



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

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO
TOTAL (TPM) EN EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO,
FOREMOST DAIRIES DE GUATEMALA, S.A.**

Herberth Rodolfo Herman López

Asesorado por el Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel

Guatemala, octubre de 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO
TOTAL (TPM) EN EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO,
FOREMOST DAIRIES DE GUATEMALA, S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

HERBERTH RODOLFO HERMAN LÓPEZ

ASESORADO POR EL ING. JAIME HUMBERTO BATTEN ESQUIVEL

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARÍA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. José Francisco Gómez Rivera
EXAMINADOR	Inga. Norma Ileana Sarmiento de Serrano
EXAMINADOR	Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel
SECRETARÍA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO
TOTAL (TPM) EN EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO,
FOREMOST DAIRIES DE GUATEMALA, S.A.,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Mecánica Industrial, con fecha 1 de marzo del 2005.

Herberth Rodolfo Herman López

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios y a la Virgen María** Por todas las bendiciones recibidas
- Mis padres** Gustavo Herman y Angelita López de Herman
Por sus sabios consejos, su cariño, paciencia, apoyo incondicional y por ser la fuente de inspiración, la cual me impulsa siempre a alcanzar mis metas
- Mis hermanos** Helda, Silvia, Gustavo y Vicky
Por su apoyo incondicional, sus consejos y cariño
- Mis amigos** Juan Luis Arriaga, Marco Behar, César Velarde, Rodolfo Rosales, Marco Córdón, Rafael Sánchez, Elvira Dell'Acqua, Gabriela Aguirre, Luisa Morales, María Alejandra Má, Sonia Gonzáles, Paty Castillo, Jimena Ochoa, Dana Pineda, Juan C. Cayuela, Pablo Calderón, José y Félix Díaz, Héctor Arriaga, Arnoldo García, José Cardona, Gabriel Obregón, Juan Carlos Ávila, Alan Sac, Joel Barrios, Francisco Arrué, Luis A. López, César Portillo, César Augusto Gómez, Johans Paz, Marvin Padilla, Juan Carlos Chaj, Juan E. Juárez, Jorge Coutiño, Neil y Juvens Choc, Marlon Beteta, Julio Cojulun, Jens Soechtig, Luddyn y José Urrutia
- Por su amistad, cariño y por ser parte importante en mi vida

AGRADECIMIENTOS A:

Ing. Byron Alonzo, Ing. Marlon Girón, Ing. Arnoldo Gramajo, Fernando Zelada, Inga. Norma Sarmiento y Luis Escobar, por su amistad, por compartir sus experiencias, sus consejos, por apoyarme y guiarme durante todo este trayecto.

Foremost Dairies de Guatemala, por brindarme la oportunidad de realizar mi EPS, a todo el personal técnico y administrativo, que me brindó su amistad y me dio una mano cuando más lo necesitaba.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XI
OBJETIVOS	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1. GENERALIDADES	1
1.1. Historia de la empresa	1
1.2. Actividades a las que se dedica	2
1.3. Visión, misión y eslogan	3
1.4. Valores	4
1.5. Estructura organizacional y organigrama de la empresa	5
1.6. Ubicación de la empresa	7
1.7. Distribución de la planta	8
1.8. Procesos de producción	11
2. BASE TEÓRICA	15
2.1. Tipos de mantenimientos	17
2.2. Mantenimiento Correctivo	18
2.2.1. Definición	18
2.2.2. Aplicación	19
2.3. Mantenimiento Preventivo	19
2.3.1. Definición	19
2.3.2. Aplicación	19

2.3.3. Ventajas	20
2.4. Mantenimiento Productivo Total (TPM)	20
2.4.1. Definición	20
2.4.2. Aplicación	21
2.4.3. Metas	21
2.4.4. Objetivos	22
2.5. Orden y limpieza	22
2.6. Señalización	23
2.7. Costos	24
2.7.1. Costos directos	26
2.7.2. Costos indirectos	26
3. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA	27
3.1. Análisis FODA	27
3.1.1. De la empresa	27
3.1.2. Del Departamento de Mantenimiento	30
3.2. Situación actual del Departamento de Mantenimiento	32
3.2.1. Organigrama	35
3.2.2. Personal	37
3.2.3. Insumos	38
3.2.4. Bodega	40
3.2.5. Costos	45
3.2.5.1. Costos de mano de obra	46
3.2.5.2. Costos de mantenimiento	46
3.2.6. Descripción del equipo	47
3.2.6.1. Compresores	47
3.2.6.2. Calderas	49
3.2.6.3. Elecster	52

3.2.6.4. Red de distribución de vapor	54
3.2.6.5. Lavadora	55
3.2.6.6. Secadora	57
3.2.7. Equipo personal de trabajo	58
3.2.8. Condiciones de trabajo	60
3.2.8.1. Iluminación	60
3.2.8.2. Ventilación	62
3.2.8.3. Ruido	63
3.2.8.4. Seguridad industrial	64

4. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO

PRODUCTIVO TOTAL (TPM)	65
4.1. Departamento de Mantenimiento	66
4.1.1. Personal	66
4.1.2. Organigrama	67
4.2. Procedimientos	68
4.3. Rutinas de mantenimiento operativo	75
4.3.1. Verificación del equipo de trabajo	75
4.3.2. Limpieza	79
4.3.3. Lubricación	83
4.4. Rutinas de mantenimiento preventivo	85
4.4.1. Mecánico	85
4.4.2. Eléctrico	90
4.4.3. Lubricación	93
4.5. Diseño	95
4.5.1. Informe	96
4.5.2. Formatos	96
4.6. Desarrollo	97

4.6.1. Planificación	98
4.6.1.1. De mantenimiento operativo	98
4.6.1.2. De mantenimiento preventivo	101
4.6.2. Programación	104
4.6.2.1. De mantenimiento operativo y preventivo	105
4.7. Procedimiento para requerir insumos	115
4.8. Costos	116
4.8.1. De mantenimiento	119
4.8.2. De insumos	120
4.9. Condiciones de trabajo	121
4.9.1. Iluminación	121
4.9.2. Ventilación	127
4.9.3. Ruido	129
4.9.4. Seguridad industrial	131
4.10. Diseño de hojas electrónicas	133
4.10.1. Inventario	134
4.10.2. Historial	135
4.11. Programación de la capacitación del personal	137
CONCLUSIONES	139
RECOMENDACIONES	141
BIBLIOGRAFÍA	143

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama de la empresa	6
2.	Mapa de ubicación geográfica de la empresa	8
3.	Distribución de la planta	11
4.	Primera opción del proceso de producción	12
5.	Segunda opción del proceso de producción	12
6.	Descripción de los dibujos en las figuras 4 y 5	12
7.	Fotos del reporte diario de mantenimiento	34
8.	Organigrama del Departamento de Mantenimiento	35
9.	Fotos del inventario físico en bodega de repuestos	41
10.	Plano de la bodega de repuestos	43
11.	Fotos de compresores	49
12.	Foto de calderas	50
13.	Foto de la elecster	53
14.	Plano de la red de distribución de vapor	55
15.	Foto de la lavadora	56
16.	Foto de la secadora	58
17.	Procedimiento operativo de verificación	69
18.	Procedimiento operativo de limpieza	70
19.	Procedimiento operativo de lubricación	71
20.	Procedimiento preventivo mecánico	72
21.	Procedimiento preventivo eléctrico	73
22.	Procedimiento preventivo de lubricación	74
23.	Verificación de compresores	76

24.	Verificación de calderas	77
25.	Verificación de la elecster	78
26.	Verificación de lavadora y secadora	79
27.	Limpieza de compresores	80
28.	Limpieza de calderas	81
29.	Limpieza de la elecster	82
30.	Limpieza de lavadora y secadora	83
31.	Lubricación de compresores	84
32.	Lubricación de calderas	85
33.	Mantenimiento mecánico para compresores	86
34.	Mantenimiento mecánico para calderas	87
35.	Mantenimiento mecánico para la red de distribución de vapor	88
36.	Mantenimiento mecánico para lavadora y secadora	89
37.	Mantenimiento eléctrico para compresores	90
38.	Mantenimiento eléctrico para calderas	91
39.	Mantenimiento eléctrico para la elecster	92
40.	Mantenimiento eléctrico para lavadora y secadora	92
41.	Lubricación de compresores	93
42.	Lubricación de calderas	94
43.	Lubricación de la elecster	94
44.	Lubricación de la lavadora y secadora	95
45.	Formato de informe mensual	96
46.	Orden de trabajo	97
47.	Planificación del mantenimiento operativo, verificación	98
48.	Planificación del mantenimiento operativo, limpieza	100
49.	Planificación del mantenimiento operativo, lubricación	101
50.	Planificación del mantenimiento preventivo, mecánico	101
51.	Planificación del mantenimiento preventivo, eléctrico	103
52.	Planificación del mantenimiento preventivo, lubricación	103

53.	Programación del mantenimiento operativo - Verificación	106
54.	Programación del mantenimiento operativo - Limpieza	108
55.	Programación del mantenimiento operativo - Lubricación	110
56.	Programación del mantenimiento preventivo - Mecánico	111
57.	Programación del mantenimiento preventivo - Eléctrico	113
58.	Programación del mantenimiento preventivo - Lubricación	114
59.	Procedimiento para requerir insumos	115
60.	Fotos de protectores auditivos	130
61.	Fotos de cotizaciones	130
62.	Plano de ubicación de calderas y compresores	131
63.	Plano de rutas de evacuación, extintores y luces de emergencia	132
64.	Manual de usuario de los archivos de Excel	133
65.	Inventario de equipo	134
66.	Historial de mantenimiento	135
67.	Resumen de los trabajos de mantenimiento	136
68.	Programación de la capacitación del personal	138

TABLAS

I.	Descripción del personal en el Departamento de Mantenimiento	37
II.	Lista de proveedores de repuestos e insumos	39
III.	Costo mensual de insumos	40
IV.	Costo mensual en el Departamento de Mantenimiento	47
V.	Datos de compresores	49
VI.	Datos de calderas	49
VII.	Datos de la elecster	52
VIII.	Datos de la lavadora	56

IX.	Equipo personal de trabajo	59
X.	Datos para el cálculo del número adecuado de lámparas	61
XI.	Nivel de ruido	63
XII.	Condiciones actuales en el lugar donde están los equipos	64
XIII.	Total del costo mensual	119
XIV.	Reducción del costo mensual de insumos	120
XV.	Recomendaciones de iluminación en luxes	122
XVI.	Condiciones físicas	123
XVII.	Condiciones físicas y operacionales del área	123
XVIII.	Resultados de las fórmulas de las zonas de cavidad	125
XIX.	Datos del coeficiente de utilización	125
XX.	Número de lámparas	126
XXI.	Tabla de coeficiente de aire	127
XXII.	Tabla de pérdidas de calor	128
XXIII.	Costos de equipo de protección auditiva	131
XXIV.	Tabla de resumen de los trabajos de mantenimiento	136

GLOSARIO

Elecster	Marca de un equipo para envasado aséptico en bolsa.
Lubricación	Es la operación que tiene por objeto el de disminuir la fricción entre dos metales, ofreciendo una mayor vida útil a un equipo.
Mantenimiento	Actividades que se llevan a cabo para conservar en condiciones óptimas un equipo.
Sensor	Es un instrumento que tiene un sistema capaz de percibir una señal, ya sea mecánica, acústica, luminosa, eléctrica, etc.
TPM	Mantenimiento Productivo Total (TPM), es un sistema moderno de mantenimiento, el cual involucra a todo el personal de una organización y el que presta un servicio óptimo a los equipos de trabajo, ofreciendo amplios resultados.
UHT	Sus siglas significan ultra alta temperatura, es un sistema de sellado que previene la contaminación del producto a través de un esterilizador.

RESUMEN

El mantenimiento, es un servicio que brinda el Departamento de Mantenimiento por medio de sus técnicos a todos los equipos de trabajo, la maquinaria en general y las instalaciones de una empresa.

El trabajo del Departamento de Mantenimiento es muy amplio, pues, consiste en administrar todos los recursos que posee, dirigir al personal técnico, planificar y programar los trabajos de mantenimiento preventivo. También, el jefe de mantenimiento tiene que velar por todos los trabajos de mantenimiento correctivo, minimizar los costos y mantener el stock mínimo de repuestos en bodega.

El Mantenimiento Productivo Total o TPM, es un nuevo enfoque en la industria, ya que por medio de este sistema se le asignan tareas fáciles de lubricación, limpieza y mantenimiento de los equipos de trabajo, a los operadores de dichos equipos. Esto permite tener un mayor lapso de tiempo, ya que el jefe de mantenimiento puede dedicarse junto con su equipo de técnicos, a realizar trabajos de mantenimiento preventivo y en orden prioritario. Prestando así, un mejor servicio de mantenimiento para toda la empresa.

A través del programa del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) se logra llevar la teoría directamente a la práctica, y esto es, por medio de un proyecto, el cual es dirigido por un asesor y supervisor de la unidad de EPS. Con esta práctica dentro de la empresa, se logra mantener en buenas y óptimas condiciones los equipos de trabajo, reducción de accidentes, paros no planeados, etc.

OBJETIVOS

GENERAL

Diseñar e Implementar el Mantenimiento Productivo Total (TPM) en el Departamento de Mantenimiento, Foremost Dairies de Guatemala, S.A., para mantener los equipos de trabajo en óptimas condiciones.

ESPECÍFICOS

1. Investigar la situación actual del Departamento de Mantenimiento.
2. Determinar el tipo de mantenimiento que se utiliza actualmente.
3. Indicar el equipo en donde se desarrollará el TPM.
4. Establecer que procedimientos de mantenimiento operativo se utilizaran.
5. Generalizar que procedimientos de mantenimiento preventivo se utilizaran.
6. Realizar una inspección visual en las áreas de trabajo elegidas.
7. Exponer como se eficientizará el mantenimiento preventivo, dentro del Departamento de Mantenimiento.
8. Identificar los formatos que se utilizaran en el mantenimiento preventivo.
9. Explicar como se dará a conocer el TPM al personal técnico de la empresa.
10. Indicar como se llevaran a cabo las capacitaciones que se impartirán al personal técnico de la empresa.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, Foremost Dairies de Guatemala, S.A., cuenta con los equipos más sofisticados para elaborar leche, quesos, crema, helados, jugos y agua pura; en sus diferentes derivados, sabores y presentaciones, todos ellos elaborados con la alta calidad que los distingue en el mercado.

Como resultado de la mejora continua dentro de la empresa y de las exigencias de sus clientes, se desea diseñar e implementar el Mantenimiento Productivo Total o TPM, en el Departamento de Mantenimiento. Todo esto, para poder cubrir las necesidades actuales relacionadas con el buen funcionamiento de los equipos de trabajo y de las instalaciones de la empresa.

Esto se debe a las exigencias de la expansión de la empresa a través del lanzamiento de los nuevos productos al mercado nacional y de Centro América.

Al tener diseñado un buen programa de mantenimiento preventivo en los equipos seleccionados, se podrá implementar a corto plazo en el resto de equipos de trabajo, maquinaria, en general, y en las instalaciones de la empresa.

Con la implementación del TPM se podrá maximizar la eficacia de los equipos, se minimizarán los defectos de producción, se reducirán los costos de producción y de mantenimiento, se optimizarán los recursos de bodega de repuestos, se ayudará al personal operativo y técnico por medio de capacitaciones continuas, se reducirán los accidentes laborales, se mantendrán ordenados y limpios los lugares de trabajo.

A corto plazo se podrá implementar el Mantenimiento Productivo Total al resto de los equipos de trabajo, la maquinaria y las instalaciones de la empresa. A mediano plazo, se podrán obtener buenos resultados a través de los servicios de mantenimiento preventivo, logrando así, resultados favorables en la reducción de paros no planeados.

1. GENERALIDADES

Foremost Dairies de Guatemala, S.A., es una empresa que se dedica a la fabricación de alimentos, en ella se elaboran diferentes productos lácteos, helados, refrescos y agua pura. Actualmente, cuenta con equipos modernos para la elaboración de sus distintos productos, así como también, para la limpieza de los mismos. Debido a su buena ubicación geográfica, la empresa proporciona una buena facilidad para la distribución de sus distintos productos, el acceso de los diferentes servicios con clientes y proveedores. La empresa cuenta con una flotilla de 50 paneles y 26 camiones, estos se encargan de la distribución de sus productos a nivel nacional, así como también, en las agencias departamentales. Todo esto es, para satisfacer las exigencias de los clientes y del mercado en general.

1.1. Historia de la empresa

James Cash Penney (JC) se compró un toro por una cifra récord de \$20,000.00, todo esto gracias a que el toro produjo excelentes descendientes entre 1915 y 1922. Entonces, JC colocó al toro en la granja lechera Emmadine en Nopewell, N.Y.

JC estaba determinado a iniciar un excelente hato lechero y en 1931 compró una cremería en Jacksonville Fla., la que nombró Foremost Dairies en honor a su toro predilecto.

Nombre del toro: Langwater Foremost.

Raza: Gernsey.

Fecha de nacimiento: 1915.

Originalmente, JC operó en comunidades del sur de USA y en el primer año, sus ventas netas fueron de \$1,000,000.00. Entre 1932 y 1944, Foremost Dairies duplicó las comunidades atendidas e incrementó sus ventas 10 veces.

En Marzo de 1960, comenzó operaciones en Guatemala con la adquisición de plantas como Lecheros Unidos, PELSA, ERBAR y el Administrador, iniciando así operaciones el 10 de Julio de 1960. En los ochentas, deciden vender la empresa, la cual fue adquirida por personas que laboraban dentro de la misma y por ganaderos, convirtiéndose así, en una empresa de capital guatemalteco y en una sociedad anónima.

Actualmente Foremost Dairies de Guatemala, S.A., cuenta con los equipos más sofisticados para producir leche pasteurizada, queso, crema, helado, refresco y agua pura; todos los productos se producen en sus diferentes derivados, sabores y presentaciones.

1.2. Actividades a las que se dedica

Actualmente la empresa se dedica a la fabricación de distintos productos, los cuales se dividen en varias áreas de producción, entre las cuales están:

- Producción de fluidos (líquidos)
 - Leche pasteurizada, ya sea blanca o en sus distintos sabores.
 - Jugos, refrescos y agua pura.

- Quesos: queso crema, queso craft y queso de capas.
- Crema pura.

- Producción de congelados (helados)
 - Olímpico.
 - Sándwich.
 - Chocoleta.
 - Cono jumbo.
 - Vasitos de sabores.
 - Choco banano.
 - Paletas de distintos sabores.

- Producción de UHT: esta línea es una de las más sofisticadas dentro de la planta, ya que en ella se produce la leche de larga duración (UHT), tanto para leche blanca como para sus distintos sabores.

1.3. Misión, visión y eslogan

Visión: ser número uno en producción y comercialización de productos lácteos a nivel nacional y de Centro América.

Misión: somos un equipo comprometido a producir y comercializar productos y servicios en la industria de alimentos, aplicando la mejora continua para la satisfacción de nuestros clientes.

Eslogan: liderar y mantener el sabor que nos alimenta.

1.4. Valores

- **Fidelidad:** demostrar nuestra lealtad en todo momento actuando con firmeza y honestidad, en nuestro trabajo y en la sociedad.
- **Objetividad:** nuestras decisiones y acciones son constructivas, y se basan en hechos claros.
- **Respeto:** velamos por la dignidad y meritos de nuestros clientes, colaboradores y asociados.
- **Entusiasmo:** pasión por realizar nuestro trabajo con puntualidad y actitud positiva.
- **Moralidad:** exigencia por apegarnos a los principios de buena conducta.
- **Organización:** comunicación, orden, disposición y perseverancia, para alcanzar nuestros objetivos y metas.
- **Servicio:** compromiso y prioridad hacia nuestros clientes, colaboradores y asociados, a través de la mejora continua.
- **Trabajo en equipo:** actuar juntos para beneficio de nuestros clientes, colaboradores y asociados, para mantener nuestro liderazgo y competitividad.

1.5. Estructura organizacional y organigrama de la empresa

La estructura organizacional de la empresa es de forma vertical, con una comunicación ascendente y descendente. La mayoría de decisiones son tomadas por el nivel superior, con excepción de las decisiones operativas, las cuales son tomadas por la jefatura de operaciones.

Para observar físicamente la estructura organizacional de la empresa, nos apoyamos en un organigrama, donde se describen los niveles de jerarquía dentro de la organización, la autoridad, la responsabilidad y la coordinación. El organigrama de la empresa lo podemos observar en la figura 1, página 6.

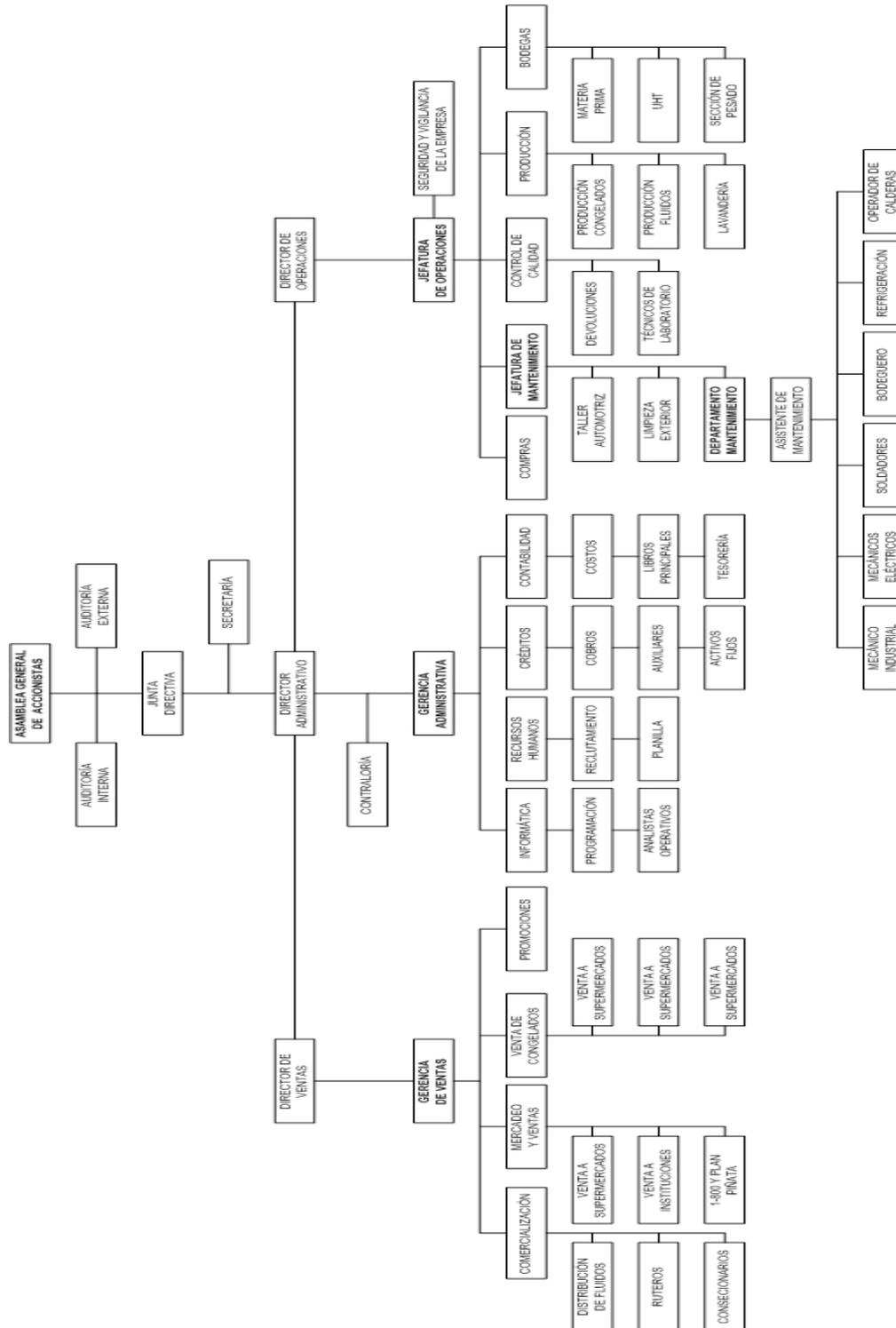
La asamblea general de accionistas son los encargados de tomar las decisiones más importantes para la empresa, ellos tienen bajo su cargo a los auditores y a la junta directiva, quienes reportan los diferentes avances de las actividades y proyectos que se llevan a cabo.

Las auditorías son las encargadas de velar que se lleven puntual y cabalmente los distintos proyectos relacionados con las normas HACCP de calidad, así como los proyectos de mejora interna.

Los directores (ventas, administrativo y de operaciones), son los encargados de administrar y reportar las distintas actividades que se deben de desarrollar dentro de la organización.

La gerencia de ventas tiene como propósito el de controlar, supervisar, dirigir y planificar el despacho de productos a los diferentes puntos de ventas, así como el de comercializar y promocionar los distintos productos que se elaboran dentro de la planta.

Figura 1. Organigrama de la empresa



FUENTE: RRHH, Foremost Dairies de Guatemala, S.A. Derechos Reservados.

La gerencia administrativa se encarga de organizar, planificar, dirigir y coordinar las distintas actividades administrativas de la empresa.

Un ejemplo de esto es: el Departamento de Informática debe mantener en buenas condiciones la red interna de comunicación de la empresa; que RRHH contrate el personal idóneo para el área y puesto que se requiera; el Departamento de Créditos lleve el control de créditos y cobros; así como también, El Departamento de Contabilidad, debe tener la contabilidad de la empresa en orden y al día.

La jefatura de operaciones tiene como propósito el de planificar, organizar y coordinar los departamentos de compras, control de calidad, producción, bodegas, mantenimiento, seguridad y vigilancia de la empresa.

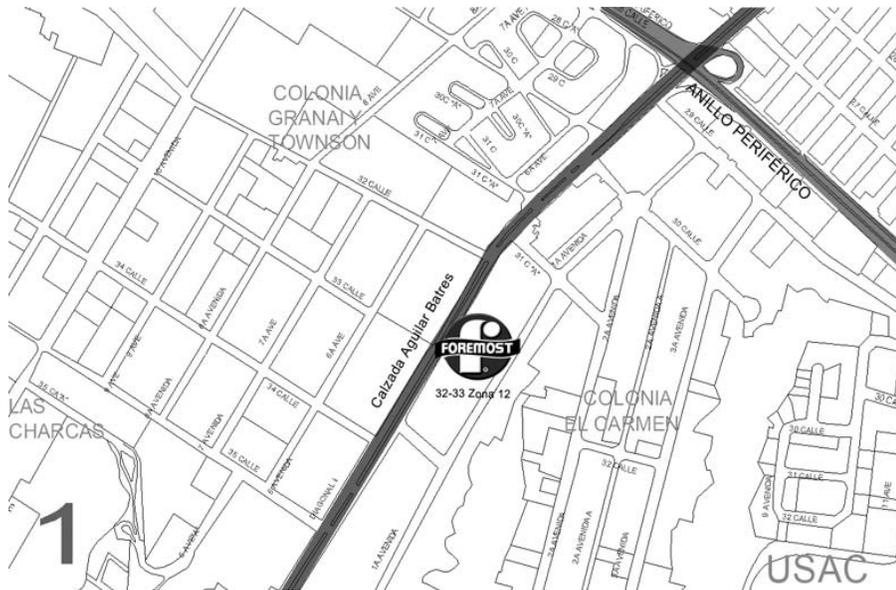
1.6. Ubicación de la empresa

Foremost Dairies de Guatemala S.A., se encuentra ubicada en la Calzada Aguilar Batres, 32-33 de la zona 12, en la ciudad de Guatemala.

La ubicación exacta de la empresa según datos obtenidos con el GPS son:

- Latitud Norte: 14° 35.5´.
- Longitud Oeste: 90° 33.5´.
- Altura: 4,860 pies sobre el nivel del mar (1,481.33 mts).

Figura 2. Mapa de ubicación geográfica de la empresa



FUENTE: RRHH, Foremost Dairies de Guatemala, S.A. Derechos Reservados.

1.7. Distribución de la planta

Actualmente la distribución del área de producción de la planta, está constituida en las siguientes 10 áreas: materia prima, mezclas, pasteurizado, fluidos, UHT, congelados, laboratorio, cremería, almacenamiento y limpieza. Todas estas áreas se describen a continuación:

1. Materia prima: en la bodega de materia prima se almacenan todos los ingredientes necesarios para la producción de los distintos productos, como por ejemplo: leche en polvo, azúcar, sal, etc. Así como también, los distintos envases y recipientes que almacenarán los distintos productos elaborados. Para el caso de la leche líquida, se cuenta con un tanque horizontal de acero inoxidable, el cual es utilizado para almacenar la leche cruda proveniente de las granjas de recolección.

2. Mezclas: aquí es donde se mezclan los distintos productos a fabricar, según especificaciones propias de la empresa. A partir de aquí, se pueden obtener los distintos sabores de la leche, como por ejemplo: leche con chocolate, vainilla, fresa, etc. También, se preparan las mezclas para la elaboración de quesos, crema y helados.
3. Pasteurizado: se cuenta con el equipo homogenizador, quien se encarga del tratamiento térmico de leches saborizadas. Este equipo elimina por completo todos aquellos micro organismos que pueden alterar el producto final.
4. Fluidos: en esta área es donde se deposita el producto final en los distintos envases, ya sea de cartón o plástico. Después, en el área de mezclas se transporta el producto por medio de tuberías hacia los tanques de almacenamiento. Dependiendo que tipo de envase se quiere llenar, el producto se transporta a las distintas máquinas llenadoras de leche o sus derivados (de chocolate, vainilla, etc.). Todos los tanques y tuberías son de acero inoxidable, y el producto es transportado por bombas impulsoras.
5. UHT: ésta es una línea de producción de leche de larga duración. La línea procesa la leche y sus derivados, según especificaciones propias de la empresa. El producto terminado se envasa en bolsitas de distintos tamaños, permitiendo que el producto tenga una duración de 6 meses sin necesidad de refrigeración.
6. Congelados: aquí se fabrican los distintos helados, ya sean cremosos, sándwich y paletas de hielo. En ésta área se encuentran los tanques homogenizadores para producir helados, refrescos y el agua pura.

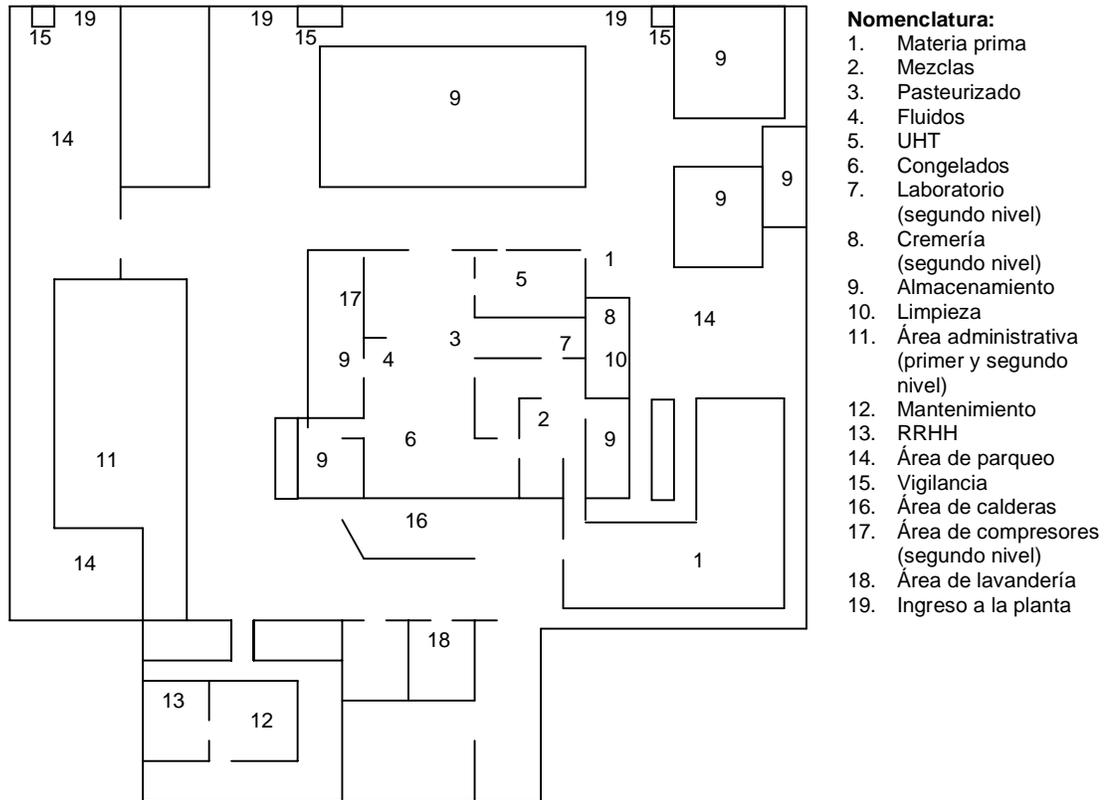
7. Laboratorio: se encarga del control de calidad de todos los productos que se producen, así como también, del estricto control de calidad que se realiza a la leche cruda, proveniente de las granjas de recolección.
8. Cremería: aquí es donde se empaacan los distintos quesos y crema, los cuales son traídos desde el área de mezclas.
9. Almacenamiento: se tienen 14 bodegas o cuartos fríos, los cuales sirven para el almacenamiento de los distintos productos que se fabrican. Estos productos por lo general tienen una duración de almacenamiento de 1 día, ya que la distribución se realiza a diario.
10. Limpieza: se cuenta con un equipo especial de limpieza, el cual limpia, desinfecta y esteriliza la red de distribución de tubería y los distintos equipos que están conectados a la red, esto se lleva a cabo por medio de detergentes especiales. Este equipo puede ser configurado para limpiar 15 objetos diferentes (circuito de transporte, tanques de almacenamiento o mezclas, intercambiadores, bombas, etc.). Este equipo limpia el equipo de uso automático. Para el resto de equipo, los mismos operarios limpian su equipo y el área de trabajo.

Dentro de la distribución de la planta, también están otras áreas importantes, entre las cuales se nombran a continuación:

- Mantenimiento.
- RRHH.
- Área administrativa.
- Área del parqueo.
- Vigilancia.

Figura 3. Distribución de la planta

Calzada Aguilar Batres



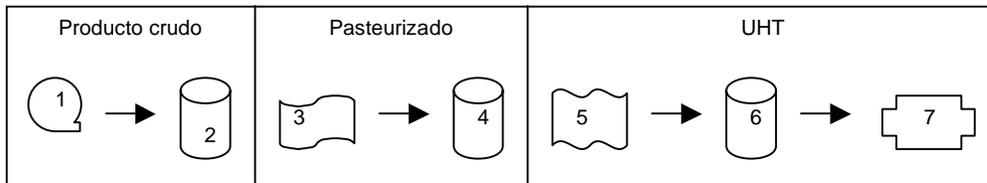
FUENTE: Investigación de campo, Foremost Dairies de Guatemala, S.A.

1.8. Procesos de producción

Actualmente se cuenta con dos opciones para la producción diaria de los distintos productos. Cada opción contempla el envío y recibo de señales entre los equipos de procesos, esto habilita el equipo para formar parte del esquema o de la opción de producción señalada.

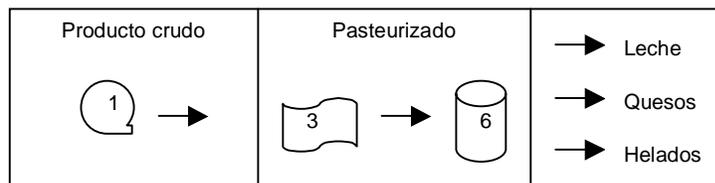
Las figuras 4 y 5, representan las dos opciones de los esquemas de producción que se utilizan actualmente en la planta:

Figura 4. Primera opción del proceso de producción



FUENTE: Depto. Mantenimiento, Foremost Dairies de Guatemala, S.A. Derechos Reservados.

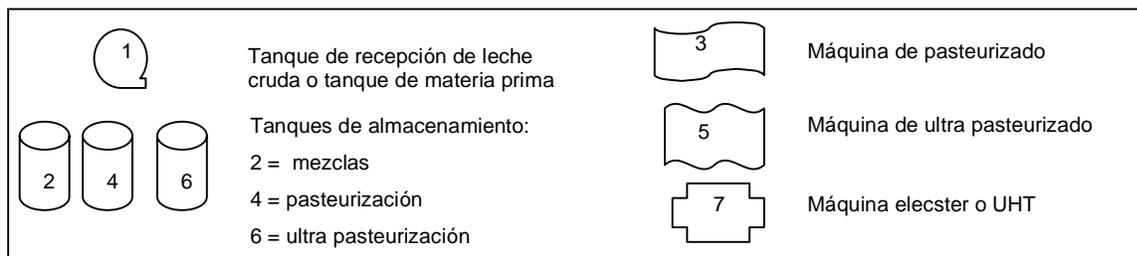
Figura 5. Segunda opción del proceso de producción



FUENTE: Depto. Mantenimiento, Foremost Dairies de Guatemala, S.A. Derechos Reservados.

En las figuras 4 y 5, se observan los distintos tipos de dibujos, los cuales se explicaran a continuación:

Figura 6. Descripción de los dibujos en las figuras 4 y 5



FUENTE: Depto. Mantenimiento, Foremost Dairies de Guatemala, S.A. Derechos Reservados.

En la primera opción (figura 4), el tipo de producción es lineal, ya que todas las áreas están en serie. Este esquema permite un proceso continuo de producción, desde la recepción hasta el llenado.

En este esquema, la leche cruda que está en el tanque de recepción (materia prima) es enviada a los tanques de mezcla, donde es estandarizada.

La leche (leche blanca, con chocolate, con vainilla, etc.) es enviada hacia el área de pasteurización, donde recibe su tratamiento térmico, o sea, que la leche se eleva de temperatura en un lapso de tiempo.

Durante este proceso la leche es filtrada y posteriormente enfriada antes de ser alimentada a los tanques de almacenamiento de pasteurizado.

En estos tanques, la leche mantiene su temperatura de enfriamiento, luego, es enviada hacia la máquina de ultra pasteurización, donde se obtiene un producto comercialmente estéril.

Luego se almacena asépticamente en un tanque, donde finalmente es enviado hacia la llenadora elecster (UHT) para ser envasado en bolsas plásticas asépticas.

La ventaja de este esquema, es que cualquier problema que se genere en el equipo de envasado (elecster), el producto es enviado al tanque de almacenamiento de ultra pasteurización, dándole tiempo a los técnicos para poner de nuevo en marcha la envasadora, así, se evita que el producto se pierda y se reprocese.

En la segunda opción (figura 5), se distribuyen mejor los recursos de la planta y permite el procesamiento de dos o más productos al mismo tiempo.

El producto pasa del tanque de recepción hacia el área de pasteurización, luego se envía hacia las áreas donde se elabora la leche, quesos y helados, todos estos productos se fabrican en sus diferentes derivados, sabores y sus presentaciones.

Ya elaborados los distintos productos, se almacenan en las bodegas o cuartos fríos. Dependiendo el tipo de pedido, los productos son despachados para el día siguiente, ya sea en la mañana o en la tarde.

2. BASE TEÓRICA

A través del tiempo, el mantenimiento ha sido un servicio que se le da a los distintos equipos de trabajo, maquinarias e instalaciones industriales. Todo esto se logra por medio de personas capacitadas o técnicos, con la finalidad de que los equipos trabajen y se mantengan en óptimas condiciones.

El Departamento de Mantenimiento tiene la tarea de programar y dirigir las actividades propias de los trabajos, ya sean de mantenimiento preventivo o de mantenimiento correctivo.

Por otro lado, en el Departamento de Mantenimiento se trabaja en: reducción de costos y de insumos; administración del departamento; desarrollo de proyectos nuevos y de ampliación; así como también, la prevención de accidentes y lesiones laborales.

A finales del siglo XVIII y comienzos del siglo XIX, durante la revolución industrial, se iniciaron los primeros trabajos de reparación.

Hacia los años 20, aparecen las primeras estadísticas sobre tasas de fallas en motores y equipos de aviación. Para ese entonces, se empezaba a utilizar el mantenimiento correctivo.

Durante la segunda guerra mundial, el mantenimiento logra un desarrollo importante, debido a las aplicaciones militares, en esta evolución, el mantenimiento preventivo consistía en la inspección de los aviones antes de cada vuelo y el cambio de algunos componentes en función del número de horas de funcionamiento.

La característica principal del mantenimiento preventivo, era en base a la experiencia y los históricos o reportes obtenidos de los mismos trabajos que se llevaban a cabo. Se confecciona un plan de mantenimiento para cada máquina, donde se realizaron las acciones necesarias de engrase, cambio de fajas, desmontajes, limpiezas, etc.

Durante los años 60, se inician técnicas de verificación mecánica, a través del análisis de vibraciones y ruidos, utilizando equipos especiales, para determinar los análisis mediante un espectro de vibraciones.

El TPM nace en Japón, fue desarrollado por primera vez en el 69, en la empresa japonesa Nippondenso, del grupo Toyota, y se extiende por Japón durante los años 70. Se inicia su implementación fuera de Japón a partir de los años 80.

El TPM o Mantenimiento Productivo Total (Total Productive Maintenance), es el sistema japonés que representa acciones y mantenimiento. Es un enfoque que realiza actividades de dirección y transformación de la empresa, ya que todas las actividades son realizadas por todas las personas que trabajan en la empresa, o sea, que la responsabilidad no recae solo en el Departamento de Mantenimiento, si no que el buen funcionamiento de las máquinas dependen de la responsabilidad de todos.

El mantenimiento representa un arma importante en la seguridad laboral, ya que un porcentaje de accidentes son causados por desperfectos en los equipos que pueden ser prevenidos. También, el mantener las áreas y ambientes de trabajo adecuado en lo que respecta a orden, limpieza, ventilación, ruido, iluminación, etc. Esto es parte del mantenimiento preventivo en los sitios de trabajo.

La tendencia hoy en día del mantenimiento, es el de mantener cero accidentes, cero defectos, cero fallas, la capacitación continua de los técnicos y operarios, mantener el equipo mínimo de protección personal, mejorar continuamente la comunicación de técnicos u operarios con el jefe de mantenimiento, reducir el mantenimiento correctivo, mantener en óptimas condiciones los equipos de trabajo y las instalaciones de la empresa, reducir los costos que se puedan generar en el Departamento de Mantenimiento, etc.

2.1. Tipos de mantenimiento

Actualmente, existe una variedad de tipos de mantenimientos, que a través del tiempo han ido evolucionando y ofrecido excelentes resultados, así como también, la reducción de costos, disminución de accidentes y los defectos que puedan ocurrir en la producción.

Dentro de los distintos tipos de mantenimiento que actualmente existen, se citan los más conocidos:

- Correctivo: es la corrección de averías o fallas cuando estas se presentan.

- Preventivo: es la inspección continua y el mantenimiento periódico de los equipos.

- Predictivo: se basa fundamentalmente en detectar una falla antes que esta suceda, por medio de equipos especiales, los cuales diagnostican las fallas por medio del control de temperatura de equipos eléctricos, pruebas no destructivas, análisis de lubricantes, etc.

- Detectivo o búsqueda de fallas: se basa en predecir la falla antes de que esta se produzca. Para adelantarse a las fallas, se utilizan las herramientas y técnicas de monitoreos de parámetros físicos.
- Productivo Total (TPM): es un sistema de organización, donde la responsabilidad no recae solo en el Departamento de Mantenimiento, si no en toda la estructura de la empresa, ya que se tiene como lema, el buen funcionamiento de las máquinas o instalaciones, depende y es responsabilidad de todos.
- Autónomo: es la prevención del deterioro de los equipos y componentes. El mantenimiento se lleva a cabo a través de los operadores y preparadores del equipo de trabajo.

Dentro de esta amplia gama, los más importantes se describirán, ya que son la base fundamental para el estudio de este proyecto.

2.2. Mantenimiento Correctivo

Este tipo de mantenimiento impide el diagnóstico fiable de las causas que provocan la falla, pues, se ignora si falló por mal trato, por abandono, por desconocimiento del manejo del equipo, por desgaste natural, etc.

2.2.1. Definición

Es la reparación o sustitución de partes en un equipo de trabajo, cuando en éste, ha ocurrido una falla mecánica o eléctrica.

2.2.2. Aplicación

Su aplicación es en forma directa, ya que consiste en la reparación inmediata de un equipo de trabajo, siempre y cuando se disponga de personal y de repuestos.

2.3. Mantenimiento Preventivo

Hoy en día muchas de las empresas utilizan este sistema, ya que se obtienen buenos resultados, como por ejemplo: reducción de tiempo, reducción costos y reducción de accidentes.

2.3.1. Definición

Se llevan a cabo rondas de supervisión o de sustitución de piezas, en períodos fijos de tiempo, independientemente el estado en que se encuentren las piezas a sustituir.

Estas acciones planificadas, permiten disminuir las averías que puedan ocurrir en los equipos de trabajo, mejorando así el servicio.

2.3.2. Aplicación

Depende de la programación que se tenga, ya que se efectúan distintos tipos de trabajos como por ejemplo: limpieza, lubricación, calibración, reparación, ajustes, etc.

2.3.3. Ventajas

- Se obtiene confiabilidad, ya que los equipos operan en mejores condiciones de seguridad debido a que se conoce su estado de funcionamiento.
- Disminución del tiempo muerto (tiempo de parada de equipos de trabajo).
- Mayor duración de los equipos y de instalaciones.
- Disminución de existencias en Stock, reduciendo así sus costos, ya que se almacenan los repuestos de mayor y menor consumo.
- Uniformidad en la carga de trabajo para el personal de mantenimiento debido a una buena programación de actividades.
- Menor costo de reparaciones.

2.4. Mantenimiento Productivo Total (TPM)

Este sistema es uno de los más modernos y de los que se empieza a utilizar en muchas de las empresas que existen en el mundo, teniendo como base el mantenimiento preventivo y la involucración de todo el personal de la organización.

2.4.1. Definición

Es el programa que involucra a todas las personas con sus equipos de trabajo, mejorando así las condiciones de operación, el equipo, la seguridad y los ambientes laborales.

El TPM, es el que combina la práctica del mantenimiento preventivo con el

control total de la calidad y el involucramiento del personal. El resultado es el de eliminar los paros de producción a través de las actividades programadas, ya sea a nivel operativo como técnico.

2.4.2. Aplicación

Su aplicación inicia desde el operario hasta el jefe de mantenimiento. Se empieza con las inspecciones visuales del operario hacia su equipo de trabajo, si existiera una anomalía menor, el mismo operario puede repararla. En caso de que sea una falla mayor, el operario le avisa a su jefe inmediato para que éste le informe al jefe de mantenimiento y se pueda tomar una decisión para solventar el problema.

El problema puede ser resuelto de forma inmediata; que se repare para el siguiente turno o para el fin de semana, todo depende de las prioridades que existan en producción, debido a las exigencias y demanda del producto en el mercado.

2.4.3. Metas

- Eliminar los paros no planeados.
- Eliminar las pérdidas por baja velocidad.
- Cero defectos y cero accidentes.
- Minimizar el costo del ciclo de vida de los equipos.
- Eliminar la actitud de tolerancia (ahí se va).
- Eliminar las áreas de trabajo desorganizadas y sucias.
- Modificar o cambiar equipos complicados.

- Aumentar la moral del personal.

2.4.4. Objetivos

- Reducir el tiempo muerto por paros no planeados, a través de un óptimo mantenimiento preventivo.
- Reducir el tiempo muerto por paros planeados, a través de una correcta planificación de paros por limpiezas, capacitación, mantenimiento u otros.
- Aumentar la efectividad global del equipo, a través de la correcta ejecución de instrucciones de operación.
- Reducir el desperdicio de materia prima en el proceso de producción, mediante la aplicación de las buenas prácticas de manufactura por parte de los operadores.
- Reducir los reprocesos, mediante la oportuna corrección de las anomalías del proceso.
- Reducir el consumo de energía eléctrica, mediante la adecuada planificación en el uso de equipos e iluminación de áreas de trabajo, pasillos, oficinas y áreas externas.
- Reducir accidentes a través de la adecuada y oportuna aplicación de las normas de seguridad antes, durante y después del trabajo.

2.5. Orden y limpieza

El orden dentro de un área de trabajo reduce la exposición de accidentes, las herramientas están al alcance inmediato y se puede trabajar en una forma más adecuada y cómoda.

La limpieza se realiza con el fin de descubrir anomalías, defectos eléctricos, desgaste por fricción, falta de precisión reducida en las partes móviles, reducción de contaminación de polvo y problemas de calidad en el producto. Por otro lado, al mismo tiempo que se limpia se inspecciona, pudiendo observar si existe alguna anomalía en el equipo de trabajo pudiéndolo corregir de inmediato, disminuyendo así el costo de mantenimiento.

El orden y la limpieza son un factor importante, ya que se pueden evitar los accidentes más comunes como: resbalones, tropezones y caídas, así como el de mantener las zonas de paso y las salidas despejadas en el caso de emergencia.

2.6. Señalización

La señalización industrial tiene como objeto definir el significado y la aplicación de un número de colores y formas geométricas, que deberán ser implementados con el propósito de evitar accidentes y afrontar ciertas emergencias.

También deberán ser empleados para la identificación de tuberías que conducen fluidos, la identificación de ductos utilizados en el servicio eléctrico y para las señales de tránsito.

Las señales son muy importantes, porque ayudan a reconocer lo que se debe de hacer, o al lugar al que se debe ir. La señalización puede describir claramente lo siguiente: señales de prohibición, advertencia, obligatoriedad, informativas y suplementarias, entre otras.

2.7. Costos de mantenimiento

El Departamento de Mantenimiento no genera entradas monetarias, por el contrario, se le asigna un presupuesto mensual, el cual servirá para administrar los distintos recursos con los que se cuenta y estos servirán para prestar un servicio hacia todos los equipos de trabajo, instalaciones y maquinaria en general que hay dentro de la empresa, a través del equipo de técnicos con el que cuenta dicho departamento. Por esta razón, se explica el concepto sobre costos de mantenimiento.

Costo: es el conjunto de esfuerzos y recursos que se invierten para obtener un bien. El costo está relacionado con el precio, el cual determina el valor de un producto.

En otras palabras, los costos de mantenimiento son todos aquellos que se tienen para prestar un servicio de mantenimiento hacia las máquinas de trabajo y las instalaciones de la empresa, como por ejemplo: salarios, horas extras, bonificaciones, insumos, repuestos, servicios externos, etc.

También, costos son todos aquellos trabajos que se realizan pero por lo general nunca se toman en cuenta para ver la rentabilidad de los servicios que se prestan, como por ejemplo: costo de mano de obra a través de órdenes de trabajo, el costo de oportunidad, el costo de instalación, el costo de materiales, el costo de equipo fuera de servicio, etc.

La finalidad básica de los costos es, estimular la optimización del uso de mano de obra, cantidad de materiales, contratos y minimizar tiempos de paro; estableciendo objetivos atractivos desde el punto de vista de un beneficio potencial y el costo de mantenimiento.

Por eso los costos de mantenimiento son útiles en dos sentidos:

- Para evaluar resultados internos de mantenimiento.
- Para comparar la inversión con los resultados operativos de la empresa.

La metodología más general que se utiliza en el Departamento de Mantenimiento para lograr reducir costos en porcentajes, es la siguiente:

- Costos de personal de mantenimiento, reducidos entre 1 y 5 %.
- Costos de insumos, reducidos entre 1 y 3 %.
- Costos de materiales, reducidos entre 1 y 5 %.
- Costos de trabajos varios externos, reducidos entre 50 y 70 %.

Teniendo todas estas variables, se puede observar el ahorro posible ya sea en moneda local o en dólares, así como también en un lapso de tiempo, ya sea en meses o en años.

Dependiendo del criterio de la empresa o del Departamento de Mantenimiento, se pueden colocar otras variables que se deseen considerar o también, solamente se pueden usar unas cuantas. Todo depende de la política de la empresa.

2.7.1. Costos directos

Están relacionados con el rendimiento de la empresa y son menores si la conservación de los equipos es mejor; influyen la cantidad de tiempo que se emplea el equipo y la atención que requiere.

Estos costos son fijados por la cantidad de revisiones, inspecciones y en general las actividades y controles que se realizan a los equipos, comprendiendo:

- Costos de mano de obra directa y contratada.
- Costos de materiales y repuestos directos.
- Costos de la utilización de herramientas y equipos.
- Costos de contratos para la realización de intervenciones.

2.7.2. Costos indirectos

Son aquellos que no pueden atribuirse de una manera directa a una operación o trabajo específico. En mantenimiento, por lo general suelen ser: la supervisión, almacenaje, instalaciones, servicio de taller, accesorios diversos, administración, servicios públicos, etc.

3. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

La empresa se ve en la necesidad de crecer físicamente, debido a que se desean elaborar nuevos productos para lanzar al mercado y ser cada día más competitivos.

3.1. Análisis FODA

De esta manera se pudo realizar el diagnóstico, permitiendo tomar todas las decisiones acordes con los objetivos y políticas de la empresa, así como también, del Departamento de Mantenimiento.

3.1.1. De la empresa

El diagnóstico de la empresa se representa mediante el análisis FODA, el cual se describe a continuación:

- **FORTALEZAS**
 - Se tiene una buena disposición de trabajo en equipo debido a la buena comunicación entre el personal de la empresa, no importando el orden jerárquico.
 - El control de calidad hace que el producto sea competitivo en el mercado, esto se lleva a cabo, gracias al esfuerzo del equipo de personas que laboran dentro del laboratorio de la empresa.

- Se cuenta con el equipo adecuado para elaborar los diferentes productos. Actualmente, se han instalado equipos modernos y automatizados.
 - Las labores del equipo operativo son de carácter multifuncional, ya que al terminar un pedido, pasan a otro distinto.
 - Se tienen reuniones semanales para ver el avance de los distintos proyectos y actividades estratégicas, así como para mantener y mejorar los productos actuales.
 - Las granjas de recolección de leche cuentan con el personal calificado para cumplir con las normas sanitarias.
 - Se cuenta con un buen abastecimiento y transporte por parte de las granjas de recolección de leche hacia la empresa.
 - Debido a la buena ubicación geográfica de la empresa, hace que los servicios con clientes y proveedores, sean accesibles y rápidos.
 - La empresa cuenta con una buena flotilla de transporte para el abastecimiento del mercado nacional.
- OPORTUNIDADES
- Introducción de los distintos productos en programas de nutrición gubernamental.
 - Reconocimiento de la marca como producto en el consumo de los distintos productos en el hogar.
 - Introducción de productos nuevos al mercado nacional y de Centro América.
 - Apoyo inter institucional para elevar el nivel de nutrición a los niños en las regiones pobre o extremadamente pobres.

- Dar capacitación al personal operativo a través de instituciones o empresas que se dedican a esto, todo esto se debe a la mejora continua de la empresa. Entre los temas de capacitación que se propondrán, están los siguientes: trabajo en equipo, rutas de evacuación, manejo de extintores, orden y limpieza.

- **DEBILIDADES**
 - La mayor parte del personal operativo cuenta con estudios de educación primaria, por lo que la mano de obra no es calificada.
 - Hay un 60 % de resistencia al cambio por parte del personal operativo, y esto es debido al grado de escolaridad.
 - Actualmente no se cuenta con un programa de mantenimiento adecuado dentro del Departamento de Mantenimiento, lo cual no permite mantener los equipos en óptimas condiciones.
 - Falta de espacio físico para la expansión de la empresa, esto es debido al crecimiento de la empresa, por lo que el espacio físico se está viendo reducido.

- **AMENAZAS**
 - Que se contamine la leche en las granjas de recolección o en el momento del transporte de la misma.
 - Que las granjas de recolección no cumplieran con las normas sanitarias.
 - Que los proveedores no cumplieran con cabalidad el tiempo de entrega de la materia prima, repuestos, insumos, servicios, etc.
 - Que la materia prima (leche en polvo, empaques, envases, azúcar, sal, etc.), no llene los estándares mínimos de calidad requeridos por la empresa.

- Que las vías de comunicación terrestre fueran inaccesibles por un lapso mayor a 1 semana.
- No contar con estrategias definidas por parte de los Departamentos de Mercadeo, Ventas y Promociones, para mantener posicionado los productos actuales y los productos nuevos que son lanzados al mercado nacional y los que serán lanzados al mercado de Centro América.

3.1.2. Del Departamento de Mantenimiento

En el Departamento de Mantenimiento, el diagnóstico también se representa mediante el análisis FODA, el cual se describe a continuación:

- **FORTALEZAS**
 - Se cuenta con técnicos capacitados, la mayoría han realizado sus estudios en el INTECAP.
 - Se brinda la oportunidad para que los técnicos se capaciten continuamente.
 - Colaboración por parte de todo el personal técnico de mantenimiento hacia los distintos problemas que se presentan en la planta de producción.
 - Se mantiene una buena comunicación dentro del Departamento de Mantenimiento, desde los técnicos hasta el jefe de mantenimiento.
 - El asistente de mantenimiento da un buen soporte logístico y de apoyo técnico al departamento en general.
 - Respuesta rápida a solución de problemas por parte de todo el equipo del Departamento de Mantenimiento.

- En bodega de repuestos se cuenta con el stock mínimo para el abastecimiento de repuestos de los distintos equipos de trabajo.
 - Se cuenta con una variedad de proveedores en el mercado, quienes abastecen las necesidades de la empresa.
 - Los repuestos e insumos para bodega de repuestos son solicitados por el Departamento de Mantenimiento a través del Departamento de Compras.
 - El Departamento de Compras es quien se encarga de todas las compras de la empresa.
- OPORTUNIDADES
- Capacitar continuamente a los técnicos y en distinta áreas, para que el soporte técnico sea óptimo.
 - Implementar el Mantenimiento Productivo Total en el Departamento de Mantenimiento, para mantener en óptimas condiciones los equipos e instalaciones de la empresa.
 - Minimizar el mantenimiento correctivo a través del mantenimiento preventivo.
 - Que la jefatura de operaciones mejore la asignación del presupuesto mensual hacia Departamento de Mantenimiento.
 - Dar charlas de trabajo en equipo.
 - Dar charlas de orden y limpieza en el lugar de trabajo.
- DEBILIDADES
- No se deja limpio el lugar de trabajo.
 - Los técnicos no cuenta con el equipo mínimo de seguridad personal.
 - Los técnicos no cuentan con las herramientas mínimas de trabajo, para poder brindar un mejor soporte técnico a la empresa.

- No existe una política de trabajo en equipo entre las distintas áreas del Departamento de Mantenimiento, debido a que son especialistas en su rama de trabajo.
 - El mantenimiento preventivo solamente se utiliza en los equipos modernos, en los demás equipos, se utiliza el mantenimiento correctivo.
 - En algunas ocasiones algunos proyectos de mejora o implementación, no se logran llevar a cabo debido a que el presupuesto asignado mensualmente no es suficiente, teniendo que ser asignados los trabajos para el siguiente mes.
- AMENAZAS
 - Que existiera un accidente o enfermedad mayor, donde se vean afectados la mayoría de técnicos.
 - Que no se asigne el presupuesto mensual al Departamento de Mantenimiento por parte de la jefatura de operaciones.
 - Que los proveedores no cumplieran con el tiempo de entrega de repuestos, insumos y servicios.

3.2. Situación actual del Departamento de Mantenimiento

Para describir de una mejor forma la situación actual del Departamento de Mantenimiento y de los lugares de trabajo en donde se llevará a cabo el proyecto, se utilizó la siguiente metodología:

- Se realizarán inspecciones visuales de campo, anotando todo los pormenores que puedan existir o surgir en las distintas áreas de trabajo asignadas.

- Se recopilará información de campo mediante charlas con los técnicos, el asistente y jefe de mantenimiento.
- Se obtendrá información bibliográfica mediante la utilización del internet, la biblioteca de la facultad de Ingeniería y de la Universidad.
- Para ver las condiciones de trabajo en las distintas áreas asignadas, se utilizará equipo adecuado, el cual será proporcionado por la unidad de EPS.
- En las condiciones de trabajo, se anotará la información que se realice en las inspecciones visuales, para ver el estado actual en que se encuentra cada área.

El Departamento de Mantenimiento cuenta con un total de 17 personas, de los cuales, 2 son el jefe y el asistente de mantenimiento, 1 el encargado de bodega y los 14 restantes, son los técnicos que pertenecen a las distintas áreas que prestan el servicio de mantenimiento a las instalaciones y maquinaria en general de la empresa.

Actualmente se utilizan 2 tipos de mantenimiento, el correctivo y el preventivo.

- El mantenimiento preventivo, solamente se utiliza en los equipos nuevos y automatizados.
- El mantenimiento correctivo, se utiliza para el resto de la maquinaria e instalaciones de la empresa.

Se han encontrado algunas deficiencias dentro del Departamento de Mantenimiento, debido a esto, el servicio de mantenimiento que se lleva a cabo por parte de los técnicos, hace que el servicio no sea de una forma óptima. Las siguientes deficiencias son:

- Todavía se utiliza el mantenimiento correctivo en los equipos viejos, provocando algunos atrasos de tiempo y de mantenimiento preventivo para el resto de los equipos.
- No existen formatos para anotar y llevar un mejor control de los equipos que se les presta el servicio de mantenimiento correctivo.
- Los técnicos no cuentan con el equipo mínimo de seguridad personal.
- En mucho de los casos, no se deja limpio el lugar de trabajo.
- Los técnicos no cuentan con las herramientas mínimas de trabajo.
- No existe una política de trabajo en equipo entre las distintas áreas del Departamento de Mantenimiento.
- En algunas ocasiones no se realizan algunos proyectos de implementación y mejora, debido a que el presupuesto mensual no es el adecuado, teniendo que llevarse a cabo el proyecto en el siguiente mes.

Los trabajos que realizan a diario los técnicos se exponen de forma verbal y por escrito al jefe y asistente de mantenimiento. Esta información, se presenta mediante un cuaderno de actas, donde se anota la fecha, quien lo hizo y que trabajo se llevó a cabo. Esto lo podemos observar en la figura 7.

Figura 7. Fotos del reporte diario de mantenimiento

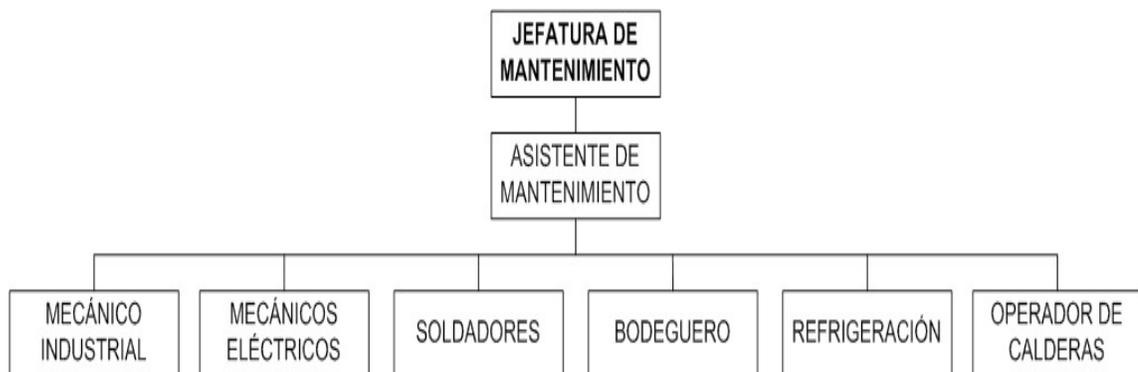


FUENTE: Depto. Mantenimiento, Foremost Dairies de Guatemala, S.A. Derechos Reservados.

3.2.1. Organigrama

En el organigrama se pueden apreciar las 6 áreas que conforman el Departamento de Mantenimiento. La estructura organizacional es en forma vertical, el jefe de mantenimiento es quien toma las decisiones, y el tipo de comunicación es en doble vía.

Figura 8. Organigrama del Departamento de Mantenimiento



FUENTE: Depto. Mantenimiento, Foremost Dairies de Guatemala, S.A. Derechos Reservados.

A continuación se describirán brevemente los distintos puestos que hay dentro del Departamento de Mantenimiento:

- El jefe de mantenimiento, tiene como propósito el de organizar, planear, administrar y coordinar el mantenimiento de la planta de producción y de la reparación de equipos e instalaciones de la empresa.
- El asistente de mantenimiento, es el que se encarga de dirigir las actividades que le son encomendadas por el jefe de mantenimiento y velar que el personal técnico tenga las herramientas necesarias para realizar sus tareas, así como también, el de reportar los trabajos pendientes y realizados.

- El mecánico industrial, es el responsable de todos los trabajos relacionados con la elaboración y llenado de leche pasteurizada en sus respectivas presentaciones.
- Los electromecánicos, son los responsables de todos los trabajos relacionados con instalaciones eléctricas, remodelaciones en general y trabajos relacionados con neumática, así como también, de los equipos automatizados.
- Los técnicos en refrigeración, son los responsables de todos los trabajos relacionados en bodegas congeladas, aire acondicionado, sistemas de amoniaco y equipos de refrigeración como los congeladores.
- El bodeguero, es el encargado de llevar el control de la bodega de materiales y repuestos.
- Los técnicos en soldadura, son los responsables de todos los trabajos de soldadura y herrería.
- Los operadores de caldera, son los responsables de la operación y mantenimiento de las calderas, así como también, el de controlar el funcionamiento adecuado de las calderas.

Cada uno de los técnicos tiene que reportar a diario al jefe o al asistente de mantenimiento, deben de velar por el buen funcionamiento de los equipos de la planta, así como también, el de solicitar al encargado de bodega el abastecimiento de materiales.

3.2.2. Personal

El personal del Departamento de Mantenimiento cuenta con grupos de técnicos, quienes prestan un servicio definido y específico a los distintos equipos de trabajo y maquinaria en general.

Este equipo de trabajo está organizado de tal forma, que se cubren todas las áreas de servicio, como:

- Refrigeración.
- Calderas.
- Bodega de repuestos.
- Soldadura.
- Electromecánica.
- Mecánica industrial.

Todos ellos, dirigidos, asesorados y supervisados por el jefe y el asistente de mantenimiento.

El departamento cuenta con un total de 17 personas, las cuales se describen a continuación:

Tabla I. Descripción del personal en el Departamento de Mantenimiento

CANTIDAD	PERSONAL
1	Jefe de mantenimiento
1	Asistente de mantenimiento
1	Mecánico industrial
1	Bodeguero
2	Calderistas
3	Refrigeración
4	Soldadores
4	Electromecánicos

FUENTE: Depto. Mantenimiento, Foremost Dairies de Guatemala, S.A. Derechos Reservados.

Cada técnico tiene definido su puesto de trabajo, ellos reportan a diario, por escrito en el cuaderno de actas (ver figura 7, página 34) y verbalmente al jefe o al asistente de mantenimiento, de todas las actividades desarrolladas en los distintos turnos de trabajo. De esta forma, hace que el flujo de información llegue de forma inmediata, logrando así, una comunicación en doble vía y asegurando que los equipos trabajen en condiciones favorables.

Dentro de las deficiencias que se encontraron dentro de las áreas donde laboran los técnicos son las siguientes:

- Los técnicos no cuentan con el equipo mínimo de seguridad personal.
- No hay trabajo en equipo entre las distintas áreas de trabajo, ya que los técnicos están capacitados específicamente en su rama de trabajo.
- Cada uno de los técnicos no cuenta con herramientas completas y nuevas. Esto provoca atrasos a la hora de realizar un trabajo, ya que se tienen que estar prestando la herramientas entre ellos y entre las distintas áreas de mantenimiento.
- En algunas ocasiones, se tiene que mandar hacer algunos trabajos de torno, debido a que el Departamento de Mantenimiento no cuenta con estos equipos.
- En la mayoría de casos, los técnicos no dejan limpio su lugar de trabajo, ya sea dentro de su taller, como dentro de la planta.

3.2.3. Insumos

El Departamento de Mantenimiento cuenta con una bodega de repuestos, el bodeguero es la persona encargada de llevar el control de lo que entra y sale de bodega. También, realiza un pedido de insumos mensualmente.

El jefe de mantenimiento es quien autoriza y solicita los pedidos al Departamento de Compras, este se encarga de realizar las compras y de realizar los pedidos a los distintos proveedores.

Para evitar atrasos o demoras con los pedidos de los insumos, el Departamento de Compras hace los pedidos con 15 días de anticipación a los distintos proveedores que ellos manejan, evitando de esta forma, atrasos innecesarios en los trabajos de mantenimiento. Todo esto se hace actualmente, debido a que en ocasiones anteriores, no se solicitaba a tiempo los pedidos de insumos, demorando así los trabajos de mantenimiento, los cuales se reprogramaban para el día siguiente. En el caso de los proveedores que no cumplían el tiempo de entrega, se buscaba inmediatamente a otro, o a otros proveedores quienes podían abastecer de forma inmediata lo solicitado por el Departamento de Compras.

A continuación, observaremos dos tablas, en la tabla II, están todos los proveedores que abastecen a la bodega de repuestos, y en la tabla III, está el listado de los insumos que actualmente son requeridos en el Departamento de Mantenimiento.

Tabla II. Lista de proveedores de repuestos e insumos

PROVEEDORES	DESCRIPCIÓN DE LO QUE ABASTECEN
Importación: Tetra Pak, Elopak, Sidam, Elecster, Hassegawar, etc.	Repuestos para los equipos viejos y nuevos.
Local: Prepak, Maquinsa, Enersys, Sislec, Distribuidora ferretera laminera, etc.	Repuestos, accesorios, ferretería en general, repuestos eléctricos, insumos, herramientas, etc.
Insumos: Siselec, Chevron, Shell, Productos del aire, la Paleta, Rodimer, etc.	Pintura, aceite, oxígeno, acetileno, bunker, nitrógeno, etc.
Servicios: Seime, Ecolab, Ecotec, Technic, etc.	Mantenimiento calderas, químicos, productos de limpieza, filtros de agua, reparación de codificadoras, etc.

FUENTE: Bodega de repuestos, Foremost Dairies de Guatemala, S.A. Derechos Reservados.

Tabla III. Costo mensual de insumos

INSUMOS	UNIDAD	COSTO UNITARIO EN QUETZALES	CANTIDAD AL MES	COSTO TOTAL EN QUETZALES
Wippe	Libra	6.50	50	325.00
Cable eléctrico	Metro	1.10	500	550.00
Aceite	Tonel	4,000.00	0.5	2,000.00
Papel	Resma	33.15	4	132.60
Lija	Pliego	3.00	10	30.00
Abrazaderas de cincho	Unidad	5.00	25	125.00
Empaques	Unidad	10.00	50	500.00
Oxígeno	Cilindro 100 libras	345.00	1	345.00
Nitrógeno	Cilindro 100 libras	345.00	1	345.00
Discos de corte	Unidad	16.20	10	162.00
Electrodo	Libra	7.00	3	21.00
Pintura	Galón	70.00	5	350.00
Tinner	Galón	33.75	10	337.50
Tornillos, roldanas y tuercas	Grupo	10.00	250	2,500.00
Tinta de impresora (negra)	Unidad	51.12	4	204.48
Tinta de impresora (color)	Unidad	83.65	1	83.65
Talones de requerimiento	Talenario	28.50	3	85.50
Total al mes				Q. 8,096.73

FUENTE: Bodega de repuestos, Foremost Dairies de Guatemala, S.A. Derechos Reservados.

3.2.4. Bodega

El bodeguero es la persona encargada de mantener un stock mínimo de repuestos e insumos dentro de la bodega de repuestos. El software que se utiliza es el Q-System, este software se encarga de actualizar el inventario todos los días, manteniendo la información al día y en red.

El bodeguero tiene acceso para realizar las salidas de los repuestos, mientras que el Departamento de Compras, se encarga de realizar los ingresos. En el inventario de bodega se manejan alrededor de 4,000 artículos diferentes, cumpliendo con un stock mínimo de 5 unidades para compras de importación y un stock mínimo de 5 unidades para repuestos de compra local.

Derivado de contar con repuestos, materiales y suministros destinados al mantenimiento de maquinaria, edificios y equipos, en la bodega se considera el manejo operacional de la documentación relacionada con el soporte de las entradas, salidas, obsolescencia de herramienta, equipo y maquinaria, así como de la correcta aplicación de los inventarios físicos y la alimentación diaria del inventario a través del Q-System.

Figura 9. Fotos del inventario físico en bodega de repuestos

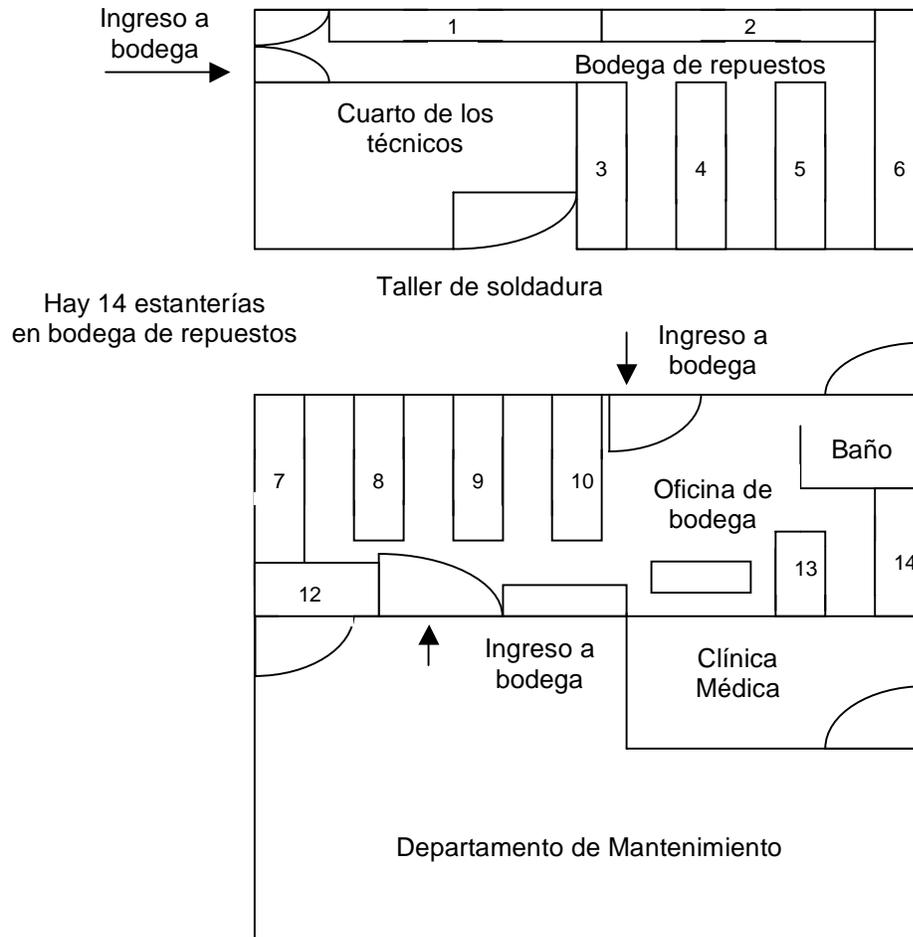


FUENTE: Bodega de repuestos, Foremost Dairies de Guatemala, S.A. Derechos Reservados.

El bodeguero realiza las siguientes actividades:

- Requerimientos de compra: se realiza una solicitud de materiales y suministros, los cuales son utilizados por el personal técnico. Estos pedidos se deben realizar en forma semanal por parte de las diferentes áreas que conforman el Departamento de Mantenimiento.
- Ingreso de suministros y materiales: esto se refiere a todas las entradas que la bodega de repuestos realice, por conceptos de compras y devoluciones de planta.
- Salidas de suministros y materiales: esto se refiere a todas las salidas que se realizan en la bodega de repuestos como por ejemplo: salidas por consumo, por venta y por obsolescencia.
- Registro y operación en el sistema de información: la persona a cargo de la bodega debe aplicar diariamente entradas, salidas y será el responsable de la emisión de los reportes así como de los cuadros mensuales de los repuestos e insumos.
- Inventarios físicos: periódicamente el encargado de bodega debe revisar su inventario en el software y debe realizar inventarios físicos, debidamente supervisado por el Departamento de Contabilidad, (ver figura 9, página 41).

Figura 10. Plano de la bodega de repuestos



FUENTE: Bodega de repuestos, Foremost Dairies de Guatemala, S.A. Derechos Reservados.

Actualmente se cuenta con 14 estanterías en bodega de repuestos, las cuales están pintadas y posicionadas de la mejor manera para su almacenaje y para poderse movilizar. Los repuestos están debidamente señalizados y ordenados, esto hace que sea fácil de almacenar y de localizar un repuesto.

Las ventajas que se tienen dentro de la bodega de repuestos están:

- Buena comunicación con todo el personal técnico de mantenimiento, incluyendo también, al jefe y asistente de mantenimiento.

- Buena comunicación con el Departamento de Compras, agilizando así los distintos pedidos que se llevan a cabo mensualmente y a la recepción de los mismos.
- Se mantiene un buen stock de repuestos, tanto para compras locales como de importación.
- Se mantiene un buen stock de insumos, para mantener bien abastecido a los técnicos de mantenimiento.
- Se mantiene una buena comunicación con el Departamento de Contabilidad, llevando de una forma rápida y óptima los inventarios físicos que se realizan cada 6 meses (ver figura 9, página 41).
- Las estanterías están colocadas adecuadamente.
- Las estanterías están bien señalizadas, esto hace que los repuestos se encuentren ordenados y se localicen fácilmente.

La única desventaja que se encontró en bodega de repuestos es la siguiente: que el espacio físico de bodega se está viendo reducido, debido a que la empresa está creciendo y que está instalando nuevos equipos. Por lo que en un lapso de un año o año y medio, se va a ver en la necesidad de requerir más espacio para colocar los repuestos de los equipos que se estarán instalando.

Los procedimientos para requerir los insumos y repuestos, son los siguientes:

- El bodeguero revisa el inventario en la computadora, el cual se encuentra en el programa Q-System.
- Se anotan los insumos, repuestos y accesorios que se necesitarán en el mes.
- El bodeguero presenta el listado al jefe de mantenimiento.
- El jefe de mantenimiento revisa el listado y lo verifica mediante el inventario que está en el programa Q-System.

- Se toma la decisión si hay que pedir más unidades de algún insumo, accesorio o repuesto que vaya a servir durante el mes, en caso contrario, el Departamento de Compras realizará el pedido en base al listado autorizado por el Departamento de Mantenimiento.
- El jefe de mantenimiento a través del bodeguero, se presenta al Departamento de compras el listado o solicitud de pedidos del mes.
- El Departamento de Compras se encarga de solicitar los pedidos a los distintos proveedores que abastecen a la empresa.
- Los proveedores llegan a dejar los pedidos solicitados por el Departamento de Compras, lo llevan directamente a bodega de repuestos.
- El bodeguero se encarga de recibir el pedido en base al listado solicitado.
- El bodeguero avisa al Departamento de Compras que los pedidos han sido recibidos.
- El Departamento de Compras actualiza el inventario a través del programa Q-system.

3.2.5. Costos

Los costos que se manejan por lo general dentro de un Departamento de Mantenimiento son los siguientes: costo de mano de obra y de mantenimiento. Los costos de mano de obra son aquellos que se generan en el Departamento de Mantenimiento por medio de las órdenes de trabajo, a través de los trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo, que se les da a los equipos de trabajo. Entre los costos de mantenimiento tenemos: sueldos, horas extras, insumos, repuestos, servicios externos, etc.

Por políticas de la empresa, solamente se presentará la información en forma general y no en forma detallada.

3.2.5.1. Costo de mano de obra

Actualmente en el Departamento de Mantenimiento los costos de mano de obra son estimados o calculados en forma general y no en forma detallada, esto quiere decir, que la jefatura de operaciones le asigna un presupuesto mensual al Departamento de Mantenimiento, donde se pagan sueldos y horas extras. La cantidad mensual de estos costos de mano de obra se estima en un total de Q.65,000.00, de los cuales, Q.47,200.00 son en sueldos, y Q.18,000.00 en horas extras.

Para calcular la mano de obra en los trabajos de mantenimiento correctivo y preventivo, se debe considerar algunos factores importantes tales como: personal calificado, tiempo de trabajo, materiales e insumos a utilizar, entre otros; así como el de generar órdenes de trabajo para establecer el costo de mano de obra por una unidad de tiempo.

3.2.5.2. Costos de mantenimiento

Actualmente el Departamento de Mantenimiento invierte mensualmente una cantidad de Q.82,796.73, esto es en sueldos, horas extras, bonificaciones, insumos, etc. Estos gastos los podemos observar más detalladamente en la siguiente tabla:

Tabla IV. Costo mensual en el Departamento de Mantenimiento

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Técnicos	Q. 47,200.00
Extras	Q. 18,000.00
Bonificación	Q. 4,500.00
Insumos	Q. 8,096.73
Otros	Q. 5,000.00
Total	Q. 82,796.73

FUENTE: Depto. Mantenimiento, Foremost Dairies de Guatemala, S.A. Derechos Reservados.

3.2.6. Descripción del equipo

Para diseñar e implementar el TPM en el Departamento de Mantenimiento, se dio inicio con los siguientes equipos: compresores, calderas, elecster, red de distribución de vapor, lavadora y secadora. Estos equipos fueron seleccionados por el jefe de mantenimiento, donde se llevará a cabo el proyecto de Mantenimiento Productivo Total (TPM).

3.2.6.1. Compresores

Se cuenta con 3 compresores para la distribución de aire comprimido, dos son compresores de pistón y uno de tornillo. Actualmente el compresor de tornillo es el que más se utiliza. Cuando la demanda de aire comprimido no es suficiente, entran a funcionar los otros dos compresores.

Esto sucede cuando todas las máquinas que dependen del aire comprimido están trabajando al mismo tiempo, o sea, dependen mucho del tipo del producto que se está fabricando en la planta.

Los compresores alimentan a los equipos que necesitan utilizar el sistema neumático, entre los cuales tenemos: la línea de producción de leche UHT, las máquinas llenadoras de leche, las máquinas donde se elaboran las paletas, etc.

Las ventajas que se observaron en el área de compresores son:

- Trabaja solamente el compresor de tornillo, cuando la demanda de aire comprimido es baja.
- Dependiendo el tipo de producción y la cantidad de máquinas que necesitan el servicio de aire comprimido, entran a funcionar, dos o tres compresores al mismo tiempo.
- La empresa que vendió el compresor de tornillo (Quincy), es la que se encarga de darle el mantenimiento a este equipo.
- Los equipos instalados en la terraza de la planta, están bajo techo y no hay problemas por falta de ventilación.

Las desventajas que se observaron en área de compresores son:

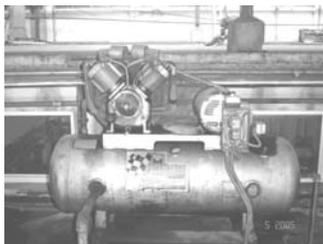
- Los servicios que se le hacen a los compresores de pistón se anotan en el cuaderno de actas, en forma general y no detallada.
- Se mantienen siempre sucios los compresores, esto es debido a que no hay un mantenimiento de limpieza.
- No hay instalado cerca un extintor contra incendios.
- El tipo de mantenimiento que se utiliza es el correctivo.
- Se generan gastos económicos debido a los servicios de mantenimiento que se le da al compresor de tornillo, por parte de la empresa que vendió el compresor. Esto es debido a políticas internas de la empresa.

Tabla V. Datos de compresores

No. compresor	1	2	3
Marca	Pacemaker	Pacemaker	Quincy
Serial	173R – A	H	90318J
Model	39374	39373	OSB50ANA32SQ
Motor eléctrico	Baldor	Baldor	Baldor
HP	7 ½	10	50
RPM	1725	1765	1765

FUENTE: Investigación de campo, Foremost Dairies de Guatemala, S.A. Derechos Reservados.

FIGURA 11. Fotos de compresores



No. 1
Compresor Pacemaker



No. 2
Compresor Pacemaker



No. 3
Compresor Quincy

FUENTE: Investigación de campo, Foremost Dairies de Guatemala, S.A. Derechos Reservados.

3.2.6.2. Calderas

Se cuenta con 3 calderas pirotubulares, dos de ellas con marca Cleaver Brooks y una con marca Boiler, a continuación se muestran los datos de cada equipo:

Tabla VI. Datos de calderas

No. caldera	1	2	3
Marca	Cleaver Brooks	Boiler	Cleaver Brooks
Modelo	CB600-60	E4FDH1000H6M	CB655-150
Serie	L-68231	S8010	L-41247
Año de fabricación	10/09/1979	1976	02/20/1968
Presión máxima	150 PSI	150 PSI	150 PSI

FUENTE: Investigación de campo, Foremost Dairies de Guatemala, S.A. Derechos Reservados.

Figura 12. Foto de calderas



No. 1
Caldera Cleaver Brooks

No. 2
Caldera Boiler

No. 3
Caldera Cleaver Brooks

FUENTE: Investigación de campo, Foremost Dairies de Guatemala, S.A. Derechos Reservados.

Actualmente se utiliza la caldera No. 1 y No. 3, dependiendo del tipo de demanda que se tenga, se utilizan las dos al mismo tiempo. Mientras que la caldera No. 2 esta parada debido a que le corresponde su mantenimiento anual.

Cuando las 3 calderas están disponibles, solamente se utilizan dos calderas y se deja una parada. Esto se debe al tipo de demanda que se tiene dentro de la planta, y en el caso que se arruine una, entra a funcionar la caldera que está parada. A cada semana se para una caldera, dándole así, un buen uso a los tres equipos.

El operador de caldera es la persona responsable de la operación y mantenimiento de las mismas. El tipo de mantenimiento que realiza el operador es totalmente externo, anotando en el cuaderno de actas todos los trabajos que se realizan, entre los cuales se mencionan algunos:

- Control de presiones a través de termómetros y manómetros.
- Control de nivel del consumo de bunker.
- Verificación y consumo de agua.
- Reparación de fugas.
- verificar el piloto de gas para la buena combustión, etc.

El mantenimiento externo que brinda el operador de caldera a sus equipos, es un mantenimiento correctivo. Para el mantenimiento interno de las calderas, se contrata a una empresa que se dedica a este tipo de servicio y se realiza una vez por año. Este tipo de servicio es debido a política interna de la empresa.

Las ventajas que se observaron en el área de calderas son:

- Hay una caldera lista para entrar en funcionamiento en el caso que se arruine una o las dos calderas de las tres que hay actualmente.
- Para el mantenimiento anual, hay una empresa que se contrata para que le de el mantenimiento interno de las calderas.
- No hay atrasos en producción por si acaso se arruina una caldera.

Las desventajas que se observaron en el área de calderas son:

- Todos los trabajos de mantenimiento que realiza el operador de calderas, se anotan en forma general en el cuaderno de actas.
- Solamente se cuenta con un extintor contra incendios en el área de calderas.
- Algunas tuberías de vapor no están protegidas ni señalizadas.
- No hay instalado luces de emergencia.

- El tipo de mantenimiento que se utiliza en esta área, es el mantenimiento correctivo.
- No está señalizado el piso en el área de calderas.

3.2.6.3. Elecster

La Elecster es una máquina para la línea de producción de leche UHT (ultra alta temperatura) o leche de larga duración ultra pasteurizada. El proceso UHT es continuo y usa un sistema de sellado que previene la contaminación del producto.

Esta línea de producción y envasado aséptico de bolsas, incluye el siguiente equipo: esterilizador, envasadora aséptica EA-500 LL, elecsteamer ES-44 S sistema de filtrado de aire estéril, y los transportadores receptores de bolsas (2 piezas).

Tabla VII. Datos de la elecster

Línea UHT Elecster	
Type	EA 5000 LL
Serial No.	00509
Year of manufacture	2003
Elecster Oyj 37800 Toijala Finland	

FUENTE: Investigación de campo, Foremost Dairies de Guatemala, S.A. Derechos Reservados.

Figura 13. Foto de la elecster



FUENTE: Investigación de campo, Foremost Dairies de Guatemala, S.A. Derechos Reservados.

Los electromecánicos son los encargados de realizar los servicios de mantenimiento correctivos y preventivos a este equipo, así como también los distintos ajustes que hay que hacer cuando es el cambio de pedido de los distintos productos que se elaboran. Todos los trabajos son reportados en el cuaderno de actas. Los operadores de la elecster, son los encargados de la limpieza del equipo y del lugar de trabajo todos los días. En el caso de reparaciones bien complicadas, los de Tetra Pak son los únicos autorizados para realizar dichas reparaciones, ya que esta empresa a nivel mundial, es la que vende y repara este tipo de equipos de trabajo. El tipo de mantenimiento es preventivo y anual.

Las ventajas que se observaron en esta área son:

- Los electromecánicos le dan mantenimiento correctivo y preventivo.
- El equipo instalado es nuevo.
- El área está debidamente señalizada.
- El equipo está en un área semi hermética, evitando así cualquier tipo de contaminación dentro del área de producción.

- La empresa Tetra Pak es la que presta el servicio de mantenimiento preventivo minucioso anual.

Las desventajas que se observaron en esta área son:

- Los trabajos realizados de mantenimiento, son anotados en el cuaderno de actas.
- No hay venta de repuestos local. Todo se hace a base de compras por pedidos de importación.
- Los técnicos que realizan el mantenimiento preventivo anual por parte de Tetra Pak, vienen del extranjero.

3.2.6.4. Red de distribución de vapor

La red de distribución de vapor cuenta con varios accesorios, entre los que se han identificado son: uniones, tes, codos, tuberías, juntas, anclajes, soportes, trampas, reguladores, válvulas y manómetros.

La red de distribución de vapor es la que transporta al vapor a los diferentes lugares de la planta, alimentando a los distintos equipos que necesitan utilizar este servicio, entre los cuales tenemos: la línea de producción de leche UHT, el ultra pasteurizado, etc.

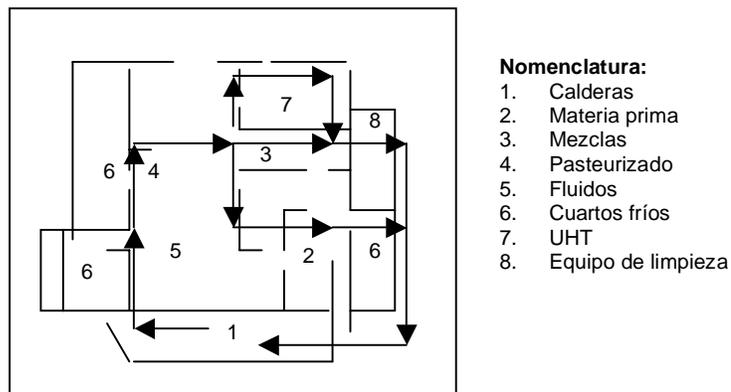
Actualmente, se han llevado a cabo distintos trabajos de mejora y de implementación en la red de distribución. Estos trabajos se han realizado debido a la instalación de nuevos equipos, los cuales necesita del vapor para su funcionamiento, y se han cambiado de posición otros equipos, por lo que se han modificado algunas tuberías.

Las desventajas que se observaron en la red de distribución son las siguientes:

- Algunas tuberías no tienen recubrimiento térmico, lo cual podría causar algún tipo de accidente o quemadura hacia los técnicos u operadores.
- Algunas tuberías no están debidamente señalizadas.
- No existe una inspección periódica de toda la tubería de la red de vapor.
- Los trabajos que se llevan a cabo son de reparación correctiva.
- Los trabajos de reparación son anotados en un cuaderno de actas.

En el plano se puede observar el sentido de la red de distribución de vapor, por medio de las flechas. Debido a políticas internas de la empresa, se presenta en forma general el plano de la distribución de vapor.

Figura 14. Plano de la red de distribución de vapor



FUENTE: Investigación de campo, Foremost Dairies de Guatemala, S.A. Derechos Reservados.

3.2.6.5. Lavadora

La lavadora consta de unos 35 años de servicio, de lo que todavía se logra ver en la placa es lo siguiente:

Tabla VIII. Datos de la lavadora

Datos	Descripción
Marca	Washette by cook
Modelo	MWX50 M 68B12126
Voltios	220
Amperios	3.2

FUENTE: Investigación de campo, Foremost Dairies de Guatemala, S.A. Derechos Reservados.

Figura 15. Foto de la lavadora



FUENTE: Investigación de campo, Foremost Dairies de Guatemala, S.A. Derechos Reservados.

La lavadora y la secadora son utilizadas por las dos señoras de lavandería, quienes se encargan de mantener limpios los trajes (overoles), las mascarillas y los gorros de todo el personal operativo de la planta de producción. Actualmente, se cuenta con un una cantidad de 221 personas a nivel operativo.

El tipo de mantenimiento que se le da a este equipo es el mantenimiento correctivo. Este equipo se lubrica a cada dos meses y lo realiza el mecánico industrial. Las señoras encargadas de utilizar estos equipos, son las que le dan limpieza y es externamente.

Las ventajas que se observaron en esta área son:

- Se limpia a diario externamente.
- Cualquier falla y ruido que se produce, las señoras reportan de inmediato al jefe de mantenimiento.

Las desventajas que se observaron en esta área son:

- El tipo de mantenimiento que se utiliza es el mantenimiento correctivo.
- Los trabajos se anotan en forma general y en el cuaderno de actas.
- La lubricación se realiza en períodos muy espaciados, es a cada dos meses.
- No hay instalado cerca un extintor contra incendios.
- El motor eléctrico, no tiene un guarda fajas.

3.2.6.6. Secadora

La secadora al igual que la lavadora consta de unos 35 años de servicio. Actualmente la secadora no cuenta con una placa que la identifique. El tipo de mantenimiento que se le da a este equipo es el mantenimiento correctivo. El equipo se lubrica a cada dos meses y las señoras se encargan de darle una limpieza externa.

Las ventajas que se observaron en esta área son:

- Se limpia a diario externamente.
- Cualquier falla y ruido que se produce, las señoras reportan de inmediato al jefe de mantenimiento.

Las desventajas que se observaron en esta área son:

- El tipo de mantenimiento que se utiliza es el mantenimiento correctivo.
- Los trabajos se anotan en forma general y en el cuaderno de actas.
- La lubricación se realiza en períodos muy espaciados, es a cada dos meses.
- No hay instalado cerca un extintor contra incendios.
- No se lleva ningún tipo de control de fallas.

Figura 16. Foto de la secadora



FUENTE: Investigación de campo, Foremost Dairies de Guatemala, S.A. Derechos Reservados.

3.2.7. Equipo personal de trabajo

El equipo personal de trabajo se describe en la tabla IX, al mismo tiempo se puede observar el estado actual en el que se encuentran, como también, no se cuenta con el equipo personal mínimo para realizar las distintas actividades que les son asignadas a los técnicos. El problema que puede suceder si no se cuenta con el equipo mínimo de seguridad personal, es que en cualquier momento pueden ocurrir accidentes y el técnico se puede lesionar leve o gravemente.

Tabla IX. Equipo personal de trabajo

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ESTADO
16 pares	Guantes	Regular
16	Redecillas	Bueno
8	Mascarillas de tela	Bueno
16	Mascarillas desechable	Bueno
16	Camisas	Regular
8	Cascos	Regular
2	Caretas de soldar	Malo
6	Lentes claros	Bueno
4	Protectores auditivos	Regular
10 pares	Tapones auditivos	Regular
8	Cinturones de seguridad	Regular
2	Caretas para pulir	Malo
4	Lentes para soldadura oxiacetileno	Regular
12	Gabachas	Regular

FUENTE: Investigación de campo, Foremost Dairies de Guatemala, S.A. Derechos Reservados.

El equipo con que se cuenta actualmente, los técnicos lo utilizan en todo momento y se cambian cuando ya los equipos no se pueden utilizar mas. Estos equipos son solicitados por los técnicos al jefe o al asistente de mantenimiento, quien autoriza al bodeguero que sean entregados de manera inmediata. Los proveedores que abastecen estos equipos, se pueden observar en la tabla II, página 39.

Ventajas del equipo personal de trabajo son:

- Que hay en existencia en bodega de repuestos.
- Se dan de manera inmediata a los técnicos cuando estos son solicitados y se recogen los equipos inservibles.

Las desventajas que se tienen con el equipo personal de trabajo son:

- Que no se cuenta con el equipo mínimo de seguridad personal para todos los técnicos del Departamento de Mantenimiento.

- Actualmente la mayoría de los equipos de seguridad personal se encuentran en un estado regular.
- Algunas veces, no se utilizan de una forma adecuada los equipos de seguridad personal.

3.2.8. Condiciones de trabajo

Para observar las condiciones actuales de trabajo, se realizó una inspección visual en las distintas áreas, en las que se llevará a cabo el Mantenimiento Productivo Total a los distintos equipos de trabajo.

En las inspecciones visuales se consideraron las siguientes condiciones de trabajo: iluminación, ventilación, ruido y seguridad industrial.

Para determinar el nivel adecuado de ventilación, ruido e iluminación, se utilizaron los equipo adecuados. El velómetro sirve para medir la velocidad del viento y el decibelímetro sirve para medir la cantidad de ruido que se produce en los lugares de trabajo. Para la iluminación, se utilizó el fotómetro y el método de cavidad zonal, este método permite obtener el número adecuado de lámparas a través de cálculos matemáticos.

3.2.8.1. Iluminación

Se realizó una inspección visual en las distintas áreas donde se llevará a cabo el proyecto, se anotaron las siguientes observaciones: el número de lámparas, el color de pisos, paredes, del techo, y la dimensiones del lugar.

También, se utilizó el fotómetro para medir la cantidad de luxes que hay en cada área de estudio.

Tabla X. Datos para el cálculo del número adecuado de lámparas

Descripción	Calderas	Compresores	UHT	Lavandería
No. lámparas	1	1	2	1
Color del piso	Gris	Gris	Blanco	Gris
Color de paredes	Celestes	Sin paredes	Blancas	Celestes
Color del techo	Gris	Gris	Blanco	Gris
Largo del lugar	30 mts	10 mts	20 mts	15 mts
Ancho del lugar	10 mts	10 mts	10 mts	10 mts
Altura del lugar	8 mts	3 mts	3 mts	3 mts
No. Luxes	150	150	250	150

FUENTE: Investigación de campo, Foremost Dairies de Guatemala, S.A. Derechos Reservados.

Por medio de la inspección visual, se pudo observar que las lámparas están en buenas condiciones. En la tabla X, están anotados todos los datos requeridos para poder hacer los cálculos matemáticos, estos cálculos se pueden observar en el capítulo 4, página 121. También, se midió y anotó en la tabla X, la cantidad de luxes que hay actualmente en cada área. La cantidad adecuada de luxes para cada área, se puede observar en la tabla XV y paso 2, de la página 122. Por otro lado, no se cuenta con un control o historial de cambio de lámparas en toda la empresa. Cuando una lámpara se quema, simplemente se cambia. El procedimiento para cambio de lámparas es el siguiente:

- Cuando alguna persona ve una lámpara quemada, avisa en forma verbal o por correo electrónico al asistente o al jefe de mantenimiento.
- El asistente o jefe de mantenimiento le pide favor a un electromecánico que realice el cambio de lámpara.
- El electromecánico revisa si hay continuidad de energía eléctrica donde va la lámpara, quita la lámpara quemada y la lleva a bodega, se entrega la lámpara quemada y se solicita una nueva.
- El electromecánico coloca la nueva lámpara y ve si está enciende.

3.2.8.2. Ventilación

Aparte de la inspección visual que se realizaron en las distintas áreas de trabajo, se tomaron los siguientes datos con el velómetro:

Compresores: 1.7 metros / segundo .

Calderas: 0.7 metros / segundo.

UHT o elecster: 0 metros / segundo aquí se utiliza aire acondicionado, esto es por ser un lugar semi hermético.

Lavandería: 0.5 metros / segundo.

Las medidas de las áreas de trabajo, se pueden observar en la tabla X, de la página 61. Para las distintas áreas de trabajo seleccionadas, existe un buen flujo de corriente de aire, esto se debe a lo siguiente:

- Los compresores están instalados en la terraza de la planta y bajo techo, no cuenta con paredes alrededor de los equipos.
- Las calderas están instalados a un lado de la planta, solamente cuenta con una pared a un costado, la cual divide la planta del área de calderas. Las calderas están bajo techo y circulados por maya a una altura de 2 mts de un total de 8 mts, el resto es de lámina de cinc.
- La elecster se instaló bajo condiciones estrictas del fabricante, está en un cuarto semi hermético el cual tiene aire acondicionado.
- La lavandería cuenta con un acceso y dos ventanas, a pesar de las dimensiones del lugar, mantienen un buen flujo de aire.

3.2.8.3. Ruido

Se realizó una inspección visual en las siguientes áreas: compresores, calderas, la elecster, lavadora y secadora. También, se utilizó un decibelímetro para poder observar el nivel de ruido, realizando seis lecturas en distintos puntos de cada área, estos datos se pueden observar en la tabla XI. A partir de aquí, se pueden tomar decisiones de mejora dentro de cada área.

Se pudo observar que los mecánicos y operarios, en muchos de los casos, no utilizaban protectores auditivos.

Tabla XI. Nivel de ruido

No. de lecturas	Nivel de decibeles				
	Compresores	Calderas	Elecster	Lavadora	Secadora
1	104	87	82	84	88
2	92	94	81	82	87
3	91	92	84	83	87
4	89	94	85	88	84
5	96	89	83	87	86
6	95	92	83	84	88

FUENTE: Investigación de campo, Foremost Dairies de Guatemala, S.A. Derechos Reservados.

Se puede observar, que los niveles de ruido para las distintas áreas, están por arriba de los 85 decibeles, excepto para el área de la línea de producción de leche (elecster), que el decibel más alto son 85 decibeles.

En la inspección, se pudo observar que el personal de la línea de producción, el de la lavadora y secadora, si se trabaja en promedio de 2 horas continuas, mientras que en las otras áreas, es un promedio de 30 minutos.

3.2.8.4. Seguridad industrial

En las distintas áreas de estudio se llevó a cabo una inspección visual, donde se anotaron todos aquellos factores que por algún motivo pueden causar algún tipo de accidente hacia los operarios y mecánicos de la empresa. También, se anotaron algunas observaciones que hacen falta de implementar para mejorar las condiciones de trabajo, como por ejemplo: señalización de pisos, luces de emergencias, entre otros.

Tabla XII. Condiciones actuales en el lugar donde están los equipos

ITEM	DESCRIPCIÓN	ÁREA
1	Los pisos no están señalizados.	Compresores y calderas
2	No se cuenta con luces de emergencia.	Calderas y elecster
3	Rotulación.	Calderas, compresores, lavadora y secadora
4	No se cuenta con extintores contra fuego.	Calderas y compresores
5	Los motores no cuenta con guardas de seguridad.	Compresores, calderas y secadora
6	Cables eléctricos fuera de su lugar.	Compresores
7	Derrame de agua.	Compresores, calderas y lavadora
8	Derrame de aceite.	Compresores y calderas
9	Derrame de bunker.	Calderas
10	Falta de lámparas.	Compresores
11	Pisos sucios.	Compresores y calderas
12	Basura tirada	Compresores y elecster
13	Tubería de vapor sin protección	Compresores y calderas
14	Nivel de ruido alto.	Compresores y calderas
15	Materiales tirados en el piso.	Compresores

FUENTE: Investigación de campo, Foremost Dairies de Guatemala, S.A. Derechos Reservados.

Debido a políticas internas de la empresa, todas estas observaciones y las mejoras que se proponen en el siguiente capítulo, serán llevadas a cabo por los técnicos, quienes serán dirigidos por el asistente y jefe de mantenimiento.

4. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)

Para llevar a cabo el diseño e implementación del Mantenimiento Productivo Total, se vió en la necesidad de realizar cálculos y propuestas de mejora en las áreas de trabajo asignadas, así como también, la realización de formatos para el mantenimiento preventivo de los equipos. Para todo esto, se utilizó la siguiente metodología:

- De las inspecciones visuales y anotaciones que se realizaron en el capítulo 3, se llevarán a cabo las propuestas de mejora para cada área de trabajo que fueron asignadas.
- Obtenida la información de campo y bibliográfica, se diseñaran los distintos formatos como por ejemplo: hojas electrónicas, rutinas, planificación y programación del mantenimiento preventivo.
- Para las condiciones de trabajo (iluminación, ventilación y ruido), se llevarán a cabo algunos cálculos matemáticos.
- Se realizarán propuestas de mejora en las distintas áreas de trabajo asignadas, las cuales serán implementadas y llevadas a cabo por parte del asistente y jefe de mantenimiento, esto es debido a la política interna de la empresa.

El TPM ayudará en gran medida al Departamento de Mantenimiento, ya que se podrán asignar tareas fáciles de mantenimiento a los operarios, permitiendo así, un mayor tiempo a los técnicos para dedicarse a otras actividades de carácter prioritario, de mantenimiento preventivo y correctivo.

4.1. Departamento de Mantenimiento

Se consideran algunas propuestas para el Departamento de Mantenimiento, comenzando con el personal técnico y luego en la parte administrativa.

4.1.1. Personal

Para que el Departamento de Mantenimiento mantenga un buen equipo de trabajo, se propone lo siguiente:

- Capacitar continuamente al personal, no solo en su rama específica, sino también, en las distintas áreas de trabajo que hay en la empresa. Para dar inicio a este proceso, se proponen algunas charlas las cuales se pueden observar en la programación de la capacitación del personal, ver la figura 69, página 138. Esto se determinó por medio de la investigación visual que se realizó, se propuso y se comentó, por políticas internas de la empresa, la programación de la capacitación será manejada a través de RRHH.
- Proporcionar a los técnicos el equipo personal de trabajo mínimo. Esto será manejado a través del bodeguero, quien se encargará de ver la existencia de los equipos y de los que ya se tienen (ver tabla IX, página 59), y de solicitar al Departamento de Compras lo que haga falta.
- Suministrar las herramientas necesarias de trabajo. Al igual que con el equipo personal de trabajo, el bodeguero realizará las solicitudes respectivas al Departamento de Compras.
- Mejorar continuamente la comunicación en doble vía, esto es a través de las charlas y de las actividades que se realicen en el departamento.

- Realizar actividades mensuales de motivación grupal, como por ejemplo: reconocimientos, el técnico del mes, enviarlos a seminarios, etc. Todo esto es para mantener motivado al personal técnico, que exista trabajo en quipo entre las distintas áreas de mantenimiento, y para que los técnicos presten un servicio eficiente a todos los equipos de trabajo.
- Rotación del personal técnico en las distintas áreas de trabajo, para que cuando exista un problema se pueda solventar en forma inmediata. Esto es cuando para cuando haga falta un miembro del equipo, ya sea por enfermedad, accidente, etc.

4.1.2. Organigrama

Dentro de la estructura del organigrama del Departamento de Mantenimiento, no existe ninguna variante, ya que RRHH y la empresa en general, no tiene estipulado agregar un puesto de trabajo dentro del Departamento de Mantenimiento; no así, la empresa está en las mejores condiciones de aceptar practicantes y epesistas. Debido a políticas internas de la empresa, no se realiza ninguna propuesta dentro del organigrama del Departamento de Mantenimiento.

Por otro lado, ambas partes se ven beneficiadas, ya que los practicantes y epesistas podrán efectuar su práctica laboral y al mismo tiempo podrán adquirir experiencia en la industria. En el caso de la empresa, los proyectos ayudarán a aumentar el rendimiento, la eficiencia, la reducción de tiempos, la reducción de costos, todo esto a través de la mejora continua en las distintas áreas de trabajo.

4.2. Procedimientos

Un procedimiento es el documento que contiene la descripción de las actividades que deben realizarse, facilitando así, las labores de trabajo, la evaluación y el control del cumplimiento de las rutinas de trabajo. También, aumenta la eficiencia de los empleados, la coordinación de las actividades que se deben realizar, se evita la duplicidad de trabajo, demoras de tiempo y algún tipo de lesión o accidente.

A continuación, se podrán observar los procedimientos, los cuales indican los pasos que se deben de realizar antes de hacer las labores de mantenimiento operativo y las de mantenimiento preventivo.

Figura 17. Procedimiento operativo de verificación

 FOREMOST DAIRIES DE GUATEMALA, S.A. GERENCIA DE PLANTA JEFATURA DE MANTENIMIENTO		
Título y procedimiento:	Área:	Fecha: Sep/05
Verificación de compresores, calderas, elecster, lavadora y secadora	Producción y lavandería	Revisión No.:
<p>1. INTRODUCCIÓN: El presente procedimiento, detalla todas aquellas actividades que deben de llevarse a cabo antes de realizar las verificaciones a los distintos equipos de trabajo (compresores, calderas, elecster, lavadora y secadora).</p> <p>2. OBJETIVO: Establecer el cumplimiento de las tareas de trabajo para evitar accidentes, contratiempos en producción y mantener en óptimas condiciones los equipos de trabajo.</p> <p>3. ALCANCE: El presente procedimiento se aplica únicamente al personal operativo, quien está a cargo de los equipos de trabajo, mencionados en la introducción de este procedimiento.</p> <p>4. DESARROLLO: Por medio de inspecciones visuales y del apoyo de las hojas de verificación (ver figuras 23, 24, 25 y 26; de las páginas 76, 77, 78 y 79, respectivamente), realizar paso a paso cada ítem que se detalla en las hojas de verificación, anotando la fecha, el nombre y la firma de la persona encargada. También, en el caso de que se observe alguna anomalía, se debe de avisar al técnico de turno, al asistente o al jefe de mantenimiento.</p> <p>Las verificaciones se pueden realizar con el equipo en uso o bien con el equipo parado, todo depende de lo que se establezcan en las hojas de verificación.</p> <p>Las hojas de verificación que se mencionan anteriormente, deben ser solicitadas al Departamento de Mantenimiento, una vez llenadas, se deben de entregar al asistente o jefe de mantenimiento.</p>		
Elaborado por:	Revisado por:	Página:
Nombre del puesto	Nombre y apellido	1/1

FUENTE: Elaboración propia.

Figura 18. Procedimiento operativo de limpieza

 FOREMOST DAIRIES DE GUATEMALA, S.A. GERENCIA DE PLANTA JEFATURA DE MANTENIMIENTO		
Título y procedimiento:	Área:	Fecha: Sep/05
Limpieza de compresores, calderas, elecster, lavadora y secadora	Producción y lavandería	Revisión No.:
<p>1. INTRODUCCIÓN: El presente procedimiento, detalla todas aquellas actividades que deben de llevarse a cabo antes de realizar la limpieza a los distintos equipos de trabajo (compresores, calderas, elecster, lavadora y secadora).</p> <p>2. OBJETIVO: Mantener los equipos de trabajo limpios de polvo y de cualquier otro agente que pueda causar algún tipo de deterioro a los mismos.</p> <p>3. ALCANCE: El presente procedimiento se aplica únicamente a los operadores de calderas, mecánico industrial, mecánicos eléctricos y las señoras de lavanderías, mencionados ya específicamente en el punto 4 de este procedimiento.</p> <p>4. DESARROLLO: Compresores y calderas: el operador de caldera y el mecánico industrial. Elecster: los operadores de este equipo y los mecánicos eléctricos. Lavadora y secadora: las señoras de lavandería. El personal anteriormente indicado, son los únicos autorizados para realizar el trabajo de limpieza. Los trabajos de limpieza deben de realizarse con el equipo parado, para evitar cualquier tipo de lesión o accidente. Asegurarse que estén eléctricamente desconectados. Las hojas de limpieza (ver figuras 27, 28, 29 y 30; de las páginas 80, 81, 82 y 83, respectivamente), deben ser debidamente llenadas, anotando la fecha, nombre y firma, así como también, el chequeo de las actividades realizadas. Las hojas que se mencionan anteriormente, deben ser solicitadas al Departamento de Mantenimiento, una vez llenadas, se deben de entregar al asistente o jefe de mantenimiento.</p>		
Elaborado por:	Revisado por:	Página:
Nombre del puesto	Nombre y apellido	1/1

FUENTE: Elaboración propia.

Figura 19. Procedimiento operativo de lubricación

 FOREMOST DAIRIES DE GUATEMALA, S.A. GERENCIA DE PLANTA JEFATURA DE MANTENIMIENTO		
Título y procedimiento:	Área:	Fecha: Sep/05
Lubricación de compresores y calderas	Producción	Revisión No.:
<p>1. INTRODUCCIÓN: El presente procedimiento, detalla todas aquellas actividades que deben de llevarse a cabo antes de realizar la lubricación a los distintos equipos de trabajo (compresores y calderas).</p> <p>2. OBJETIVO: Prestar un adecuado servicio de lubricación a los equipos, para que trabajen y se mantengan en óptimas condiciones.</p> <p>3. ALCANCE: El presente procedimiento se aplica únicamente al operador de calderas y/o al mecánico industrial.</p> <p>4. DESARROLLO: Compresores: el operador de calderas o el mecánico industrial, son los únicos encargados de revisar el nivel de aceite y de agregar aceite en caso necesario.</p> <p>Calderas: el operador de calderas es el único encargado de revisar el nivel de aceite a las calderas.</p> <p>En el caso de derrame de aceite, el operador de caldera y/o el mecánico industrial, debe de dejar limpio su lugar de trabajo, para evitar cualquier tipo de lesión o de accidente.</p> <p>Las hojas de lubricación (ver figuras 31 y 32; de las páginas 84 y 85, respectivamente), deben ser debidamente llenadas, anotando la fecha, nombre y firma, así como también, el chequeo de las actividades realizadas.</p> <p>Las hojas que se mencionan anteriormente, deben se solicitadas al Departamento de Mantenimiento, una vez llenadas, se deben de entregar al asistente o jefe de mantenimiento.</p>		
Elaborado por:	Revisado por:	Página:
Nombre del puesto	Nombre y apellido	1/1

FUENTE: Elaboración propia.

Figura 20. Procedimiento preventivo mecánico

 FOREMOST DAIRIES DE GUATEMALA, S.A. GERENCIA DE PLANTA JEFATURA DE MANTENIMIENTO		
Título y procedimiento:	Área:	Fecha: Sep/05
Mantenimiento preventivo mecánico de compresores, calderas, red de distribución de vapor, lavadora y secadora	Producción y lavandería	Revisión No.:
<p>1. INTRODUCCIÓN: El presente procedimiento, detalla todos los trabajos que deben de llevarse a cabo antes de iniciar los trabajos de mantenimiento preventivo mecánico hacia los distintos equipos de trabajo (compresores, calderas, red de distribución de vapor, lavadora y secadora).</p> <p>2. OBJETIVO: Prestar el servicio de mantenimiento preventivo mecánico a los distintos equipos de trabajo para que trabajen y se mantengan en óptimas condiciones.</p> <p>3. ALCANCE: El presente procedimiento se aplica únicamente al los operadores de calderas y/o al mecánico industrial.</p> <p>4. DESARROLLO: Compresores, lavadora y secadora: el mecánico industrial es la única persona que se encarga de realizar los distintos trabajos de mantenimiento preventivo.</p> <p>Calderas: el operador de calderas y/o el mecánico industrial, son los únicos encargados de realizar el mantenimiento preventivo.</p> <p>Los equipos pueden ser revisados cuando están en funcionamiento, en el caso de alguna reparación, se debe de parar el equipo y que esté eléctricamente desconectado. El reparar o parar un equipo de trabajo, primero debe de consultarse con el asistente o el jefe de mantenimiento, ya que todo dependerá de la gravedad que se presente y de las prioridades que existan en producción.</p> <p>Después de realizada la reparación, se debe de dejar limpio el lugar de trabajo.</p> <p>Las hojas del mantenimiento preventivo mecánico (ver figuras 33, 34, 35 y 36; de las páginas 86, 87, 88 y 89, respectivamente), deben ser debidamente llenadas, anotando la fecha, nombre y firma, así como también, el chequeo de las actividades realizadas.</p> <p>Las hojas que se mencionan anteriormente, deben se solicitadas al Departamento de Mantenimiento, una vez llenadas, se deben de entregar al asistente o jefe de mantenimiento.</p>		
Elaborado por:	Revisado por:	Página:
Nombre del puesto	Nombre y apellido	1/1

FUENTE: Elaboración propia.

Figura 21. Procedimiento preventivo eléctrico

 FOREMOST DAIRIES DE GUATEMALA, S.A. GERENCIA DE PLANTA JEFATURA DE MANTENIMIENTO		
Título y procedimiento:	Área:	Fecha: Sep/05
Mantenimiento preventivo eléctrico de compresores, calderas, elecster, lavadora y secadora	Producción y lavandería	Revisión No.:
<p>1. INTRODUCCIÓN: El presente procedimiento, detalla todos los trabajos que deben de llevarse a cabo antes de iniciar los trabajos de mantenimiento preventivo eléctrico hacia los distintos equipos de trabajo (compresores, calderas, elecster, lavadora y secadora).</p> <p>2. OBJETIVO: Prestar el servicio de mantenimiento preventivo eléctrico a los distintos equipos de trabajo para que trabajen y se mantengan en óptimas condiciones.</p> <p>3. ALCANCE: El presente procedimiento se aplica únicamente a los electromecánicos.</p> <p>4. DESARROLLO: Para la inspección visual y auditiva, los trabajos se pueden hacer con el equipo en funcionamiento.</p> <p>Para realizar el mantenimiento preventivo eléctrico, se debe de tomar en cuenta que los equipos deben estar parados y eléctricamente desconectados. Esto es para evitar algún tipo de lesión o accidente.</p> <p>Después de que se realiza alguna reparación, se debe de dejar limpio el lugar de trabajo.</p> <p>Las hojas del mantenimiento preventivo eléctrico (ver figuras 37, 38, 39 y 40; de las páginas 90, 91 y 92), deben ser debidamente llenadas, anotando la fecha, nombre y firma, así como también, el chequeo de las actividades realizadas.</p> <p>Las hojas que se mencionan anteriormente, deben ser solicitadas al Departamento de Mantenimiento, una vez llenadas, se deben de entregar al asistente o jefe de mantenimiento.</p>		
Elaborado por:	Revisado por:	Página:
Nombre del puesto	Nombre y apellido	1/1

FUENTE: Elaboración propia.

Figura 22. Procedimiento preventivo de lubricación

 FOREMOST DAIRIES DE GUATEMALA, S.A. GERENCIA DE PLANTA JEFATURA DE MANTENIMIENTO		
Título y procedimiento:	Área:	Fecha: Sep/05
Mantenimiento preventivo de lubricación para compresores, calderas, elecster, lavadora y secadora	Producción y lavandería	Revisión No.:
<p>1. INTRODUCCIÓN: El presente procedimiento, detalla todos los trabajos que deben de llevarse a cabo antes de iniciar los trabajos de mantenimiento preventivo de lubricación hacia los distintos equipos de trabajo (compresores, calderas, elecster, lavadora y secadora).</p> <p>2. OBJETIVO: Prestar un adecuado servicio de lubricación a los distintos equipos de trabajo para que trabajen y se mantengan en óptimas condiciones.</p> <p>3. ALCANCE: El presente procedimiento se aplica únicamente al los electromecánicos y al mecánico industrial.</p> <p>4. DESARROLLO: Los electromecánicos, son los responsables de dar el servicio de lubricación a la elecster. Se debe de tomar en cuenta, que el equipo debe estar parado y eléctricamente desconectado para evitar algún tipo de lesión o accidente.</p> <p>El mecánico industrial, es el responsable de realizar el servicio de lubricación a los siguientes equipos: compresores, calderas, lavadora y secadora.</p> <p>Después de que se realiza alguna reparación, se debe de dejar limpio el lugar de trabajo.</p> <p>Las hojas del mantenimiento preventivo de lubricación (ver figuras 41, 42, 43 y 44; de las páginas 93, 94 y 95), deben ser debidamente llenadas, anotando la fecha, nombre y firma, así como también, el chequeo de las actividades realizadas.</p> <p>Las hojas que se mencionan anteriormente, deben se solicitadas al Departamento de Mantenimiento, una vez llenadas, se deben de entregar al asistente o jefe de mantenimiento.</p>		
Elaborado por:	Revisado por:	Página:
Nombre del puesto	Nombre y apellido	1/1

FUENTE: Elaboración propia.

4.3. Rutinas de mantenimiento operativo

Las rutinas de mantenimiento operativo son aquellas actividades que deben efectuar los operarios, quienes están a cargo de un equipo de trabajo en específico. Dentro de estas actividades están: la verificación del equipo de trabajo, la limpieza y la lubricación.

4.3.1. Verificación del equipo de trabajo

La verificación del equipo de trabajo, son todas aquellas actividades que se llevan a cabo en un período de tiempo definido y que se realizan a diario.

Estas actividades las lleva a cabo el operario, quien está a cargo de un equipo de trabajo en específico, las cuales podrá consultar, cuando así sea necesario.

La verificación se realizará en los siguientes equipos:

- Compresores.
- Calderas.
- Elecster (línea de producción).
- Lavadora.
- Secadora.

Figura 23. Verificación de compresores

FOREMOST DAIRIES DE GUATEMALA, S.A.
GERENCIA DE PLANTA
JEFATURA DE MANTENIMIENTO



**MANTENIMIENTO OPERATIVO
VERIFICACIÓN DE COMPRESORES**

Fecha: _____ Compresor 1, 2 o 3

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	✓
1	Verificar que no existan fugas de aire en el lugar. Esto es fácil de detectar y se puede hacer de dos formas: por sonido o por sentido del tacto. La primera, se detecta por el sonido que produce, escuchando donde está ubicada la fuga de aire. La segunda, es con agua y jabón, se hace espuma abundante y se aplica con la mano en la parte donde se cree que existe la fuga.	
2	Verificar que no existan fugas de agua o líquido condensado.	
3	Verificar que no existan fugas de aceite en los compresores.	
4	Verificar si existen ruidos y vibraciones anormales. Las vibraciones y ruidos inusuales son indicios de fallas en los equipos, se debe poner atención a los mismos y tratar de investigar las causas para corregirlas oportunamente.	
5	Verificar que la presión de aire sea la correcta. Inspeccionar el estado del manómetro.	
6	Verificar el funcionamiento de las válvulas de alivio (seguridad). Comprobar el buen funcionamiento de las válvulas accionándolas varias veces y observar si funcionan adecuadamente.	
7	Verificar el filtro de aire. Comprobar cualquier anomalía que presente el filtro.	
8	Verificar la tensión y estado de las fajas. Inspeccionar la tensión correcta de las fajas de transmisión, de no ser correctas, se deben ajustar. Revisarlas en busca de daños como roturas, grietas, etc. Nunca reemplazarse una sola correa, si no, el juego completo, de no hacerse en esta forma toda la carga pasa a la correa nueva que todavía no se ha estirado. Tomar en cuenta que el equipo esté parado y desconectado eléctricamente, para evitar que existan accidentes.	

Nombre y firma

FUENTE: Elaboración propia.

Figura 24. Verificación de calderas

FOREMOST DAIRIES DE GUATEMALA, S.A.
 GERENCIA DE PLANTA
 JEFATURA DE MANTENIMIENTO



**MANTENIMIENTO OPERATIVO
 VERIFICACIÓN DE CALDERAS**

Fecha: _____ Caldera 1, 2 o 3

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	✓
1	Verificar el buen funcionamiento del sistema de paro por bajo nivel. Esto se hace purgando la columna de agua hasta el punto mas bajo, cuando la unidad está funcionando.	
2	Verificar periódicamente la columna del agua.	
3	Verificar el nivel de combustible en el tanque de almacenaje, de ser muy bajo reportar inmediatamente al Departamento de Mantenimiento. Se utiliza una vara para ver el nivel.	
4	Revisar la presión del búnker (30 - 65 PSI). Ver el manómetro.	
5	Verificar la temperatura del petróleo en la tubería (100 °C). Ver el manómetro.	
6	Verificar las condiciones de succión de la bomba de combustible (70 - 90 PSI). Ver el manómetro.	
7	Verificar la temperatura de la chimenea. Si es alta (más de 450 °F), revisar el cierre de las cámaras en la parte de atrás. Ver el termómetro.	
8	Verificar las uniones flexibles en las tuberías, si están en buen estado y que no existan fugas de vapor.	
9	Verificar los controles de presión. Inspeccionar que funcionen adecuadamente y dentro de los límites de operación establecidos. Ver manómetros.	
10	Verificar fugas, ruidos o vibraciones inusuales en todo el sistema.	
11	Verificar las mirillas de la caldera. Tienen dos visores, uno adelante y otro atrás.	
12	Verificar el tanque del agua de la caldera.	
13	Verificar el rendimiento del poder de combustión.	
14	Verificar el cierre límite de la presión, 125 PSI (automático).	
15	Verificar en la parte de abajo de la caldera buscando lugares sucios y limpiarlos.	
16	Verificar los accesorios de tubería, que no existan fugas a lo largo de la línea de alimentación de agua, desde la bomba de agua hasta la entrada de la caldera.	
17	Verificar las válvulas en general. Asegurarse que no existan fugas en los vástagos de las válvulas de compuerta, de globo, de retención, etc. Si existen, ajuste adecuadamente el prensa estopa, cambie la estopa o de ser necesario cambie las válvulas que lo requieran.	
18	Verificar las cápsulas de mercurio Honeywell. Limpie el interior del cabezal con una brocha y vea que las cápsulas de mercurio no estén rajadas, si lo están reemplácelas por nuevas, teniendo el cuidado de conectar las puntas de las mismas donde correspondan. Si se arruina, se cambia todo el control.	
19	Verificar el piloto de gas. Observar que no existan fugas en la línea de conducción.	

 Nombre y firma

FUENTE: Elaboración propia.

Figura 25. Verificación de la elecster

FOREMOST DAIRIES DE GUATEMALA, S.A. GERENCIA DE PLANTA JEFATURA DE MANTENIMIENTO		
MANTENIMIENTO OPERATIVO VERIFICACIÓN DE LA ELECSTER		
Fecha: _____		
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	√
1	Verificación de la cinta de teflón y gomas siliconas.	
2	Verificación de las cuchillas de precorte.	
3	Verificación de la tubería de aire.	
4	Verificación de la junta de la bolsa.	
5	Verificación del volumen de dosificación.	
6	Verificación del tiempo de dosificación.	
7	Verificación de la transmisión principal.	
8	Verificación de las lámparas ultra violeta (UV).	
9	Verificar la unidad de aire comprimido.	
10	Verificar el contenedor de H ₂ O ₂ .	
11	Verificación de los cartuchos de resistencia y sensores de temperatura.	
12	Verificación de los cojinetes de rodillo.	
13	Verificación de los embragues de la transmisión.	
14	Verificar la membrana de expansión del recipiente.	
15	Verificación de la tensión de la cinta transportadora.	
16	Verificar la tensión de la cadena de la transmisión principal.	
17	Verificar la resistencia de sellado de la empalmadora contra la goma de la empalmadora.	
18	Verificar las marcas de las etiquetas de seguridad y de prevención.	
_____ Nombre y firma		

FUENTE: Elaboración propia.

Figura 26. Verificación de lavadora y secadora

FOREMOST DAIRIES DE GUATEMALA, S.A. GERENCIA DE PLANTA JEFATURA DE MANTENIMIENTO		
MANTENIMIENTO OPERATIVO VERIFICACIÓN DE LAVADORA Y SECADORA		
Fecha: _____		
ÍTEM	DESCRIPCIÓN DE LA LAVADORA	√
1	Inspeccione la cámara donde se deposita la ropa, para comprobar que no existan objetos extraños.	
2	Reportar ruidos o vibraciones inusuales. Una detección temprana de fallas, evita problemas posteriores.	
ÍTEM	DESCRIPCIÓN DE LA SECADORA	√
1	Inspeccione la cámara de la secadora, para comprobar que no existan objetos extraños que puedan romper las piezas o causar problemas.	
2	Asegurar el funcionamiento suave de la máquina y efectividad del secado.	
_____ Nombre y firma		

FUENTE: Elaboración propia.

4.3.2. Limpieza

Para que un equipo trabaje en óptimas condiciones, es necesario que el operario lleve a cabo una rutina de limpieza en su equipo de trabajo. Para este caso, se tienen las rutinas para los siguientes equipos de trabajo:

- Compresores.
- Calderas.
- Elecster.
- Lavadora.
- Secadora.

Figura 27. Limpieza de compresores

FOREMOST DAIRIES DE GUATEMALA, S.A. GERENCIA DE PLANTA JEFATURA DE MANTENIMIENTO		
MANTENIMIENTO OPERATIVO LIMPIEZA DE COMPRESORES		
Fecha: _____		
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	√
Compresor 1		
1	Limpieza general. Limpiar la unidad completa, con un trapo o wippe limpio, teniendo en cuenta que el equipo está parado y desconectado eléctricamente, para evitar accidentes. Sacar toda el agua del tanque para prevenir una acumulación de humedad.	
2	Limpieza del filtro de aire. Desmontar cuidadosamente el filtro y remover la suciedad que tenga con algún agente limpiador. Al montarlo nuevamente, asegurarse que no queden fugas.	
Compresor 2		
1	Limpieza general. Limpiar la unidad completa, con un trapo o wippe limpio, teniendo en cuenta que el equipo está parado y desconectado eléctricamente, para evitar accidentes. Sacar toda el agua del tanque para prevenir una acumulación de humedad.	
2	Limpieza del filtro de aire. Desmontar cuidadosamente el filtro y remover la suciedad que tenga con algún agente limpiador. Al montarlo nuevamente, asegurarse que no queden fugas.	
Compresor 3		
1	Limpieza general. Limpiar la unidad completa, con un trapo o wippe limpio, teniendo en cuenta que el equipo está parado y desconectado eléctricamente, para evitar accidentes. Sacar toda el agua del tanque para prevenir una acumulación de humedad.	
2	Limpieza del filtro de aire. Desmontar cuidadosamente el filtro y remover la suciedad que tenga con algún agente limpiador. Al montarlo nuevamente, asegurarse que no queden fugas.	
_____ Nombre y firma		

FUENTE: Elaboración propia.

Figura 28. Limpieza de calderas

FOREMOST DAIRIES DE GUATEMALA, S.A.
 GERENCIA DE PLANTA
 JEFATURA DE MANTENIMIENTO



**MANTENIMIENTO OPERATIVO
 LIMPIEZA DE CALDERAS**

Fecha: _____ Caldera 1, 2 o 3

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	√
1	Limpiar en la parte de abajo de las calderas, cuando en éstas se detecte suciedad.	
2	Limpieza general de la unidad. Realizar una limpieza general de la unidad con agua, teniendo cuidado de no mojar el sistema eléctrico.	
3	Limpiar las partes de control.	
4	Limpieza del cuerpo del quemador. Utilizar un trapo humedecido con diesel, para hacer la limpieza de todas sus partes, tanto interior como exteriormente, luego, secarlo con otro trapo limpio.	
5	Lavar la cámara de agua.	
6	Limpiar el vidrio de las mirillas de la cámara de fuego.	
7	Limpiar orillas del conducto de agua de la caldera.	
8	Limpiar tubos de drenaje.	
9	Eliminar toda la suciedad de la caldera.	
10	Lavar la caldera completamente.	

 Nombre y firma

FUENTE: Elaboración propia.

Figura 29. Limpieza de la elecster

FOREMOST DAIRIES DE GUATEMALA, S.A. GERENCIA DE PLANTA JEFATURA DE MANTENIMIENTO		
MANTENIMIENTO OPERATIVO LIMPIEZA DE LA ELECSTER		
Fecha: _____		
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	√
1	Pre esterilización. Antes de cada producción. Con agua caliente a 140 °C.	
2	Lavado en el circuito. Durante cada pre esterilización. Con vapor caliente a 121 °C.	
3	Enfriado. Después de cada pre esterilización. Con agua estéril a 20 °C.	
4	Lavado aséptico intermedio. Varias veces al día. Con líquidos para lavar.	
5	Limpieza del cilindro de control. Después de cada lavado en el circuito. Se utiliza detergente.	
6	Limpieza de superficies de la máquina, interior y exterior. El interior con detergente y agente esterilizador. En el exterior con detergente.	
7	Limpieza de paredes y pisos de la sala de procesamiento. Con detergente.	
8	Limpieza de cabezales de sellado. Después de cada producción. Se utiliza acetona.	
9	Limpieza de baños de peróxido de hidrógeno. Se utiliza detergente.	
10	Limpieza de tolvas de peróxido de hidrógeno. Después de cada producción. Se utiliza detergente.	
11	Limpieza de cinta transportadora. Se utiliza detergente.	
12	Limpieza del control de cilindro. Después del lavado en el circuito. Se utiliza detergente.	
13	Limpieza de rodillos desenrolladores de película. Se utiliza detergente y agente esterilizador.	
14	Limpieza del filtro del gabinete. Se utiliza agua.	
_____ Nombre y firma		

FUENTE: Elaboración propia.

Figura 30. Limpieza de lavadora y secadora

FOREMOST DAIRIES DE GUATEMALA, S.A. GERENCIA DE PLANTA JEFATURA DE MANTENIMIENTO		
MANTENIMIENTO OPERATIVO LIMPIEZA DE LAVADORA Y SECADORA		
Fecha: _____		
ÍTEM	DESCRIPCIÓN DE LA LAVADORA	√
1	Limpieza general. La parte interior de la máquina debe mantenerse limpia bajo condiciones normales de operación. El exterior de la lavadora debe mantenerse limpio y libre de mota. La limpieza debe realizarse con un trapo húmedo.	
ÍTEM	DESCRIPCIÓN DE LA SECADORA	√
1	Eliminación de pelusa en las rejillas (cada 2 días a la semana). Remover toda la pelusa acumulada en la parte del compartimiento, utilizar un trapo húmedo para recoger la mota que queda en la pantalla; el dejar residuos de mota en el compartimiento es un inconveniente dentro de la pantalla y podría restringir la circulación adecuada de aire.	
_____ Nombre y firma		

FUENTE: Elaboración propia.

4.3.3. Lubricación

A continuación se presentan las rutinas de lubricación que deber realizar un operario en su equipo de trabajo.

Los equipos de trabajo son:

- Compresores.
- Calderas.

Figura 31. Lubricación de compresores

FOREMOST DAIRIES DE GUATEMALA, S.A. GERENCIA DE PLANTA JEFATURA DE MANTENIMIENTO		
MANTENIMIENTO OPERATIVO LUBRICACIÓN DE COMPRESORES		
Fecha: _____		
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	√
Compresor 1		
1	Revisión del nivel de aceite. Revisar el nivel del aceite lubricante en el recipiente, si es bajo, agregar aceite nuevo hasta el nivel indicado, y no exceder del mismo. Los aceites recomendados son: para el compresor Quincy es el aceite marca Quincy, y para los otros dos compresores se utiliza aceite Chevron 240.	
Compresor 2		
1	Revisión del nivel de aceite. Revisar el nivel del aceite lubricante en el recipiente, si es bajo, agregar aceite nuevo hasta el nivel indicado, y no exceder del mismo. Los aceites recomendados son: para el compresor Quincy es el aceite marca Quincy, y para los otros dos compresores se utiliza aceite Chevron 240.	
Compresor 3		
1	Revisión del nivel de aceite. Revisar el nivel del aceite lubricante en el recipiente, si es bajo, agregar aceite nuevo hasta el nivel indicado, y no exceder del mismo. Los aceites recomendados son: para el compresor Quincy es el aceite marca Quincy, y para los otros dos compresores se utiliza aceite Chevron 240.	
_____ Nombre y firma		

FUENTE: Elaboración propia.

Figura 32. Lubricación de calderas

FOREMOST DAIRIES DE GUATEMALA, S.A. GERENCIA DE PLANTA JEFATURA DE MANTENIMIENTO		
MANTENIMIENTO OPERATIVO LUBRICACIÓN DE CALDERAS		
Fecha: _____		
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	√
Caldera 1		
1	Revisar nivel de aceite. En el caso de que le haga falta, utilizar el aceite adecuado hasta dejarlo a nivel.	
Caldera 2		
1	Revisar nivel de aceite. En el caso de que le haga falta, utilizar el aceite adecuado hasta dejarlo a nivel.	
Caldera 3		
1	Revisar nivel de aceite. En el caso de que le haga falta, utilizar el aceite adecuado hasta dejarlo a nivel.	
_____ Nombre y firma		

FUENTE: Elaboración propia.

4.4. Rutinas de mantenimiento preventivo

Las rutinas de mantenimiento preventivo, son todas aquellas actividades que solamente el técnico mecánico de turno debe realizar. Dentro de estas actividades están las de mantenimiento mecánico, eléctrico y de lubricación.

4.4.1. Mecánico

El técnico mecánico es el único encargado en realizar los trabajos de mantenimiento preventivo en los siguientes equipos de trabajo: compresores, calderas, la red de distribución de vapor, la lavadora y la secadora.

Figura 33. Mantenimiento mecánico para compresores

FOREMOST DAIRIES DE GUATEMALA, S.A.
 GERENCIA DE PLANTA
 JEFATURA DE MANTENIMIENTO



**MANTENIMIENTO PREVENTIVO MECÁNICO
 VERIFICACIÓN DE COMPRESORES**

Fecha: _____ Compresor 1, 2 o 3

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	√
1	Purgar el líquido condensado en el recibidor de la trampa. La presencia de condensado provoca corrosión, desgaste y deficiencia de operación en las válvulas. El condensado también lava la lubricación.	
2	Revisar que no existan fugas de aire en toda la red de distribución.	
3	Revisión válvulas en general. Asegurarse de que no existan fugas en los vástagos de las válvulas de compuerta de globo, de retención, etc. Si existen, realizar ajustes o de ser necesario, cambiar las válvulas que así lo requieran.	
4	Revisión de toda la distribución de la red. Revisar toda la instalación de aire comprimido en busca de fugas, desgaste, deterioro y cualquier indicio de desperfecto que pueda afectar el buen funcionamiento del mismo. Si se detectan algún problema se deben efectuar los ajustes o reparaciones que sean necesarios.	
5	Revisar el estado de los manómetros. En el caso de que esté averiado, cambiarlo por uno nuevo.	

 Nombre y firma

FUENTE: Elaboración propia.

Figura 34. Mantenimiento mecánico para calderas

FOREMOST DAIRIES DE GUATEMALA, S.A.
 GERENCIA DE PLANTA
 JEFATURA DE MANTENIMIENTO



**MANTENIMIENTO PREVENTIVO MECÁNICO
 LIMPIEZA DE CALDERAS**

Fecha: _____ Caldera 1, 2 o 3

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	✓
1	Revisar si existen fugas de agua, vapor, combustible, gases de combustión. Éstas deben ser reportadas y corregidas lo mas pronto posible.	
2	Revisar el filtro de línea de alimentación de combustible. Desmontar cuidadosamente los filtros que encuentre a lo largo de la línea y remover la suciedad que tenga la malla con diesel o cualquier otro agente limpiador, al montarlos nuevamente, asegúrese que no queden fugas.	
3	Revisión de las válvulas de seguridad. Accionar periódicamente las válvulas de seguridad para evitar que los asientos se peguen y se corra el riesgo que por una sobre presión no se disparen.	
4	Revisión de boquillas. Desmontar las boquillas y desarmarlas cuidadosamente para limpiarle el filtro, la pieza giratoria y el orificio de salida con diesel o tinner. El orificio no debe limpiarse con objetos metálicos por que puede dañarse. Asegúrese de no cambiar la posición de las boquillas.	
5	Electrodos de ignición. Desmontarlos con cuidado para evitar que se quiebre el aislante, limpiarlos con lija fina y luego colóquelos de nuevo.	
6	Tubo de nivel. Revisar que no existan fugas en las tuercas del tubo, de ser así ajustar las tuercas y si persisten las fugas, cambiar los empaques. Si el cristal del tubo de nivel está sucio, limpiar el interior y exterior con lija muy fina, si está rajado reemplazarlo por uno nuevo.	
7	Revisión de prensa estopa de las bombas de alimentación de agua. Reemplazar todos los anillos empleando estopa grafitada de la misma medida que se requiere, ajustar los prensa estopa y poner en funcionamiento la bomba, si existen fugas, realizar un ajuste más, hasta que las fugas desaparezcan; si la bomba no utiliza prensa estopa y en lugar de ellas utiliza sello mecánico, reemplazarlo si hay fuga.	
8	Limpieza y prueba de funcionamiento de las válvulas de seguridad. Limpiar las válvulas completamente eliminando toda suciedad o material extraño que puedan afectar su funcionamiento y accionarlas para comprobar su efectividad.	
9	Levantar la válvula de seguridad de vapor para comprobar su buen estado.	
10	Limpiar el filtro del compresor de succión.	
11	Limpieza del control de presión de vapor (presuretrol). Desmontar la tapa transparente y limpiar el interior con una brocha, ver que la cápsula de mercurio no esté dañada, si lo está se debe cambiar por una nueva.	
12	Revisión de termostatos. Las calderas que trabajan con bunker están provistas de unos controles de temperatura del combustible (termostatos), quitar la tapa y limpiar el interior, ajustar de ser necesario a la temperatura requerida para una buena atomización del combustible en la boquilla.	
13	Limpieza del lado de agua. Dejar que se enfríe la caldera por completo, quitar todas las tortugas, realizar la inspección respectiva y lavar con agua a presión, tratando de evacuar todos los sólidos que contenga, luego limpiar los registros y las tortugas colocándoles empaques nuevos y asegurándose que las tortugas queden lo mejor centrado posible en los registros, ajustándolas adecuadamente para evitar cualquier fuga.	
14	Limpieza del estado de fuego. Desmontar el quemador, quitar los tornillos y/o cuñas de las tapaderas o puertas. Con un cepillo circular de cerdas de acero, del tamaño adecuado de acuerdo a los tubos, conectado en un maneral (regularmente un tubo) remover todo el hollín de los tubos, con un cepillo de alambre con mango, remover también el hollín de los espejos, puertas y todas aquellas áreas que presente hollín.	
15	Filtro de válvula que entrega agua al tanque de condensado. Desmontar cuidadosamente el filtro que se encuentra en el interior y remover toda la suciedad con agua a presión o vapor, al colocarlo nuevamente reemplazar el empaque de la tapadera por una nueva, aplicándole una capa de sellador para evitar fuga.	
16	Filtro de la descarga del tanque a la bomba de alimentación. Cerrar la válvula de compuerta que está colocada en la descarga del tanque a la bomba, quitar el reductor y el tapón macho del cuerpo del filtro en "Y" y sacar la malla metálica que se encuentra en su interior, limpiarla con agua a presión o vapor; al colocarla nuevamente asegurarse de ponerle teflón para un buen sellado.	
17	Revisión de termómetros. Desmontar todos los termómetros que se encuentran en el sistema, remover la suciedad del bulbo censor y colocarlo de nuevo aplicándole cinta de teflón para evitar fugas.	
18	Revisión de manómetros. Revisar los manómetros, en caso de estar en mal estado, reemplazarlo por uno nuevo.	

Nombre y firma

FUENTE: Elaboración propia.

Figura 35. Mantenimiento mecánico para la red de distribución de vapor

FOREMOST DAIRIES DE GUATEMALA, S.A.
 GERENCIA DE PLANTA
 JEFATURA DE MANTENIMIENTO



**MANTENIMIENTO PREVENTIVO MECÁNICO
 RED DE DISTRIBUCIÓN DE VAPOR**

Fecha: _____

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	✓
1	Inspección de posibles fugas en uniones, tees, codos, tuberías, etc.	
2	Inspección de juntas de expansión. Graduar los topes de sujeción y los prensa estopas cuando sea necesario.	
3	Revisión del aislante térmico de la tubería. Asegurarse de que no exista erosión, desprendimiento o ausencia de aislante. La ausencia de aislante produce pérdidas de energía y calor, además produce condensaciones que pueden causar erosión.	
4	Inspección del estado de anclajes y soportes de tuberías. Verificar que no existan rupturas, deterioro o aflojamiento, de ser necesario realizar los ajustes necesarios.	
5	Inspección de trampas para vapor, reguladores, válvulas, filtros y demás accesorios.	
6	Comprobación del funcionamiento de manómetros y estado físico de los mismos.	
7	Desmontar las trampas de vapor y verificar su estado. Limpiar o reemplazar si es necesario.	
8	Inspeccionar y ajustar todos los manómetros de la instalación. Estos deben funcionar correctamente, reemplazarlos si es necesario.	
9	Efectuar todas las reparaciones que sean necesarias en base a la inspección general de las instalaciones.	
10	Inspección de las válvulas en general. Asegurar que no existan fugas en los vástagos de las válvulas de compuerta, de globo, de retención, etc. Si existen, ajustar adecuadamente el prensa estopa, cambiar la estopa o de ser necesario cambiar las válvulas que lo requieran.	

 Nombre y firma

FUENTE: Elaboración propia.

Figura 36. Mantenimiento mecánico para lavadora y secadora

FOREMOST DAIRIES DE GUATEMALA, S.A. GERENCIA DE PLANTA JEFATURA DE MANTENIMIENTO		
MANTENIMIENTO PREVENTIVO MECÁNICO LAVADORA Y SECADORA		
Fecha: _____		
ÍTEM	DESCRIPCIÓN PARA LA LAVADORA	√
1	Revisar las conexiones de agua en busca de fugas. En caso de detectarlas, corregirlas lo mas pronto posible para asegurar el óptimo funcionamiento de la máquina.	
2	Comprobar la lubricación de la máquina y su suave funcionamiento. Asegurarse de que no existan ruidos, desgaste o aumento de temperatura en las partes móviles por falta o deficiencia de lubricación.	
3	Revisar el funcionamiento de los cierres de la tapa. Accionar los cierres de las tapas del tambor para ver si funcionan correctamente, en caso contrario realizar los ajustes necesarios.	
4	Revisar las fajas o bandas de transmisión. Se debe inspeccionar la tensión correcta de las fajas de transmisión, de no ser correctas, se deben ajustar. Inspeccionar por daños como roturas, grietas, etc. Nunca reemplazar una sola correa, si no, el juego completo.	
5	Revisar el funcionamiento de las válvulas automáticas de admisión de agua. Comprobar la admisión hasta el nivel correcto.	
6	Revisar el sistema neumático. Revisar la unidad de regulación (drenadora, filtro y lubricación). Revisar la presión correcta de aire comprimido y buscar posibles fugas en las conexiones a válvulas o cilindros actuadores.	
ÍTEM	DESCRIPCIÓN PARA LA LAVADORA	√
1	Revisar las conexiones de agua en busca de fugas. En caso de detectarlas, corregirlas lo mas pronto posible para asegurar el óptimo funcionamiento de la máquina.	
2	Comprobar la lubricación de la máquina y su suave funcionamiento. Asegurarse de que no existan ruidos, desgaste o aumento de temperatura en las partes móviles por falta o deficiencia de lubricación.	
3	Revisar el funcionamiento de los cierres de la tapa. Accionar los cierres de las tapas del tambor para ver si funcionan correctamente, en caso contrario realizar los ajustes necesarios.	
_____ Nombre y firma		

FUENTE: Elaboración propia.

4.4.2. Eléctrico

El técnico eléctrico es el único encargado en realizar los trabajos de mantenimiento preventivo en los siguientes equipos de trabajo: compresores, calderas, la elecster, la lavadora y la secadora.

Figura 37. Mantenimiento eléctrico para compresores

FOREMOST DAIRIES DE GUATEMALA, S.A. GERENCIA DE PLANTA JEFATURA DE MANTENIMIENTO		
MANTENIMIENTO PREVENTIVO ELÉCTRICO COMPRESORES		
Fecha: _____		
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	√
Compresor 1		
1	Limpieza y revisión de contactos en conexiones eléctricas. Asegurarse que las conexiones de las terminales estén bien atornilladas y que no existan elementos flojos o desajustados.	
2	Revisión del sistema eléctrico en general. Probar continuidad, eliminar polvo y suciedad con un limpiador de contactos y realizar todos los ajustes que sean necesarios.	
Compresor 2		
1	Limpieza y revisión de contactos en conexiones eléctricas. Asegurarse que las conexiones de las terminales estén bien atornilladas y que no existan elementos flojos o desajustados.	
2	Revisión del sistema eléctrico en general. Probar continuidad, eliminar polvo y suciedad con un limpiador de contactos y realizar todos los ajustes que sean necesarios.	
Compresor 3		
1	Limpieza y revisión de contactos en conexiones eléctricas. Asegurarse que las conexiones de las terminales estén bien atornilladas y que no existan elementos flojos o desajustados.	
2	Revisión del sistema eléctrico en general. Probar continuidad, eliminar polvo y suciedad con un limpiador de contactos y realizar todos los ajustes que sean necesarios.	
_____ Nombre y firma		

FUENTE: Elaboración propia.

Figura 38. Mantenimiento eléctrico para calderas

FOREMOST DAIRIES DE GUATEMALA, S.A.
 GERENCIA DE PLANTA
 JEFATURA DE MANTENIMIENTO



**MANTENIMIENTO PREVENTIVO ELÉCTRICO
 CALDERAS**

Fecha: _____ Caldera 1, 2 o 3

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	✓
1	Revisión de las líneas de alimentación eléctrica, combustible y agua. Corregir inmediatamente cualquier fuga que se observe a lo largo de toda la línea desde el tanque principal hasta el quemador, ajustando conexiones, cambiando empaques, tubos o accesorios según el caso.	
2	Aisladores de electrodos de ignición. Revisar el estado de las porcelanas y cambiarlas si se encuentran rajadas, pues podrían provocar que la chispa se fugue por la rajadura.	
3	Cables de ignición. Comprobar el estado de los cables de ignición con un comprobador de continuidad, de estar abiertos, cambiarlos por nuevos y ver que las terminales hagan buen contacto tanto en los electrodos como en el transformador de ignición.	
4	Foto celda. Limpiarla con un trapo completamente seco al igual que el conducto donde va alojada.	
5	Revisión de las terminales eléctricas. Asegurarse que las conexiones en las terminales estén bien atornilladas.	
6	Limpeza del control programador. Desmontar cuidadosamente el programador y ver que todas las terminales estén bien apretadas y limpias. Para la limpieza de los platinos del temporizador del programador, frotarlos suavemente y aplicarles líquido limpiador de contactos; al colocar el control programador, asegurarse que quede bien sujeto para evitar falsos contactos y un mal funcionamiento de la caldera.	
7	Limpeza de platinos del sistema eléctrico. A los platinos de los contactores que se encuentran el panel de control, pasarles suavemente un pedazo de lija lo mas fina posible y aplicarles líquido limpiador de contactos.	

 Nombre y firma

FUENTE: Elaboración propia.

Figura 39. Mantenimiento eléctrico para la elecster

FOREMOST DAIRIES DE GUATEMALA, S.A.
GERENCIA DE PLANTA
JEFATURA DE MANTENIMIENTO



**MANTENIMIENTO PREVENTIVO ELÉCTRICO
ELECSTER**

Fecha: _____

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	√
1	Cambio de las lámparas ultra violeta (UV), cada 3,000 o 6,0000 hrs.	
2	Revisión de las resistencias y sensores de temperatura de los selladores.	
3	Revisión de los botones de paro de emergencia.	
4	Revisión general de los gabinetes eléctricos.	
5	Revisión general del sistema eléctrico.	

Nombre y firma

FUENTE: Elaboración propia.

Figura 40. Mantenimiento eléctrico para lavadora y secadora

FOREMOST DAIRIES DE GUATEMALA, S.A.
GERENCIA DE PLANTA
JEFATURA DE MANTENIMIENTO



**MANTENIMIENTO PREVENTIVO ELÉCTRICO
LAVADORA Y SECADORA**

Fecha: _____

ÍTEM	DESCRIPCIÓN DE LA LAVADORA	√
1	Revisión del motor eléctrico. Lubricar con grasa adecuada los cojinetes, tener cuidado de no lubricar con exceso. Limpiar externa e internamente el motor con aire comprimido y líquido dieléctrico, luego eliminar con trapo limpio los depósitos de grasa, polvo y pelusa. Comprobar el funcionamiento del freno, ajustar la presión del freno si es necesario.	
2	Observar el funcionamiento de las válvulas solenoides. Observar la operación durante un ciclo completo, en caso de desperfecto reemplazar de inmediato.	

ÍTEM	DESCRIPCIÓN DE LA SECADORA	√
1	Revisar el sistema eléctrico en general. Asegurarse que las conexiones en las terminales estén bien atornilladas, probar continuidad, eliminar polvo y suciedad, realizar los ajustes necesarios.	

Nombre y firma

FUENTE: Elaboración propia.

4.4.3. Lubricación

El técnico mecánico es el único encargado en realizar los trabajos de lubricación, como parte del mantenimiento preventivo. Estos trabajos se realizarán en los siguientes equipos de trabajo: compresores, calderas, la elecster, lavadora y secadora.

Figura 41. Lubricación de compresores

FOREMOST DAIRIES DE GUATEMALA, S.A. GERENCIA DE PLANTA JEFATURA DE MANTENIMIENTO		
MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LUBRICACIÓN COMPRESORES		
Fecha: _____		
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	✓
Compresor 1		
1	Cambio de aceite. Quitar el tapón para evacuar el aceite viejo. Poner y ajustar el tapón de llenado y agregar un aceite de buena calidad hasta que llegue al nivel correcto.	
Compresor 2		
1	Cambio de aceite. Quitar el tapón para evacuar el aceite viejo. Poner y ajustar el tapón de llenado y agregar un aceite de buena calidad hasta que llegue al nivel correcto.	
Compresor 3		
1	Cambio de aceite. Quitar el tapón para evacuar el aceite viejo. Poner y ajustar el tapón de llenado y agregar un aceite de buena calidad hasta que llegue al nivel correcto.	
_____ Nombre y firma		

FUENTE: Elaboración propia.

Figura 42. Lubricación de calderas

FOREMOST DAIRIES DE GUATEMALA, S.A.
 GERENCIA DE PLANTA
 JEFATURA DE MANTENIMIENTO



**MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LUBRICACIÓN
 CALDERAS**

Fecha: _____ Caldera 1, 2 o 3

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	√
1	Comprobar la temperatura de los cojinetes en las bombas de alimentación de agua. Poner la mano en la parte superior de la bomba durante 10 segundos, si no aguanta lo caliente que está el motor, puede ser que le haga falta grasa.	
2	Lubricación de cojinetes. Al lubricar los cojinetes cuidar que no tengan residuos de la grasa anterior y que estén completamente limpios, al ponerles grasa nueva, procurar que sea la cantidad apropiada para evitar problemas de sobrecalentamiento, si no se cuenta con un catálogo de lubricantes, utilizar grasa grafitada. Los cojinetes sellados no necesitan lubricación.	
3	Lubricación del motor ventilador. Si el motor cuenta con graseras o aceiteras realice el cambio de la grasa o aceite de acuerdo a la recomendación del fabricante, si no cuenta con manual, utilice grasa grafitada.	
4	Verificar la temperatura de los cojinetes del ventilador, para ver si hay necesidad de lubricarlos o cambiarlos.	

Nombre y firma

FUENTE: Elaboración propia.

Figura 43. Lubricación de la elecster

FOREMOST DAIRIES DE GUATEMALA, S.A.
 GERENCIA DE PLANTA
 JEFATURA DE MANTENIMIENTO



**MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LUBRICACIÓN
 ELECSTER**

Fecha: _____

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	√
1	Levas y cojinetes de levas.	
2	Guías.	
3	Barras de cojinetes.	
4	Cilindro dosificador.	
5	Engranaje angular.	
6	Cojinete.	
7	Eje vertical.	
8	Cilindro de control.	
9	Cadenas y ruedas de cadenas.	
10	Cilindro de control.	

Nombre y firma

FUENTE: Elaboración propia.

Figura 44. Lubricación de lavadora y secadora

FOREMOST DAIRIES DE GUATEMALA, S.A. GERENCIA DE PLANTA JEFATURA DE MANTENIMIENTO		
MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LUBRICACIÓN LAVADORA Y SECADORA		
Fecha: _____		
ÍTEM	DESCRIPCIÓN DE LA LAVADORA	√
1	Revisar el nivel de aceite en el recipiente, de ser bajo agregar aceite hasta el nivel aceptable.	
2	Lubricación de partes móviles. La lubricación debe ser adecuada y con el lubricante correcto. Se debe tener en cuenta que una sobre lubricación puede ser más perjudicial que una lubricación deficiente.	
ÍTEM	DESCRIPCIÓN DE LA SECADORA	√
1	Lubricación de cadenas y sprocket (aceite o grasa). Si la secadora tiene cadenas en vez de fajas, estas se deben limpiar y lubricar para evitar que exista fricción entre las partes móviles. Quitar exceso de grasa o aceite.	
2	Aceitar las bisagras de las puertas. Aplicar grasa o aceite según sea el caso asegurándose de no exceder el mismo.	
3	Lubricación. La cadena conductora debe ser lubricada mensualmente con aceite SAE 30, lubricar la cadena mientras se hace girar el cilindro con la mano, insertar la aceitera a través de cada orificio de la cadena, aplicar de 6 a 10 gotas en cada orificio.	
_____ Nombre y firma		

FUENTE: Elaboración propia.

4.5. Diseño

El diseño es una actividad técnica y creativa que sirve para ayudar al lector a comprender los contenidos mediante una presentación cómoda, eficaz y atractiva a la vista. El diseño servirá para la elaboración de informes y para los distintos formatos que se utilizarán en el Departamento de Mantenimiento.

Figura 46. Orden de trabajo

FOREMOST DAIRIES DE GUATEMALA, S.A. GERENCIA DE PLANTA JEFATURA DE MANTENIMIENTO				
ORDEN DE TRABAJO				
				No. OT: _____
Fecha	Área	Máquina	Mantenimiento	Trabajo
			Correctivo <input type="checkbox"/>	Externo <input type="checkbox"/>
			Preventivo <input checked="" type="checkbox"/>	Local <input checked="" type="checkbox"/>
			Operativo <input type="checkbox"/>	
PRIORIDAD 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>			REPARACIÓN <input checked="" type="checkbox"/>	MODIFICACIÓN <input type="checkbox"/>
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO A REALIZAR				
REPORTE DEL TRABAJO REALIZADO				
MATERIALES Y REPUESTOS USADOS				
_____ APROBADO POR			_____ TRABAJO REALIZADO POR:	

FUENTE: Elaboración propia.

4.6. Desarrollo

El desarrollo es la acción de hacer algo, entonces, podemos mencionar la planificación y la programación del mantenimiento preventivo, tanto operativo como mecánico.

4.6.1. Planificación

La planificación se divide en dos partes, una de mantenimiento operativo y la otra de mantenimiento preventivo. En ambas, se describen los trabajos a realizar, en que equipo se debe efectuar y cual será su frecuencia de tiempo para realizarlas.

4.6.1.1. De mantenimiento operativo

En el mantenimiento operativo se puede observar la planificación para las siguientes actividades: verificación del equipo, limpieza y lubricación.

Figura 47. Planificación del mantenimiento operativo, verificación

FOREMOST DAIRIES DE GUATEMALA, S.A. GERENCIA DE PLANTA JEFATURA DE MANTENIMIENTO		
		
PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO OPERATIVO - VERIFICACIÓN		
ITEM	DESCRIPCIÓN	FRECUENCIA
COMPRESORES		
1	Verificar que no existan fugas de aire en el lugar.	Diario
2	Verificar que no existan fugas agua o líquido condensado.	Diario
3	Verificar que no existan fugas de aceite en los compresores.	Diario
4	Verificar si existen ruidos y vibraciones anormales.	Diario
5	Verificar que la presión de aire sea la correcta.	Diario
6	Verificar el funcionamiento de las válvulas de alivio (seguridad).	Semanal
7	Verificar el filtro de aire.	Semanal
8	Verificar la tensión y estado de las fajas.	Mensual
CALDERAS		
1	Verificar el buen funcionamiento del sistema de paro por bajo nivel.	Diario
2	Verificar periódicamente la columna del agua.	Diario
3	Verificar el nivel de combustible en el tanque de almacenaje.	Diario
4	Revisar presión del búnker (30 - 65 PSI).	Diario
5	Verificar la temperatura del petróleo en la tubería (100 °C).	Diario
6	Verificar las condiciones de succión de la bomba de combustible.	Diario
7	Verificar la temperatura de la chimenea.	Diario
8	Verificar las uniones flexibles	Diario
9	Verificar los controles de presión.	Diario

Continuación de Figura 47.

ITEM	DESCRIPCIÓN	FRECUENCIA
10	Verificar fugas, ruidos o vibraciones inusuales en todo el sistema.	Diario
11	Verificar las mirillas de la caldera.	Diario
12	Verificar el tanque de el agua de la caldera.	Diario
13	Verificar el rendimiento del poder de combustión.	Diario
14	Verificar el cierre límite de la presión.	Diario
15	Verificar en la parte de abajo de la caldera.	Diario
16	Verificar los accesorios de tubería.	Mensual
17	Verificar las válvulas en general.	Mensual
18	Verificar las cápsulas de mercurio Honeywell.	Mensual
19	Verificar el piloto de gas.	Trimestral
ELECSTER		
1	Verificación de la cinta de teflón y gomas siliconas.	Diario
2	Verificación de las cuchillas de precorte.	Diario
3	Verificación de la tubería de aire.	Diario
4	Verificación de la junta de la bolsa.	Cada producción
5	Verificación del volumen de dosificación.	Cada producción
6	Verificación del tiempo de dosificado.	Cada producción
7	Verificación de la transmisión principal.	Diario
8	Verificación de las lámparas ultra violeta (UV).	Diario
9	Verificar la unidad de aire comprimido.	Semanal
10	Verificar el contenedor de H ₂ O ₂ .	Semanal
11	Verificación de los cartuchos de resistencia y sensores de temperatura.	Semanal
12	Verificación de los cojinetes de rodillo.	Semanal
13	Verificación de los embragues de la transmisión.	Semanal
14	Verificar la membrana de expansión del recipiente.	Cada dos semanas
15	Verificación de la tensión de la cinta transportadora.	Cada dos semanas
16	Verificar la tensión de la cadena de la transmisión principal.	Mensual
17	Verificar la resistencia de sellado de la empalmadora.	Mensual
18	Verificar las marcas y etiquetas de seguridad y prevención.	Mensual
LAVADORA		
1	Inspección de la cámara.	Diario
2	Reportar ruidos o vibraciones inusuales.	Diario
SECADORA		
1	Inspección de la cámara.	Diario
2	Asegurar el funcionamiento suave de la máquina y efectividad del secado.	Diario

FUENTE: Investigación de campo, Foremost Dairies de Guatemala, S.A.

Figura 48. Planificación del mantenimiento operativo, limpieza

FOREMOST DAIRIES DE GUATEMALA, S.A. GERENCIA DE PLANTA JEFATURA DE MANTENIMIENTO		
		
PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO OPERATIVO - LIMPIEZA		
ITEM	DESCRIPCIÓN	FRECUENCIA
COMPRESORES		
1	Limpieza general.	Mensual
2	Limpieza del filtro de aire.	Mensual
CALDERAS		
1	Limpiar en la parte de debajo de las calderas.	Semanal
2	Limpieza general de la unidad.	Semanal
3	Limpieza en las partes de control.	Semanal
4	Limpieza del cuerpo del quemador.	Trimestral
5	Lavar la cámara de agua.	Trimestral
6	Limpiar el vidrio de las mirillas de la cámara de fuego.	Semestral
7	Limpiar orillas del conducto de agua de la caldera.	Anual
8	Limpiar tubos de drenaje.	Anual
9	Eliminar toda la suciedad de la caldera.	Anual
10	Lavar la caldera completamente.	Anual
ELECSTER		
1	Pre esterilización.	Antes de producción
2	Lavado en el circuito.	Durante el paso 1
3	Enfriado.	Después del paso 1
4	Lavado aséptico intermedio.	Varias veces al día
5	Limpieza del cilindro de control	Después del paso 2
6	Limpieza de superficies de la máquina, interior y exterior.	Diario
7	Limpieza de paredes y pisos de la sala de procesamiento.	Diario
8	Limpieza de cabezales de sellado.	Diario
9	Limpieza de baños de peróxido de hidrógeno.	Diario
10	Limpieza de tolvas de peróxido de hidrógeno.	Diario
11	Limpieza de cinta transportadora.	Diario
12	Limpieza del control de cilindro.	Semanal
13	Limpieza de rodillos desenrolladores de película.	Semanal
14	Limpieza del filtro del gabinete.	Mensual
LAVADORA		
1	Limpieza general.	Diario
SECADORA		
1	Eliminación de pelusa en las rejillas.	A cada dos días

FUENTE: Investigación de campo, Foremost Dairies de Guatemala, S.A.

Figura 49. Planificación del mantenimiento operativo, lubricación

FOREMOST DAIRIES DE GUATEMALA, S.A. GERENCIA DE PLANTA JEFATURA DE MANTENIMIENTO			
PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO OPERATIVO - LUBRICACIÓN			
ITEM	DESCRIPCIÓN	FRECUENCIA	
COMPRESORES			
1	Revisión del nivel de aceite.	Semanal	
CALDERAS			
1	Revisar nivel de aceite.	Diario	

FUENTE: Investigación de campo, Foremost Dairies de Guatemala, S.A.

4.6.1.2. De mantenimiento preventivo

En el mantenimiento preventivo se puede observar la planificación para las siguientes actividades: mantenimiento mecánico, eléctrico y de lubricación.

Figura 50. Planificación del mantenimiento preventivo, mecánico

FOREMOST DAIRIES DE GUATEMALA, S.A. GERENCIA DE PLANTA JEFATURA DE MANTENIMIENTO			
PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO - MECÁNICO			
ITEM	DESCRIPCIÓN	FRECUENCIA	
COMPRESORES			
1	Purgar el líquido condensado en el recibidor de la trampa.	Diario	
2	Revisar que no existan fugas de aire en toda la red de distribución.	Trimestral	
3	Revisión válvulas en general.	Semestral	
4	Revisión de toda la distribución de la red.	Semestral	
5	Revisar el estado de los manómetros.	Semestral	
CALDERAS			
1	Revisar si existen fugas de agua, vapor, combustible y gases de combustión.	Semanal	
2	Revisar el filtro de línea de alimentación de combustible.	Semanal	
3	Revisión de las válvulas de seguridad.	Semanal	

Continuación de Figura 50.

ITEM	DESCRIPCIÓN	FRECUENCIA
4	Revisión de boquillas.	Mensual
5	Electrodos de ignición.	Mensual
6	Tubo de nivel.	Mensual
7	Revisión de prensa estopa de las bombas de alimentación de agua.	Mensual
8	Limpieza y prueba de funcionamiento de las válvulas de seguridad.	Mensual
9	Levantar la válvula de seguridad del vapor para comprobar su buen estado.	Mensual
10	Limpiar compresor del filtro de succión.	Mensual
11	Limpieza del control de presión de vapor (presuretrol).	Trimestral
12	Revisión de termostatos.	Trimestral
13	Limpieza del lado de agua.	Semestral
14	Limpieza del estado de fuego.	Semestral
15	Filtro de válvula que entrega agua al tanque de condensado.	Semestral
16	Filtro de la descarga del tanque a la bomba de alimentación.	Semestral
17	Revisión de termómetros.	Anuual
18	Revisión de manómetros.	Anuual
RED DE DISTRIBUCIÓN DE VAPOR		
1	Inspección de posibles fugas en uniones, tees, codos, tuberías, etc.	Mensual
2	Inspección de juntas de expansión.	Mensual
3	Revisión del aislante térmico de la tubería.	Mensual
4	Inspección del estado de anclajes y soportes de tuberías.	Mensual
5	Inspección de trampas para vapor, reguladores, válvulas, etc.	Mensual
6	Comprobación del funcionamiento de manómetros.	Mensual
7	Desmontar las trampas de vapor y verificar su estado.	Anuual
8	Inspeccionar y ajustar todos los manómetros de la instalación.	Anuual
9	Efectuar todas las reparaciones que sean necesarias.	Anuual
10	Cambiar empaquetaduras de las juntas de dilatación.	Anuual
11	Inspección de las válvulas en general.	Anuual
LAVADORA		
1	Revisar las conexiones de agua en busca de fugas.	Semanal
2	Comprobar la lubricación de la máquina y su suave funcionamiento.	Semanal
3	Revisar el funcionamiento de los cierres de la tapa.	Semanal
4	Revisar las fajas o bandas de transmisión.	Mensual
5	Revisar el funcionamiento de las válvulas automáticas de admisión de agua.	Mensual
6	Revisar el sistema neumático.	Mensual
SECADORA		
1	Revisar y limpiar los filtros de vapor.	Mensual
2	Revisar los niveles de los reductores de velocidad.	Mensual
3	Chequeo general (mecánico).	Mensual

FUENTE: Investigación de campo, Foremost Dairies de Guatemala, S.A.

Figura 51. Planificación del mantenimiento preventivo, eléctrico

FOREMOST DAIRIES DE GUATEMALA, S.A. GERENCIA DE PLANTA JEFATURA DE MANTENIMIENTO		
		
PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO - ELÉCTRICO		
ITEM	DESCRIPCIÓN	FRECUENCIA
COMPRESORES		
1	Limpieza y revisión de contactos y conexiones eléctricas.	Trimestral
2	Revisión del sistema eléctrico en general.	Trimestral
CALDERAS		
1	Revisión de las líneas de alimentación eléctrica, combustible y agua.	Semanal
2	Aisladores de electrodos de ignición.	Mensual
3	Cables de ignición.	Mensual
4	Foto celda.	Mensual
5	Revisión de las terminales eléctricas.	Trimestral
6	Limpieza del control programador.	Trimestral
7	Limpieza de platinos del sistema eléctrico.	Anual
ELECSTER		
1	Cambio de las lámparas ultra violeta (UV).	3000 o 6000 hrs.
2	Revisión de las resistencias y sensores de los selladores.	Semanal
3	Revisión de los botones de paro de emergencia.	Semestral
4	Revisión general de los gabinetes eléctricos.	Semestral
5	Revisión general del sistema eléctrico.	Semestral
LAVADORA		
1	Revisión general del motor eléctrico.	Mensual
2	Observar el funcionamiento de las válvulas solenoides.	Mensual
SECADORA		
1	Revisar el sistema eléctrico en general.	Mensual

FUENTE: Investigación de campo, Foremost Dairies de Guatemala, S.A.

Figura 52. Planificación del mantenimiento preventivo, lubricación

FOREMOST DAIRIES DE GUATEMALA, S.A. GERENCIA DE PLANTA JEFATURA DE MANTENIMIENTO		
		
PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO - LUBRICACIÓN		
ITEM	DESCRIPCIÓN	FRECUENCIA
COMPRESORES		
1	Cambio de aceite.	Trimestral

Continuación de Figura 52.

ITEM	DESCRIPCIÓN	FRECUENCIA
CALDERAS		
1	Temperatura de cojinetes de las bombas de alimentación de agua.	Semestral
2	Lubricación de cojinetes.	Semestral
3	Lubricación del motor ventilador.	Semestral
4	Verificar la temperatura de cojinetes del ventilador.	Semestral
ELECSTER		
1	Levas y cojinetes de levas.	Diario
2	Guías.	Diario
3	Barras de cojinetes.	Diario
4	Cilindro dosificador.	Diario
5	Engranaje angular.	Semanal
6	Cojinete.	Semanal
7	Eje vertical.	Semanal
8	Cilindro de control.	Semanal
9	Cadenas y ruedas de cadenas.	Cada dos semanas
10	Engranaje cónico.	Semestral
LAVADORA		
1	Revisar el nivel de aceite, de ser bajo agregar aceite hasta el nivel aceptable.	Semanal
2	Lubricación de partes móviles.	Mensual
SECADORA		
1	Lubricación de cadenas y sprocket (aceite o grasa).	Semanal
2	Aceitar las bisagras de las puertas.	Semanal
3	Lubricación general.	Mensual

FUENTE: Investigación de campo, Foremost Dairies de Guatemala, S.A.

4.6.2. Programación

La programación del mantenimiento se divide en dos partes, una de mantenimiento operativo y la otra de mantenimiento preventivo, esta última lo realizan los mecánicos y electromecánicos.

4.6.2.1. De mantenimiento operativo y preventivo

En los trabajos de mantenimiento operativo y preventivo, están especificados la calendarización de los distintas actividades de trabajo que hay que llevar a cabo en el período indicado. A continuación se observa la programación del mantenimiento operativo y preventivo.

Figura 54. Programación del mantenimiento operativo - Limpieza

FOREMOST DAIRIES DE GUATEMALA, S.A.
 GERENCIA DE PLANTA
 JEFATURA DE MANTENIMIENTO



MANTENIMIENTO OPERATIVO - LIMPIEZA

ITEM	DESCRIPCIÓN	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1	LAVADORA Limpieza general.	1 *	2 *	3 *	4 *	1 *	2 *	3 *	4 *	1 *	2 *	3 *	4 *
	SECADORA												
1	Eliminación de pelusa en las rejillas.												

Nomenclatura:
 Diario
 A cada dos días.

*	∨
---	---

Figura 55. Programación del mantenimiento operativo - Lubricación

FOREMOST DAIRIES DE GUATEMALA, S.A.
 GERENCIA DE PLANTA
 JEFATURA DE MANTENIMIENTO



MANTENIMIENTO OPERATIVO - LUBRICACIÓN

ITEM	DESCRIPCIÓN	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1	COMPRESORES Revisión del nivel de aceite.	1 2 3 4 1 2 3 4 1 2 3 4 1 2 3 4 1 2 3 4 1 2 3 4 1 2 3 4 1 2 3 4											
1	CALDERAS Revisar nivel de aceite.	* * * * *	* * * * *	* * * * *	* * * * *	* * * * *	* * * * *	* * * * *	* * * * *	* * * * *	* * * * *	* * * * *	* * * * *

Nomenclatura:
 * Diario

4.7. Procedimiento para requerir insumos

En la siguiente propuesta se describen los pasos a seguir, para requerir los insumos que se van necesitando mes a mes, conforme los técnicos van solicitando, para realizar los distintos trabajos de mantenimiento.

Figura 59. Procedimiento para requerir insumos

FOREMOST DAIRIES DE GUATEMALA, S.A. GERENCIA DE PLANTA JEFATURA DE MANTENIMIENTO		
PROCEDIMIENTOS PARA REQUERIR INSUMOS		
ITEM	DESCRIPCIÓN	
A PROVEEDORES		
1	El bodeguero revisa el inventario de insumos.	
2	Se anota los insumos que se requerirán en el mes.	
3	El bodeguero pasa el requerimiento al jefe de mantenimiento de los insumos que se requerirán para el mes.	
4	El jefe de mantenimiento lo revisa y autoriza por medio de una firma y sello.	
5	Se lleva el requerimiento al departamento de compras.	
6	El departamento de compras se encarga del pedido.	
7	Los proveedores se encargan de venir a dejar el pedido.	
8	El bodeguero le da ingreso al pedido, el depto. de compras actualiza el inventario.	
A BODEGUERO		
1	El técnico solicita al bodeguero los insumos que necesita.	
2	Se llena una boleta de salida.	
3	La autoriza el jefe de mantenimiento o el asistente, por medio de una firma y sello.	
4	El bodeguero entrega el insumo solicitado por el técnico.	
4	El bodeguero actualiza el inventario.	

FUENTE: Elaboración propia.

4.8. Costos

Se realiza la siguiente propuesta para hallar los costos de mantenimiento preventivo, en base a los siguientes pasos:

- Ver cuanto gana el técnico al mes.
- En base a su sueldo mensual, se calcula cuanto gana por hora.
- Se observa la orden de trabajo y se anotan las horas que se utilizaron para realizar el trabajo de mantenimiento, ya sea correctivo como preventivo.
- Multiplicar las horas laboradas por lo que gana a la hora.
- Ver cuantos insumos utilizó en el trabajo.
- Ver cuanto cuesta cada insumo y multiplicarlo por lo que se usó en el mantenimiento.
- Ver si utilizó repuestos y cuanto costó cada repuesto.
- Por último, se suman todos estos costos para obtener el costo total.

Al tener el total de todos estos pasos, se obtendrán los costos de mantenimiento, ya sea preventivo como también correctivo. Conforme se valla utilizando este método, mas adelante se pueden considerar otros factores para el cálculo de los costos de mantenimiento.

Ejemplo:

Sueldo mensual del técnico: Q.2,300.00

$$\text{Sueldo por hora} = \text{Q. } 2,300.00 \times \frac{1 \text{ mes}}{4 \text{ semanas}} \times \frac{1 \text{ semana}}{44 \text{ horas}} = \text{Q. } 13.07 \text{ por hr.}$$

Mantenimiento preventivo a compresores, cambio de filtros, aceite y limpieza.

Cantidad de compresores: 2

Cantidad del personal: 1 técnico

Total de horas laboradas: 3

Cambio de aceite: 1 galón por compresor

Precio del aceite: Q.35.00 por galón

Total: $Q.35.00 \times 2 = Q.70.00$

Filtros de aceite: 1 por compresor

Precio del filtro: Q.130.00 por unidad

Total: $Q.130.00 \times 2 = Q.260.00$

Filtros de aire: 1 por compresor

Precio del filtro: Q.320.00 por unidad

Total: $Q.320.00 \times 2 = Q.640.00$

Se retiró de bodega 3 libras de wippe

Total de wippe utilizado: 2 libras

Precio de wippe: Q.6.50 por libra

Total: $Q.6.50 \times 3 = Q.19.5.00$

Total de costos:

Mano de obra: $Q.13.07 \text{ por hora} \times 1 \text{ técnico} \times 3 \text{ horas laboradas} = Q.39.21$

Libras de wippe: Q.19.50

Galones de aceite: Q.70.00

Filtros de aceite: Q.260.00

Filtros de aire: Q.640.00

Total de costos: $Q.39.21 + Q.19.50 + Q.70.00 + Q.260.00 + Q.640.00$

Total de los costos del mantenimiento preventivo = Q.1,028.71

En este ejemplo se puede obtener mejoras en cuanto a: reducción de tiempo de servicio de 3 horas a 1 ½ hora, y una mejor utilización de insumos (wippe), ya que de 3 libras se utilizaron 2. Al hacer los cálculos en base a esto, tenemos lo siguiente:

Total de costos:

Mano de obra: Q.13.07 por hora X 1 técnico X 1.5 horas laboradas = Q.19.60

Libras de wippe: Q.6.50 X 2 = Q.13.00

Total: Q.19.60 + Q.13.00 = Q.32.60

Total de costos: Q.19.60 + Q.13.00 + Q.70.00 + Q.260.00 + Q.640.00

Total de los costos del mantenimiento preventivo = Q.1,002.60

con esto se logra reducir de Q.1,028.71 a Q.1,002.60, logrando un ahorro de Q.26.11. Al realizar los cálculos para todos los equipos, se puede tener un ahorro significativo, el cual puede ser utilizado para proyectos de mejora, implementación o para mejorar los sueldos a los técnicos del Departamento de Mantenimiento.

Dentro del Departamento de Mantenimiento se tienen los siguientes costos de mantenimiento e insumos.

4.8.1. De mantenimiento

Los costos del Departamento de Mantenimiento que se tienen actualmente al mes, ascienden a un total de Q.82,796.73. Esto se puede apreciar en la siguiente tabla. También, se puede estimar la reducción de algunas actividades como propuesta de mejora, entre estas actividades están:

- Mediante la implementación del mantenimiento preventivo a los equipos, se estima que se podrán reducir las horas extras a la mitad en el primer mes.
- Se disminuirán algunos insumos mediante la buena práctica del mantenimiento preventivo. Entre estos insumos están: wippe, tornillos, roldanas, tuercas, tinta de impresora y papel.

Tabla XIII. Total del costo mensual

Costos	Total al mes	Reducir a	Total al mes
Técnicos	Q. 47,200.00	Q. 00.00	Q.47,200.00
Horas extras	Q. 18,000.00	Q. 9,000.00	Q. 9,000.00
Bonificación	Q. 4,500.00	Q. 00.00	Q. 4,500.00
Insumos	Q. 8,096.73	Q. 2,664.19	Q. 5,432.54
Otros	Q. 5,000.00	Q. 1,200.00	Q. 3,800.00
Total	Q. 82,796.73	Q.12,864.19	Q.69,932.54

FUENTE: Elaboración propia e investigación de campo. Departamento de Mantenimiento, Foremost Dairies de Guatemala, S.A.

En la tabla XIII se puede observar claramente en que actividades se logra reducir algunos costos del Departamento de Mantenimiento, logrando reducir así unos Q.12,864.19. Esto se logra mediante la buena práctica del mantenimiento preventivo.

4.8.2. De insumos

Actualmente se tiene un costo mensual de Q.8,096.73 en insumos, está cifra se puede apreciar en la tabla III, página 40. Debido a la propuesta de implementación del mantenimiento preventivo, se pueden reducir algunas actividades, tales como:

- Wippe: de 50 unidades se redujo a 25.
- Papel: de 4 unidades se redujo a 3.
- Empaques: de 50 unidades se redujo a 30.
- Tornillos, roldanas y tuercas: de 250 se redujo a 200.
- Tinta de impresora: de 4 unidades se redujo a 2.

estos insumos se pueden apreciar mejor en la siguiente tabla:

Tabla IV. Reducción del gasto mensual de insumos

INSUMOS	COSTO UNITARIO EN QUETZALES	CANTIDAD AL MES	COSTO TOTAL EN QUETZALES
Wippe	6.50	25	162.50
Cable eléctrico	1.10	500	550.00
Aceite	4,000.00	0.5	2,000.00
Papel	33.15	3	132.60
Lija	3.00	10	30.00
Abrazaderas de cincho	5.00	25	125.00
Empaques	10.00	30	300.00
Oxígeno	345.00	1	345.00
Nitrógeno	345.00	1	345.00
Discos de corte	16.20	10	162.00
Electrodo	7.00	3	21.00
Pintura	70.00	5	350.00
Tinner	33.75	10	337.50
Tornillos, roldanas y tuercas	10.00	200	2,000.00
Tinta de impresora (negra)	51.12	2	102.24
Tinta de impresora (color)	83.65	1	83.65
Talonarios de requerimiento	28.50	3	85.50
Total al mes			Q. 5,432.54

FUENTE: Elaboración propia e investigación de campo. Departamento de Mantenimiento, Foremost Dairies de Guatemala, S.A.

Mediante los trabajos preventivos que se realicen, se podrán emplear de forma óptima los distintos recursos que se utilizarán en los trabajos de mantenimiento para los distintos equipos de trabajo, logrando así, una mejor utilización y optimización de los recursos.

4.9. Condiciones de trabajo

Para las distintas condiciones de trabajo, se realizarán propuestas de mejora para las áreas de estudio establecidas, utilizando algunas herramientas o métodos de ingeniería. Por políticas internas de la empresa, estas propuestas serán realizadas y coordinadas por el asistente y jefe de mantenimiento.

4.9.1. Iluminación

Para encontrar el número adecuado de lámparas a utilizar en los distintos puestos de trabajo, se utilizará el método de cavidad zonal, el cual consta de 10 pasos sencillos:

1. Determinar el tipo de trabajo a realizar

Como son áreas distintas las que se determinan, nos apoyamos en la tabla XV, para determinar el número de luxes en cada área de trabajo:

Calderas: 300 luxes.

Compresores: 300 luxes.

Línea de producción de leche o UHT: 500 luxes.

Lavandería: 1500 luxes.

Tabla XV. Recomendaciones de iluminación en luxes

Descripción	Luxes	Descripción	Luxes
Exteriores de edificio	50	Templado	300
Áreas de almacenamiento	200	Planchado a mano	1000
Planchado a mano	1500	Trabajo en banco de trabajo	10000
Reparaciones	2000	Carga de camiones	200
Corte en confección	3000	Vestíbulos	500
Sala de calderas	300	Contabilidad	1500
Lavadora de latas	300	Corredores	200
Empaquetado	500	Salas de lectura	300
Pintura de carros	500	Trabajo regular de oficina	1000
Fotograbado	1000	Lectura de documentos	500
Montaje de artes	500	Costura de telas	2000
Entintado	1000	Auditorios	150
Inspección de color	2000	Laboratorios	1000
Trabajo en prensas	700	Salas de música	700
Lectura de pruebas	1500	Sala de estudio	700
Hilado de mano	500	Zonas de circulación	300
Talleres de forja	500	Vitrinas	2000
Fundiciones	500	Locales de almacenaje	300

FUENTE: SERGIO TORRES Tesis de Ingeniería de Plantas, página 109. Clasificación R, 621.7, T698.

2. Determinar la fuente de luminosa a usar

Es la mitad del número de luxes que se colocaron en el paso 1, esto se debe a que no deben existir distorsiones en los colores ni deslumbramiento en el área de trabajo, así como debe de ser en bajo costo y mantenimiento.

Seleccionamos también una fuente del tipo de lámparas de halógeno metálico, las cuales son las más recomendadas y son las que actualmente se utilizan en los distintos lugares de trabajo.

Calderas: $300/2 = 150$ luxes.

Compresores: $300/2 = 150$ luxes.

Línea de producción de leche o UHT: $500/2 = 250$ luxes.

Lavandería: $1500/2 = 750$ luxes.

3. Determinar las condiciones ambientales

Debido al tipo de áreas de trabajo, es evidente que existen residuos de suciedad como por ejemplo: wippe, polvo y mota.

4. Determinar las condiciones físicas

Las condiciones físicas de todas las áreas están representadas en la siguiente tabla:

Tabla XVI. Condiciones físicas

Descripción	Calderas	Compresores	UHT	Lavandería
Largo	30 mts	10 mts	20 mts	15 mts
Ancho	10 mts	10 mts	10 mts	10 mts
Altura	8 mts	3 mts	3 mts	3 mts
Reflectancia de techo	0.7	0.3	0.7	0.3
Reflectancia de paredes	0.7	0.3	0.5	0.3
Reflectancia de piso	0.1	0.1	0.3	0.1

FUENTE: Investigación de campo, Foremost Dairies de Guatemala, S.A. Derechos Reservados.

Los valores de las reflectancias fueron tomados de la tabla XVII, que a continuación se muestra:

Tabla XVII. Condiciones físicas y operacionales del área

Lugar	Descripción	Valores de reflectancia
Para el cielo	Blanco o muy claro	0.7
	Color claro	0.5
	Color medio	0.3
Para las paredes	Color claro	0.5
	Color medio	0.3
	Color oscuro	0.1
Para los pisos	Color claro	0.3
	Color medio	0.2
	Color oscuro	0.1

FUENTE: SERGIO TORRES Tesis de Ingeniería de Plantas, página 103. Clasificación R, 621.7, T698.

5. Seleccionar la luminaria

Tipo de lámpara: Halógeno metálico.

Factor de depreciación: 0.82.

Mantenimiento: Normal.

Aspecto estético: No hay problema.

6. Determinar los factores de depreciación

Los factores de depreciación recuperable, no recuperable y de mantenimiento, se selecciona según criterio propio. El rango del factor de depreciación es de 0.6 a 1.

Factor recuperable: 0.78 (vida útil).

Factor no recuperable de depreciación: 0.82.

Factor de mantenimiento: $0.82 * 0.78 = 0.6396$.

7. Cálculo de las zonas de cavidad

Nomenclatura:

RCA = cavidad local o ambiente.

RCP = cavidad del piso.

RCC = cavidad del techo o cielo.

W = ancho.

L = largo.

Los valores de altura, W y L, se obtienen de la tabla XVI.

Fórmulas:

$$RCA = \frac{5 * altura * (W+L)}{W * L}$$

$$RCC = \frac{5 * altura * (W+L)}{W * L}$$

$$RCP = \frac{5 * altura * (W+L)}{W * L}$$

Ingresando los datos de las distintas áreas a las fórmulas, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla XVIII. Resultados de las fórmulas de las zonas de cavidad

Descripción	Calderas	Compresores	UHT	Lavandería
RCA	4.7	2.05	1.5375	1.70833
RCC	0.1	0.15	0.1125	0.125
RCP	0.5333	0.8	0.6	0.6667

FUENTE: Investigación de campo, Foremost Dairies de Guatemala, S.A. Derechos Reservados.

8. Determinar las reflectancias correspondientes a las cavidades

Debido a que las luminarias en este caso se instalarán directamente sobre el techo, no es necesario obtener reflectancias de las cavidades, ya que son las mismas que las anteriormente obtenidas.

9. Determinar el coeficiente de utilización

Para determinar los coeficientes de utilización, los siguientes resultados fueron tomados de las tablas XVI y XVIII:

Tabla XIX. Datos del coeficiente de utilización

Descripción	Calderas	Compresores	UHT	Lavandería
RCA	4.7	2.05	1.5375	1.70833
Reflectancia de paredes	0.7	0.3	0.5	0.3
Reflectancia de piso	0.1	0.1	0.3	0.1

FUENTE: Investigación de campo, Foremost Dairies de Guatemala, S.A. Derechos Reservados.

Con estos datos se busca en los datos de la lámpara, el coeficiente de utilización es 0.76.

10. Cálculo del número de lámparas

Las lámparas de halógeno metálico de 400 vatios, es igual a 88,000 lúmenes.

La fórmula es:

$$\text{No.} = \frac{\text{área} * \text{luxes}}{\text{coeficiente de utilización} * \text{lúmenes} * \text{factor de mantenimiento}}$$

Utilizando la fórmula tenemos los siguientes datos en las diferentes áreas de trabajo:

Calderas: No. = 2 lámparas.

Compresores: No. = 1 lámpara.

UHT: No. = 2 lámparas.

Lavandería: No. = 3 lámparas.

Otras fórmulas:

El área cubierta por luminaria es:

$$AL = \text{área} / \text{número de luminarias}$$

El espaciamiento entre lámparas es:

$$E = \text{raíz cuadrada del área}$$

Número de lámparas a lo largo es:

$$NL = \text{Largo del lugar} / E$$

Número de lámparas a lo ancho es:

$$NA = \text{ancho del lugar} / E$$

Aplicando todas estas fórmulas tenemos los siguientes datos para las distintas áreas de trabajo:

Tabla XX. Número de lámparas

Descripción	Calderas	Compresores	UHT	Lavandería
A lo largo	1	1	1	3
A lo ancho	1	0	1	0
Total	2	1	2	3

FUENTE: Investigación de campo, Foremost Dairies de Guatemala, S.A. Derechos Reservados.

Para que las condiciones de iluminación se mantengan en óptimas condiciones, se propone lo siguiente:

- Realizar un inventario de todas las lámparas que hay en la empresa.
- Tomar todos los datos y ubicación de todas las lámparas.
- Realizar un programa de limpieza mensual de las lámparas.
- Realizar un historial para saber el costo y la cantidad de lámparas que se cambian por año, así como el tiempo, el equipo y los insumos que se utilizarán para la limpieza.
- En base a los cálculos que se realizaron, se recomienda colocar 1 lámpara más en el área de calderas y 2 más en el área de lavandería.

4.9.2. Ventilación

La cantidad de aire que entra a un edificio la podemos medir a través de la siguiente fórmula:

$$Q = C * A * V$$

Donde:

Q = flujo del aire en m^3/seg .

C = coeficiente de entrada de la ventana.

A = área de paso de las ventanas en metros cuadrados.

V = velocidad del aire.

Tabla XXI. Tabla de coeficiente de aire

C = Coeficiente	Características
0.25 – 0.35	Cuando actúa longitudinalmente el aire
0.3 – 0.5	Cuando actúa perpendicularmente el aire

FUENTE: SERGIO TORRES Tesis de Ingeniería de Plantas, página 82. Clasificación R, 621.7, T698.

Con los datos de la tabla XVI se obtiene el área de cada lugar de trabajo y con los datos tomados con el velómetro, podemos obtener los siguientes resultados:

$$Q_{\text{calderas}} = 0.25 * (30 * 10) \text{ m}^2 * 0.7 \text{ m/s} = 52.5 \text{ m}^3/\text{s}.$$

$$Q_{\text{compresores}} = 0.25 * (10 * 10) \text{ m}^2 * 1.7 \text{ m/s} = 42.5 \text{ m}^3/\text{s}.$$

$$Q_{\text{lavandería}} = 0.3 * (7 * 4) \text{ m}^2 * 1 \text{ m/s} = 8.4 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Para verificar si el flujo de aire es el indicado, compararemos los resultados anteriores con la siguiente fórmula:

$$CA = V * \text{No. R/Hora}$$

Donde:

CA = caudal de aire necesario (m^3/hr).

V = volumen de aire que se desea renovar.

No. R = número de renovaciones de aire por hora.

$$V = Q1 / (0.3116 - (T1 - tme)).$$

V = volume de aire en m^3/hr .

T1 = temperatura interior que se desea.

tme = temperatura mínima exterior.

$$Q1 = C1 + C2 + PP.$$

C1 = 864 calorías/KWH.

C2 = calor que libera el cuerpo humano a una temperatura exterior de 27 °C.

PP = pérdida de calor a través de paredes, ventanas y techos.

Tabla XXII. Tabla de pérdidas de calor

Descripción	Espesor	PP
Mampostería	80 cms	1.3
Pared de ladrillo	45 cms	1.2
Pared de ladrillo	45 cms	1.2
Pared de block	45 cms	1.1
Tabique	7 cms	2.4
Pavimento		3.0
Pared de ladrillo	45 cms	1.2

FUENTE: SERGIO TORRES Tesis de Ingeniería de Plantas, página 83. Clasificación R, 621.7, T698.

Aplicando las fórmulas con los datos que ya tenemos, los siguientes resultados son:

$$CA_{\text{calderas}} = 25.73 \text{ m}^3/\text{s}.$$

$$CA_{\text{compresores}} = 25.70 \text{ m}^3/\text{s}.$$

$$CA_{\text{lavandería}} = 6.46 \text{ m}^3/\text{s}.$$

A pesar de que existe un buen flujo de ventilación en las distintas áreas de trabajo, esto se pudo comprobar mediante la utilización del velómetro, este equipo mide el flujo de aire y en base a los cálculos realizados anteriormente, se propone lo siguiente: que los equipos deben estar libres de polvo y todo tipo de suciedad. Esto se llevará a cabo, mediante la implementación de las rutinas de mantenimiento de limpieza hacia los distintos equipos de trabajo.

4.9.3. Ruido

Como se pudo observar en la tabla XI, página 63, el nivel de decibeles es alto. Actualmente se recomienda utilizar protectores auditivos cuando el nivel de ruido es mayor a 85 decibeles.

En base a la tabla XI, se propone utilizar lo siguiente:

- Protectores auditivos tipo orejeras para las áreas de calderas y compresores.
- Protectores auditivos tipo cabeza de hongo, para las áreas de la línea UHT, y en lavandería.

Las fotos de los dos protectores auditivos que se nombran, se pueden observar detalladamente en la siguiente figura:

Figura 60. Fotos de protectores auditivos



Protector auditivo tipo orejera



Protector auditivo tipo cabeza de hongo

FUENTE: Buscador Google, imágenes de protectores auditivos.

Se realizaron algunas cotizaciones, las cuales se pueden observar en las siguientes figuras, también, se puede observar los costos de los protectores auditivos en la siguiente tabla.

Figura 61. Fotos de cotizaciones



FUENTE: Investigación de campo, Foremost Dairies de Guatemala, S.A. Depto. de mantenimiento.

Tabla XXIII. Costos de equipo de protección auditiva

PROTECTOR AUDITIVO	LUGAR DONDE SE UTILIZARÁN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Tipo orejera	Compresores	2	Q.150.00	Q.300.00
	Calderas	2	Q.150.00	Q.300.00
Tipo cabeza de hongo	Línea UHT	15	Q. 7.00	Q.105.00
	Lavandería	2	Q. 7.00	Q. 14.00
TOTAL				Q.719.00

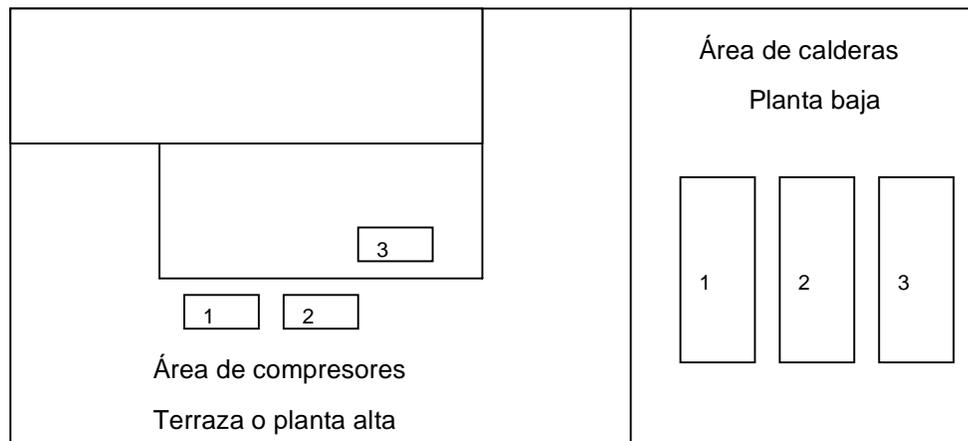
FUENTE: Investigación de campo, Foremost Dairies de Guatemala, S.A. Depto. de mantenimiento.

4.9.4. Seguridad industrial

Para mejorar la seguridad industrial, se propone lo siguiente:

- Señalización de pisos en el área de calderas y compresores, el color que se utiliza para el piso, es amarillo tráfico o caterpillar. El plano que se presenta a continuación, se indica donde están ubicados los equipos de trabajo, ver figura 63.

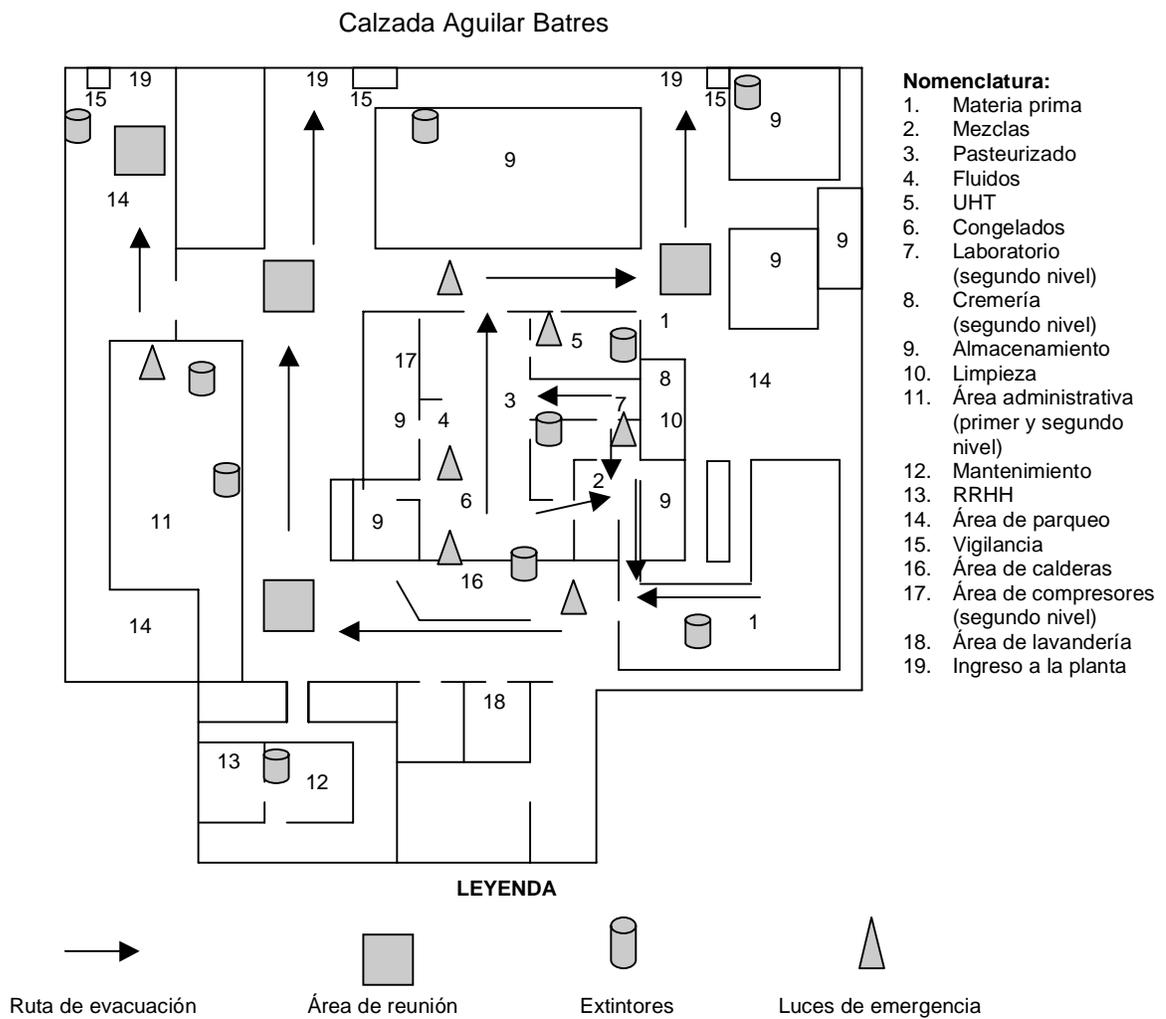
Figura 62. Plano de ubicación de calderas y compresores



FUENTE: Investigación de campo, Foremost Dairies de Guatemala, S.A. Depto. de mantenimiento.

- Colocación de luces de emergencia para la ruta de evacuación.
- Por medio de empresas externas, hacer un estudio de ruta de evacuación, ver figura 63.
- Colocar rótulos para la identificación de maquinaria y señalización.
- Por medio de empresa externa, hacer un estudio para la colocación de extintores, ver figura 63.

Figura 63. Plano de rutas de evacuación, extintores y luces de emergencia



FUENTE: Investigación de campo, Foremost Dairies de Guatemala, S.A. Depto. de mantenimiento.

- Colocación de guardas en equipos que utilizan cadenas y fajas.
- Aislamiento de tuberías de vapor.
- Proporcionar el equipo mínimo al personal técnico.
- Darle protectores auditivos al personal técnico.
- Capacitar al personal para mantener el orden y limpieza en su lugar de trabajo, ver figura 68, página 137.
- Colocar rótulos donde se indique que se deben de utilizar protectores auditivos.

4.10. Diseño de hojas electrónicas

El diseño de las hojas electrónicas ayudará al Departamento de Mantenimiento a mantener un mejor control de los trabajos que se vayan realizando. Estos formatos ya diseñados en Excel, se pueden ir mejorando o modificando, todo dependiendo de las necesidades que se vayan teniendo y de las políticas internas de la empresa. Estos formatos se pueden acceder mediante el siguiente manual del usuario:

Figura 64. Manual de usuario de los archivos de Excel

Pasos	Descripción del manual de usuario en la base de datos de Excel
1	Encender la PC.
2	Esperar que arranque la computadora.
3	Haga clic en inicio y busque el icono de acceso directo a Excel, dar un clic.
4	Espere a que Excel arranque.
5	Haga clic sobre el botón archivo (file).
6	Abrir el archivo que usted desea trabajar, inventario de equipo, historial, orden de trabajo, formatos de mantenimiento preventivo, etc. Ejemplo: abrir el archivo historial de mantenimiento.
7	Espere a que el archivo cargue.
8	Llenar los datos que el archivo solicite, ejemplo: fecha, máquina, tipo de mantenimiento, problemas, repuestos, etc.
9	Guardar los cambios realizados, darle clic a archivo (file), darle clic en guardar.
10	Cierre el programa.

FUENTE: Elaboración propia.

4.10.1. Inventario

Este inventario servirá para saber que equipo está dentro de la planta, se podrá saber donde se encuentra ubicado por medio de mapas y tendrá todos los datos de la maquinaria, los cuales servirán en un futura para solicitar los repuestos necesarios para cada equipo. Mientras tanto, el inventario de repuestos e insumos, se manejan mediante el programa Q-System.

Figura 65. Inventario de equipo

Microsoft Excel - Inventario de equipo

Archivo Edición Ver Insertar Formato Herramientas Datos Ventana ?

Arial 10 N X S

A3 = ÁREA DE CALDERAS

1 FOREMOST DAIRIES DE GUATEMALA, S.A.

2 DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

3 ÁREA DE CALDERAS

4

5

6

7

8

Elaborado por: Herberth Herman

Grupo	Subgrupo	Descripción
931 N		Cleaver Brooks
932		Caldera integrada CB
933		Modelo: CB600-60 No. de serie: L-68231
934		Presión Max.: 150 pul2 Fecha: 10/9/79
935		Entrada: 2511000 BTU/Hora Gas: 16.5 GPH aceite
936		
937		Requisitos eléctricos
938		Energía principal
939		230 voltios 3 fase 60 Hz 28.5 amp
940		Minima capacidad circuito 30.5 amp.
941		Motor soplador 2HP
942		Motor compresor 2 HP
943		Calentador aceite 5 KW
944		Control circuito

ÍNDICE MAPA Mezclas Fluidos Congelados Calderas Fluidos 2

Dibujo Autoformas

Listo MAY NUM

Microsoft Excel - Inv... 11:01 p.m.

FUENTE: Investigación de campo, Foremost Dairies de Guatemala, S.A. Depto. de mantenimiento.

4.10.2. Historial

El historial servirá para mantener el record de cada equipo de trabajo, la fecha en la que se le prestó el servicio, que máquina se le realizó un preventivo o correctivo, que problemas se tuvieron, como se corrigieron, que repuestos se necesitaron, cuales fueron los insumos que se utilizaron y el técnico encargado para el mantenimiento.

El historial permitirá tener una estadística de las fallas que más se presentan, el costo total del mantenimiento y el tiempo que se utilizó.

Figura 66. Historial de mantenimiento

The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet titled "Historial de mantenimiento". The spreadsheet is organized as follows:

- Row 1: FOREMOST DAIRIES DE GUATEMALA, S.A.
- Row 2: GERENCIA DE PLANTA
- Row 3: JEFATURA DE MANTENIMIENTO
- Row 4: (Empty)
- Row 5: **HISTORIAL DE MANTENIMIENTO**
- Row 6: (Empty)
- Row 7: Headers: FECHA, MÁQUINA, TIPO DE MANTENIMIENTO, PROBLEMA, SOLUCIÓN, REPUESTOS, INSUMOS, RESPONSABLE, OBSERVACIONES
- Rows 8-29: (Empty data rows)

The spreadsheet is displayed in a window titled "Microsoft Excel - Historial de mantenimiento". The interface includes a menu bar (Archivo, Edición, Ver, Insertar, Formato, Herramientas, Datos, Ventana, ?), a toolbar with various icons, and a status bar at the bottom showing "Inicio", "Historial de mantenimiento", and the time "11:23 p.m.".

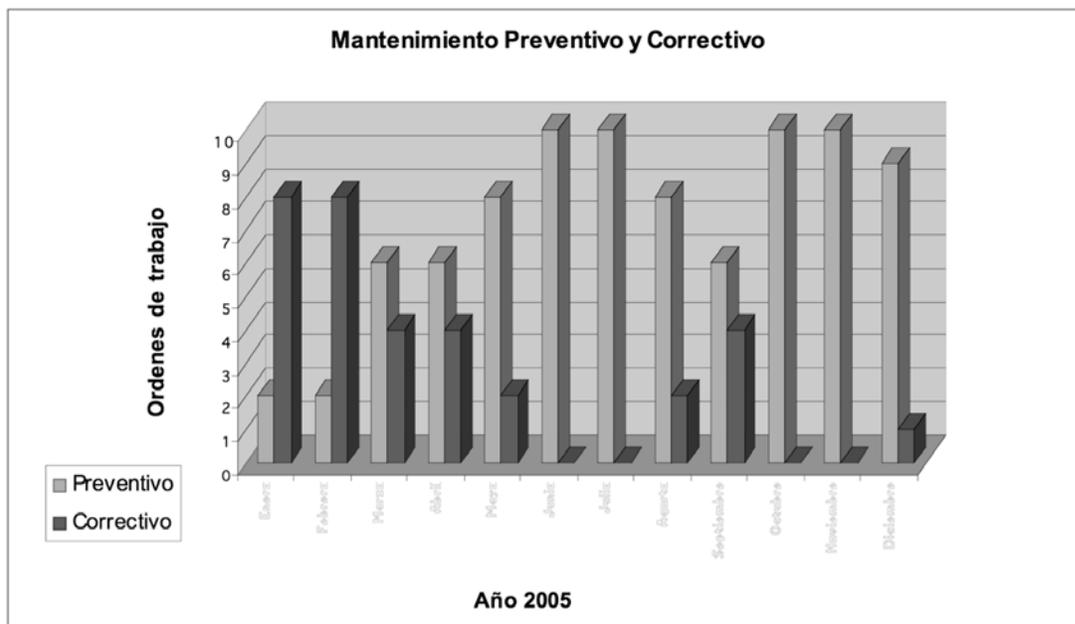
FUENTE: Investigación de campo, Foremost Dairies de Guatemala, S.A. Depto. de mantenimiento.

A continuación se presenta un ejemplo de lo que podría proyectarse en el año en lo referente a mantenimiento preventivo y correctivo. En la tabla XXIV y en la figura 67, se muestran todos los meses del año 2005, la cantidad de mantenimientos preventivos y correctivos que se realizaron durante este período.

Tabla XXIV. Tabla de resumen de los trabajos de mantenimiento

Fecha	Preventivo	Correctivo
Enero	2	8
Febrero	2	8
Marzo	6	4
Abril	6	4
Mayo	8	2
Junio	10	0
Julio	10	0
Agosto	8	2
Septiembre	6	4
Octubre	10	0
Noviembre	10	0
Diciembre	9	1

Figura 67. Resumen de los trabajos de mantenimiento



4.11. Programación de la capacitación del personal

La programación de la capacitación del personal operativo y de mantenimiento se puede apreciar en la siguiente figura. Esta capacitación se realizará a través de RRHH, el Departamento de Mantenimiento y algunas empresas que se dedican a esto. Todo esto es, debido a políticas internas de la empresa.

Figura 68. Programación de la capacitación del personal

FOREMOST DAIRIES DE GUATEMALA, S.A.
 GERENCIA DE PLANTA
 JEFATURA DE MANTENIMIENTO



CAPACITACIÓN DEL PERSONAL OPERATIVO Y DE MANTENIMIENTO

ITEM	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE	JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	TPM	Herberth Herman																								
2	Manejo de extintores	F. Mansilla																								
3	Orden y limpieza	Herberth Herman																								
4	Evacuación	F. Mansilla																								
5	Primeros auxilios	Bomberos Municipales																								
6	Trabajo en equipo	Intecap																								

CONCLUSIONES

1. La situación actual del Departamento de Mantenimiento, no cuenta con formatos para llevar a cabo los servicios de mantenimiento a los distintos equipos de trabajo. Se utiliza un cuaderno de actas, donde los técnicos anotan todos los trabajos que se realizan a diario. Solamente los equipos modernos utilizan unas hojas de control, donde se anotan los trabajos de limpieza y lubricación. Estos los archiva el asistente de mantenimiento.
2. Actualmente, se utiliza el mantenimiento correctivo y en algunas equipos modernos se utiliza el mantenimiento preventivo. Para el caso de las áreas donde se llevó a cabo el proyecto, solamente, es mantenimiento correctivo.
3. Los equipos donde se llevará a cabo el proyecto son los siguientes: compresores, calderas, línea de producción de leche (UHT), red de distribución de vapor, lavadora y secadora.
4. Los procedimientos de mantenimiento preventivo a nivel operativo son: verificación, limpieza y lubricación para los siguientes equipos: compresores, calderas, línea de producción de leche, lavadora y secadora.
5. Los procedimientos de mantenimiento preventivo que realizarán los técnicos son los siguientes: trabajos de mantenimiento mecánico, eléctrico y de lubricación. Estos se aplicarán a los siguientes equipos: compresores, calderas, línea de producción de leche, lavadora y secadora.

6. Se realizó una inspección visual en las áreas donde se encuentran los equipos de trabajo, anotando todos aquellos factores que puedan servir para mejorar los lugares de trabajo. En estas inspecciones, se consideraron las condiciones de trabajo, las cuales son: iluminación, ventilación, ruido y seguridad industrial.
7. Para eficientizar el mantenimiento dentro del departamento, se utilizará el siguiente método: se desarrollarán procedimientos de mantenimiento operativo y preventivo. Se realizará la planificación y programación de los trabajos para los distintos equipos. Ya teniendo una buena planificación, se realizaran ordenes de trabajo, para prestar el servicio de mantenimiento a los distintos equipos. Alimentar el historial de mantenimiento. Analizar todos los recursos del historial para ver cuántos insumos se pueden minimizar, qué repuestos se necesitan, el tiempo laborado, etc.
8. Los formatos que se utilizarán para el desarrollo del mantenimiento preventivo son: procedimientos, planificación, programación de trabajos, orden de trabajo, informe mensual, inventario de equipo y el historial de trabajos preventivos.
9. El Mantenimiento Productivo Total, se dio a conocer al personal técnico por medio de charlas grupales, seleccionando las áreas que pertenecen al Departamento de Mantenimiento, como lo son: el área de soldadura, de refrigeración, de electromecánica, de mecánica industrial y bodega.
10. Las capacitaciones se llevarán a cabo por medio de una programación, la cual será impartida a través de RRHH y empresas que se dedican a dar charlas, como por ejemplo: el INTECAP, Fabrigas, etc.

RECOMENDACIONES

1. Se sugiere utilizar protectores auditivos en los lugares de trabajo, debido a que el nivel de ruido es alto. Para las áreas de calderas y compresores, se necesitan protector auditivo tipo orejera, y para el resto de áreas, protectores auditivos tipo cabeza de hongo.
2. Se deben de señalar los pisos de las distintas áreas de trabajo seleccionadas, para evitar los riesgos de accidentes laborales.
3. Darle capacitación continua a los operarios para que puedan prestar un mejor servicio de mantenimiento preventivo a los equipos. Esto se puede hacer a través del Departamento de Mantenimiento y/o RRHH.
4. Capacitar a los técnicos en otras ramas de trabajo, para que exista un mejor apoyo técnico hacia el Departamento de Mantenimiento. Estas capacitaciones pueden realizarse en Fabrigas, INTECAP, F.Mansilla, etc.
5. Proporcionar el equipo personal mínimo de trabajo a los técnicos, ya que, el equipo que tienen, actualmente, no llena las condiciones mínimas para poder desempeñar bien sus labores de trabajo.
6. Proporcionar al equipo técnico nuevas herramientas de trabajo, para que ellos puedan realizar sus labores de trabajo de una forma más cómoda y eficaz.

7. Alimentar, continuamente, el sistema con las órdenes de trabajo, los cuales los técnicos tienen que llenar y devolver, para que a corto o mediano plazo, se pueda eficientizar y optimizar los servicios de mantenimiento preventivo, a través del historial que se va reuniendo.
8. En un lapso de un año, actualizar todos los procedimientos de trabajo, para lograr la mejora continua dentro del Departamento de Mantenimiento y así poder prestar un mejor servicio al resto de la empresa.
9. Programar nuevas capacitaciones técnicas y de motivación para el personal operativo y técnico de la empresa.
10. Contratar a empresas externas, Fabrigas, bomberos municipales, F. Mansilla, etc., para que realice un estudio de rutas de evacuación y señalización dentro de la empresa.

BIBLIOGRAFÍA

1. MARTÍNEZ Aguilar, José Mauro Eugenio. Montaje de una caldera acuatubular de combustión con bagazo de caña. Guatemala: tesis Ing. Mecánica Industrial: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2001, pp. 1-98.
2. ESTEBAN Girón, Esaú Juventino. Propuesta de implementación de un mantenimiento productivo total para el mejoramiento de la calidad y productividad en la línea número dos de envasado de aceite ideal. Guatemala: tesis Ing. Mecánica Industrial: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2004, pp. 1-230.
3. URREA, Alejandro. El mantenimiento productivo total (TPM), como instrumento para reactivar la productividad de la empresa. Guatemala: tesis: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1995, pp. 1-144.
4. LUX Casasola, William Geovany. Montaje de la caldera acuatubular No. 6 del ingenio Santa Ana, Escuintla. Guatemala: tesis Ing. Mecánica: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2000, pp. 1 – 168.
5. BARAHONA Ruano, Haroldo Estuardo. Mejoramiento de la producción y aplicación del mantenimiento preventivo en el rastro de la empresa Centro de Carnes, S.A. Guatemala: tesis Ing. Mecánica Industrial: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1999, pp. 1 – 290.
6. GIRÓN Lara, Fredy Williams. Propuesta de la organización del departamento de mantenimiento y de un plan de mantenimiento preventivo para los equipos de apoyo médico del hospital nacional Santa Elena, Santa Cruz del Quiche, el Quiche. Guatemala: tesis Ing. Mecánica: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2001, pp. 1 – 168.

7. COLINDRES Sandoval, Carlos Estuardo. Propuesta de la organización del taller de mantenimiento y de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria y vehículos de la Zona Vial No.5 de Caminos, Quetzaltenango. Guatemala: tesis Ing. Mecánica Industrial: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2001, pp. 1 – 98.
8. TORRES, Sergio. Ingeniería de plantas. Guatemala: tesis Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Edición 2004, pp. 1 – 53.

Referencia electrónica

9. Cero averías.
www.ceroaverias.com. Barcelona, España 2003.
10. Solo mantenimiento
www.solomantenimiento.com. España 2003.
11. Centro de conocimientos del TPM.
www.areasatpm.com. Barcelona, España 2003.
12. Mantenimiento y seguridad industrial.
www.monografias.com. Argentina 1997.