2**



Fuente: elaboración propia.

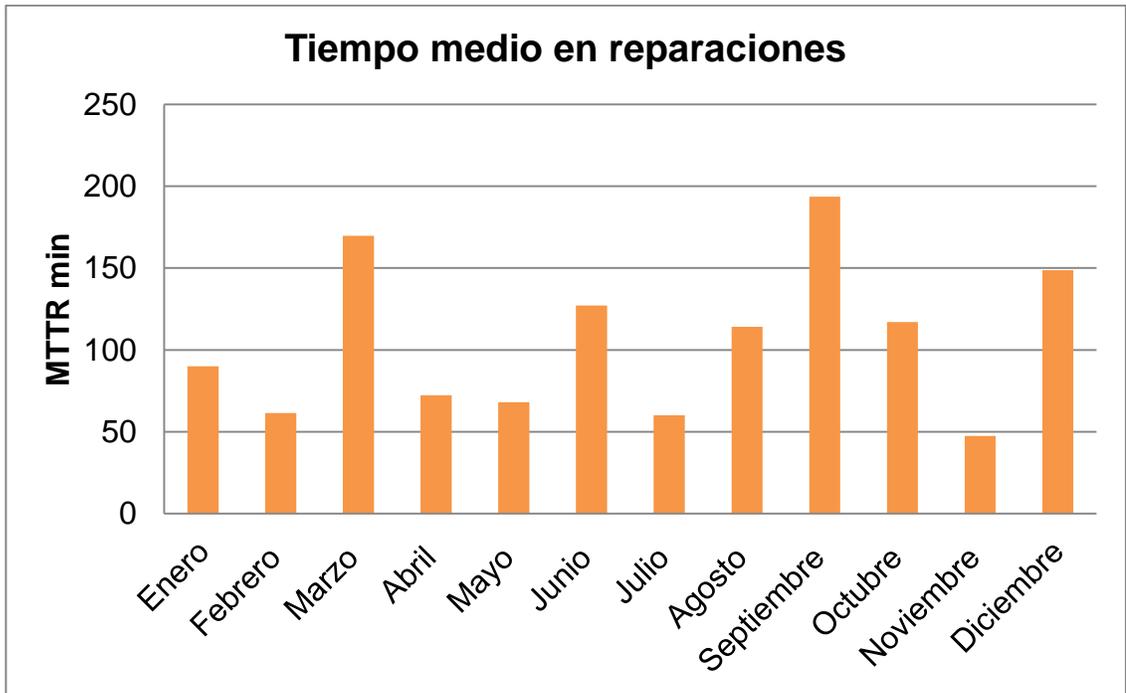
En la gráfica de la figura 12 los datos que muestran la mayor cantidad de tiempo de MTTR se reflejan en los meses de junio y agosto, en ambos meses se tiene la mayor cantidad de tiempo de fallas, así como la mayor cantidad de fallas. En los meses restantes, a pesar de que el MTTR tiene una proyección baja, se debe tomar en cuenta que para resolver una falla el tiempo que se requiere es de más de 100 minutos (1,5 h).

Tabla III. Tiempo medio en reparaciones en máquina 0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO3 de enero a diciembre 2017

Mes	Tiempo total de paro(min)	Número de fallas	Tiempo medio en reparaciones (min)
Enero	90	1	90
Febrero	123	2	61,5
Marzo	508,8	3	169,6
Abril	144,6	2	72,3
Mayo	204	3	68
Junio	508,8	4	127,2
Julio	60	1	60
Agosto	228	2	114
Septiembre	387	2	193,5
Octubre	234	2	117
Noviembre	427,8	9	47,53
Diciembre	445,8	3	148,6

Fuente: elaboración propia.

Figura 13. Gráfica MTTR de máquina 0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO3



Fuente: elaboración propia.

En gráfica de la figura 13 es notable que en los meses de enero, febrero, abril, mayo, julio y noviembre el MTTR se encuentra por debajo de los 100 minutos. Lo que se puede resaltar del mes de noviembre es que las fallas fueron resueltas en un tiempo aceptable, dada la cantidad de fallas que se dieron en dicho mes, a diferencia de otros meses en donde una o dos fallas fueron resueltas en mucho más tiempo. Esto se debe a que depende de los mecánicos que se encuentren en el turno de trabajo en el que suceda la falla.

Tabla IV. **Tiempo medio en reparaciones en máquina 0219-CUL-LLE-CON-UNIM6 de enero a diciembre de 2017**

Mes	Tiempo total de paro (min)	Número de fallas	Medio tiempo en reparaciones (min)
Enero	19,8	1	19,8
Febrero	198,6	2	99,3
Marzo	418,8	3	139,6
Abril	280,8	6	46,8
Mayo	657,6	7	93,94
Junio	1257,6	9	139,73
Julio	709,8	9	78,87
Agosto	225	3	75
Septiembre	241,8	3	80,6
Octubre	774,6	4	193,65
Noviembre	207,6	5	41,52
Diciembre	1158,6	11	105,33

Fuente: elaboración propia.

Figura 14. **Gráfica MTTR de máquina 0219-CUL-LLE-CON-UNIM6**



Fuente: elaboración propia.

En la gráfica de la figura 14 es notable que en los meses de enero y noviembre el MTTR es menos a 50 minutos, cabe resaltar que la máquina 0219-CUL-LLE-CON-UNIM6 no tiene una gran demanda de trabajo en ambos meses. En los meses de marzo, junio y octubre se tienen los registros más altos de MTTR y esto se debe a que las pocas fallas que tuvieron lugar en estos meses, no tuvieron una rápida respuesta de los mecánicos de turno, ya que solo hay 2 personas que poseen las competencias para repararlas efectivamente.

2.3.2. Cálculo de paros no planeados

Los paros no planeados afectan directamente el *asset intensity* (productividad). Para calcular los paros no planeados se toma en cuenta las averías, falla de proceso, ajustes operacionales, ajustes mecánicos y eléctricos.

Para el sector de producción de consomé los paros no planeados no deben ser mayores al 5 %. El porcentaje de paros no planeados se calcula de la siguiente manera:

$$PNP = \frac{TPNP}{TO} * 100$$

Donde:

- PNP: paros no planeados.
- TPNP: tiempo total de paros no planeados.
- TO: tiempo de ocupación.

A manera de ejemplo, se procede a calcular el porcentaje de paros no planeados del área de producción de consomé del mes de enero:

$$\text{PNP} = \frac{218,6 \text{ horas}}{2\,527,47 \text{ horas}} * 100$$

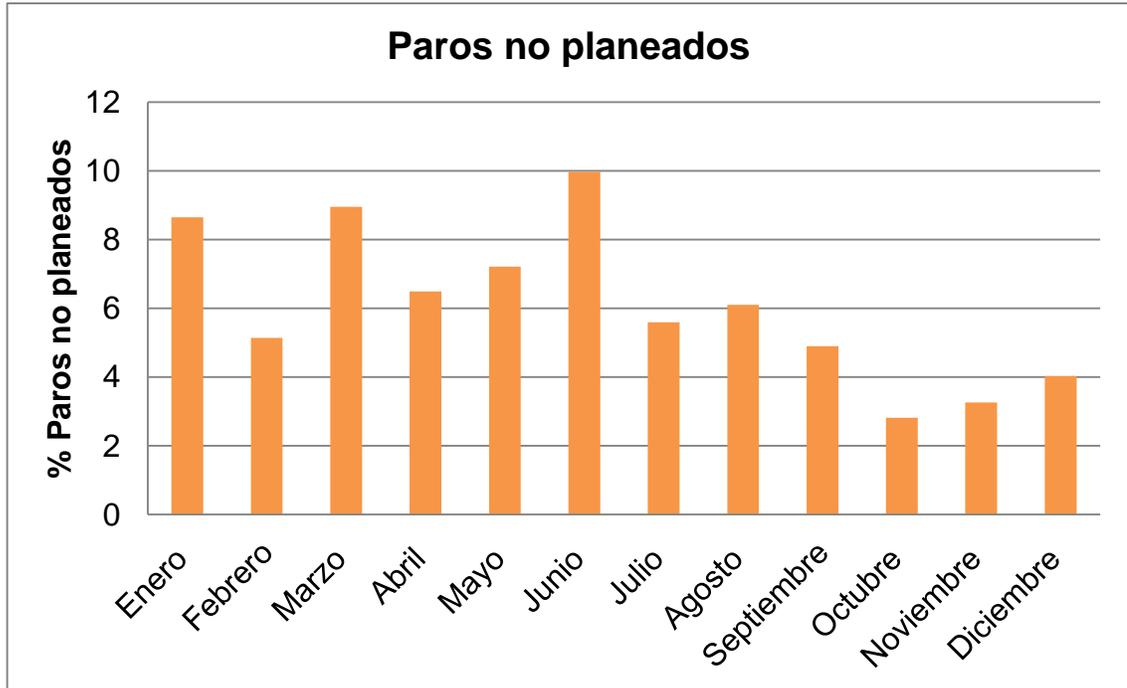
$$\text{PNP} = 8,65 \%$$

Tabla V. **Paros no planeados del sector de producción de consomé de enero a diciembre de 2017**

Mes	Tiempo de ocupación en horas	Tiempo total de PNP en horas	% de PNP
Enero	2 527,47	218,6	8,65
Febrero	2 576,83	132,42	5,14
Marzo	2 697,83	241,57	8,95
Abril	1 989,67	129,0	6,49
Mayo	3 050,75	219,87	7,21
Junio	2 672,10	266,27	9,96
Julio	2 784,52	155,7	5,59
Agosto	2 741,97	167,22	6,10
Septiembre	2 267,45	111,05	4,90
Octubre	2 252,97	63,35	2,81
Noviembre	2 632,23	85,74	3,26
Diciembre	2 388,35	96,28	4,03

Fuente: elaboración propia.

Figura 15. **Gráfica de paros no planeados del sector de consumé de enero a diciembre de 2017**



Fuente: elaboración propia.

En la gráfica de la figura 15 se refleja que desde enero a agosto, el sector de consumé tuvo más de 5 % de paros no planeados. Los mayores contribuyentes se encuentran en el área de dosificación, embalaje, sellado y corte. Tener un porcentaje exacto resulta complicado ya que en SAM (programa de registro y análisis de fallas) los operadores difieren en la descripción y ubicación de la falla. De septiembre a diciembre el porcentaje de paros no planeados, debido a que se incluyen recomendaciones del fabricante en los parámetros y los estándares, comienzan a aplicarse.

2.3.3. Determinar la disponibilidad de la maquinaria

El indicador de disponibilidad muestra el porcentaje en que la máquina estuvo en condiciones de ser utilizada. Para este indicador se toman en cuenta los paros planeados y no planeados. El porcentaje de disponibilidad se calcula de la siguiente manera:

$$D = \frac{TO - \sum TP}{TO} * 100$$

Donde:

- TO: tiempo de ocupación
- TP: tiempo de paro (incluye planeados y no planeados)
- D: disponibilidad

El porcentaje de disponibilidad de las máquinas en el sector de consumo deber ser mayor o igual a 85 %. A manera de ejemplo se procede a calcular la disponibilidad de la máquina 0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO1 del mes de enero.

$$D = \frac{590,95 - (60,67 + 24,38)}{590,95} * 100$$

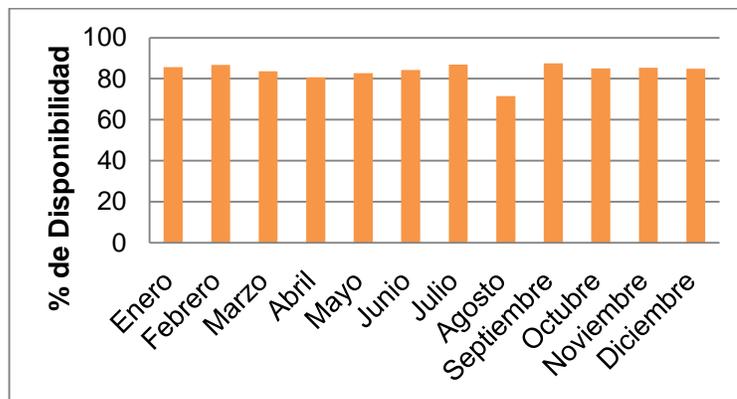
$$D = 85,6 \%$$

Tabla VI. **Disponibilidad de la máquina 0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO1 de enero a diciembre de 2017**

Mes	Tiempo de ocupación en horas	Tiempo de producción bruta en horas	Tiempo total de PP en horas	Tiempo total de PNP en horas	% Disponibilidad
Enero	590,95	505,84	60,67	24,38	85,60
Febrero	602,78	522,96	70,40	9,35	86,76
Marzo	636,17	531,75	91,15	18,07	83,59
Abril	447,77	361,47	56,85	29,42	80,73
Mayo	682,22	563,89	82,85	35,45	82,66
Junio	652,78	549,61	92,9	10,42	84,20
Julio	701,40	609,81	79,85	12,97	86,94
Agosto	548,00	392,26	143,57	12,1	71,58
Septiembre	587,20	513,87	55,85	17,42	87,51
Octubre	573,82	487,56	68,4	17,63	84,97
Noviembre	569,02	486,11	73,38	9,47	85,43
Diciembre	524	445,07	63,72	14,85	84,94

Fuente: elaboración propia.

Figura 16. **Gráfica de disponibilidad de la máquina 0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO1 de enero a diciembre de 2017**



Fuente: elaboración propia.

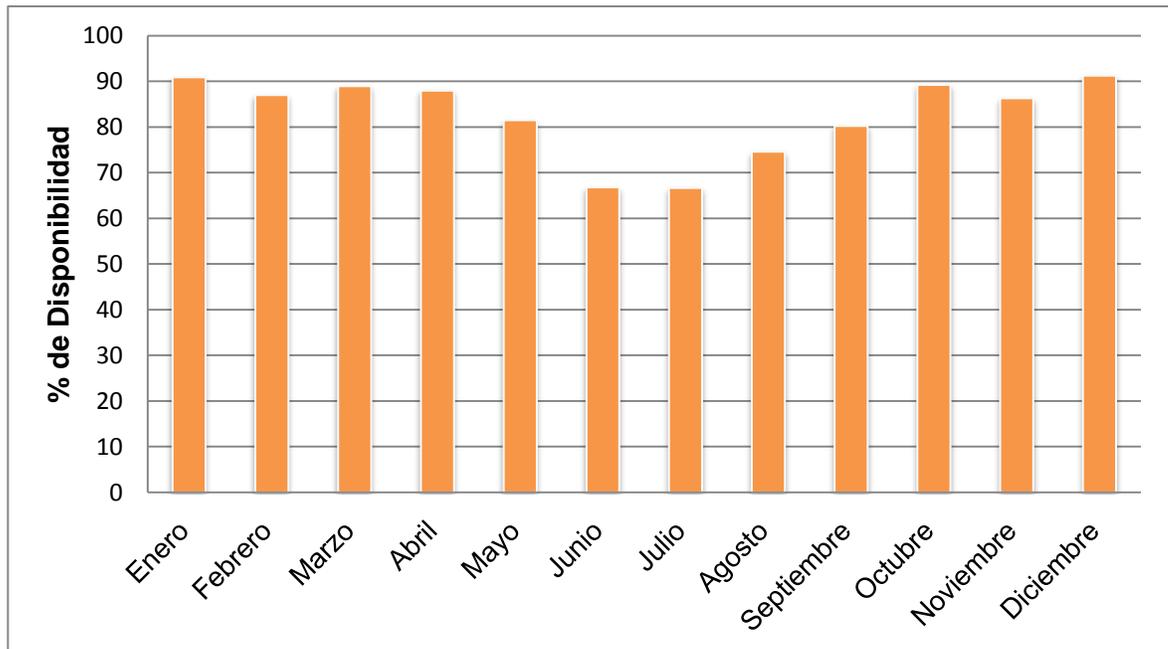
La gráfica de la figura 16 refleja que más de la mitad del año 2017 la máquina 0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO1 se encuentra por debajo del 85 % de disponibilidad. La mayor cantidad de tiempo en paro se da en los paros planeados, como lo muestra la tabla VI, los cuales pueden ser: mantenimiento planeado, rutinas de limpieza o inspección de parte de producción. Estas actividades se realizan por personal con poco conocimiento de línea que no tiene la ayuda de un estándar para realizar la operación.

Tabla VII. **Disponibilidad de la máquina 0219-CUL-LLE-COM-MXAUTO2 de enero a diciembre de 2017**

Mes	Tiempo de ocupación en horas	Tiempo de producción bruta en horas	Tiempo total de PP en horas	Tiempo total de PNP en horas	% Disponibilidad
Enero	603,23	548,33	40,52	14,30	90,90
Febrero	597,48	520,02	47,42	29,95	87,04
Marzo	599,25	532,89	46,50	19,90	88,93
Abril	380,75	335,07	27,28	18,45	88,00
Mayo	587,12	478,39	51,18	57,67	81,48
Junio	525,65	350,98	41,70	132,95	66,77
Julio	485,80	323,92	140,63	21,23	66,68
Agosto	662,50	494,07	74,27	94,12	74,58
Septiembre	587,17	471,37	61,83	53,95	80,28
Octubre	541,13	482,89	51,17	7,05	89,24
Noviembre	584,35	504,25	52,47	27,68	86,29
Diciembre	524,00	478,09	36,3	9,65	91,24

Fuente: elaboración propia.

Figura 17. **Gráfica de disponibilidad de la máquina 0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO2 de enero a diciembre de 2017**



Fuente: elaboración propia.

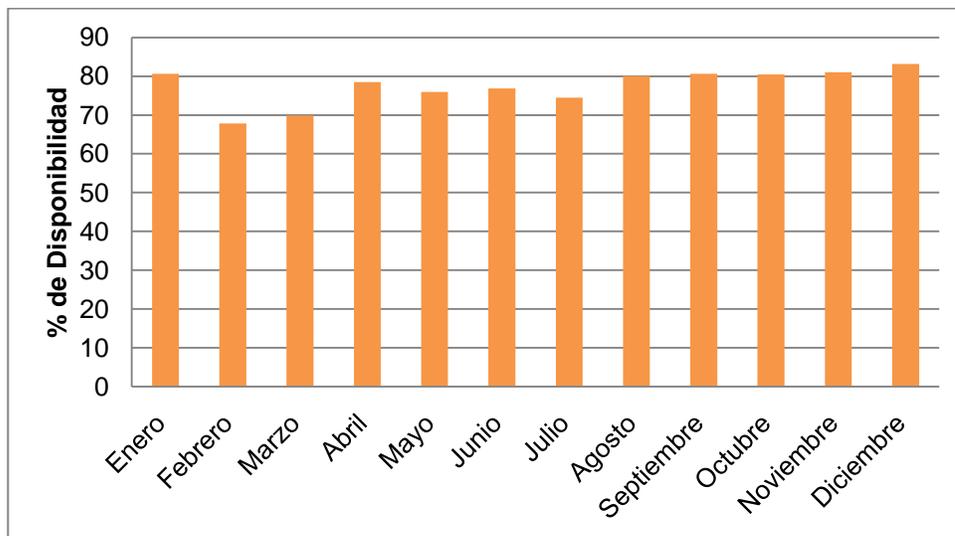
En la gráfica de la figura 17 se muestra cómo se va reduciendo la disponibilidad de la máquina 0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO2. En los puntos críticos de junio y julio las acciones que se toman son de implementar estándares y entrenamientos de las tareas propias del GTM y del GTA. De septiembre a diciembre el incremento de la disponibilidad de la máquina es notable y se sigue buscando mejorar los estándares para reducir tiempo de ejecución sin afectar la efectividad.

Tabla VIII. **Disponibilidad de la máquina 0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO3 de enero a diciembre de 2017**

Mes	Tiempo de ocupación en horas	Tiempo de producción bruta en horas	Tiempo total de PP en horas	Tiempo total de PNP en horas	% Disponibilidad
Enero	580,85	468,43	77,93	33,52	80,65
Febrero	492,83	334,33	123,33	35,10	67,84
Marzo	599,02	418,52	95,32	85,17	69,87
Abril	460,88	361,58	70,28	29,00	78,45
Mayo	653,17	496,25	108,60	48,37	75,98
Junio	617,52	474,73	102,07	40,70	76,88
Julio	701,75	522,59	114,53	64,72	74,47
Agosto	654,87	523,97	105,62	30,48	80,01
Septiembre	465,55	375,23	76,55	13,75	80,60
Octubre	491,6	395,46	78,77	17,37	80,44
Noviembre	561,88	455,41	85,83	20,65	81,05
Diciembre	515,12	428,22	65,50	21,33	83,13

Fuente: elaboración propia.

Figura 18. **Gráfica de disponibilidad de la máquina 0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO3 de enero a diciembre de 2017**



Fuente: elaboración propia.

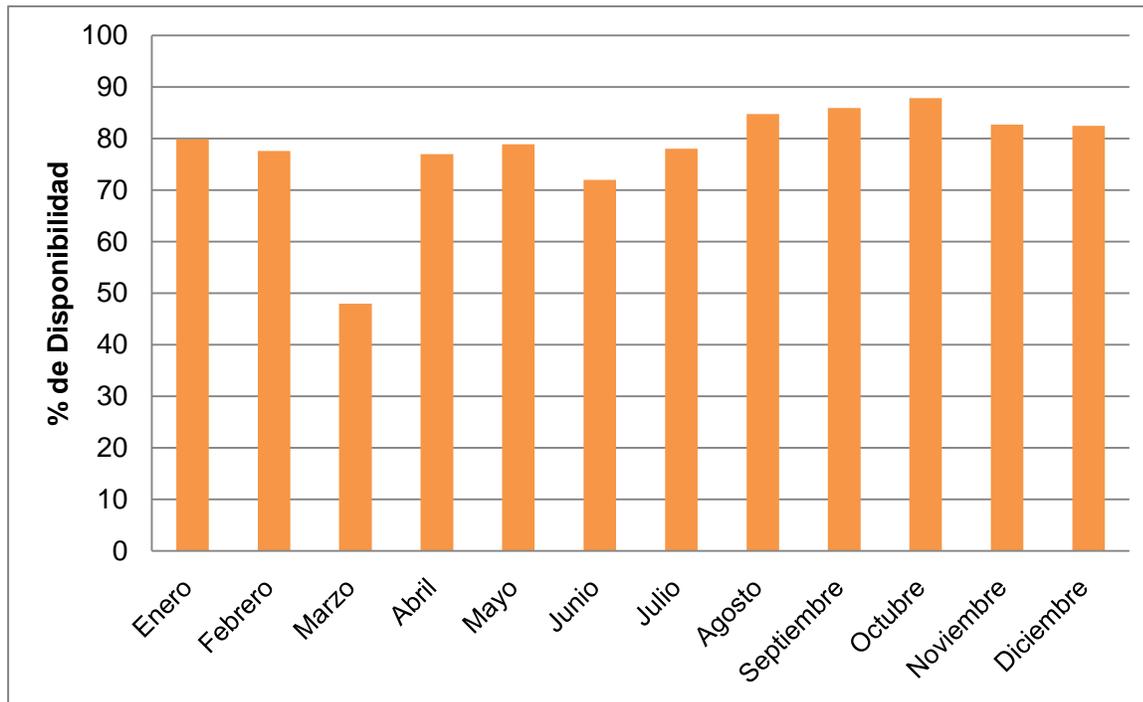
En la gráfica de la figura 18 se refleja que la disponibilidad de la máquina 0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO3 no ha cumplido con la meta establecida por la fábrica. Se han replicado los estándares creados para las máquinas iguales a esta y el problema no son los estándares, ya que las otras máquinas iguales sí presentan una mejora. Esta máquina es la más reciente del sector de consomé, por lo que la falta de entrenamiento de los operadores y mecánicos de turno es la causa de raíz de que la máquina no esté cumpliendo con su tiempo de trabajo estimado.

Tabla IX. **Disponibilidad de la máquina 0219-CUL-LLE-CON-UNIM6 de enero a diciembre de 2017**

Mes	Tiempo de ocupación en horas	Tiempo de producción bruta en horas	Tiempo total de PP en horas	Tiempo total de PNP en horas	% Disponibilidad
Enero	311,93	249,13	48,17	14,62	79,87
Febrero	326,37	253,17	57,35	15,80	77,57
Marzo	418,62	200,78	135,10	82,72	47,96
Abril	405,68	312,24	54,40	39,02	76,97
Mayo	662,50	522,33	80,93	59,18	78,84
Junio	484,50	348,70	67,18	68,35	71,97
Julio	414,17	323,08	52,85	38,22	78,01
Agosto	250,23	211,98	29,72	8,57	84,71
Septiembre	257,28	221,04	31,82	4,42	85,91
Octubre	152,53	133,94	16,97	1,65	87,81
Noviembre	388,23	321,11	54,83	12,27	82,71
Diciembre	454,80	374,95	44,42	34,62	82,44

Fuente: elaboración propia.

Figura 19. **Gráfica de disponibilidad de la máquina 0219-CUL-LLE-CON-UNIM6 de enero a diciembre de 2017**



Fuente: elaboración propia.

En la gráfica de la figura 19 se debe resaltar que en los meses de septiembre y octubre la máquina 0219-CUL-LLE-CON-UNIM6 cumple con la disponibilidad que se espera que tenga, sin embargo se debe al muy bajo tiempo de ocupación que tiene. Esta máquina es la más antigua del sector y de todo el personal de mantenimiento, solo hay dos personas con las competencias necesarias para realizar las actividades de mantenimiento preventivo y realizar las actividades correctivas cuando se necesita. Es importante mencionar que esta línea de producción no tiene asignado un GTA.

2.3.4. Cálculo de tiempo medio entre fallas

El medio tiempo entre fallas, MTBF por sus siglas en inglés, es utilizado para indicar la frecuencia de falla de un equipo. Para este indicador se utilizan únicamente los paros no planeados causados por averías. El MTBF, en Nestlé, se calcula de la siguiente manera:

$$MTBF = \frac{TO - TP}{1 + NP}$$

Donde:

- TO: tiempo de ocupación.
- TP: tiempo total de paro.
- NP: número de fallas.
- 1: constante establecida por Nestlé, utilizada en caso de 0 fallas y para establecer una mejor distribución del tiempo.

El MTBF esperado de las máquinas en el sector de consomé debe ser mayor a 230 horas. A manera de ejemplo se procede a calcular el MTBF de la máquina 0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO1 del mes de enero.

$$MTBF = \frac{590,95h - 10,26h}{1 + 6}$$

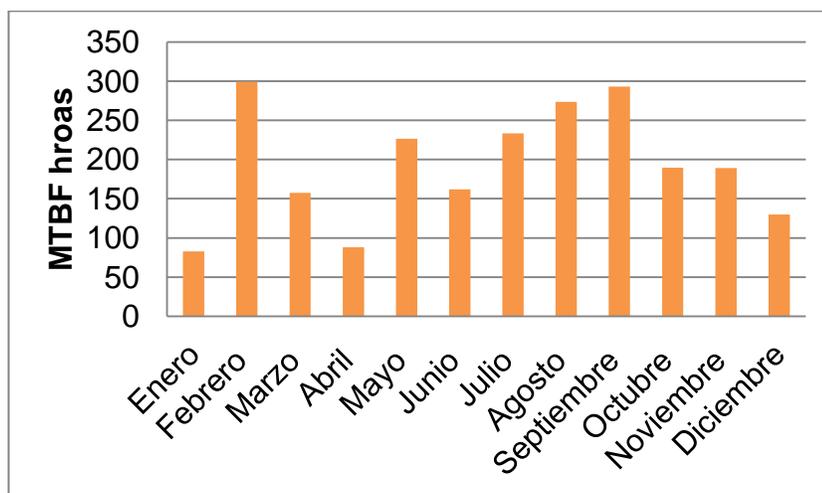
$$MTBF = 82,96 \text{ horas}$$

Tabla X. **Tiempo medio entre fallas de la máquina 0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO1 de enero a diciembre de 2017**

Mes	Tiempo de ocupación (horas)	Tiempo total de paro (horas)	Número de fallas	Tiempo medio entre fallas (horas)
Enero	590,95	10,26	6	82,96
Febrero	602,78	4,33	1	299,23
Marzo	636,17	5,43	3	157,69
Abril	447,77	7,97	4	87,96
Mayo	682,22	2,46	2	226,59
Junio	652,78	4,5	3	162,07
Julio	701,40	1,83	2	233,19
Agosto	548,00	0,85	1	273,58
Septiembre	587,20	1,03	1	293,09
Octubre	573,82	5,5	2	189,44
Noviembre	569,02	1	2	189,34
Diciembre	524	5	3	129,75

Fuente: elaboración propia.

Figura 20. **Gráfica MTBF de máquina 0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO1**



Fuente: elaboración propia.

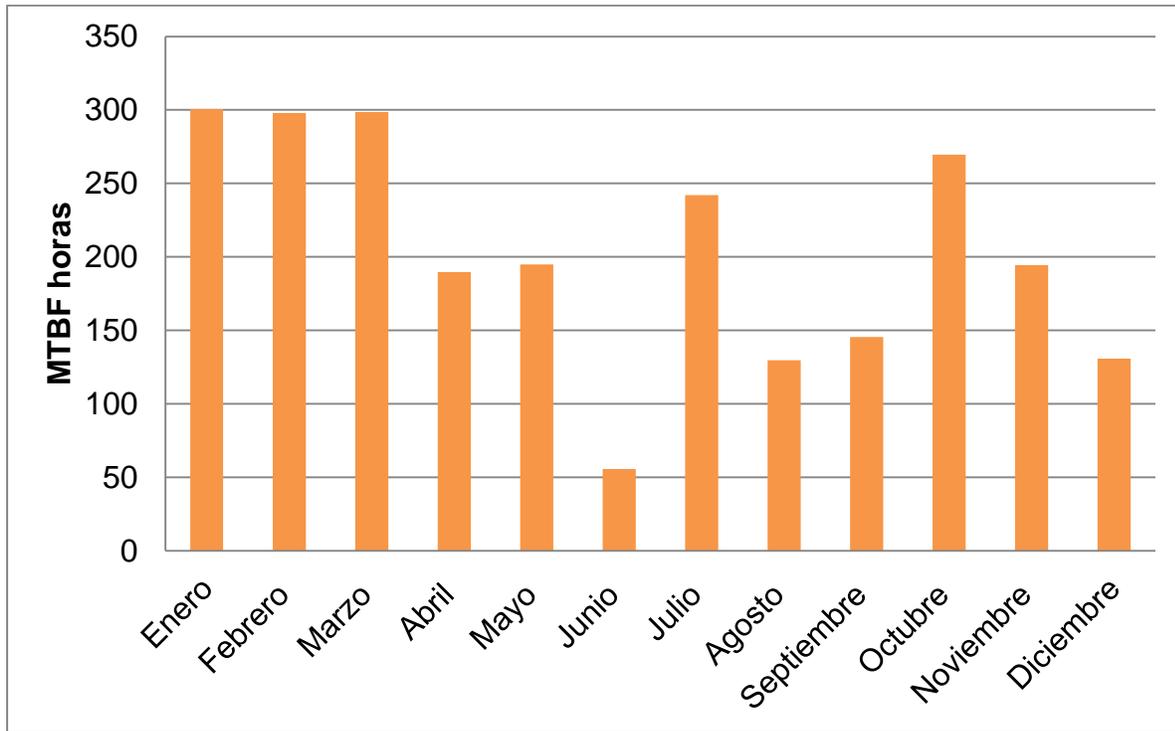
Como lo muestra la gráfica de la figura 20, el mes de enero tiene la menor cantidad de MTBF debido a que fue el mes con mayor número de fallas registradas. En abril hay que resaltar que tiene el menor tiempo de ocupación del mes, lo cual indica que con una menor cantidad de fallas el MTBF se ve afectado fuertemente.

Tabla XI. **Tiempo medio entre fallas de la máquina 0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO2 de enero a diciembre de 2017**

Mes	Tiempo ocupación de en horas	Tiempo total de paro en horas	Número de fallas	Tiempo medio entre fallas (horas)
Enero	603,23	2,06	1	300,59
Febrero	597,48	1,50	1	297,99
Marzo	599,25	2,00	1	298,63
Abril	380,75	1,50	1	189,63
Mayo	587,12	2,70	2	194,81
Junio	525,65	25,70	8	55,55
Julio	485,80	1,70	1	242,05
Agosto	662,50	14,01	4	129,70
Septiembre	587,17	5,00	3	145,54
Octubre	541,13	2,00	1	269,57
Noviembre	584,35	1,00	2	194,45
Diciembre	524,00	1,06	3	130,74

Fuente: elaboración propia.

Figura 21. Gráfica MTBF de máquina 0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO2



Fuente: elaboración propia.

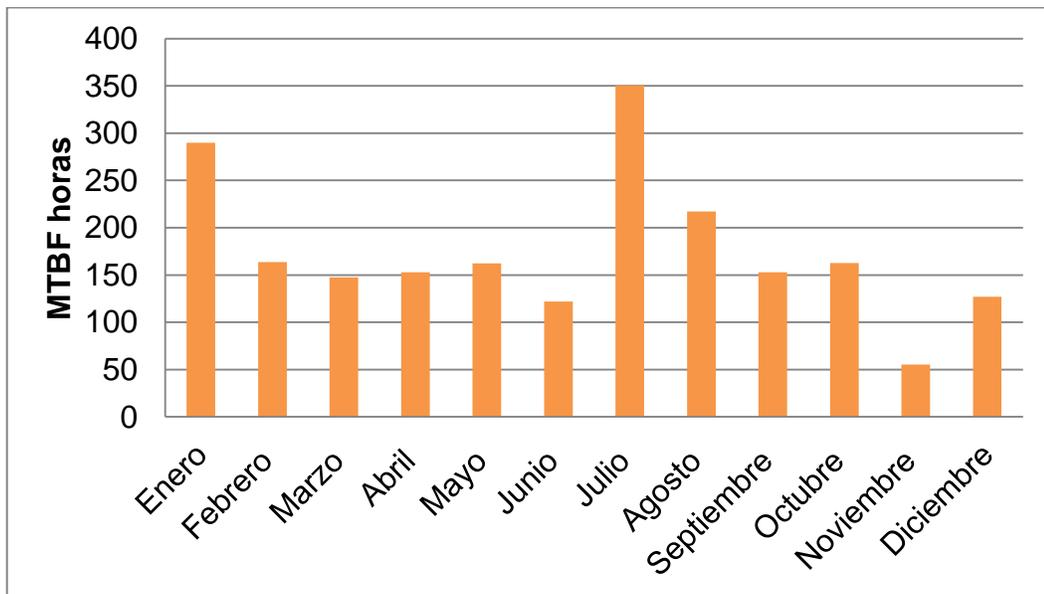
En la gráfica de la figura 21 el mes en donde se registra mayor cantidad de fallas es junio, promediando al menos una falla cada dos turnos. Este es un ejemplo muy claro de cómo las intervenciones correctivas no se están realizando de una manera eficiente, ya que la falla que se produjo es recurrente y en más de una ocasión. Provocando una disminución en el *asset intensity* y generando una gran cantidad de costo por tiempo muerto.

Tabla XII. **Tiempo medio entre fallas de la máquina 0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO3 de enero a diciembre de 2017**

Mes	Tiempo ocupación de en horas	Tiempo total de paro en horas	Número de fallas	Tiempo medio entre fallas (horas)
Enero	580,85	1,50	1	289,68
Febrero	492,83	2,05	2	163,59
Marzo	599,02	8,48	3	147,64
Abril	460,88	2,41	2	152,82
Mayo	653,17	3,40	3	162,44
Junio	617,52	8,48	4	121,81
Julio	701,75	1,00	1	350,38
Agosto	654,87	3,80	2	217,02
Septiembre	465,55	6,45	2	153,03
Octubre	491,6	3,90	2	162,57
Noviembre	561,88	7,13	9	55,48
Diciembre	515,12	7,43	3	126,92

Fuente: elaboración propia.

Figura 22. **Gráfica MTBF de máquina 0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO3**



Fuente: elaboración propia.

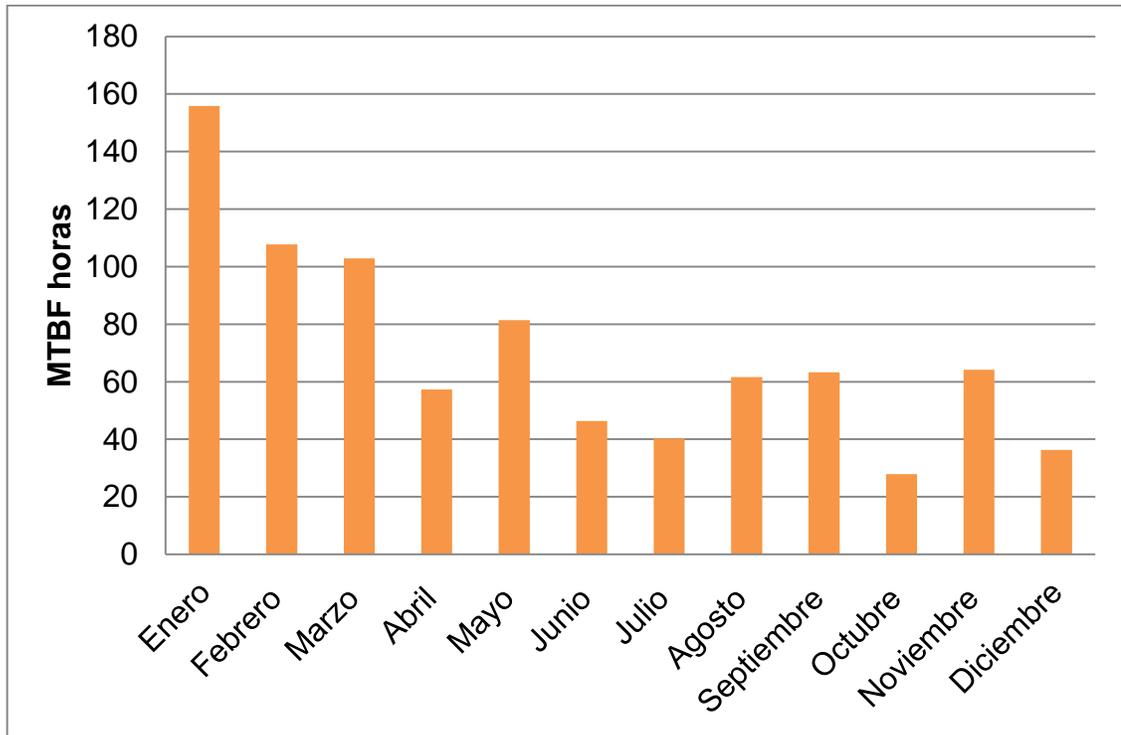
Como se muestra en la gráfica de la figura 22, de las tres máquinas idénticas del sector de consomé, la máquina 0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO 3 es la que posee el menor MTBF y esto la posiciona como una de las máquinas más críticas del sector. En todo el año solo en dos meses se ha conseguido sobrepasar las 230 horas. El mes de más impacto fue octubre, con la mayor cantidad de fallas provocando paros repetitivos cada dos turnos de trabajo.

Tabla XIII. **Tiempo medio entre fallas de la máquina 0219-CUL-LLE-CON-UNIM6 de enero a diciembre de 2017**

Mes	Tiempo ocupación de en horas	Tiempo total de paro en horas	Número de fallas	Tiempo medio entre fallas (horas)
Enero	311,93	0,33	1	155,80
Febrero	326,37	3,31	2	107,69
Marzo	418,62	6,98	3	102,91
Abril	405,68	4,68	6	57,29
Mayo	662,50	10,96	7	81,44
Junio	484,50	20,96	9	46,35
Julio	414,17	11,83	9	40,23
Agosto	250,23	3,75	3	61,62
Septiembre	257,28	4,03	3	63,31
Octubre	152,53	12,91	4	27,92
Noviembre	388,23	3,46	5	64,13
Diciembre	454,80	19,31	11	36,29

Fuente: elaboración propia.

Figura 23. **Gráfica MTBF de máquina 0219-CUL-LLE-CON-UNIM6**



Fuente: elaboración propia.

Como se muestra en la gráfica de la figura 23, la máquina 0219-CUL-LLE-CON-UNIM6 únicamente en el mes de enero sobrepasó las 150 horas de MTBF. Esta máquina no es exigida de la misma manera que las otras tres máquinas del sector, y tiene una meta de MTBF de 150 horas. De marzo a abril no alcanza ni las 100 de MTBF mensuales, promediando una falla cada dos turnos durante todo el año 2017.

3. FASE TÉCNICO-PROFESIONAL

3.1. Archivos de información técnica de la maquinaria

En general la biblioteca física de Nestlé Guatemala contiene los manuales de operación y mantenimiento de todas las máquinas y equipos de la planta. Todos estos documentos se encuentran almacenados en un mismo cuarto de consulta, pero sin ningún tipo de organización. Para el sector de consomé aún se encuentran manuales de operación y mantenimiento de máquinas y equipos que ya no están instalados en la planta.

En el proceso de actualización de información se realizó una comparación entre la información existente en la biblioteca comparado con las máquinas y equipos que se encuentran instalados en el sector de consomé. Al principio había una gran falta de información de las máquinas y equipos porque no se tenía un orden adecuado y encontrar la información necesaria en casos de emergencia no era sencillo. Al tener toda la información de las máquinas y equipos actuales del sector de consomé, la cual fue de gran utilidad para actualizar y desarrollar el plan de mantenimiento preventivo, se procedió a organizar todo según la metodología 5's que se utiliza en Nestlé Guatemala.

Con toda la información organizada y separada por máquina, se incluyó la siguiente documentación:

- Manuales de instalación.
- Manuales de mantenimiento.
- Manuales para el usuario (operador).

- Diagramas eléctricos, de tuberías e instrumentación.
- Registros de mejoras, ADA's, LUP's, trabajos de mantenimiento realizados.

3.2. Accesorios y equipos

En Nestlé Guatemala los accesorios y los equipos son unidades sencillas que realizan una función, estos pueden ser montados y desmontados de la máquina como una parte. Como parte de la mejora continua TPM y con el objetivo de cambiar de paso 4 a 5 en el transcurso del año 2018, el nivel de FLOC debe estar en nivel 6, para establecer un control de costos y ejecución de órdenes de trabajo.

Tabla XIV. **Accesorios y equipos de la máquina 0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO1**

Máquina 0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO1			
Descripción	Marca	Modelo	FLOC sugerida
Unidad de mantenimiento	Festo	30081A1	0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO1-UMANTTO
Servomotor grupo formador	Allen Bradley	5A44135	0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO1-SMFO
Servomotor dosificador	Allen Bradley	N000811	0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO1-SMDO
Eje codificador móvil	Festo	DGE-25-ZR-FR	0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO1-CODM
Codificador	Imaje	A9450	0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO1-CODIM1
Servomotor codificador	Allen Bradley	N001005	0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO1-SMCO
Bandas transportadoras TPU	Habasit	4T12 Frayles	0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO1-TRANS1
Encintadora	3M	7000A	0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO1-EN3M
Polipasto	Yale	YJL	0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO1-YALE008
Motor dosificador en silo	WEG	NBR 17094-1	0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO1-MODOSI
Acumulador de aire comprimido.	Festo	009A8	0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO1-EN3M
Motor principal de tracción	Bonfiglioli	M05B4	0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO1-MOTRAC
Embolsadora	PFM	Falcon 67808	0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO1-EMBO1

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. **Accesorios y equipos de la máquina 0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO2**

Máquina 0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO2			
Descripción	Marca	Modelo	FLOC sugerida
Unidad de mantenimiento	Festo	30081A1	0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO2-UMANTO
Servomotor grupo formador	Allen Bradley	5A44135	0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO2-SMFO
Servomotor dosificador	Allen Bradley	N000811	0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO2-SMDO
Eje codificador móvil	Festo	DGE-25-ZR-FR	0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO2-CODM
Codificador	Imaje	A9450	0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO2-CODIM2
Servomotor codificador	Allen Bradley	N001005	0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO2-SMCO
Bandas transportadoras TPU	Habasit	4T12 Frayles	0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO2-TRANS
Encintadora	3M	7000A	0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO2-EN3M
Polipasto	Yale	YJL	0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO2-YALE009
Motor dosificador en silo	WEG	NBR 17094-1	0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO2-MODOSI
Acumulador de aire comprimido	Festo	009A8	0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO2-EN3M
Motor principal de tracción	Bonfiglioli	M05B4	0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO2-MOTRAC
Etiquetadora	Pagomat	Format A STD	0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO2-EPAGO2

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. **Accesorios y equipos de la máquina 0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO3**

Máquina 0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO3			
Descripción	Marca	Modelo	FLOC sugerida
Unidad de mantenimiento	Festo	30081A1	0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO3-UMANTO
Servomotor grupo formador	Allen Bradley	5A44135	0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO3-SMFO
Servomotor dosificador	Allen Bradley	N000811	0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO3-SMDO
Eje codificador móvil	Festo	DGE-25-ZR-FR	0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO3-CODM
Codificador	Imaje	A9450	0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO3-CODIM3
Servomotor codificador	Allen Bradley	N001005	0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO3-SMCO
Bandas transportadoras TPU	Habasit	4T12 Frayles	0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO3-TRANS
Encintadora	3M	7000A	0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO3-EN3M
Polipasto	Yale	YJL	0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO3-YALE010
Motor dosificador en silo	WEG	NBR 17094-1	0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO3-MODOSI
Acumulador de aire comprimido	Festo	009A8	0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO3-EN3M
Motor principal de tracción	Bonfiglioli	M05B4	0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO3-MOTRAC
Etiquetadora	Pagomat	Format A STD	0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO3-EPAGO3

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. **Accesorios y equipos de la máquina 0219-CUL-LLE-CON-UNIM6**

Eje codificador móvil	Festo	DGE-25-ZR-FR	0219-CUL-LLE-CON-UNIM6-CODM
Codificador	Imaje	A9450	0219-CUL-LLE-CON-UNIM6-CODIM4
Servomotor codificador	Allen Bradley	N001005	0219-CUL-LLE-CON-UNIM6-SMCO
Bandas transportadoras TPU	Habasit	4T12 Frayles	0219-CUL-LLE-CON-UNIM6-TRANS
Encintadora	3M	7000A	0219-CUL-LLE-CON-UNIM6-EN3M
Polipasto	Yale	YJL	0219-CUL-LLE-CON-UNIM6-YALE011
Motor dosificador en silo	WEG	NBR 17094-1	0219-CUL-LLE-CON-UNIM6-MODOSI
Acumulador de aire comprimido	Festo	009A8	0219-CUL-LLE-CON-UNIM6-EN3M
Motor principal de tracción	Motovario	T71A4	0219-CUL-LLE-CON-UNIM6-MOTRAC
Embolsadora	Doboy Mustang	94-16519	0219-CUL-LLE-CON-UNIM6-EMBO2
<i>Stepper</i>	Omega	OMHW23-601	0219-CUL-LLEN-CON-UNIM6-STEP

Fuente: elaboración propia.

3.3. Gestión de almacenamiento

El *stock* que se encuentran en bodega técnica se detalla en las BOM. El control del *stock* se realiza utilizando un sistema MRP en donde SAP realiza transacciones cada 24 horas y comparando los parámetros de *stock* de seguridad, nivel máximo y nivel mínimo, envía un aviso al encargado de bodega técnica para que genere la orden de compra y los repuestos estén disponibles cuando se necesiten. Estos parámetros se calculan por medio de un programa anexo a SAP en donde se ingresan todos los datos necesarios para determinar los niveles de *stock* necesarios.

Los parámetros establecidos se cambian en caso de encontrar proveedores nuevos o si los planes de mantenimiento se actualizan. Al revisar las BOM de las máquinas del sector de consumé se encontró que muchos repuestos se encuentran duplicados u obsoletos, esto incrementa el nivel de *stock* en bodega, por lo tanto el costo de mantenimiento aumenta con repuestos que ya no se van a utilizar.

En la actualización de las BOM se incluye la clasificación de repuestos dentro de la bodega técnica:

- ERSA: material con costo en bodega (repuestos)
- UNBW: material sin costo en bodega (consumible)

También se incluye la clasificación ABCZ de los repuestos, esta clasificación se realizó utilizando el árbol de decisión ABCZ que se utiliza en Nestlé.

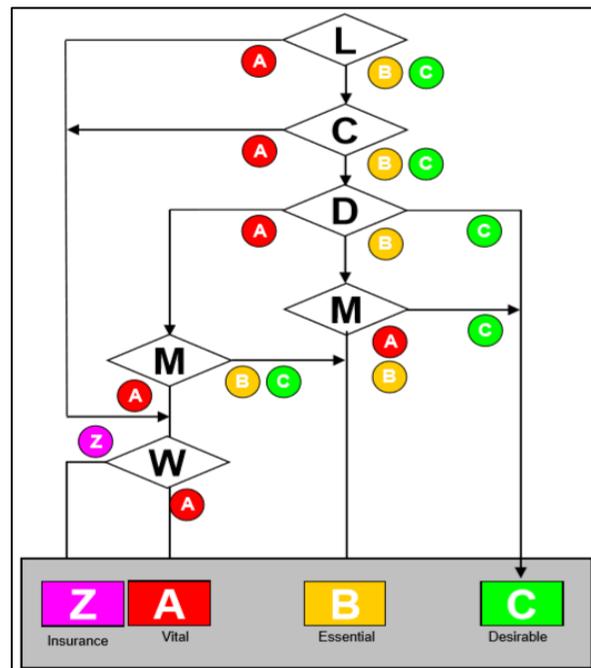
Tabla XVIII. **Criterio de clasificación ABCZ**

Criterio	Definición	A	B	C
(L) Legal	Requerimientos legales, seguridad alimentaria y seguridad ocupacional.	Tareas de mantenimiento planeado obligatorias por requisitos legales o políticas de la compañía.	No está sujeta a tareas de mantenimiento planeado obligatorias por requisitos legales.	No está sujeta a tareas de mantenimiento planeado obligatorias por requisitos legales.
(D) Entrega	En el caso de una avería, impacta en la entrega de producto.	Más de 90 días.	De 21 a 90 días.	Menor a 20 días (normalmente consumibles).
(M) Mantenibilidad	Estandarización (puede ser sustituido por otro proveedor).	No existen proveedores.	Proveedores certificados por proveedor preferente.	Proveedores certificados por Nestlé.
(W) Trabajo	Nivel de servicio esperado.	Repuestos tipo Z o tipo A	-	-
(C) Costos	Consecuencias por no tener el repuesto disponible.	Pérdidas mayores a 10 000 USD.	Pérdidas entre 5 000 -10 000 USD.	Pérdidas menores a 5 000 USD.

Fuente: elaboración propia.

Los repuestos Z son refacciones que no se espera que se requieran habitualmente o con frecuencia durante la vida útil del activo, pero que tendrían graves consecuencias si se produce una falla.

Figura 24. **Árbol de decisión ABCZ**



Fuente: Nestlé Guatemala. *Clasificación de maquinaria y componentes NCE*. p. 25.

Tabla XIX. **BOM de maquinaria 0219-CUL-LLE-CON-MXAUTO1, MXAUTO
2 y MXAUTO3**

	Repuesto	Tipo de Material	ABCZ
1	Reductor Imar 90.020005304	ERSA	A
2	Cuchilla Imar 40.000012736	ERSA	A
3	Correa En V FM40	ERSA	A
4	Muelle Imar 23.000051070	ERSA	A
5	Sondas de temperatura Imar 90.761000103A	ERSA	B
6	Resistencia horizontal RH2 Imar 90.760012052A	ERSA	A
7	Selladora horizontal Imar PsC	ERSA	Z
8	Selladora vertical Imar PsC	ERSA	Z
9	Pistón vibrador y tolva Imar 90.770000180A	ERSA	B
10	Contracuchilla de corte vertical Imar	ERSA	A
11	Detector de proximidad SMT-8-PS-K-LED-24-B	ERSA	C
12	Rodamiento rígido Bola 6008-2RS	ERSA	A
13	Banda transportadora Imar 630x9680x2mm	ERSA	A
14	Rodamiento rígido bola 61801 2RS 12x21x5mm	ERSA	A
15	Electroválvula Festo 2187 MC-2-1/8	ERSA	B
16	Regulador de presión Festo MS4-LR-1/4-D7-AS	ERSA	B
17	Mando regulador de presión de corte V Imar607	ERSA	C
18	Contracuchilla móvil Imar 40.600012532A	ERSA	A
19	Aro termocopla horizontal 60mm	ERSA	B
20	Buje IR 45x50x35mm	ERSA	A
21	Cadena a rodillo doble 06B	ERSA	B
22	Regulador de caudal Festo M5-4	ERSA	C
23	Racor recto QS-6-4 Festo 153037	ERSA	C
24	Cable flexible de forro de caucho TSJ 2x16	UNBW	C
25	Regulador de presión FestoMS4-LR-1/4-D7-AS	ERSA	C
26	Contracuchilla fija Imar 40.600012533A	ERSA	A
27	Conector Imar 90.743401007	ERSA	A
28	Rodamiento rígido de bola 6004-2RS	ERSA	A
29	Rodamiento rígido de bola 6205-2RS	ERSA	A
30	Casquillo de aguja INA NK 32/20	ERSA	C
31	Rodamiento rígido de bola 608-2RS	ERSA	A
32	Grasera 6mm 45,90,180 grados	UNBW	C
33	Racor recto QS-1/4-10 Festo 153007	ERSA	B
34	Rodamiento rígido de bola 6002 2RS/C3	ERSA	A
35	Rodamiento rígido de bola 6001-2RS	ERSA	A
36	Cadena de rodillo simple 06B	ERSA	B
37	Candado de rodillo doble 06B-2	UNBW	B
38	Cuchilla Imar 40.000012736	ERSA	A
39	Relé de 11 pines AB 700-HA33A 24VDC	ERSA	A
40	Base para relé AB 11 Pines	ERSA	C
41	Retenedora 16x40x10mm	ERSA	A
42	Retenedora 25x40x8mm	ERSA	A
43	Reductor Festo 3577 1/8-1/4 Bronce	ERSA	B
44	Racor recto QS-1/8-4 Festo 153001	ERSA	B
45	Bombillo tipo balloneta 24V 9x27mm	UNBW	C
46	Buje de 25x30x17mm IR	ERSA	A
47	Luz piloto Crompton 22mm Verde/Naranja	UNBW	C
48	Engranaje cónico Z-18 Bronce	ERSA	A
49	Retenedora 25x47x7mm Viton	ERSA	A
50	Retenedora SKF 25x46x7mm VITON	ERSA	A
51	Regleta dosificadora Imar 630601200A	ERSA	B
52	Aceitera Lubrimatic 1L	UNBW	C
53	Manguera flexible Festo PUN-4x0.75-BL	ERSA	C
54	Regulador de caudal 1/8-6 Festo 162965	ERSA	B

Continuación de la tabla XIX.

55	Rodamiento rígido de bola 6000-2RS	ERSA	A
56	Manguera flexible Festo PAN-L-4x0.75	ERSA	B
57	Conector de resistencia 90.743030634+134	ERSA	A
58	Cinta de tensión de freno 15455	ERSA	B
59	Racor con tapón QSC-8 Festo 153264	ERSA	C
60	Racor recto Legris 8-8mm	ERSA	B
61	Eje portabobina neumático con tope 6in	ERSA	A
62	Conector rápido T sin rosca Legris 8mm	ERSA	C
63	Sensor inductivo efector IE5090	ERSA	A
64	Cuchilla de precorte Imar 122601041A	ERSA	A
65	Racor recto QS-6 Festo 153032	ERSA	B
66	Válvula de bola roscable 1/2in 300WOG	ERSA	B
67	Base para relé 8 espigas	ERSA	C
68	Relé de 8 pines planos Idec RH2B-UL 24VDC	ERSA	B
69	Cuchilla de corte vertical Imar	ERSA	A
70	Racor codo QSL-M6-4	ERSA	B
71	Racor codo QSML-M5-6-100 Festo 130772	ERSA	B
72	Rodamiento rígido de bola sin sello 16005	ERSA	B
73	Interruptor de seguridad XCS DMC5905	ERSA	B
74	Válvula de cierre Festo 170681 HE D MINI	ERSA	C
75	Eje reductor de rodillo portamuecas102031014	ERSA	Z
76	Eje reductor de soldadura horizontal102031006	ERSA	Z
77	Pomo gravitacional 90.412056181	ERSA	B
78	Servomotor AB MPLA220THJ72AA 240V	ERSA	A
79	Rodamiento Ina LFR 50/8 62Z	ERSA	A
80	Resorte compresor KHS 902109	ERSA	B
81	Contracuchilla pouch hole Imar	ERSA	A
82	Acople con gollete 1/4 NF Y 8mm Bronce	ERSA	C
83	Rodamiento rígido de bola 626-2Z	ERSA	A
84	Horquilla SG M10X1.25 6144	ERSA	C
85	Válvula de cierre Festo 170690 HEL D MINI	ERSA	C
86	Racor Festo 153149 QSY-6	ERSA	B
87	Racor Festo 153151 QSY-10	ERSA	B
88	Manguera anillada 1-1/4in Plástica	ERSA	C
89	Detector de posición de levas 90.734052028	ERSA	A
90	Buje IR 28x32x20mm	ERSA	B
91	Rodamiento rígido de bola 6302-2RS/C3	ERSA	A
92	Válvula de cierre Festo 153468 HE-2-QS-8	ERSA	C
93	Racor recto QS-1/8-8 Festo 153004	ERSA	B
94	Kinetix 2000 AB 2093-AC05-MP5 3KW	ERSA	B
95	Cable Festo 6008489 H8-3Polos	ERSA	C
96	Rodamiento rígido de bola 6201-2RS	ERSA	A
97	Racor recto QS-1/8-6 Festo 153002	ERSA	B
98	Regulador de caudal Festo GR-1/8-B	ERSA	C
99	Manguera flexible Festo Diam Ext 6mm	ERSA	C
100	Rodamiento rígido de bola 6005-2RS	ERSA	A
101	Racor de codo QSL-1/4-8 Festo 130732	ERSA	B
102	Rótula hembra derecha 6mm	ERSA	C
103	Rodamiento rígido de bola 6003-2RS	ERSA	A
104	Retenedora 17x35x7mm	ERSA	B
105	Manguera flexible Festo Diam Ext 8mm	ERSA	C
106	Conector macho Omron XS2GD4S1	ERSA	C
107	Detector HFP 11	ERSA	C
108	Contador de sobres	ERSA	A
109	Grasa Klubersynth UH1 64-62	UNBW	C
110	Rodamiento de rodillo cilíndrico NJ2215	ERSA	A
111	Sensor Fotoele reflectivo E3ZLR86/E39R12	ERSA	A

Continuación de la tabla XIX.

112	Engrasadora Truper 14861	UNBW	C
113	Manguera transparente 4in	UNBW	C
114	Tubo Led 15W 48in	ERSA	C
115	Retenedora 15x23x3mm	ERSA	B
116	Racor QST-4 Festo 153128	ERSA	B
117	Rodamiento rígido de bola 6202-2RS	ERSA	A
118	Campana para timbre 110V 60Hz 4in	ERSA	C
119	Cilindro Festo SQW 25x100	ERSA	B
120	Cilindro Festo SQW 25x50	ERSA	B
121	Manguera doble espiral M6	UNBW	C
122	Tubo Inox flexible reforzado 4"	ERSA	A

Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. **BOM de maquinaria 0219-CUL-LLE-CON-UNIM6**

	Repuestos	Tipo Material	ABCZ
1	Selladora horizontal Uniclan A Pos 2	ERSA	Z
2	Selladora circular vertical Uniclan APos1	ERSA	Z
3	Cuchilla Uniclan 11182	ERSA	A
4	Amortiguador de arrastre de papel Uniclan 11381	ERSA	A
5	Cuchilla horizontal Uniclan 89096 30x5x480mm	ERSA	A
6	Rodamiento rígido de bola sin sello 16005	ERSA	A
7	Correa en V A41 SKF	ERSA	A
8	Cuchilla para contador Uniclan11383/60586	ERSA	A
9	Cinta de tensión de freno Uniclan 15746	ERSA	B
10	Electroválvula Festo 2187 MC-2-1/8	ERSA	A
11	Rodamiento rígido de bola 6004-2RS	ERSA	A
12	Candado hembra/macho 35-1	ERSA	C
13	Candado de rodillo simple B-1	ERSA	C
14	Banda transportadora Uniclan 500x5210x2mm	ERSA	A
15	Pasador abierto 1/8x1-1/2in Acero	ERSA	C
16	Cilindro de doble efecto Festo DSNU-25-40-PPV	ERSA	B
17	Cilindro de doble efecto Bimba E-16-40-U	ERSA	B
18	Regulador de caudal 1/8-6 Festo 162965	ERSA	C
19	Regulador de presión Festo LR-1/4-D-MINI	ERSA	C
20	Racor recto Legris 10-10mm	ERSA	C
21	Racor de tapón QSC-8 Festo 153264	ERSA	C
22	Racor Festo 153149 QSY-6	ERSA	C
23	Amplificador MVE 1-150 Festo 1008964	ERSA	C
24	Fotocelda contraste Sick KT5W-2P1113	ERSA	A
25	Rodamiento rígido de bola sin sello 61805	ERSA	A
26	Rodamiento rígido de bola 624-2Z	ERSA	A
27	Rótula hembra derecha 6mm	ERSA	A
28	Amortiguador Festo YSR10-10-C	ERSA	A
29	Silenciador Festo 534223 U-1/4	ERSA	B
30	Candado de rodillo simple Paso 35	ERSA	C
31	Rodamiento rígido de bola 6002 2RS/C3	ERSA	A
32	Rodamiento rígido de bola 6001-2RS	ERSA	A
33	Rodamiento rígido de bola 6205-2RS	ERSA	A
34	Cadena a rodillo doble 06B	ERSA	A

Continuación de la tabla XX.

35	Rodamiento de contacto angular 3200	ERSA	A
36	Cadena de rodillo simple 06B	ERSA	B
37	Rodamiento rígido de bola 6008-2RS	ERSA	A
38	Rodamiento rígido de bola 6000-2RS	ERSA	A
39	Rodamiento rígido de bola 626-2Z	ERSA	A
40	Rótula hembra derecha 5mm	ERSA	B
41	Rótula hembra izquierda 5mm	ERSA	B
42	Cadena de rodillo simple Paso 35	ERSA	A
43	Rodamiento rígido de bola 6301-2RS/C3	ERSA	A
44	Rodamiento rígido de bola 6301-2RS/C3	ERSA	A
45	Chumacera de 3 agujeros UCFLT 1in	ERSA	B
46	Rodamiento rígido de bola 6006-2RS	ERSA	A
47	Regulador de caudal Festo M5-4	ERSA	C
48	Tapadera metálica de 1 agujero redondo	UNBW	C
49	Racor recto QS-1/8-6 Festo 153002	ERSA	B
50	Regulador de caudal Festo GR-1/8-B	ERSA	C
51	Anillo Lodige 2908101-265 265.0x6.5	ERSA	A
52	Rodamiento rígido de bola 6307-2RS	ERSA	A
53	Rodamiento rígido de bola 6307-2ZNR	ERSA	A
54	Rodamiento rígido de bola 6005-2RS	ERSA	A
55	Retenedora 20x42x7mm	UNBW	C
56	Barra redonda de 10mm SS	ERSA	C
57	Casquillo Benhil 30184861 SS 25x30x30mm	ERSA	C
58	Resorte de compresor 1.25X11.25X44.5 Theega	ERSA	B
59	Cuchilla 3.80x11.35x5/16.90mm	ERSA	A
60	Contracuchilla 3.80x11.35x16.90mm	ERSA	A
61	Sprocket 06B15	ERSA	B
62	Racor de codo QSL-M6-4	ERSA	A
63	Cadena de rodillo simple Paso 50	ERSA	A
64	Racor de codo Legris 1/8in-6mm	ERSA	B
65	Conector recto hembra Festo 6008899	ERSA	V
66	Cable flexible de forro de Caucho TSJ 4x12	UNBW	C
67	Sellador Sikaflex 1a. blanco	UNBW	C
68	Cadena de rodillo simple Paso 40	ERSA	A
71	Racor recto QS-1/8-4 Festo 153001	ERSA	B
73	Rodamiento rígido de bola 6302-2RS/C3	ERSA	A
74	Reductor Festo 3577 1/8-1/4 Bronce	ERSA	A
75	Electroválvula Festo 9964 MFH-3-1/4	ERSA	A
76	Racor de codo QSL-1/4-8 Festo 130732	ERSA	B
77	Bobina Festo MSFG-24/42-50/60 24VDC	ERSA	B
78	Pasador abierto 3/16x2in Acero	UNBW	C
79	Lima plana fina 10in	UNBW	C
80	Válvula de cierre Festo 153469 HE-2-QS-10	ERSA	B
81	Varilla redonda 6mm SS	ERSA	C
82	Sierra fina 24x12in acero plata	UNBW	C
83	Cinta para cañería 0.1x3/4in Teflón	UNBW	C
84	Grasera 6mm 45,90,180 grados	UNBW	C
85	Pegamento de contacto Weldwood 1/8 gal	UNBW	C
86	Disco abrasivo esmerilar 4-1/2x7/8x1/4in	ERSA	A
87	Contacto Telemecanique LP2K0910BD	ERSA	A
88	Manguera transparente 4in	UNBW	C
89	Interruptor de seguridad Tend T293C 1NC+1NO	ERSA	C
90	Cinta aislante 3M 3/4in Super33 + Negro	ERSA	C
92	Barra redonda 1/2x1-1/4in Bronce Fosf	ERSA	B
93	Barra redonda 12mm SS	ERSA	B
94	Manguera flexible Festo Diam Ext 8mm	ERSA	C
95	Retenedora 30x40x7mm	ERSA	C

Continuación de la tabla XX.

96	Retenedora 25x37x7mm	ERSA	C
97	Pegamento eliminador Sealant 515	UNBW	C
99	Filtro para vacío PPSF1.0-X50 1"	ERSA	C
100	Disco para cortar 7/8x4-1/2x1/16in	ERSA	C
101	Manguera anillada 1-1/2in plástica	ERSA	C
102	Válvula de chorro roscable 1/2in de bronce	UNBW	C
103	Tornillo expansor 3/8x2-3/4in galv	ERSA	B
104	Racor recto FESTO QS-6-4 Festo 153037	ERSA	B
106	Módulo KHS EC-ODC5A 905020	ERSA	A
107	Acople para Encoder Omron E69-CO6M	ERSA	B
108	Varilla roscada 6mm galvanizada	ERSA	C
109	Manguera anillada 1-1/4in plástica	ERSA	C
110	Racor Festo 153151 QSY-10	ERSA	B
111	Junta para cilindro Festo 369196	UNBW	C
112	Racor recto QS-8-6 Festo 153038	ERSA	B
113	Conector rápido T sin rosca Legris 8mm	ERSA	C
114	Resorte compresor KHS 902142	ERSA	B
115	Rótula de vástago macho derecha 10mm	ERSA	A
116	Pegamento Loctite 24231 242	UNBW	C
117	Eje pulido ColdRolled AISI1045 16mm	ERSA	A
118	Cilindro doble efecto Festo DSNU-25-75-PPV-A	ERSA	A
121	Resorte de compresor KHS 902101-94	ERSA	A
122	Rodamiento rígido de bola 6202-2RS	ERSA	A
123	Válvula de bola roscable 1/2in 300WOG	ERSA	A
125	Cable flexible SAE 18 AWG 125V	UNBW	C
126	Cuchilla Guillete	ERSA	A
127	Eje pulido ColdRolled 3/4in	ERSA	A
128	Candado Yale 110-50	ERSA	C
129	Sensor Telemecanique XS612B1PAM12	ERSA	A
130	Candado de rodillo simple Paso 40	ERSA	C
134	Abrazadera para manguera 1-1/2in Galv	UNBW	C
135	Abrazadera para manguera 3in Galv	UNBW	C
136	Pasador abierto 5/32x3in Acero	UNBW	C
138	Tela adhesiva 5 milésimas de teflón	UNBW	C
139	Barra redonda 1in Polyamid	ERSA	B
140	Platina 1/8x3/4in 304 SS	UNBW	C
141	Resistencia horizontal RH2 90.760012052A	ERSA	B
143	Faja de teflón 15x770mm	ERSA	B
144	Faja de teflón 15x808mm	ERSA	B
145	Aceite Special Duty Bardahl	ERSA	C
146	Barra redonda 1in Teflón	ERSA	B
147	Varilla roscada 5mm galvanizada	ERSA	C
151	Barra cuadrada calibrada 6x6mm de acero	ERSA	C
152	Cinta de tensión de freno Uniclán 15746	ERSA	B

Fuente: elaboración propia.

3.4. Propuesta de plan de mantenimiento preventivo

El plan de mantenimiento preventivo actual no se encontraba actualizado dado que no se tomaba en cuenta que máquinas y equipos habían

incrementado su tiempo de trabajo, se realizó una modificación del diseño, las BOM no se encontraban acorde a las necesidades de las máquinas y equipos, no se tomaban en cuenta las sugerencias del fabricante, no existía un análisis de frecuencia en las rutinas de mantenimiento. Dado lo siguiente se procedió a actualizar el plan de mantenimiento preventivo de la fábrica.

3.4.1. Rutinas de mantenimiento

Con las averías criminales identificadas, con las máquinas y equipo claves identificados, utilizando los datos históricos de mantenimiento, controlando las ejecuciones de las actividades de mantenimiento programadas, utilizando los manuales del fabricante e información obtenida trabajando con un técnico directo del fabricante, se generan diferentes actividades de mantenimiento y se modifican frecuencias de actividades.

3.4.1.1. Tareas de mantenimiento

En la siguiente página se presentan las tareas de mantenimiento.

Tabla XXI. Rutinas de mantenimiento preventivo

Máquina/Equipo	Descripción	Frecuencia	Horario programado
MXAUTO1	Revisión de selladoras. verticales	Semestral	4 horas de intervención.
MXAUTO1	Revisión de selladoras horizontales.	Semestral	4 horas de intervención.
MXAUTO1	Revisión de cuchillas abre fácil.	Semanal	Realizar durante limpieza de área, miércoles.
MXAUTO1	Revisión de cuchillas de corte final.	Semanal	Realizar durante limpieza de área, miércoles.
MXAUTO1	Revisión de cuchillas de pre-corte.	Semanal	Realizar durante limpieza de área, miércoles.
MXAUTO1	Revisión de cuchillas <i>pouch hole</i> .	Semanal	Realizar durante limpieza de área, miércoles.
MXAUTO1	Revisión de cuchillas circulares.	Semanal	Realizar durante limpieza de área, miércoles.
MXAUTO1	Cambio de cuchillas abre fácil.	Bimestral	Realizar durante limpieza de área, miércoles.
MXAUTO1	Cambio de cuchillas de corte final.	Trimestral	Realizar durante limpieza de área, miércoles.
MXAUTO1	Cambio de cuchillas de pre-corte.	Trimestral	Realizar durante limpieza de área, miércoles.
MXAUTO1	Cambio de cuchillas <i>pouch hole</i> .	Bimensual	Realizar durante limpieza de área, miércoles.
MXAUTO1	Cambio de cuchillas circulares.	Cuatrimestral	Realizar durante limpieza de área, miércoles.
MXAUTO1	Inspección de servomotores.	Mensual	Realizar durante limpieza de área, miércoles.
MXAUTO1	Mantenimiento de motorreductores.	Anual	Tiempo acordado en planeación anual.
MXAUTO1	Mantenimiento de bandas transportadoras.	Anual	Tiempo acordado en planeación anual.

Continuación de la tabla XXI.

MXAUTO1	Mantenimiento del dosificador.	Anual	Tiempo acordado en planeación anual.
MXAUTO1	Mantenimiento de silo.	Anual	Tiempo acordado en planeación anual.
MXAUTO1	Revisión de tablero eléctrico.	Trimestral	2 horas de intervención.
MXAUTO1	Inspección de cadenas y rodillos.	Mensual	Realizar durante limpieza de área, miércoles.
MXAUTO1	Inspección de unidad de mantenimiento.	Semanal	Realizar durante limpieza de área, miércoles.
EMBO1	Inspección de fajas y cadenas.	Mensual	Realizar durante limpieza de área, miércoles.
EMBO1	Revisión de selladoras horizontales.	Semestral	2 horas de intervención.
EMBO1	Revisión de carbones de selladora.	Bimestral	2 horas de intervención.
EMBO1	Inspección de unidad de mantenimiento.	Semanal	Realizar durante limpieza de área, miércoles.
EMBO1	Cambio de cuchillas transversales.	Trimestral	Realizar durante limpieza de área, miércoles.
CODIM1	Enjuague de impresora.	Trimestral	Realizar durante limpieza de área, miércoles.
YALE008	Mantenimiento polipasto.	Anual	Mantenimiento tercerizado.
EN3M	Mantenimiento encintadora.	Anual	Mantenimiento tercerizado.
MXAUTO2	Revisión de selladoras verticales.	Semestral	4 horas de intervención.
MXAUTO2	Revisión selladoras horizontales.	Semestral	4 horas de intervención.
MXAUTO2	Revisión de cuchillas abre fácil.	Semanal	Realizar durante limpieza de área, jueves.
MXAUTO2	Revisión de cuchillas de corte final.	Semanal	Realizar durante limpieza de área, jueves.
MXAUTO2	Revisión de cuchillas de pre-corte.	Semanal	Realizar durante limpieza de área, jueves.
MXAUTO2	Revisión de cuchillas <i>pouch hole</i> .	Semanal	Realizar durante limpieza de área, jueves.
MXAUTO2	Revisión de cuchillas circulares.	Semanal	Realizar durante limpieza de área, jueves.
MXAUTO2	Cambio de cuchillas abre fácil.	Bimestral	Realizar durante limpieza de área, jueves.
MXAUTO2	Cambio de cuchillas de corte final.	Trimestral	Realizar durante limpieza de área, jueves.
MXAUTO2	Cambio de cuchillas de pre-corte.	Trimestral	Realizar durante limpieza de área, jueves.
MXAUTO2	Cambio de cuchillas <i>pouch hole</i> .	Bimensual	Realizar durante limpieza de área, jueves.
MXAUTO2	Cambio de cuchillas circulares.	Cuatrimestral	Realizar durante limpieza de área, jueves.
MXAUTO2	Inspección de servomotores.	Mensual	Realizar durante limpieza de área, jueves.
MXAUTO2	Mantenimiento de motorreductores.	Anual	Tiempo acordado en planeación anual.
MXAUTO2	Mantenimiento de bandas transportadoras.	Anual	Tiempo acordado en planeación anual.
MXAUTO2	Mantenimiento del dosificador.	Anual	Tiempo acordado en planeación anual.
MXAUTO2	Mantenimiento de silo.	Anual	Tiempo acordado en planeación anual.
MXAUTO2	Revisión de tablero eléctrico.	Trimestral	2 horas de intervención.
MXAUTO2	Inspección de cadenas y rodillos.	Mensual	Realizar durante limpieza de área, jueves.
MXAUTO2	Inspección de unidad de mantenimiento.	Semanal	Realizar durante limpieza de área, jueves.
EPAGO2	Revisión de placa dispensadora.	Quincenal	Realizar durante limpieza de área, jueves.
EPAGO2	Revisión de rodillo de accionamiento.	Cuatrimestral	Realizar durante limpieza de área, jueves.
EPAGO2	Inspección de poleas de inversión.	Trimestral	Realizar durante limpieza de área, jueves.
CODIM2	Enjuague de impresora.	Trimestral	Realizar durante limpieza de área, jueves.
YALE009	Mantenimiento polipasto.	Anual	Mantenimiento tercerizado.
EN3M	Mantenimiento de encintadora.	Anual	Mantenimiento tercerizado.
MXAUTO3	Revisión de selladoras verticales.	Semestral	4 horas de intervención.
MXAUTO3	Revisión de selladoras horizontales.	Semestral	4 horas de intervención.
MXAUTO3	Revisión de cuchillas abre fácil.	Semanal	Realizar durante limpieza de área, viernes.
MXAUTO3	Revisión de cuchillas de corte final.	Semanal	Realizar durante limpieza de área, viernes.
MXAUTO3	Revisión de cuchillas de pre-corte.	Semanal	Realizar durante limpieza de área, viernes.
MXAUTO3	Revisión de cuchillas <i>pouch hole</i> .	Semanal	Realizar durante limpieza de área, viernes.
MXAUTO3	Revisión de cuchillas circulares.	Semanal	Realizar durante limpieza de área, viernes.
MXAUTO3	Cambio de cuchillas abre fácil.	Bimestral	Realizar durante limpieza de área, viernes.
MXAUTO3	Cambio de cuchillas de corte final.	Trimestral	Realizar durante limpieza de área, viernes.
MXAUTO3	Cambio de cuchillas de pre-corte.	Trimestral	Realizar durante limpieza de área, viernes.
MXAUTO3	Cambio de cuchillas <i>pouch hole</i> .	Bimensual	Realizar durante limpieza de área, viernes.

Continuación de la tabla XXI.

MXAUTO3	Cambio de cuchillas circulares.	Cuatrimstral	Realizar durante limpieza de área, viernes.
MXAUTO3	Inspección de servomotores.	Mensual	Realizar durante limpieza de área, viernes.
MXAUTO3	Mantenimiento de motorreductores.	Anual	Tiempo acordado en planeación anual.
MXAUTO3	Mantenimiento de bandas transportadoras.	Anual	Tiempo acordado en planeación anual.
MXAUTO3	Mantenimiento del dosificador.	Anual	Tiempo acordado en planeación anual.
MXAUTO3	Mantenimiento de silo.	Anual	Tiempo acordado en planeación anual.
MXAUTO3	Revisión de tablero eléctrico.	Trimestral	2 horas de intervención.
MXAUTO3	Inspección de cadenas y rodillos.	Mensual	Realizar durante limpieza de área, viernes.
MXAUTO3	Inspección de unidad de mantenimiento.	Semanal	Realizar durante limpieza de área, viernes.
EPAGO3	Revisión de placa dispensadora.	Quincenal	Realizar durante limpieza de área, jueves.
EPAGO3	Revisión de rodillo de accionamiento.	Cuatrimstral	Realizar durante limpieza de área, jueves.
EPAGO3	Inspección de poleas de inversión.	Trimestral	Realizar durante limpieza de área, jueves.
CODIM3	Enjuague de impresora.	Trimestral	Realizar durante limpieza de área, viernes.
YALE010	Mantenimiento polipasto.	Anual	Mantenimiento tercerizado.
EN3M	Mantenimiento encintadora.	Anual	Mantenimiento tercerizado.
UNIM6	Revisión de selladoras verticales.	Semestral	4 horas de intervención.
UNIM6	Revisiones de selladoras horizontales.	Semestral	4 horas de intervención.
UNIM6	Revisión de cuchillas abre fácil.	Semanal	Realizar durante limpieza de área, martes.
UNIM6	Revisión de cuchillas de corte final.	Semanal	Realizar durante limpieza de área, martes.
UNIM6	Revisión de cuchillas de pre-corte.	Semanal	Realizar durante limpieza de área, martes.
UNIM6	Revisión de cuchilla <i>pouch hole</i> .	Semanal	Realizar durante limpieza de área, martes.
UNIM6	Revisión de cuchillas circulares.	Semanal	Realizar durante limpieza de área, martes.
UNIM6	Cambio de cuchillas abre fácil.	Bimestral	Realizar durante limpieza de área, martes.
UNIM6	Cambio de cuchillas de corte final.	Trimestral	Realizar durante limpieza de área, martes.
UNIM6	Cambio de cuchillas de pre-corte.	Trimestral	Realizar durante limpieza de área, martes.
UNIM6	Cambio de cuchillas <i>pouch hole</i> .	Bimensual	Realizar durante limpieza de área, martes.
UNIM6	Cambio de cuchillas circulares.	Cuatrimstral	Realizar durante limpieza de área, martes.
UNIM6	Inspección de servomotores.	Mensual	Realizar durante limpieza de área, martes.
UNIM6	Mantenimiento de motorreductores.	Anual	Tiempo acordado en planeación anual.
UNIM6	Mantenimiento de bandas transportadoras.	Anual	Tiempo acordado en planeación anual.
UNIM6	Mantenimiento del dosificador.	Anual	Tiempo acordado en planeación anual.
UNIM6	Mantenimiento de silo.	Anual	Tiempo acordado en planeación anual.
UNIM6	Revisión de tablero eléctrico.	Trimestral	2 horas de intervención.
UNIM6	Inspección de cadenas y rodillos.	Mensual	Realizar durante limpieza de área, martes.
UNIM6	Inspección de caja elíptica.	Mensual	Realizar durante limpieza de área, martes.
UNIM6	Inspección de unidad de mantenimiento.	Semanal	Realizar durante limpieza de área, martes.
EMBO2	Inspección de fajas y cadenas.	Mensual	Realizar durante limpieza de área, martes.
EMBO2	Revisión de selladoras horizontales.	Semestral	2 horas de intervención.
EMBO2	Revisión de ojos eléctricos.	Mensual	Realizar durante limpieza de área, martes.
EMBO2	Inspección de unidad de mantenimiento.	Semanal	Realizar durante limpieza de área, martes.
EMBO2	Cambio de cuchillas transversales.	Trimestral	Realizar durante limpieza de área, martes.
EMBO2	Revisión de tablero eléctrico.	Trimestral	2 horas de intervención
CODIM4	Enjuague de impresora.	Trimestral	Realizar durante limpieza de área, martes.
YALE011	Mantenimiento polipasto.	Anual	Mantenimiento tercerizado.
EN3M	Mantenimiento de encintadora.	Anual	Mantenimiento tercerizado.

Fuente: elaboración propia.

3.4.1.2. Rutinas de lubricación y limpieza

Estas son las rutinas de lubricación y limpieza.

Tabla XXII. Rutinas de lubricación y limpieza

Máquina/Equipo	Actividad	Descripción	Frecuencia	Lubricante / Herramienta
YALE008	Lubricación	Polipasto	Anual	Lub Cassida H1
YALE008	Lubricación	Cadena de polipasto	Mensual	Spray white grease H1
MXAUTO1	Lubricación	Chumacera del tornillo alimentador de base	Mensual	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO1	Lubricación	Motorreductor del tornillo alimentador	Anual	Shell Spirax 80w90
MXAUTO1	Lubricación	Engranaje de centrado de papel	Semanal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO1	Lubricación	Cojinetes y tornillos de centrado de papel	Semanal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO1	Lubricación	Engranajes de sellado vertical	Quincenal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO1	Lubricación	Engranajes de sellado horizontal	Quincenal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO1	Lubricación	Cadena y <i>sprocket</i> del paquete de sellado	Semanal	Spray white grease H1
MXAUTO1	Lubricación	Motorreductor del sellado horizontal y vertical	Anual	Shell Spirax 80w90
MXAUTO1	Lubricación	Motorreductor de los rodillos de hule	Anual	Shell Spirax 80w90
MXAUTO1	Lubricación	Motorreductor del portarrollos	Anual	Shell Spirax 80w90
MXAUTO1	Lubricación	Cojinete frontal izquierdo de selladora vertical	Semanal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO1	Lubricación	Cojinete frontal derecho de selladora vertical	Semanal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO1	Lubricación	Cojinete interno izquierdo de selladora vertical	Semanal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO1	Lubricación	Cojinete interno derecho de selladora vertical	Semanal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO1	Lubricación	Base de termocopla de sellado vertical	Semanal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO1	Lubricación	Cojinete frontal izquierdo de selladora horizontal	Semanal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO1	Lubricación	Cojinete frontal derecho de selladora horizontal	Semanal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO1	Lubricación	Cojinete interno izquierdo de selladora horizontal	Semanal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO1	Lubricación	Cojinete interno derecho de selladora horizontal	Semanal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO1	Lubricación	Base de termocopla de sellado horizontal	Semanal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO1	Lubricación	Cojinetes del eje de cuchillas abre fácil	Semanal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO1	Lubricación	Cojinetes del eje de yunques de cuchillas abre fácil	Semanal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO1	Lubricación	Cojinetes de los ejes de rodillos de aluminio	Quincenal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO1	Lubricación	Cojinetes del eje de cuchillas del <i>pouch hole</i>	Semanal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO1	Lubricación	Cojinetes del eje de yunques del <i>pouch hole</i>	Semanal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO1	Lubricación	Cojinetes del eje de cuchillas de pre-corte	Semanal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO1	Lubricación	Cojinetes del eje de yunques de cuchillas de pre-corte	Semanal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO1	Lubricación	Cojinetes del eje de cuchillas de corte final	Semanal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO1	Lubricación	Cojinetes del eje de yunques de cuchillas de corte final	Semanal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO1	Lubricación	Cadena y <i>sprocket</i> del desbobinador	Quincenal	Spray white grease H1
MXAUTO1	Lubricación	Engranajes agitadores	Quincenal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO1	Lubricación	Motorreductor del desbobi-nador	Anual	Shell Spirax 80w90
MXAUTO1	Lubricación	Motorreductor de agitadores	Anual	Aceite Ondina 68 H1
MXAUTO1	Limpieza	Flauta dosificadora	Diaria	Toalla industrial
MXAUTO1	Limpieza	Compuertas desmontables superiores	Diaria	Toalla industrial
MXAUTO1	Limpieza	Plataforma y base móvil del panel principal	Diaria	Toalla industrial
MXAUTO1	Limpieza	Faja transportadora de tiras	Diaria	Toalla industrial
MXAUTO1	Limpieza	Compuertas y guardas	Diaria	Toalla industrial

Continuación de la tabla XXII.

MXAUTO1	Limpieza	Encintador, limpieza ex-terna	Diaria	Toalla industrial
CODIM1	Limpieza	Cabezales de codificado-res	Diaria	Toalla industrial
MXAUTO1	Limpieza	Olla y canal de base en silo	Mensual	Toalla industrial / Aspiradora
MXAUTO1	Limpieza	Tornillo abastecedor de masa	Mensual	Toalla industrial / Aspiradora
MXAUTO1	Limpieza	Tubo de caída de masa	Mensual	Toalla industrial / Aspiradora
MXAUTO1	Limpieza	Triángulo de caída de masa a tolva	Mensual	Toalla industrial / Aspiradora
MXAUTO1	Limpieza	Paquete de servomotores	Mensual	Toalla industrial
MXAUTO1	Limpieza	Coupling de tornillos dosificadore.	Mensual	Toalla industrial
MXAUTO1	Limpieza	Encamisado de tornillos dosificadores	Mensual	Toalla industrial
MXAUTO1	Limpieza	Paquete de dosificación de flauta dosificadora	Mensual	Toalla industrial / Aspiradora
MXAUTO1	Limpieza	Tolva de dosificación	Mensual	Toalla industrial / Aspiradora
MXAUTO1	Limpieza	Boquillas de llenado de producto	Mensual	Toalla industrial / Aspiradora
MXAUTO1	Limpieza	Rodillos móviles de avance del laminado	Mensual	Toalla industrial / Aspiradora
MXAUTO1	Limpieza	Rodillos de hule desembo-binado	Mensual	Toalla industrial / Aspiradora
MXAUTO1	Limpieza	Plataforma base de desembo-binado superior	Mensual	Toalla industrial / Aspiradora
MXAUTO1	Limpieza	Ángulos de posición de caras del laminado	Mensual	Toalla industrial / Aspiradora
MXAUTO1	Limpieza	Rodillos móviles de avance del laminado (izquierda y derecha)	Mensual	Toalla industrial / Aspiradora
MXAUTO1	Limpieza	Rodillos yunques de cuchillas circulares	Mensual	Toalla industrial / Aspiradora
MXAUTO1	Limpieza	Paquete de cuchillas circulares	Mensual	Toalla industrial / Aspiradora
MXAUTO1	Limpieza	Selladoras horizontales y verticales	Mensual	Cepillo de bronce
MXAUTO1	Limpieza	Eje de cuchillas abre fácil, pre-corte, corte final y pouch hole	Mensual	Toalla industrial / Aspiradora
MXAUTO1	Limpieza	Rodillos de metal y hule	Mensual	Toalla industrial / Aspiradora
MXAUTO1	Limpieza	Guardas de la máquina	Mensual	Toalla industrial
CODIM1	Limpieza	Cabezales de codificación	Mensual	Toalla industrial
CODIM1	Limpieza	Base y carrito móvil de cabezales	Mensual	Toalla industrial
CODIM1	Limpieza	Codificadores y base de los mismos	Mensual	Toalla industrial
EMBO1	Lubricación	Cadena principal	Mensual	Spray white grease H1
EMBO1	Lubricación	Selladora horizontal superior	Semanal	Grasa Omega 78 H1
EMBO1	Lubricación	Selladora horizontal inferior	Semanal	Grasa Omega 78 H1
EMBO1	Lubricación	Pines de selladora horizontal superiores	Semanal	Spray white grease H1
EMBO1	Lubricación	Pines de selladora horizontal inferiores	Semanal	Spray white grease H1
EMBO1	Lubricación	Guías de polipropileno	Mensual	Grasa Omega 78 H1
EMBO1	Lubricación	Selladoras de polipropileno	Mensual	Grasa Omega 78 H1
EMBO1	Lubricación	Rótula que acciona guías de polipropileno	Mensual	Grasa Omega 78 H1
EMBO1	Lubricación	Cadena de faja transportadora de sobres	Quincenal	Grasa Omega 78 H1
EMBO1	Lubricación	Engranajes de transmisión principal	Quincenal	Grasa Omega 78 H1
EMBO1	Lubricación	Chumaceras de faja transportadora de sobres	Semanal	Grasa Omega 78 H1
EMBO1	Lubricación	Brazo neumático	Quincenal	Grasa Omega 78 H1
EMBO1	Lubricación	Chumacera de producto empacado final	Semanal	Grasa Omega 78 H1
EMBO1	Lubricación	Chumaceras del contador de sobres	Semanal	Spray white grease H1
EMBO1	Lubricación	Chumacera del descarrilador de sobres	Mensual	Grasa Omega 78 H1

Continuación de la tabla XXII.

EMBO1	Lubricación	Motorreductor de faja del contador de sobres	Mensual	Grasa Omega 78 H1
EMBO1	Lubricación	Faja transportadora de sobres	Quincenal	Grasa Omega 78 H1
EMBO1	Lubricación	Sistema de rodillos del contador de sobres	Anual	Shell Spirax 80w90
EMBO1	Limpieza	Volante y selladora	Mensual	Toalla industrial
YALE009	Lubricación	Polipasto	Anual	Lub Cassida H1
YALE009	Lubricación	Cadena de polipasto	Mensual	Spray white grease H1
MXAUTO2	Lubricación	Chumacera del tornillo ali-mentador de base	Mensual	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO2	Lubricación	Motorreductor del tornillo alimentador	Anual	Shell Spirax 80w90
MXAUTO2	Lubricación	Engranaje de centrado de papel	Semanal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO2	Lubricación	Cojinetes y tornillos de centrado de papel	Semanal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO2	Lubricación	Engranajes de sellado vertical	Quincenal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO2	Lubricación	Engranajes de sellado horizontal	Quincenal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO2	Lubricación	Cadena y <i>sprocket</i> del paquete de sellado	Semanal	Spray white grease H1
MXAUTO2	Lubricación	Motorreductor del sellado horizontal y vertical	Anual	Shell Spirax 80w90
MXAUTO2	Lubricación	Motorreductor de los rodillos de hule	Anual	Shell Spirax 80w90
MXAUTO2	Lubricación	Motorreductor del portarollos	Anual	Shell Spirax 80w90
MXAUTO2	Lubricación	Cojinete frontal izquierdo de selladora vertical	Semanal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO2	Lubricación	Cojinete frontal derecho de selladora vertical	Semanal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO2	Lubricación	Cojinete interno izquierdo de selladora vertical	Semanal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO2	Lubricación	Cojinete interno derecho de selladora vertical	Semanal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO2	Lubricación	Base de termocopla de sellado vertical	Semanal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO2	Lubricación	Cojinete frontal izquierdo de selladora horizontal	Semanal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO2	Lubricación	Cojinete frontal derecho de selladora horizontal	Semanal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO2	Lubricación	Cojinete interno izquierdo de selladora horizontal	Semanal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO2	Lubricación	Cojinete interno derecho de selladora horizontal	Semanal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO2	Lubricación	Base de termocopla de sellado horizontal	Semanal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO2	Lubricación	Cojinetes del eje de cuchillas abre fácil	Semanal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO2	Lubricación	Cojinetes del eje de yunques de cuchillas abre fácil	Semanal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO2	Lubricación	Cojinetes de los ejes de rodillos de aluminio	Quincenal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO2	Lubricación	Cojinetes del eje de cuchillas del <i>pouch hole</i>	Semanal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO2	Lubricación	Cojinetes del eje de yunques del <i>pouch hole</i>	Semanal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO2	Lubricación	Cojinetes del eje de cuchillas de pre-corte	Semanal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO2	Lubricación	Cojinetes del eje de yunques de cuchillas de pre-corte	Semanal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO2	Lubricación	Cojinetes del eje de cuchillas de corte final	Semanal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO2	Lubricación	Cojinetes del eje de yunques de cuchillas de corte final	Semanal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO2	Lubricación	Cadena y <i>sprocket</i> del desbobinador	Quincenal	Spray white grease H1
MXAUTO2	Lubricación	Engranajes agitadores	Quincenal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO2	Lubricación	Motorreductor del desbobinador	Anual	Shell Spirax 80w90
MXAUTO2	Lubricación	Motorreductor de agitadores	Anual	Aceite Ondina 68 H1
MXAUTO2	Limpieza	Flauta dosificadora	Diaria	Toalla industrial
MXAUTO2	Limpieza	Compuertas desmon-tables superiores	Diaria	Toalla industrial
MXAUTO2	Limpieza	Plataforma y base móvil del panel principal	Diaria	Toalla industrial
MXAUTO2	Limpieza	Faja transportadora de tiras	Diaria	Toalla industrial
MXAUTO2	Limpieza	Compuertas y guardas	Diaria	Toalla industrial
MXAUTO2	Limpieza	Encintador, limpieza externa	Diaria	Toalla industrial
CODIM2	Limpieza	Cabezales de codificadores	Diaria	Toalla industrial
MXAUTO2	Limpieza	Olla y canal de base en silo	Mensual	Toalla industrial / Aspiradora
MXAUTO2	Limpieza	Tornillo abastecedor de masa	Mensual	Toalla industrial / Aspiradora
MXAUTO2	Limpieza	Tubo de caída de masa	Mensual	Toalla industrial / Aspiradora
MXAUTO2	Limpieza	Triángulo de caída de masa a tolva	Mensual	Toalla industrial / Aspiradora

Continuación de la tabla XXII.

MXAUTO2	Limpieza	Paquete de servomotores	Mensual	Toalla industrial
MXAUTO2	Limpieza	<i>Coupling</i> de tornillos dosificadores	Mensual	Toalla industrial
MXAUTO2	Limpieza	Encamisado de tornillos dosificadores	Mensual	Toalla industrial
MXAUTO2	Limpieza	Paquete de dosificación de flauta dosificadora	Mensual	Toalla industrial / Aspiradora
MXAUTO2	Limpieza	Tolva de dosificación	Mensual	Toalla industrial / Aspiradora
MXAUTO2	Limpieza	Boquillas de llenado de producto	Mensual	Toalla industrial / Aspiradora
MXAUTO2	Limpieza	Rodillos móviles de avance del laminado	Mensual	Toalla industrial / Aspiradora
MXAUTO2	Limpieza	Rodillos de hule de desem-bobinado	Mensual	Toalla industrial / Aspiradora
MXAUTO2	Limpieza	Plataforma base de desem-bobinado superior	Mensual	Toalla industrial / Aspiradora
MXAUTO2	Limpieza	Ángulos de posición de caras del laminado	Mensual	Toalla industrial / Aspiradora
MXAUTO2	Limpieza	Rodillos móviles de avance del laminado (izquierda y derecha)	Mensual	Toalla industrial / Aspiradora
MXAUTO2	Limpieza	Rodillos y yunques de cuchillas circulares	Mensual	Toalla industrial / Aspiradora
MXAUTO2	Limpieza	Paquete de cuchillas circulares	Mensual	Toalla industrial / Aspiradora
MXAUTO2	Limpieza	Selladoras horizontales y verticales	Mensual	Cepillo de bronce
MXAUTO2	Limpieza	Eje de cuchillas abre fácil, pre-corte, corte final y <i>pouch hole</i>	Mensual	Toalla industrial / Aspiradora
MXAUTO2	Limpieza	Rodillos de metal y hule	Mensual	Toalla industrial / Aspiradora
MXAUTO2	Limpieza	Guardas de la máquina	Mensual	Toalla industrial
CODIM2	Limpieza	Cabezales de codificación	Mensual	Toalla industrial
CODIM2	Limpieza	Base y carrito móvil de cabezales	Mensual	Toalla industrial
CODIM2	Limpieza	Codificadores y base de los mismos	Mensual	Toalla industrial
EPAGO2	Limpieza	Poleas de inversión	Diaria	Toalla industrial / Solvent DG90
EPAGO2	Limpieza	Rodillo de accionamiento	Diaria	Toalla industrial / Solvent DG90
EPAGO2	Limpieza	Rodillo de apriete	Diaria	Toalla industrial / Solvent DG90
YALE010	Lubricación	Polipasto	Anual	Lub Cassida H1
YALE010	Lubricación	Cadena de polipasto	Mensual	Spray white grease H1
MXAUTO3	Lubricación	Chumacera del tornillo alimentador de base	Mensual	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO3	Lubricación	Motorreductor del tornillo alimentador	Anual	Shell Spirax 80w90
MXAUTO3	Lubricación	Engranaje de centrado de papel	Semanal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO3	Lubricación	Cojinetes y tornillos de centrado de papel	Semanal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO3	Lubricación	Engranajes de sellado vertical	Quincenal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO3	Lubricación	Engranajes de sellado horizontal	Quincenal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO3	Lubricación	Cadena y <i>sprocket</i> del paquete de sellado	Semanal	Spray white grease H1
MXAUTO3	Lubricación	Motorreductor del sellado horizontal y vertical	Anual	Shell Spirax 80w90
MXAUTO3	Lubricación	Motorreductor de los rodillos de hule	Anual	Shell Spirax 80w90
MXAUTO3	Lubricación	Motorreductor del porta-rollos	Anual	Shell Spirax 80w90
MXAUTO3	Lubricación	Cojinete frontal izquierdo de selladora vertical	Semanal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO3	Lubricación	Cojinete frontal derecho de selladora vertical	Semanal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO3	Lubricación	Cojinete interno izquierdo de selladora vertical	Semanal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO3	Lubricación	Cojinete interno derecho de selladora vertical	Semanal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO3	Lubricación	Base de termocopla de sellado vertical	Semanal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO3	Lubricación	Cojinete frontal izquierdo de selladora horizontal	Semanal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO3	Lubricación	Cojinete frontal derecho de selladora horizontal	Semanal	Grasa Omega 78 H1

Continuación de la tabla XXII.

MXAUTO3	Lubricación	Cojinete interno izquierdo de selladora horizontal	Semanal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO3	Lubricación	Cojinete interno derecho de selladora horizontal	Semanal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO3	Lubricación	Base de termocopla de sellado horizontal	Semanal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO3	Lubricación	Cojinetes del eje de cuchillas abre fácil	Semanal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO3	Lubricación	Cojinetes del eje de yunques de cuchillas abre fácil	Semanal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO3	Lubricación	Cojinetes de los ejes de rodillos de aluminio	Quincenal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO3	Lubricación	Cojinetes del eje de cuchillas del <i>pouch hole</i>	Semanal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO3	Lubricación	Cojinetes del eje de yunques del <i>pouch hole</i>	Semanal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO3	Lubricación	Cojinetes del eje de cuchillas de pre-corte	Semanal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO3	Lubricación	Cojinetes del eje de yunques de cuchillas de pre-corte	Semanal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO3	Lubricación	Cojinetes del eje de cuchillas de corte final	Semanal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO3	Lubricación	Cojinetes del eje de yunques de cuchillas de corte final	Semanal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO3	Lubricación	Cadena y <i>sprocket</i> del des-bobinador	Quincenal	Spray white grease H1
MXAUTO3	Lubricación	Engranajes agitadores	Quincenal	Grasa Omega 78 H1
MXAUTO3	Lubricación	Motorreductor del desbo-binador	Anual	Shell Spirax 80w90
MXAUTO3	Lubricación	Motorreductor de agitadores	Anual	Aceite Ondina 68 H1
MXAUTO3	Limpieza	Flauta dosificadora	Diaria	Toalla industrial
MXAUTO3	Limpieza	Compuertas desmontables superiores	Diaria	Toalla industrial
MXAUTO3	Limpieza	Plataforma y base móvil del panel principal	Diaria	Toalla industrial
MXAUTO3	Limpieza	Faja transportadora de tiras	Diaria	Toalla industrial
MXAUTO3	Limpieza	Compuertas y guardas	Diaria	Toalla industrial
MXAUTO3	Limpieza	Encintador, limpieza externa	Diaria	Toalla industrial
CODIM3	Limpieza	Cabezales de codificadores	Diaria	Toalla industrial
MXAUTO3	Limpieza	Olla y canal de base en silo	Mensual	Toalla industrial / Aspiradora
MXAUTO3	Limpieza	Tornillo abastecedor de masa	Mensual	Toalla industrial / Aspiradora
MXAUTO3	Limpieza	Tubo de caída de masa	Mensual	Toalla industrial / Aspiradora
MXAUTO3	Limpieza	Triángulo de caída de masa a tolva	Mensual	Toalla industrial / Aspiradora
MXAUTO3	Limpieza	Paquete de servomotores	Mensual	Toalla industrial
MXAUTO3	Limpieza	<i>Coupling</i> de tornillos dosificadores	Mensual	Toalla industrial
MXAUTO3	Limpieza	Encamisado de tornillos dosificadores	Mensual	Toalla industrial
MXAUTO3	Limpieza	Paquete de dosificación de flauta dosificadora	Mensual	Toalla industrial / Aspiradora
MXAUTO3	Limpieza	Tolva de dosificación	Mensual	Toalla industrial / Aspiradora
MXAUTO3	Limpieza	Boquillas de llenado de producto	Mensual	Toalla industrial / Aspiradora
MXAUTO3	Limpieza	Rodillos móviles de avance del laminado	Mensual	Toalla industrial / Aspiradora
MXAUTO3	Limpieza	Rodillos de hule de desem-bobinado	Mensual	Toalla industrial / Aspiradora
MXAUTO3	Limpieza	Plataforma base de desem-bobinado superior	Mensual	Toalla industrial / Aspiradora
MXAUTO3	Limpieza	Ángulos de posición de caras del laminado	Mensual	Toalla industrial / Aspiradora
MXAUTO3	Limpieza	Rodillos móviles de avance del laminado (izquierda y derecha)	Mensual	Toalla industrial / Aspiradora
MXAUTO3	Limpieza	Rodillos yunques de cuchillas circulares	Mensual	Toalla industrial / Aspiradora
MXAUTO3	Limpieza	Paquete de cuchillas circulares	Mensual	Toalla industrial / Aspiradora

Continuación de la tabla XXII.

MXAUTO3	Limpieza	Selladoras horizontales y verticales	Mensual	Cepillo de bronce
MXAUTO3	Limpieza	Eje de cuchillas abre fácil, pre-corte, corte final y <i>pouch hole</i>	Mensual	Toalla industrial / Aspiradora
MXAUTO3	Limpieza	Rodillos de metal y hule	Mensual	Toalla industrial / Aspiradora
MXAUTO3	Limpieza	Guardas de la máquina	Mensual	Toalla industrial
CODIM3	Limpieza	Cabezales de codificación	Mensual	Toalla industrial
CODIM3	Limpieza	Base y carrito móvil de cabezales	Mensual	Toalla industrial
CODIM3	Limpieza	Codificadores y base de los mismos	Mensual	Toalla industrial
EPAGO3	Limpieza	Poleas de inversión	Diaria	Toalla industrial / Solvent DG90
EPAGO3	Limpieza	Rodillo de accionamiento	Diaria	Toalla industrial / Solvent DG90
EPAGO3	Limpieza	Rodillo de apriete	Diaria	Toalla industrial / Solvent DG90
YALE011	Lubricación	Polipasto	Anual	Lub Cassida H1
YALE011	Lubricación	Cadena de polipasto	Mensual	Spray white grease H1
UNIM6	Lubricación	Chumacera del tornillo alimentador de base	Mensual	Grasa Omega 78 H1
UNIM6	Lubricación	Motorreductor del tornillo alimentador	Anual	Shell Spirax 80w90
UNIM6	Lubricación	Engranajes de sellado vertical	Quincenal	Grasa Omega 78 H1
UNIM6	Lubricación	Engranajes de sellado horizontal	Quincenal	Grasa Omega 78 H1
UNIM6	Lubricación	Caja elíptica	Semanal	Grasa Omega 78 H1
UNIM6	Lubricación	Cadenas de transmisión	Semanal	Grasa Omega 78 H1
UNIM6	Lubricación	Cojinete frontal izquierdo de selladora vertical	Semanal	Grasa Omega 78 H1
UNIM6	Lubricación	Cojinete frontal derecho de selladora vertical	Semanal	Grasa Omega 78 H1
UNIM6	Lubricación	Cojinete interno izquierdo de selladora vertical	Semanal	Grasa Omega 78 H1
UNIM6	Lubricación	Cojinete interno derecho de selladora vertical	Semanal	Grasa Omega 78 H1
UNIM6	Lubricación	Base de termocopla de sellado vertical	Semanal	Grasa Omega 78 H1
UNIM6	Lubricación	Cojinete frontal izquierdo de selladora horizontal	Semanal	Grasa Omega 78 H1
UNIM6	Lubricación	Cojinete frontal derecho de selladora horizontal	Semanal	Grasa Omega 78 H1
UNIM6	Lubricación	Cojinete interno izquierdo de selladora horizontal	Semanal	Grasa Omega 78 H1
UNIM6	Lubricación	Cojinete interno derecho de selladora horizontal	Semanal	Grasa Omega 78 H1
UNIM6	Lubricación	Base de termocopla de sellado horizontal	Semanal	Grasa Omega 78 H1
UNIM6	Lubricación	Cojinetes del eje de cuchillas abre fácil	Semanal	Grasa Omega 78 H1
UNIM6	Lubricación	Cojinetes del eje de yunques de cuchillas abre fácil	Semanal	Grasa Omega 78 H1
UNIM6	Lubricación	Cojinetes de los ejes de rodillos de aluminio	Quincenal	Grasa Omega 78 H1
UNIM6	Lubricación	Cojinetes del eje de cuchillas del <i>pouch hole</i>	Semanal	Grasa Omega 78 H1
UNIM6	Lubricación	Cojinetes del eje de yunques del <i>pouch hole</i>	Semanal	Grasa Omega 78 H1
UNIM6	Lubricación	Cojinetes del eje de cuchillas de pre-corte	Semanal	Grasa Omega 78 H1
UNIM6	Lubricación	Cojinetes del eje de yunques de cuchillas de pre-corte	Semanal	Grasa Omega 78 H1
UNIM6	Lubricación	Cojinetes del eje de cuchillas de corte final	Semanal	Grasa Omega 78 H1
UNIM6	Lubricación	Cojinetes del eje de yunques de cuchillas de corte final	Semanal	Grasa Omega 78 H1
UNIM6	Lubricación	Cadena y <i>sprocket</i> del des-bobinador	Quincenal	Spray white grease H1
UNIM6	Lubricación	Motorreductor del desbobi-nador	Anual	Shell Spirax 80w90
UNIM6	Limpieza	Agitadores de dosificación	Diaria	Toalla industrial
UNIM6	Limpieza	Tolva de dosificación	Diaria	Toalla industrial
UNIM6	Limpieza	Selladoras verticales	Diaria	Cepillo de bronce
UNIM6	Limpieza	Selladoras horizontales	Diaria	Cepillo de bronce
UNIM6	Limpieza	Cuchillas de abre fácil, pre-corte, corte final	Diaria	Toalla industrial
UNIM6	Limpieza	Encintador, limpieza externa	Diaria	Toalla industrial
UNIM6	Limpieza	Plataforma interna de sistema formador	Diaria	Toalla industrial
CODIM4	Limpieza	Cabezales de codificadores	Diaria	Toalla industrial
UNIM6	Limpieza	Faja transportadora de tiras	Diaria	Toalla industrial

Continuación de la tabla XXII.

UNIM6	Limpieza	Olla y canal de base en silo	Mensual	Toalla industrial / Aspiradora
UNIM6	Limpieza	Tornillo abastecedor de masa	Mensual	Toalla industrial / Aspiradora
UNIM6	Limpieza	Tubo de caída de masa	Mensual	Toalla industrial / Aspiradora
UNIM6	Limpieza	Triángulo de caída de masa a tolva	Mensual	Toalla industrial / Aspiradora
UNIM6	Limpieza	Paquete de servomotores	Mensual	Toalla industrial
UNIM6	Limpieza	<i>Coupling</i> de tornillos dosificadores	Mensual	Toalla industrial
UNIM6	Limpieza	Encamisado de tornillos dosificadores	Mensual	Toalla industrial
UNIM6	Limpieza	Cucharillas dosificadoras	Mensual	Toalla industrial / Aspiradora
UNIM6	Limpieza	Tolva de dosificación	Mensual	Toalla industrial / Aspiradora
UNIM6	Limpieza	Rodillos móviles de avance del laminado	Mensual	Toalla industrial / Aspiradora
UNIM6	Limpieza	Rodillos de hule de desem-bobinado	Mensual	Toalla industrial / Aspiradora
UNIM6	Limpieza	Plataforma base de desembo-binado superior	Mensual	Toalla industrial / Aspiradora
UNIM6	Limpieza	Ángulos de posición de caras del laminado	Mensual	Toalla industrial / Aspiradora
UNIM6	Limpieza	Rodillos móviles de avance del laminado (izquierda y derecha)	Mensual	Toalla industrial / Aspiradora
UNIM6	Limpieza	Rodillos yunques de cuchillas circulares	Mensual	Toalla industrial / Aspiradora
UNIM6	Limpieza	Paquete de cuchillas circulares	Mensual	Toalla industrial / Aspiradora
UNIM6	Limpieza	Selladoras horizontales y verticales	Mensual	Cepillo de bronce
UNIM6	Limpieza	Eje de cuchillas abre fácil, pre-corte, corte final y <i>pouch hole</i>	Mensual	Toalla industrial / Aspiradora
UNIM6	Limpieza	Rodillos de metal y hule	Mensual	Toalla industrial / Aspiradora
UNIM6	Limpieza	Guardas de la máquina	Mensual	Toalla industrial
CODIM4	Limpieza	Cabezales de codificación	Mensual	Toalla industrial
CODIM4	Limpieza	Base y carrito móvil de cabezales	Mensual	Toalla industrial
CODIM4	Limpieza	Codificadores y base de los mismos	Mensual	Toalla industrial
EMBO2	Lubricación	Portarollo	Semanal	Grasa Omega 78 H1
EMBO2	Lubricación	Selladora horizontal, izquierda superior	Semanal	Grasa Omega 78 H1
EMBO2	Lubricación	Selladora horizontal, izquierda inferior	Semanal	Grasa Omega 78 H1
EMBO2	Lubricación	Selladora horizontal, derecha superior	Semanal	Grasa Omega 78 H1
EMBO2	Lubricación	Selladora horizontal, derecha inferior	Semanal	Grasa Omega 78 H1
EMBO2	Lubricación	Motorreductor del paquete de sellado	Anual	Shell Spirax 80w90
EMBO2	Lubricación	Cadena transportadora de sobres	Mensual	Spray white grease H1
EMBO2	Lubricación	Motorreductor de faja de salida	Anual	Shell Spirax 80w90
EMBO2	Lubricación	Motorreductor de haladores de papel	Anual	Shell Spirax 80w90
EMBO2	Lubricación	Cadena para elevar o descender selladoras	Semestral	Grasa Omega 78 H1
EMBO2	Lubricación	Chumaceras de banda transportadora	Quincenal	Grasa Omega 78 H1
EMBO2	Lubricación	Cadena de tracción de transporte de sobres	Quincenal	Spray white grease H1
EMBO2	Lubricación	Cadena y <i>sprockets</i> de faja transportadora	Quincenal	Spray white grease H1
EMBO2	Lubricación	Cadena y <i>sprockets</i> de embrague	Quincenal	Spray white grease H1
EMBO2	Lubricación	Chumacera de producto empacado final	Mensual	Grasa Omega 78 H1
EMBO2	Lubricación	Chumaceras del contador de sobres	Mensual	Grasa Omega 78 H1
EMBO2	Lubricación	Chumacera del descarrilador de sobres	Quincenal	Grasa Omega 78 H1
EMBO2	Lubricación	Motorreductor de faja del contador de sobres	Anual	Shell Spirax 80w90

Continuación de la tabla XXII.

EMBO2	Limpieza	Ojos eléctricos	Mensual	Toalla industrial
EMBO2	Limpieza	Mordazas de sello final	Mensual	Cepillo de bronce
EMBO2	Limpieza	Faja transportadora de sobres	Mensual	Toalla industrial
EMBO2	Limpieza	Sistema de rodillos del contador de sobres	Mensual	Toalla industrial
EMBO2	Limpieza	Volante y selladora	Mensual	Cepillo de bronce

Fuente: elaboración propia.

3.4.2. Documentación de procesos de mantenimiento

El formato 5W+1H entró en vigencia en Nestlé Guatemala a partir del mes de junio del 2017. Todos los procedimientos estándar se encontraban en un formato diferente creado por el grupo de entrenamiento de Nestlé Guatemala. Se revisaron los procedimientos creados en estos formatos y se encontró que ninguno coincidía con la actualizaciones de la maquinaria, ya que no se les daba seguimiento y tampoco eran actualizados ni revisados en cada mejora que se le realizó a la maquinaria con el paso del tiempo.

Luego de actualizar y crear rutinas de mantenimiento de acuerdo a la actualidad de la maquinaria, los procesos estándar fueron creados en el formato 5W+1H. Estos se realizaron según la prioridad de cada uno de los componentes de las máquinas. Para establecer el mejor procedimiento a realizar, se contó con el apoyo del experto del área, el manual del fabricante y el apoyo de un técnico español que vino a dar soporte cuando las máquinas estaban en su peor rendimiento posible.

Todo el personal del departamento de mantenimiento debe estar enterado de la existencia de estos formatos, para que el proceso estándar pueda existir. Estos formatos pueden y deben ser modificados si a la máquina se le realiza una mejora o si se detecta un fallo en el proceso establecido.

Figura 25. Formato de procedimientos estándar 5W + 1H

CONTINUOUS EXCELLENCE | **Estándar de Mantenimiento PM03 5W+1H**

TAREA ESTANDAR:

FLOC: _____ Plan de Mantenimiento: _____
 Descripción de la Floc: _____ Frecuencia: _____
 Equipo / Sistema: _____ Fecha Creación: _____
 Mano de Obra Necesaria: _____ Tiempo de Ejecución: _____

Repuestos Necesarios

Cantidad	Código	Componente	Criticidad	Descripción

Advertencias de Seguridad:

Check List de Seguridad y EPP		EPP Necesario	
Interruptor principal de energía eléctrica fuera	<input type="checkbox"/>	Cableado de seguridad dieléctrico colocado	<input type="checkbox"/>
Candado de seguridad y etiqueta instalados en tablero eléctrico	<input type="checkbox"/>	Lentes de seguridad colocados	<input type="checkbox"/>
Suministro de aire cerrado y bloqueado	<input type="checkbox"/>	Guantes anticorte y de alta temperatura	<input type="checkbox"/>
Presión de aire en sistema neumático liberada	<input type="checkbox"/>	Líneas de vida y/o Arnes de seguridad para trabajos en altura colocados	<input type="checkbox"/>
Presión hidráulica en componentes a intervenir liberada	<input type="checkbox"/>	Tapones Auditivos	<input type="checkbox"/>
Se tienen los permisos de trabajo llenados y firmados	<input type="checkbox"/>	Casco	<input type="checkbox"/>
Otros, especifique: _____			
Cumple	<input checked="" type="checkbox"/>	No Requerido	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	N/A	<input type="checkbox"/>
Cumple	<input checked="" type="checkbox"/>	No Requerido	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	N/A	<input type="checkbox"/>

Herramientas a utilizar: _____

PROCEDIMIENTO

1	2	3	4	5
Documentos de Ref. _____ Tiempo _____				
Documentos de Ref. _____ Tiempo _____				
Documentos de Ref. _____ Tiempo _____				

Validado por: _____

_____ Técnico

Fuente: formato mandatorio de Nestlé Guatemala.

Para documentar los procesos de mantenimiento se utiliza el formato estándar 5W+1H. Este formato facilita la ejecución de las actividades a través

de una estructura fácil de comprender y que brinda la información necesaria para realizar la actividad.

El formato estándar 5W+1H describe paso a paso el procedimiento estándar para realizar una actividad. Cada paso del procedimiento a realizar posee una representación gráfica para una mejor comprensión del componente en el que se está trabajando o del proceso que se debe realizar.

El formato 5W+1H se encuentra estructurado de la siguiente manera:

- Rutina estándar a realizar.
- FLOC y descripción de la máquina que se va a intervenir.
- Descripción del plan de mantenimiento.
- Descripción completa de los repuestos necesarios.
- *Check list* de medidas de seguridad.
- *Check list* de equipo de protección necesario.
- Herramientas que se van a utilizar.
- Procedimiento detallado.
- Validación del experto, jefe de mantenimiento y departamento de seguridad.

3.4.3. Asignación de actividades

Las responsabilidades del plan de mantenimiento se distribuyeron entre el personal de mantenimiento y el personal de producción.

Tabla XXIII. **Distribución de responsabilidades de mantenimiento**

Actividad	Mantenimiento	Personal de producción	Personal de mantenimiento
Funcionamiento general	Preparación y ajuste	*	
	Operación	*	
Mantenimiento autónomo	Limpieza	*	
	Lubricación	*	*
	Aprietes mecánicos	*	
Mantenimiento preventivo	Inspecciones	*	*
	Actividades periódicas de mantenimiento		*
Mantenimiento correctivo	Fallas reparables desde el puesto de trabajo	*	*
	Fallas no reparables desde el puesto de trabajo		*

Fuente: elaboración propia.

Al tener las actividades de mantenimiento establecidas para los diferentes grupos de mantenimiento, se realizó la programación y planeación del mantenimiento para el año 2018, enfocado al departamento de mantenimiento.

Figura 26. Plan anual de mantenimiento 2018

 CONTINUOUS <small>PROFIT COMPROMISE</small> <small>EXCELLENCE</small>	PLAN ANUAL DE MANTENIMIENTO 2018																									
	ENERO		FEBRERO			MARZO			ABRIL			MAYO			JUNIO											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
CONSUME																										
MXAUTO 1																										
Ejecucion																										
LUBRICACION	1S	2S	1S	1M	1S	2S	1S	1M	1S	2S	1S	1M	1S	2S	1S	1M	1S	2S	1S	1M	1S	2S	1S	1M	1S	2S
Ejecucion																										
REVISIÓN DE SELLADORAS VERTICALES/HORIZONTALES						6M																				
Ejecucion																										
REVISIÓN DE CUCHILLAS DEL SISTEMA DE CORTE	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S
Ejecucion																										
CAMBIO DE CUCHILLAS DE CORTE Y PRECORTE										3M															3M	
Ejecucion																										
CAMBIO DE CUCHILLAS ABRE FACIL Y POUCH HOLE				2M							2M										2M					
Ejecucion																										
CAMBIO DE CUCHILLAS CIRCULARES														4M												
Ejecucion																										
REVISION DE SERVOMOTORES		1M				1M				1M				1M					1M					1M		
Ejecucion																										
REVISION ELECTRICA		1M				1M				1M				1M					1M				1M			1M
Ejecucion																										
REVISION DE SISTEMA DE TRACCION				1M				1M				1M				1M				1M				1M		
Ejecucion																										
REVISION DEL SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO				1M				1M				1M				1M				1M				1M		
Ejecucion																										

Continuación de la figura 26.

	PLAN ANUAL DE MANTENIMIENTO 2018																																																			
	JULIO					AGOSTO					SEPTIEMBRE					OCTUBRE					NOVIEMBRE					DICIEMBRE																										
	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52																										
CONSUMÉ																																																				
MXAUTO 1																																																				
Ejecucion								A	A																																											
LUBRICACION	1S	1M	1S	2S	1S	1M	1S	2S	1S	1M	1S	2S	1S	1M	1S	2S	1S	1M	1S	2S	1S	1M	1S	2S	1S	1M	1S	2S	1S	1M	1S	2S	1S																			
Ejecucion																																																				
REVISIÓN DE SELLADORAS VERTICALES/HORIZONTALES																																																				
Ejecucion																																																				
REVISIÓN DE CUCHILLAS DEL SISTEMA DE CORTE	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S																				
Ejecucion																																																				
CAMBIO DE CUCHILLAS DE CORTE Y PRECORTE																																																				
Ejecucion																																																				
CAMBIO DE CUCHILLAS ABRE FACIL Y POUCH HOLE	2M									2M							2M																2M																			
Ejecucion																																																				
CAMBIO DE CUCHILLAS CIRCULARES	4M													4M																																						
Ejecucion																																																				
REVISION DE SERVOMOTORES	1M					1M					1M				1M							1M						1M				1M																				
Ejecucion																																																				
REVISION ELECTRICA				1M					1M					1M								1M						1M				1M																				
Ejecucion																																																				
REVISION DE SISTEMA DE TRACCION	1M							1M						1M								1M						1M				1M																				
Ejecucion																																																				
REVISION DEL SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO	1M							1M						1M								1M						1M				1M																				
Ejecucion																																																				

Continuación de la figura 26.

 CONTINUOUS <small>DELIGHT CONSUMERS DELIVER COMPETITIVE ADVANTAGE EXCEL IN COMPLIANCE</small> EXCELLENCE	PLAN ANUAL DE MANTENIMIENTO 2018																													
	ENERO					FEBRERO				MARZO					ABRIL				MAYO				JUNIO							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26				
CONSOMÉ																														
EMBO1																														
Ejecucion																														
REVISION DE SISTEMA DE TRACCION				1M				1M				1M				1M				1M				1M						
Ejecucion																														
REVISION DE SELLADORAS HORIZONTALES								6M																						
Ejecucion																														
REVISION DE CARBONES DE SELLADO								2M								2M										2M				
Ejecucion																														
CAMBIO DE CUCHILLAS TRANSVERSALES				3M												3M												3M		
Ejecucion																														
MXAUTO 2																														
Ejecucion																														
LUBRICACION	1S	2S	1S	1M	1S	2S	1S	1M	1S	2S	1S	1M	1S	2S	1S	1M	1S	2S	1S	1M	1S	2S	1S	1M	1S	2S	1S	1M	1S	2S
Ejecucion																														
REVISION DE SELLADORAS VERTICALES/HORIZONTALES								6M																						
Ejecucion																														
REVISION DE CUCHILLAS DEL SISTEMA DE CORTE	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	
Ejecucion																														
CAMBIO DE CUCHILLAS DE CORTE Y PRECORTE																3M												3M		
Ejecucion																														
CAMBIO DE CUCHILLAS ABRE FACIL Y POUCH HOLE																														
Ejecucion																														

Continuación de la figura 26.

 CONTINUOUS <small>DELIGHT CONSUMERS DELIVER COMPETITIVE ADVANTAGE EXCEL IN COMPLIANCE</small> EXCELLENCE	PLAN ANUAL DE MANTENIMIENTO 2018																																																			
	JULIO				AGOSTO					SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE																														
	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52																										
CONSUMÉ																																																				
EMBO1																																																				
Ejecucion																																																				
REVISION DE SISTEMA DE TRACCION	1M				1M				1M				1M				1M				1M				1M																											
Ejecucion																																																				
REVISION DE SELLADORAS HORIZONTALES																																																				
Ejecucion																																																				
REVISION DE CARBONES DE SELLADO				2M									2M									2M																														
Ejecucion																																																				
CAMBIO DE CUCHILLAS TRANSVERSALES																																																				
Ejecucion																																																				
MXAUTO 2	A	A																																																		
Ejecucion																																																				
LUBRICACION	1S	1M	1S	2S	1S	1M	1S	2S	1S	1M	1S	2S	1S	1M	1S	2S	1S	1M	1S	2S	1S	1M	1S	2S	1S	1M	1S	2S	1S																							
Ejecucion																																																				
REVISION DE SELLADORAS VERTICALES/HORIZONTALES																																																				
Ejecucion																																																				
REVISION DE CUCHILLAS DEL SISTEMA DE CORTE	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S																							
Ejecucion																																																				
CAMBIO DE CUCHILLAS DE CORTE Y PRECORTE																																																				
Ejecucion																																																				
CAMBIO DE CUCHILLAS ABRE FACIL Y POUCH HOLE				2M									2M									2M									2M																					
Ejecucion																																																				

Continuación de la figura 26.

 CONTINUOUS EXCELLENCE <small>DELIGHT CONSUMERS DELIVER COMPETITIVE ADVANTAGE EXCEL IN COMPLIANCE</small>	PLAN ANUAL DE MANTENIMIENTO 2018																																												
	ENERO					FEBRERO				MARZO					ABRIL					MAYO				JUNIO																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26																			
CONSUMÉ																																													
CAMBIO DE CUCHILLAS CIRCULARES																																													
Ejecucion																																													
REVISION DE SERVOMOTORES			1M				1M				1M				1M				1M				1M																						
Ejecucion																																													
REVISION ELECTRICA	1M						1M				1M				1M				1M				1M				1M																		
Ejecucion																																													
REVISION DE SISTEMA DE TRACCION			1M				1M				1M				1M				1M				1M				1M																		
Ejecucion																																													
REVISION DEL SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO			1M				1M				1M				1M				1M				1M				1M																		
Ejecucion																																													
EPAGO2																																													
Ejecucion																																													
REVISION DE PLACA DISPENSADORA	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S																		
Ejecucion																																													
REVISION DE RODILLO DE ACCIONAMIENTO			4M																																										
Ejecucion																																													
REVISION DE POLEAS DE INVERSION								3M											3M																										
Ejecucion																																													
MXAUTO3																										A	A																		
Ejecucion																																													
LUBRICACION	1S	2S	1S	1M	1S	2S	1S	1M	1S	2S	1S	1M	1S	2S	1S	1M	1S	2S	1S	1M	1S	2S	1S	1M	1S	2S	1S																		
Ejecucion																																													

Continuación de la figura 26.

 CONTINUOUS <small>DELIGHT CONSUMERS DELIVER COMPETITIVE ADVANTAGE EXCEL IN COMPLIANCE</small> EXCELLENCE	PLAN ANUAL DE MANTENIMIENTO 2018																													
	JULIO				AGOSTO					SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE								
	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52				
CONSUME																														
MXAUTO 2	A	A																												
CAMBIO DE CUCHILLAS CIRCULARES	4M										4M																			
Ejecucion																														
REVISION DE SERVOMOTORES	1M				1M			1M			1M			1M			1M			1M			1M			1M				
Ejecucion																														
REVISION ELECTRICA				1M			1M			1M			1M			1M			1M			1M			1M			1M		
Ejecucion																														
REVISION DE SISTEMA DE TRACCION	1M				1M			1M			1M			1M			1M			1M			1M			1M		1M		
Ejecucion																														
REVISION DEL SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO	1M				1M			1M			1M			1M			1M			1M			1M			1M		1M		
Ejecucion																														
EPAGO2	A	A																												
Ejecucion																														
REVISION DE PLACA DISPENSADORA	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S		
Ejecucion																														
REVISION DE RODILLO DE ACCIONAMIENTO									4M																			4M		
Ejecucion																														
REVISION DE POLEAS DE INVERSION					3M												3M													
Ejecucion																														
MXAUTO3																														
Ejecucion																														
LUBRICACION	1S	1M	1S	2S	1S	1M	1S	2S	1S	1M	1S	2S	1S	1M	1S	2S	1S	1M	1S	2S	1S	1M	1S	2S	1S	1M	1S	2S	1S	1M
Ejecucion																														

Continuación de la figura 26.

 CONTINUOUS <small>DELIGHT CONSUMERS DELIVER COMPETITIVE ADVANTAGE EXCEL IN COMPLIANCE</small> EXCELLENCE	PLAN ANUAL DE MANTENIMIENTO 2018																									
	ENERO					FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
CONSOME																										
MXAUTO3																										
REVISIÓN DE SELLADORAS VERTICALES/HORIZONTALES																										
Ejecucion																										
REVISIÓN DE CUCHILLAS DEL SISTEMA DE CORTE	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S
Ejecucion																										
CAMBIO DE CUCHILLAS DE CORTE Y PRECORTE																										
Ejecucion																										
CAMBIO DE CUCHILLAS ABRE FACIL Y POUCH HOLE																										
Ejecucion																										
CAMBIO DE CUCHILLAS CIRCULARES																										
Ejecucion																										
REVISIÓN DE SERVOMOTORES																										
Ejecucion																										
REVISIÓN ELECTRICA																										
Ejecucion																										
REVISIÓN DE SISTEMA DE TRACCION																										
Ejecucion																										
REVISIÓN DEL SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO																										
Ejecucion																										
EPAGO3																										
Ejecucion																										
REVISIÓN DE PLACA DISPENSADORA	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	
Ejecucion																										

Continuación de la figura 26.

 CONTINUOUS <small>DELIGHT CONSUMERS DELIVER COMPETITIVE ADVANTAGE EXCEL IN COMPLIANCE</small> EXCELLENCE	PLAN ANUAL DE MANTENIMIENTO 2018																											
	JULIO				AGOSTO					SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE						
	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52		
CONSOMÉ																												
MXAUTO3																												
REVISION DE SELLADORAS VERTICALES/HORIZONTALES								6M																				
Ejecucion																												
REVISION DE CUCHILLAS DEL SISTEMA DE CORTE	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S
Ejecucion																												
CAMBIO DE CUCHILLAS DE CORTE Y PRECORTE									3M											3M								
Ejecucion																												
CAMBIO DE CUCHILLAS ABRE FACIL Y POUCH HOLE		2M								2M									2M									2M
Ejecucion																												
CAMBIO DE CUCHILLAS CIRCULARES	4M											4M																
Ejecucion																												
REVISION DE SERVOMOTORES	1M				1M				1M				1M				1M				1M				1M			1M
Ejecucion																												
REVISION ELECTRICA				1M				1M				1M				1M				1M				1M				1M
Ejecucion																												
REVISION DE SISTEMA DE TRACCION	1M				1M				1M				1M				1M				1M				1M			1M
Ejecucion																												
REVISION DEL SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO	1M				1M				1M				1M				1M				1M				1M			1M
Ejecucion																												
EPAGO3																												
Ejecucion																												
REVISION DE PLACA DISPENSADORA	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S	2S
Ejecucion																												

Continuación de la figura 26.

 CONTINUOUS <small>DELIGHT CONSUMERS DELIVER COMPETITIVE ADVANTAGE EXCEL IN COMPLIANCE</small> EXCELLENCE	PLAN ANUAL DE MANTENIMIENTO 2018																										
	ENERO					FEBRERO				MARZO					ABRIL				MAYO				JUNIO				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
CONSOME																											
EPAG03																											
REVISION DE RODILLO DE ACCIONAMIENTO			4M																								
Ejecucion																											
REVISION DE POLEAS DE INVERSION							3M													3M							
Ejecucion																											
UNIM6																											
Ejecucion																											
LUBRICACION	1S	2S	1S	1M	1S	2S	1S	1M	1S	2S	1S	1M	1S	2S	1S	1M	1S	2S	1S	1M	1S	2S	1S	1M	1S	2S	
Ejecucion																											
REVISION DE SELLADORAS VERTICALES/HORIZONTALES							6M																				
Ejecucion																											
REVISION DE CUCHILLAS DEL SISTEMA DE CORTE	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S
Ejecucion																											
CAMBIO DE CUCHILLAS DE CORTE Y PRECORTE											3M														3M		
Ejecucion																											
CAMBIO DE CUCHILLAS ABRE FACIL Y POUCH HOLE				2M								2M									2M						
Ejecucion																											
CAMBIO DE CUCHILLAS CIRCULARES															4M												
Ejecucion																											
REVISION DE SERVOMOTORES			1M				1M				1M				1M					1M				1M			
Ejecucion																											
REVISION ELECTRICA		1M				1M				1M				1M					1M				1M				1M
Ejecucion																											

Continuación de la figura 26.

 CONTINUOUS <small>DELIGHT CONSUMERS DELIVER COMPETITIVE ADVANTAGE EXCEL IN COMPLIANCE</small> EXCELLENCE	PLAN ANUAL DE MANTENIMIENTO 2018																											
	JULIO					AGOSTO					SEPTIEMBRE					OCTUBRE					NOVIEMBRE					DICIEMBRE		
	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52		
CONSOME																												
EPAG03																												
REVISION DE RODILLO DE ACCIONAMIENTO								4M																			4M	
Ejecucion																												
REVISION DE POLEAS DE INVERSION					3M											3M												
Ejecucion																												
UNIM6																												
Ejecucion																												
LUBRICACION	1S	1M	1S	2S	1S	1M	1S	2S	1S	1M	1S	2S	1S	1M	1S	2S	1S	1M	1S	2S	1S	1M	1S	2S	1S	1M	1S	1M
Ejecucion																												
REVISION DE SELLADORAS VERTICALES/HORIZONTALES								6M																				
Ejecucion																												
REVISION DE CUCHILLAS DEL SISTEMA DE CORTE	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S
Ejecucion																												
CAMBIO DE CUCHILLAS DE CORTE Y PRECORTE								3M												3M								
Ejecucion																												
CAMBIO DE CUCHILLAS ABRE FACIL Y POUCH HOLE		2M								2M										2M								2M
Ejecucion																												
CAMBIO DE CUCHILLAS CIRCULARES	4M												4M															
Ejecucion																												
REVISION DE SERVOMOTORES	1M				1M				1M				1M				1M				1M				1M			1M
Ejecucion																												
REVISION ELECTRICA				1M				1M				1M				1M				1M				1M				1M
Ejecucion																												

Continuación de la figura 26.

 CONTINUOUS <small>DELIGHT CONSUMERS DELIVER COMPETITIVE ADVANTAGE EXCEL IN COMPLIANCE</small> EXCELLENCE	PLAN ANUAL DE MANTENIMIENTO 2018																													
	ENERO					FEBRERO					MARZO					ABRIL					MAYO					JUNIO				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26				
CONSOMÉ																														
UNIM6																														
REVISION DE SISTEMA DE TRACCION				1M				1M				1M				1M				1M				1M						
Ejecucion																														
REVISION DEL SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO				1M				1M				1M				1M				1M				1M						
Ejecucion																														
REVISION DE CAJA ELEPTICA	1M				1M				1M				1M				1M				1M				1M					
Ejecucion																														
EMBO2																														
Ejecucion																														
REVISION DE SISTEMA DE TRACCION				1M				1M				1M				1M				1M				1M						
Ejecucion																														
REVISION DE SELLADORAS HORIZONTALES								6M																						
Ejecucion																														
REVISION DE OJOS ELECTRICOS	1M							1M				1M				1M				1M				1M						
Ejecucion																														
CAMBIO DE CUCHILLAS TRANSVERSALES				3M												3M											3M			
Ejecucion																														
CODIM1,2,3 Y 4																														
ENGUAJE DE IMPRESORA								3M																			3M			
Ejecucion																														

Continuación de la figura 26.

 CONTINUOUS <small>DELIGHT CONSUMERS DELIVER COMPETITIVE ADVANTAGE EXCEL IN COMPLIANCE</small> EXCELLENCE	PLAN ANUAL DE MANTENIMIENTO 2018																											
	JULIO				AGOSTO					SEPTIEMBRE					OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE					
	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52		
CONSUME																												
UNIM6																												
REVISION DE SISTEMA DE TRACCION	1M				1M				1M				1M				1M				1M				1M			
Ejecucion																												
REVISION DEL SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO	1M				1M				1M				1M				1M				1M				1M			
Ejecucion																												
REVISION DE CAJA ELEPTICA		1M				1M				1M				1M				1M				1M				1M		
Ejecucion																												
EMBO2																												
Ejecucion																												
REVISION DE SISTEMA DE TRACCION	1M				1M				1M				1M				1M				1M				1M			
Ejecucion																												
REVISION DE SELLADORAS HORIZONTALES							6M																					
Ejecucion																												
REVISION DE OJOS ELECTRICOS			1M				1M				1M				1M				1M				1M				1M	
Ejecucion																												
CAMBIO DE CUCHILLAS TRANSVERSALES											3M																3M	
Ejecucion																												
CODIM1,2,3 Y 4																												
ENGUAJE DE IMPRESORA		3M												3M														
Ejecucion																												

Fuente: elaboración propia.

Para distribuir las actividades de mantenimientos semanales y anuales, se crearon formatos de planeación de fácil comprensión. En estos formatos se incluye: quién o quiénes van a realizar la actividad, en qué fecha, en qué máquina o máquinas y con cuánto tiempo cuentan para realizar la actividad.

Figura 27. Formato de programación de mantenimiento semanal

DESCRIPCION DEL TRABAJO		O.T. SAP	RESPONSABLES		DATOS GENERALES			
					AREA	LINEA	MAQUINA / EQUIPO	HORARIO PROGRAMADO
Jefe de Mantenimiento			Jefe Servicios Generales			Programador de Mantenimiento		

Fuente: elaboración propia.

Figura 28. Formato de programación de mantenimiento anual

MANTENIMIENTO ANUAL															
Máquina		Fecha de Inicio		Encargado											
GTM		Fecha de Finalización		Back - Up											
Matriz de Responsabilidades															
Actividad	Tarea	SEMANA 1							SEMANA 2						
		L	M	Mi	J	V	S	D	L	M	Mi	J	V	S	D
1															
Mantenimiento Anual	1.1														
	1.2														
	1.3														
	1.4														
	1.5														
	1.6														
COMENTARIOS O/Y OBSERVACIONES															

Fuente: elaboración propia.

4. FASE DE DOCENCIA

En esta fase se presentó el trabajo realizado en los 6 meses de ejercicio profesional supervisado al personal operativo y administrativo del departamento de mantenimiento. Para presentar los resultados y capacitar al personal en cómo llevar el control y gestión de las actividades de mantenimiento, se utilizó la técnica del tablero a bordo. El tablero a bordo es un conjunto de información seleccionada y ordenada que caracteriza el estado y la evolución del servicio de mantenimiento.

4.1. Importancia del cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo

Debido a la alta demanda de producción y ya que el 85 % del producto es exportado, mantener las máquinas trabajando en óptimas condiciones es crucial. Para alcanzar las metas de producción se deben evitar los paros no planeados. Para eso se debe seguir el plan de mantenimiento preventivo establecido, y con base en el modelo de 0 paros no planeados se debe cumplir con diferentes metas.

Las consecuencias de una falla por no seguir el plan de mantenimiento pueden ir desde un atraso en la producción a un paro completo de la misma. Si se toman en cuenta los tiempos muertos de producción, tiempos muertos del personal de producción, las horas extra por parte del personal de mantenimiento y si fuera necesario una intervención por parte de contratistas el costo se incrementa notablemente.

El aumento de producción representa una alta disponibilidad de la máquina, pero no implica una alta confiabilidad. A través del plan de mantenimiento preventivo se pretende aumentar la confiabilidad de la operación, lo cual implica una disponibilidad alta si la máquina presenta una baja probabilidad de falla.

Los beneficios más notables que se obtienen al cumplir con el plan de mantenimiento preventivo son:

- Reducción de los tiempos de reparación.
- Eliminación de fallas repetitivas.
- Aumento de disponibilidad de los equipos.
- Aumento del tiempo medio entre fallas.
- Optimización de recursos de mantenimiento (humano y repuesto).
- Disminución considerable en los paros no planeados.
- Evitar accidentes que pongan en riesgo la vida de las personas, el medio ambiente y las instalaciones.

Para acoplarse a la metodología TPM establecida por la fábrica, para demostrar que el plan de mantenimiento es efectivo, se van a utilizar diferentes indicadores que representan los siguientes factores de éxito:

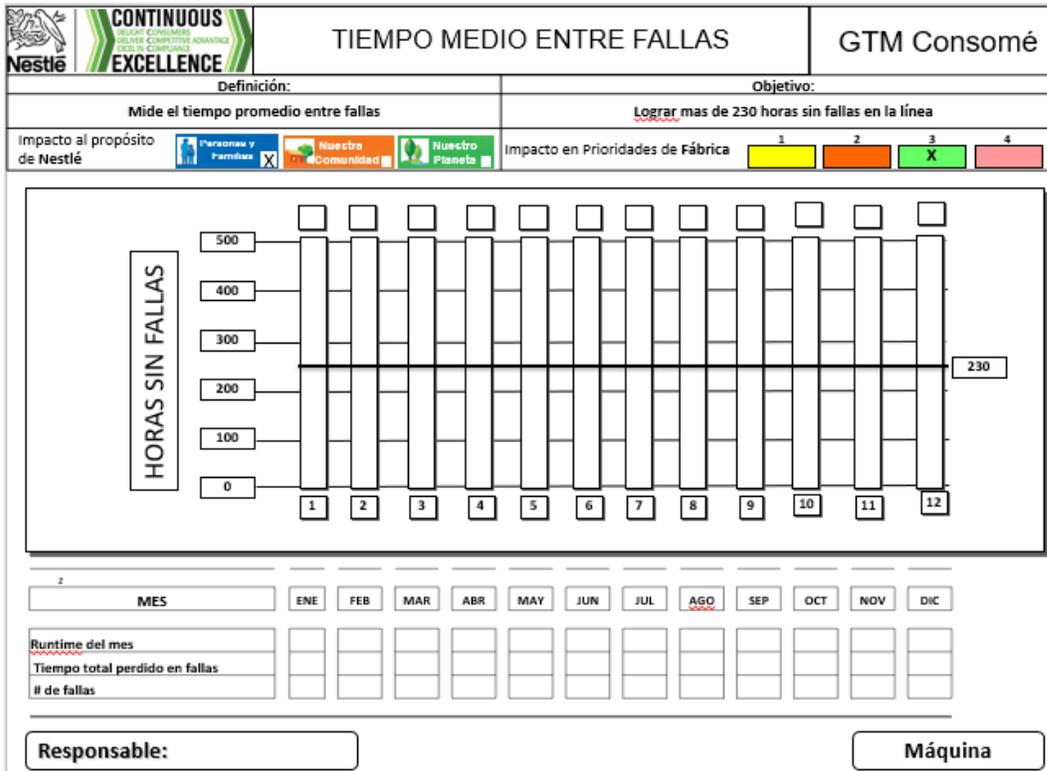
- Adherencia al plan de mantenimiento
- Tiempo medio entre fallas
- Ruptura en la programación semanal

Figura 29. Indicador de adherencia al plan de mantenimiento preventivo



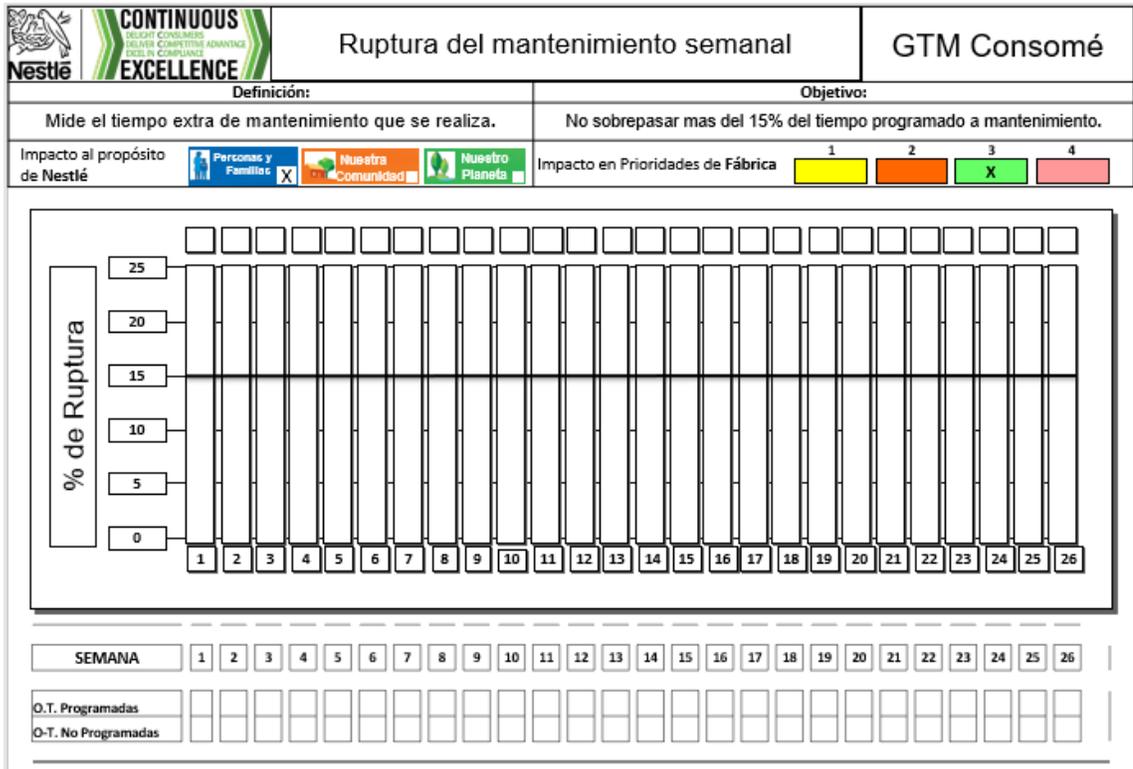
Fuente: elaboración propia.

Figura 30. Indicador del tiempo medio entre fallas



Fuente: elaboración propia.

Figura 31. **Indicador de ruptura en la programación semanal**



Fuente: elaboración propia.

Figura 32. **Inicio de capacitaciones y reuniones operacionales con los diferentes GTM**



Fuente: elaboración propia.

Figura 33. **Presentación de indicadores al personal operativo del departamento de mantenimiento**



Fuente: elaboración propia.

Figura 34. **Presentación de indicadores al personal administrativo del departamento de mantenimiento**



Fuente: elaboración propia.

Figura 35. **Discusión de resultados semanales y definición de planes de acción**



Fuente: elaboración propia.

Figura 36. **Seguimiento y apoyo en reuniones operacionales**



Fuente: elaboración propia.

4.2. Importancia de bitácoras de fallas y procedimientos realizados

El mantenimiento preventivo se basa en el análisis estadístico de la vida útil de las máquinas y sus componentes. Si se busca prevenir la aparición de fallas se debe tener un historial o registros de: actividades de mantenimiento, fallas, cómo se solucionó la falla y qué acciones se tomaron para evitar la repetitividad de la falla. Adicional es imperativo el uso de los estándares 5W +1H.

Los historiales o registros son importantes al planear y ejecutar el plan de mantenimiento preventivo, ya que contienen información en la cual se pueden encontrar las razones de pérdida de eficiencia y causas de fallas anteriores. A partir de esa información se modifican las frecuencias en las actividades de mantenimiento, se implementan nuevas rutinas, se agregan inspecciones y se brinda mayor información para interpretar las fallas más comunes y no tan comunes de la máquina.

Es importante tomar en cuenta que una falla no es explícitamente sobre la vida útil de la máquina y componentes. Existen causas externas a la máquina que pueden originar una falla, algunas de estas son:

- Error de montaje
- Mantenimiento pobremente ejecutado
- Uso incorrecto de la maquinaria
- Trabajo fuera de sus condiciones normales

Para impulsar la eliminación de las fallas se establece un proceso conocido como: análisis de averías (ADA). Establecer un meta, cierta cantidad de ADAS, no es viable, ya que no todas las fallas tienen el mismo nivel de impacto en la producción. Se deben establecer puntos de activación para realizar un ADA, estos puntos de activación le permiten al GTM y al ELL decidir en el momento adecuado para la ejecución de un ADA. Los puntos de activación deben plantearse considerando: la recurrencia de la falla a nivel componente, prioridad de la máquina y repuestos disponibles.

Para utilizar la herramienta de análisis de averías, la falla debe cumplir con la definición estándar que se maneja en Nestlé Guatemala: una falla se da cuando la máquina o el componente se vuelve incapaz de realizar la función que tiene asignada y necesita intervención inmediata. La ejecución de un ADA incluye:

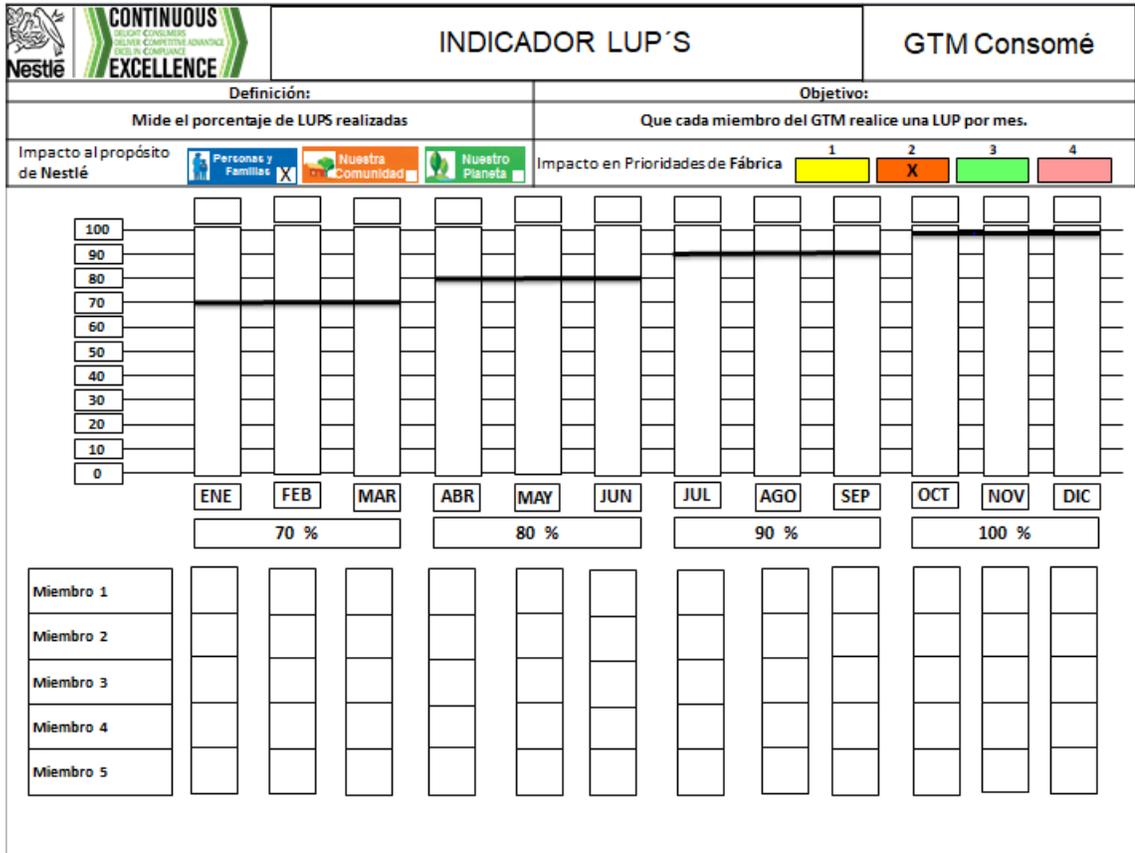
- Descripción de la falla
- Causa probable de la falla
- Modos de fallas y causa directa de la falla
- Análisis de los 5 porqués
- Contramedidas

Figura 37. Indicador de ADAS ejecutados y finalizados



Fuente: Nestlé Guatemala, S. A.

Figura 38. Indicador de LUPS realizados



Fuente: Nestlé Guatemala, S. A.

CONCLUSIONES

1. El mantenimiento es vital para asegurar la eficiencia de una máquina. Por eso el mantenimiento preventivo busca incrementar el tiempo de buen funcionamiento de la máquina, para cumplir con las metas de producción establecidas, la seguridad del personal y cuidado del medio ambiente.
2. Para elaborar las rutinas de mantenimiento preventivo se debe partir de las recomendadas por el manual del fabricante, pero se debe tomar el conocimiento que posee el GTM, las condiciones reales de trabajo de la máquina, debido a que a veces las máquinas son diseñadas para trabajar en otras condiciones de trabajo, como lo puede ser el clima. Pedir recomendaciones de técnicos especializados agrega valor a las rutinas debido a que se pueden establecer correctamente.
3. Aplicar correctamente las rutinas de lubricación. Esto eliminará los riesgos de fallas severas y aumentará la vida útil de la máquina. Las rutinas de lubricación son esenciales en la implementación de un plan de mantenimiento preventivo.
4. Estandarizar los procesos y pasos para realizar una rutina de mantenimiento va a disminuir el MTTR, incrementará la eficiencia en la ejecución de las rutinas de mantenimiento e igualará el tiempo de ejecución de tales rutinas por parte del GTM.

5. Utilizar los estándares para que se respeten los parámetros y los pasos establecidos disminuirá los paros no planeados, ya que la máquina se mantendrá en sus condiciones básicas de trabajo, eliminando paros innecesarios que impactan en el tiempo de producción.

RECOMENDACIONES

Al jefe de mantenimiento:

1. Gestionar una mejor relación de trabajo entre los grupos de trabajo de mantenimiento y los encargados de supervisar su trabajo y así potenciar el desempeño del GTM. Incluir a los supervisores en la práctica del tablero dinámico.
2. Garantizar la creación y ejecución de los estándares creados sobre las rutinas de mantenimiento. Estos estándares deben ser precisos, fáciles de comprender y deben garantizar la seguridad del trabajador.
3. Facilitar capacitaciones y entrenamientos continuos para garantizar la correcta ejecución de las rutinas de mantenimiento e incrementar las competencias individuales del personal.

Al personal de mantenimiento y producción:

4. Trabajar bajo los parámetros establecidos por parte del fabricante y por parte del experto del área y únicamente para las tareas para las que fue diseñado el equipo.
5. Informar al jefe inmediato si se detecta alguna anomalía. Si se tienen las competencias necesarias para solucionarlo entonces proceder a hacerlo, de lo contrario esperar a que alguien capacitado lo realice, esto evitará que la anomalía se vuelva una falla.

A las áreas de producción, calidad y administrativa:

6. Contribuir a que las actividades de mantenimiento se realicen en las fechas establecidas en el plan anual de mantenimiento, participando en las reuniones realizadas por el programador de mantenimiento.
7. Agilizar y no retrasar las actividades programadas con anterioridad.

BIBLIOGRAFÍA

1. CÉSPEDES, Arturo. *Principios de administración de mantenimiento*. Costa Rica: EUNED, 1981. 120 p.
2. GARCÍA GARRIDO, Santiago. *Organización y gestión integral de mantenimiento*. España: Díaz y Santos S.A., 2010. 299 p.
3. Nestlé Guatemala. *Guía de referencia de mantenimiento planeado*. Versión 4, 2017, 44 p.
4. POMORSKI, Tony. *Total productive maintenance (TPM), concepts and literature review*. Estados Unidos: Inc., 2006. 212 p.
5. REY SACRISTA, Flynn. *Mantenimiento total productivo, proceso de implementación y desarrollo*. España: Fundación Confemetal, 2004. 410 p.
6. RODRÍGUEZ, Miguel Ángel. *Manual de mantenimiento preventivo*. rutinas. España. Anaya, 1994. 142 páginas.
7. TORRES, Leandro. *Mantenimiento: su implementación y gestión*. 2a ed. Argentina: Qualitymark, 2005. 118 p.

